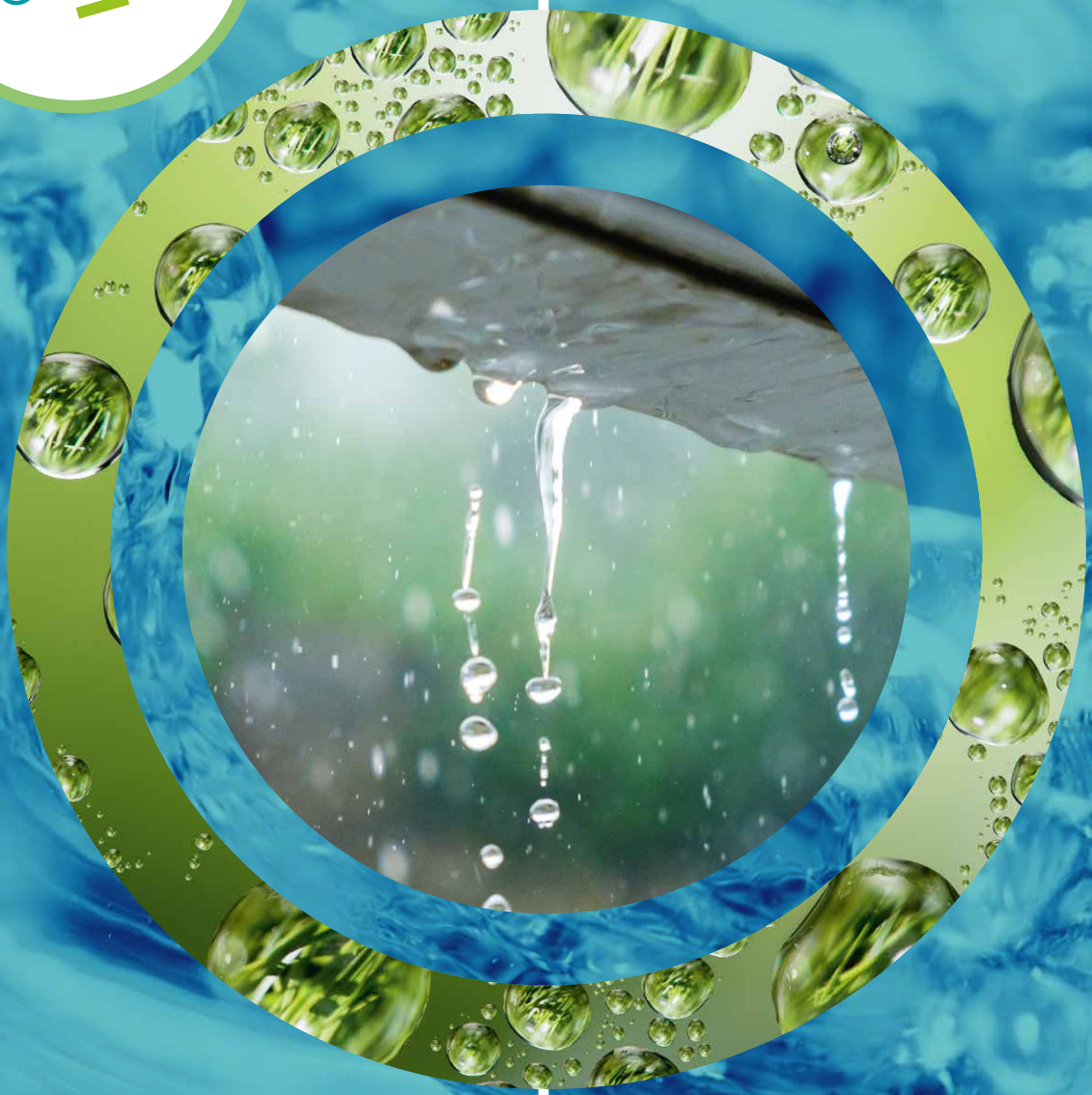
GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES

GUIDE TECHNIQUE



Loire Forez Agglo

LE CONTEXTE

La gestion de l'eau pluviale est au cœur de nombreux enjeux bien identifiés sur notre territoire. Il est aujourd'hui difficile d'ignorer les problèmes de saturation et de débordement de nos réseaux de collecte et impossible de fermer les yeux sur les dégâts engendrés par certaines crues dévastatrices. Bien consciente que la solution en la matière passe par la somme d'efforts individuels, Loire Forez agglomération, en s'appuyant sur les prescriptions du SAGE* Loire en Rhône-Alpes, s'est engagée dès 2014 pour une meilleure gestion des eaux pluviales sur les projets individuels ou collectifs, privés ou publics.

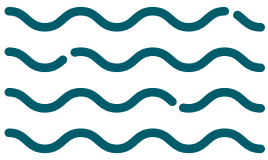
Les problèmes liés aux eaux pluviales

Les épisodes orageux s'intensifient, l'urbanisation est croissante et l'imperméabilisation des sols ne cesse d'augmenter.

Les inondations se succèdent, avec des conséquences sur la protection des biens et des personnes. Les eaux pluviales génèrent également des pollutions non négligeables dans les milieux aquatiques, du fait du lessivage des surfaces imperméabilisées. La maîtrise du temps de pluie pour le service assainissement est également de plus en plus compliquée : surcharge des réseaux d'assainissement, déversement et pollution dans le milieu naturel, dysfonctionnements des stations d'épuration...

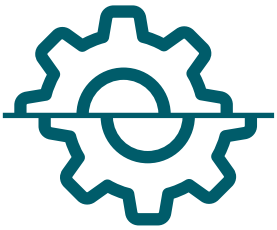
Pollutions

ZAC des Granges
à Montbrison en 2017



Inondations

Centre-ville de Montbrison
en août 2019



Dysfonctionnements

Remontées de boues dans l'ancienne station
d'épuration de Sail-sous-Couzan

**Le SAGE (Schéma d'aménagement et de gestion des eaux) Loire en Rhône-Alpes, porté par le Département de la Loire, définit dans son règlement un objectif de réduction des rejets d'eaux pluviales, notamment pour les projets d'aménagement avec une augmentation de la surface imperméabilisée.*

LES **SOLUTIONS**

La stratégie mise en œuvre pour limiter les impacts du temps de pluie s'appuie en priorité sur la sensibilisation et l'accompagnement des usagers dans leurs projets, afin de trouver des solutions techniques de gestion des eaux pluviales à la parcelle et à moindre coût.

Pour promouvoir et imposer de nouvelles règles, il est évident que nos collectivités doivent être exemplaires sur les projets collectifs qu'elles portent. À ce jour, plusieurs dizaines d'opérations d'aménagement portées par Loire Forez agglomération et les communes membres ont permis de mettre en œuvre des techniques vertueuses de gestion intégrée des eaux pluviales.

Infiltrer les pluies où elles tombent

Favoriser la nature en ville

Limiter les îlots de chaleur et les surfaces imperméabilisées

Les eaux pluviales ont depuis longtemps été oubliées, car canalisées et rejetées discrètement dans le milieu naturel.

Aujourd'hui, la conception de la gestion des eaux pluviales évolue vers leur intégration à l'espace de vie, en favorisant leur infiltration et leur maîtrise le plus en amont possible.

Ce mode de gestion permet également de gagner de la place et de ne pas scinder les espaces. Les objectifs sont de :

- **Privilégier** l'infiltration.
- **Limiter** l'imperméabilisation.
- **Favoriser** la gestion à la parcelle.
- **Utiliser** des techniques alternatives aux tuyaux.
- **Favoriser** des solutions fondées sur la nature*

Ces techniques s'inscrivent pleinement dans les orientations du SDAGE** et permettent une gestion des eaux pluviales dès le premier m² imperméabilisé.

*** Le SDAGE (Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) Loire Bretagne, porté par l'agence de l'eau Loire Bretagne, découle de la directive cadre sur l'eau. Il définit les orientations de gestion des eaux avec l'objectif d'atteindre le bon état écologique des masses d'eau (souterraines et superficielles).*

*Aujourd'hui, les solutions fondées sur la nature (SFN) permettent de répondre à des enjeux environnementaux tels que l'adaptation au changement climatique. En favorisant l'infiltration des eaux pluviales dans le sol, elles participent à la recharge des nappes phréatiques dans un contexte où les épisodes de sécheresse restreignent les usages de l'eau et où la ressource en eau est si précieuse.

Elles permettent également de développer la biodiversité en ville et, par l'évapotranspiration assurée par les végétaux, participent à la réduction des îlots de chaleur urbains.

sommaire

SOLUTIONS PRÉVENTIVES POUR GÉRER LES EAUX PLUVIALES

. ***Fiche 1*** Les revêtements perméables ..... p 6-7
. ***Fiche 2*** Les toitures végétalisées ..... p 8-9
. ***Fiche 3*** Les solutions à la parcelle ..... p 10-11
. ***Fiche 4*** La réutilisation des eaux pluviales ..... p 12-13

SOLUTIONS DE COMPENSATION POUR GÉRER LES EAUX PLUVIALES

— Les tranchées et les puits

. ***Fiche 5*** Les tranchées drainantes et tranchées d'infiltration ..... p 14-15
. ***Fiche 6*** Les tranchées de Stockholm ..... p 16-17
. ***Fiche 7*** Les puits d'infiltration ..... p 18-19

— Les dépressions végétalisées

. ***Fiche 8*** Les noues ..... p 20-21
. ***Fiche 9*** Les fosses d'arbre ou arbres de pluie ..... p 22-23
. ***Fiche 10*** Les jardins de pluie ..... p 24-25
. ***Fiche 11*** Les échelles d'eau ..... p 26-27

— Les ouvrages assurant une rétention

. ***Fiche 12*** Les bassins et les cuves de rétention ..... p 28-29
. ***Fiche 13*** Les structures réservoirs ou stockantes ..... p 30-31
. ***Fiche 14*** Les SAUL ..... p 32-33
. ***Fiche 15*** Les espaces inondables ou espaces multi-usages ..... p 34-35
. ***Fiche 16*** Les toitures stockantes ..... p 36-37

. *Fiche 17* *LES LIMITATEURS ET RÉGULATEURS DE DÉBITS* ..... p 38-39

. *Fiche 18* *EXEMPLES D'OUVRAGES POUR UN PERMIS DE CONSTRUIRE* ..... p 40-41

SOLUTIONS
PRÉVENTIVES

FICHE 1

LES REVÊTEMENTS PERMÉABLES

DÉFINITION

Lors de la réalisation d'un aménagement, une des règles à adopter pour limiter l'imperméabilisation est de mettre en œuvre des matériaux poreux, perméables ou non étanches, qui facilitent l'infiltration diffuse des eaux pluviales dans le sol. Les eaux pluviales ne vont alors pas ruisseler sur le revêtement mais s'infiltrer directement à travers.

MATÉRIAUX

Les pavés à joints poreux : infiltration par des joints larges ou par des perforations.

Les pavés et dalles poreux : infiltration par la porosité du matériau et par les joints non garnis.

Les dalles alvéolaires plastiques et béton, et les pavés engazonnés : infiltration à partir de l'herbe qui se développe dans les loges des dalles.

Les matériaux non traités sans fines ou GNT (Grave Non Traitée poreuse) **et les gravillons concassés** (éclats de pierre, graviers…) : infiltration à travers les interstices des matériaux.

Les bétons drainants, les graviers-résines poreuses et les enrobés drainants : infiltration par la porosité du matériau.

PARTICULARITÉS

- Ils constituent une solution alternative aux revêtements traditionnels (enrobé, béton…).
- Ce sont des solutions multifonctionnelles. Ils s'intègrent bien à des aménagements simples comme les chemins piétonniers, les parkings, les voiries légères, les pistes cyclables ou encore les entrées de garage ou les terrasses.

CONCEPTION

- Les matériaux de revêtement poreux sont à installer sur un sol relativement plat (pente < 2,5 %).
- Il est nécessaire de mettre en place un géotextile autour de la couche stockante afin de limiter le phénomène de colmatage provoqué par l'apport de particules fines.
- Certains peuvent s'adapter au déplacements des personnes à mobilité réduite (PMR).

COÛTS

- Dalles alvéolaire enherbée : 30 €/m²,
- Dalles alvéolaires mousses : 45 €/m²,
- Dalles alvéolaires gravillonnées : 32 €/m²,
- Dalles alvéolaires pavées : 86 €/m²,
- Pavés béton à joints larges : 70 €/m²,
- Pavés béton drainant : 80 €/m²,
- Béton coulé procédé type Viaverde : 215 €/m²,
- Béton drainant coloré : 83 €/m² piéton – 109 €/m² circulé
- Béton drainant minéral : 57 €/m² à 71 €/m²,
- Résine perméable type Hydroway (100 m²) : 70 €/m² piéton – 117 €/m² circulé
- Enrobé perméable liant végétal : 85 €/m².

Prix donné à titre indicatif

LES AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX

- **Réduction de la pollution des eaux pluviales :**
  Le ruissellement engendre une accumulation de polluants dans les eaux pluviales. Avec l'utilisation de revêtements perméables, les polluants sont alors retenus dans le sol. Cela évite une trop forte concentration de polluants. Pour des polluants organiques (comme les hydrocarbures par exemple), l'activité biologique permet de les dégrader dans le temps.
- **Réduction des effets d'îlot de chaleur urbain :**
  L'évaporation du sol et la transpiration des végétaux favorisent une réduction localisée de la température de l'air. La teinte du revêtement peut aussi être choisie pour réduire l'accumulation de chaleur et contribue à réduire les îlots de chaleur urbains.

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Dalles pavées parking rue de la Madone • Sury-le-Comtal

Béton poreux sur les trottoirs rue du Midi • Craintilleux

Pavés non jointés, aménagement cimetière • L'Hôpital-le-Grand

Dalles alvéolaires avec gravillonnage sur parking rue Massenet • Bonson

Parking en pavés perméables rue Chantelauze • Montbrison

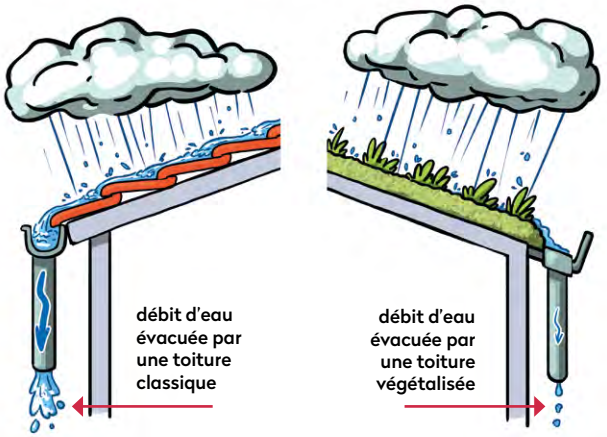
Dalles pavés parking rue du Midi • Craintilleux

Dalles alvéolaires mousses, aire de covoiturage • Montbrison

SOLUTIONS
PRÉVENTIVES

FICHE 2

LES TOITURES VÉGÉTALISÉES



différence entre une toiture classique et une toiture végétalisée

DÉFINITION

Aussi appelées toitures vertes, elles sont recouvertes de végétation et de plusieurs **couches de substrat (terre…) permettant le développement de celle-ci**. Les toitures végétalisées permettent d'améliorer la toiture stockante classique en apportant une zone verte et une meilleure isolation. Elles participent à la baisse des volumes d'eaux pluviales ruisselés et au laminage des débits de pointe (via l'évapotranspiration des végétaux). Elles constituent une mesure de rétention.

CARACTÉRISTIQUES

- Fonction d'isolation et d'esthétique, en plus de leur fonction de limitation de débit (si une couche stockante servant strictement de rétention est prévue).
- Les toitures végétalisées **extensives** (type mousse, sédums, plantes vivaces) ou **semi-intensives** (type vivaces et graminées) retiennent +/- 30 % des eaux de pluie sur une année.
- Les toitures jardins, **constituées d'une végétation intensive** (gazon, plantes basses, arbustes…) retiennent +/- 50 % des eaux de pluie sur une année.

EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT

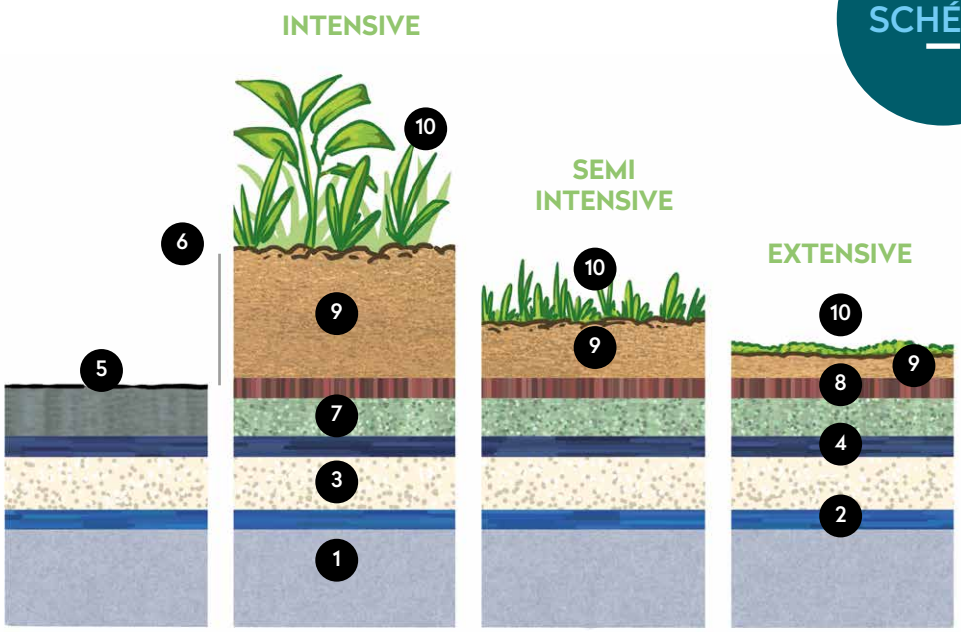
Toitures végétalisées hôtel d'agglomération de Loire Forez • Montbrison

ENTRETIEN

- **Deux visites annuelles recommandées** : une après la période automnale pour enlever les feuilles mortes, et une seconde après la période estivale.
- **Contrat d'entretien** avec un professionnel conseillé.
- **Prévoir une période d'arrosage**, taille, désherbage…
- **Enlever la mousse** au niveau du dispositif de régulation.

SCHÉMA

1. élément porteur
2. pare-vapeur
3. isolant thermique
4. étanchéité
5. zone stérile
6. dispositif de séparation entre la zone stérile et la zone végétalisée
7. couche de drainage + stockage des eaux pluviales
8. couche filtrante
9. substrat
10. végétation



PARTICULARITÉS

- La gestion des eaux pluviales se fait **au plus près de là où elles tombent**.
- **Aucune emprise au sol** mais doit être pris en compte dès la conception du projet.
- **Étude hydraulique et mécanique nécessaire** avec des calculs de la charge en eau.
- **Couche drainante** si la pente < 5 %.
- **Zone stérile** à mettre en place (largeur > 40 cm) pour l'accès et l'entretien.
- **La pente doit être nulle** pour la pose d'un dispositif de régulation et un trop-plein de sécurité (avec grille de protection).
- Cette technique est à **combiner avec une autre technique alternative au tuyau** (puits d'infiltration, noue, tranchée d'infiltration…).

CONCEPTION

Cf. fiche 9 - Les toitures stockantes.

DIMENSIONNEMENT

Dimensionnement de la couche de stockage en fonction :

- de la surface du toit (S),
- du volume d'eaux pluviales à stocker (V)
- de la porosité du matériau stockant (P)

Epaisseur de la couche = v / (s x p)

Mener un dimensionnement structurel en parallèle

MATÉRIAUX

- **Pare-vapeur et isolant thermique**.
- **Protection d'étanchéité :** bicouche en membranes bitumeuses traitées antiracines ou asphalte coulé.
- **Couche drainante :** agrégats minéraux poreux, matériaux alvéolaires, éléments synthétiques prémoulés, argile expansée, matelas de drainage synthétique…
- **Couche filtrante :** matériaux non tissés synthétiques en polyesther ou polyéthylène.
- **Substrat : éléments organiques** (tourbe, compost, terreau de feuille…) avec des minéraux (pierre de lave, pierre ponce, argile expansée…). Pour les toitures jardin, le substrat est constitué de terre végétale et/ou de terreau.
- **Végétation :** - extensive 4-5 cm.
  - semi-intensive 12-30 cm.
  - intensive > 30 cm.
- **Dispositif de séparation de la zone stérile et de la zone végétalisée :** bande métallique ou bordure préfabriquée en béton ou brique.
- **Protection de l'étanchéité de la zone stérile :** gravillons (> 15 mm), dalles préfabriquées en béton ou en bois posées sur la couche drainante ou sur plots.

COÛTS

Exemple d'une toiture de 1000 m² hors éléments porteurs :

- toiture végétalisée extensive : 40 à 70 €/m².
- toiture jardin : 100 €/m².

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
PRÉVENTIVES

FICHE 3

LES SOLUTIONS SIMPLES À LA PARCELLE POUR DÉVIER LES EAUX PLUVIALES

PRINCIPE

Les solutions simples à la parcelle permettent d'acheminer les eaux pluviales différemment avec des techniques peu coûteuses en évitant les tuyaux enterrés nécessitant terrassement et matériaux plus chers.

POINTS DE VIGILENCE

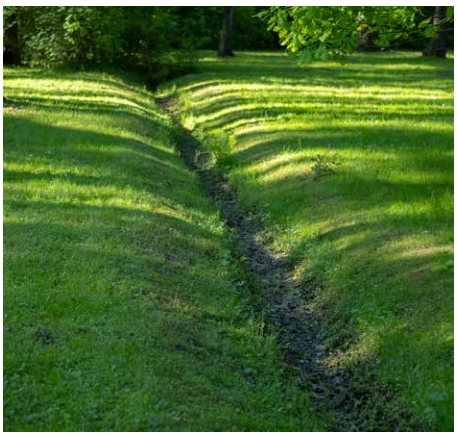
La mise en œuvre de ces techniques doit être pensée de manière à respecter les articles 640 et 641 du Code Civil : « **Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur.** »

Il est donc primordial de diriger ses eaux pluviales sur son terrain dans une zone de rétention et de faire en sorte qu'elles n'aillent pas chez son voisin.

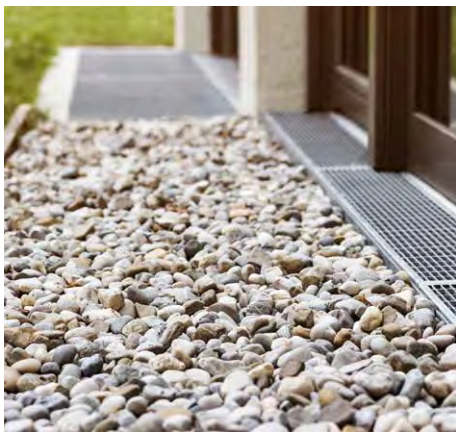
EXEMPLES

LES RIGOLES (HERBE OU GALETS) OU RIVIÈRES SÈCHES

La rigole est un moyen économique et parfois esthétique de guider l'eau vers un espace de rétention.



La rigole engazonnée



La rigole gravillonnée

La rigole maçonnée en galets, pavés et/ou béton

LES COUDES SIMPLES ET LE RUISSELLEMENT NATUREL

Le principe consiste à couper le pied de la descente de gouttière en veillant à ce qu'elle reste bien fixée et à installer un coude.

DÉVIER L'EAU D'UNE ALLÉE

Le principe consiste à acheminer et/ou dévier l'eau vers des espaces végétalisés d'infiltration. Une simple butée peut suffire et s'avère très économique.

DÉVIER UNE GOUTTIÈRE

Cette technique consiste à modifier la pente d'écoulement de la gouttière ou à modifier la descente de chéneau si un espace propice à l'infiltration n'est pas proche.

MURS ET MURETS

Cette technique consiste à réaliser une bande de terre aussi large que haute (elle sera plus efficace si elle est bien tassée et enherbée) ou un muret, afin de retenir efficacement de grandes quantités d'eau. En guise de surverse, il est possible de faire un trou dans un mur pour éviter la pression trop importante de l'eau.

SOLUTIONS
PRÉVENTIVES

FICHE 4

LA RÉUTILISATION DES EAUX PLUVIALES

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Cuve hors-sol • Vinols • Bard

Bâche de récupération
Loire Forez agglomération • Montbrison

LE SAVIEZ-VOUS ?

Il existe des cuves à double fond, qui permettent :

1. d'avoir un volume de stockage des eaux pluviales pour les réutiliser,
2. d'avoir un volume au-dessus pour faire de la rétention.

DÉFINITION

Le principe de la récupération et de la réutilisation des eaux pluviales permet de réduire la consommation d'eau potable, permettant ainsi de préserver la ressource en eau. Elle est possible via la mise en place de cuves de stockage enterrées ou aériennes.

ASPECT RÉGLEMENTAIRE

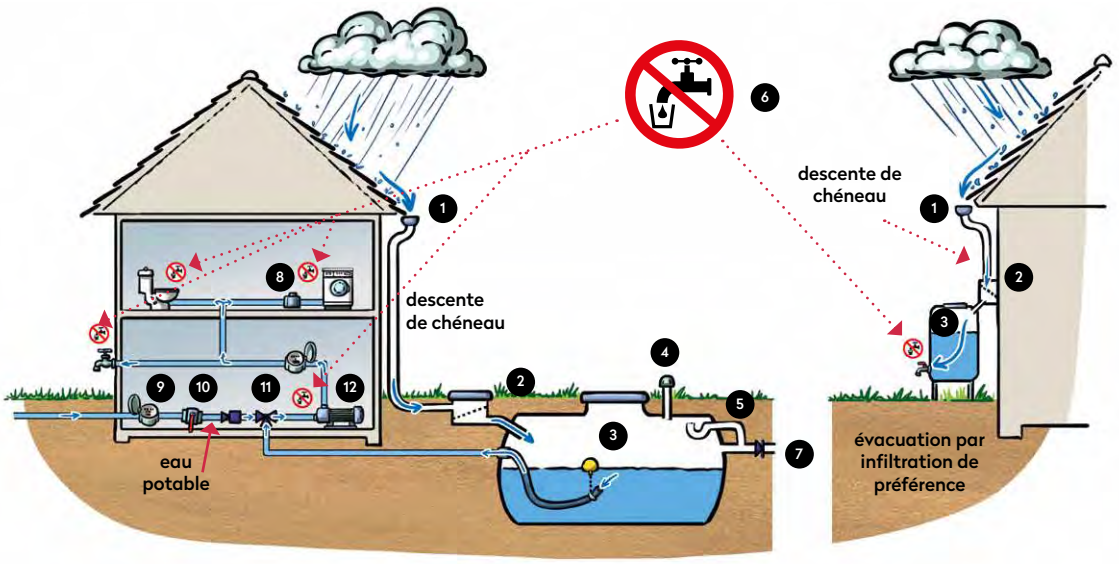
Arrêté du 21 août 2008 :
Dans le cadre de cet arrêté, les seuls usages autorisés sont :

- **L'usage extérieur :** arrosage, lavage des véhicules…
- L'**alimentation des chasses d'eau de WC**.
- **À titre expérimental**, lavage du linge sous réserve de mettre en place un traitement adapté.
- **L'usage professionnel et industriel**, à l'exception de ceux requérant une eau potable.
- L'utilisation des eaux pluviales **est interdite à l'intérieur de certain ERP** (Établissement recevant du public).
- **Déclaration en mairie obligatoire**.
- "Le service public de distribution d'eau potable peut faire un **contrôle de l'installation** (arrêté du 17 décembre 2008)". L'agent vérifie :
  - **L'absence de raccordement temporaire ou permanent** du réseau eaux pluviales avec le réseau public de distribution d'eau potable.
  - **L'existence d'un système de disconnexion** par surverse totale en cas d'appoint en eau du système de distribution d'eaux pluviales depuis le réseau public de distribution d'eau potable.

ENTRETIEN

- **Entretien annuel indispensable** :
  - Nettoyage des filtres.
  - Vidange, nettoyage et désinfection de la cuve.
  - Manœuvre de vannes et de robinet de soutirage.
- **Tenue d'un carnet sanitaire conseillée avec** :
  - les dates de vérifications réalisées.
  - le détail des opérations d'entretien.
  - le relevé mensuel des rejets dans le réseau de collecte.

SCHÉMA



1. Crapaudine
2. Dispositif de filtration
3. Dispositif de stockage
4. Aération
5. Trop-plein
6. Plaque de signalisation comportant la mention "Eau non potable" et pictogramme explicite
7. Clapet anti-retour
8. Dispositif de traitement adapté
9. Compteurs
10. Disconnexion totale
11. Vanne trois-voies
12. Pompe

CONCEPTION

- **Grille anti-moustique et crapaudine** en haut de chaque descente de chéneau indispensable.
- Le réseau d'eau potable et le réseau d'eaux pluviales récupérées **doivent être distincts**.
- **Une disconnection physique** entre les deux réseaux (type surverse) doit être installée afin d'éviter toute rétro-contamination (norme EN 1717).
- **Un dispositif de filtration par dégrillage** en amont de la cuve (filtration < 1 mm) doit être installé.
- **L'accès à la cuve doit être sécurisé** et une vérification de l'étanchéité doit être possible.
- **Installation d'un compteur d'eau** en sortie de cuve obligatoire.
- **Robinets de soutirage de l'eau stockée interdits à l'intérieur** de l'habitation sauf dans la cave, le sous-sol ou les pièces annexes.
- **Une signalétique obligatoire** (pictogramme) aux points de soutirage.
- Mise en place d'une ventilation obligatoire.

IMPLANTATION

- **Placer le réservoir à côté de la maison ou dans une cave** en veillant à la stabilité de l'habitation.
- **Protéger les installations contre le gel**, notamment s'il y a un dispositif de pompage.
- **Assurer l'étanchéité** du réservoir.
- **Munir le réservoir d'une ouverture suffisamment grande** pour y pénétrer (trou d'homme, chambre de visite).
- **Permettre l'évacuation des eaux excédentaires** par un système de trop-plein qui s'infiltrera de préférence.

COÛTS

- Cuve enterrée : 4000 à 5000 €.
- Cuve aérienne : 35 à 1500 €.

Prix donné à titre indicatif

DIMENSIONNEMENT

Estimation du besoin en eau : (tableau estimatif ci-dessous)
Exemple : pour un ménage de 4 personnes, le besoin en eau pour les WC et l'arrosage est d'environ 50 m³.

	Usage	Consommation/ usage	Consommation pour un ménage/an
Sans rejet au réseau d'aménagement	Arrosage	10 L	8 à 12 m³
Avec rejet au réseau d'aménagement	Lavage voiture	15 à 25 L	0,5 à 15 m³
	WC	6 à 12 L	20 à 45 m³
	Lave-linge	50 à 100 L	7 à 15 m³

Volume d'eau récupérable

Surface de la toiture (m²) x pluviométrie annuelle (m) x coefficient d'abattement

Pluviométrie annuelle station météo Andrézieux = 718 mm
Coefficient d'abattement en fonction de la pente du toit (en moyenne = 0,75). Exemple : pour une toiture de 100 m², le volume récupérable est de (100 m² x 0,718 x 0,75) : 54 m³

Volume de la cuve de récupération

Besoin en eau (m³)	Volume utile (m³)
50	3
55	3,3
60	3,6
70	4,2

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les tranchées et les puits

FICHE 5

LES TRANCHÉES DRAINANTES ET TRANCHÉES D'INFILTRATION

DÉFINITION

Les tranchées drainantes permettent la récupération des eaux pluviales, leur stockage dans des ouvrages linéaires et leur évacuation via un débit de fuite vers un lieu de rejet défini. **Elles ont un rôle de rétention.**

Les tranchées d'infiltration permettent la récupération des eaux pluviales, leur stockage dans des ouvrages linéaires et leur évacuation par infiltration sur place. **Elles ont un rôle d'infiltration.**

Leur emprise au sol est relativement faible car elles sont constituées de matériaux stockants souterrains. Elles peuvent être recouvertes de terre végétale et enherbées, ou non recouvertes avec des galets visibles et au niveau du sol.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction** des eaux pluviales par ruissellement direct ou acheminement par une conduite.
- **Stockage** dans un ouvrage linéaire rempli de matériaux stockants.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin dans un exutoire défini avec un débit de fuite (cf. fiche 12 : Les limitateurs et régulateurs de débits).

PARTICULARITÉS

La surface au sol des tranchées peut être utilisée pour une autre fonction que la gestion des eaux pluviales (espaces verts, cheminement piéton…) permettant de bien délimiter les espaces.

REVÊTEMENTS DE SURFACE

- Gazon, galets d'ornement, dalles, sable…

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Tranchée d'infiltration sur l'aire de covoiturage
Saint-Côme • Saint-Just Saint-Rambert

Tranchée drainante
cinéma Family • Saint-Just Saint-Rambert

SCHÉMAS

COUPE LONGITUDINALE

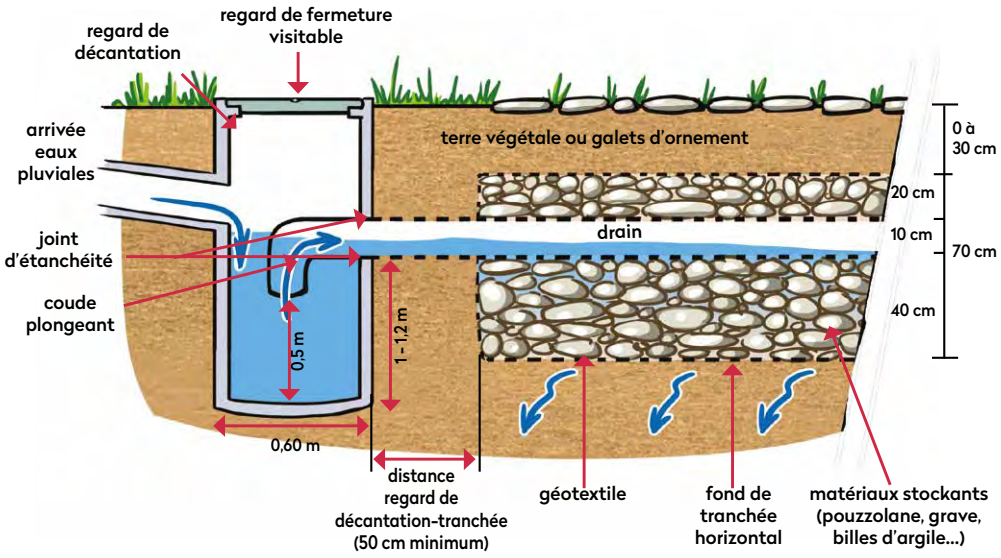
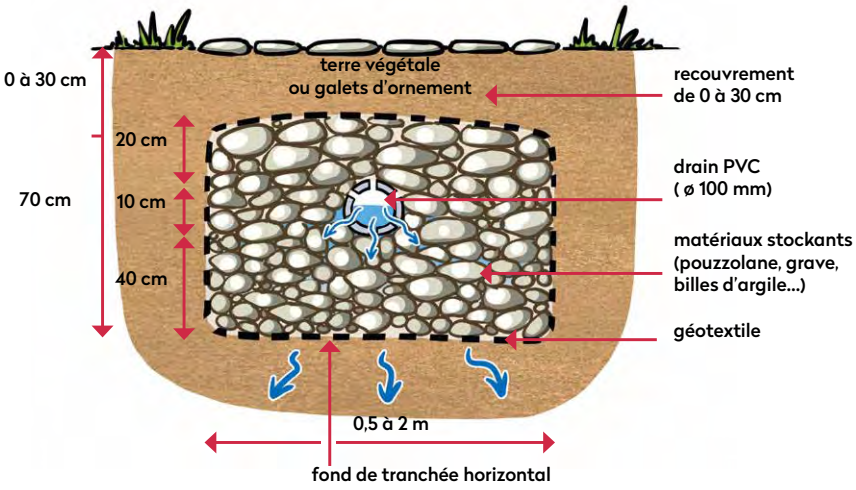


SCHÉMA EN COUPE



MATÉRIAUX

- **Géotextile** pour éviter l'introduction de fines (terre, sable, gravillons...) dans l'ouvrage.
- **Drain** = tuyau PVC mis en place au fond de l'ouvrage (rétention) ou en haut de l'ouvrage (infiltration).
- **Matériaux stockants** choisis en fonction de leurs caractéristiques mécaniques (résistance à la charge) et hydrauliques (indice de vide).

CONCEPTION

- Les tranchées sont des ouvrages **sensibles au colmatage**. Les apports de terre doivent être évités lors de leur mise en œuvre. Elles sont à réaliser dans les dernières étapes du projet en séparant bien les surfaces productrices de fines des surfaces drainées via un géotextile.
- **Pour leur pérennité**, il est conseillé de mettre en place un regard de décantation en amont.
- **Les matériaux utilisés** doivent avoir un indice de vide suffisant et être propres pour éviter un colmatage prématuré de l'ouvrage.
- **Leur mise en œuvre** doit se faire perpendiculairement au sens d'écoulement des eaux de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable afin d'avoir le volume utile de rétention requis.

DIMENSIONNEMENT

Les dimensions de la tranchée drainante ou d'infiltration doivent permettre de respecter le volume utile de rétention nécessaire calculé.

Volume de rétention (m^3) = L x l x h x (1/indice de vide)

avec

L : Longueur en m • l : largeur en m
h : hauteur en m • Indice de vide en %

ENTRETIEN

- **Tranchées recouvertes d'herbe** : tonte, ramassage des feuilles.
- **Tranchées recouvertes de galets** : entretien surfacique (enlever les feuilles ou détritus éventuels, désherbage).
- **Pour éviter un colmatage précoce** : entretien régulier du regard de décantation en amont.
- **Tranchées drainantes** : entretien de l'ouvrage de limitation de débit et du drain répartiteur, si mis en place (hydrocurage).

COÛTS

Réalisation	Entretien
Mise en place d'une tranchée drainante : 60 €/m^3 stocké (avec remplissage de galets et géotextile)	Comptez environ 0,70 €/m^3/an
En fonction de la complexité du matériau employé (notamment modules en plastique), ce coût peut atteindre 300 €/m^3 stocké	

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les tranchées et les puits

FICHE 5

LES TRANCHÉES DE STOCKHOLM

EXEMPLE D'AMÉNAGEMENTS

Avenue de la République • Montbrison

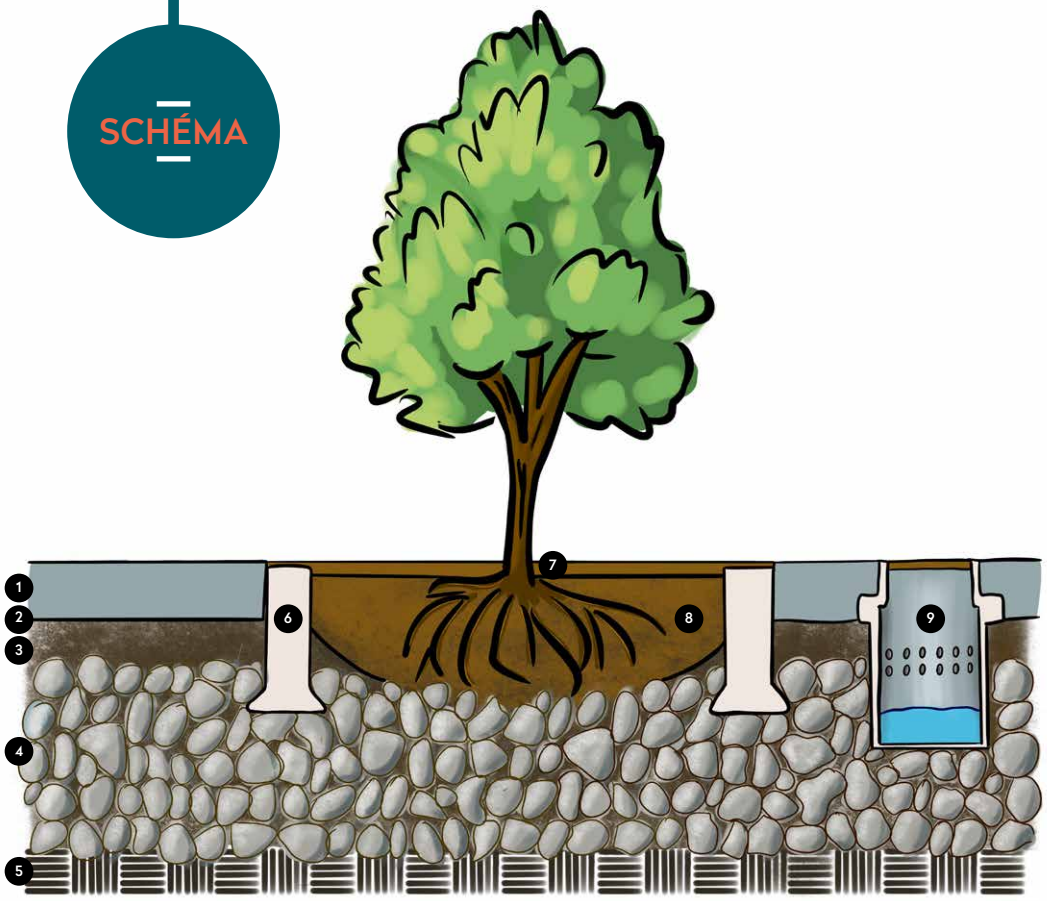
DÉFINITION

Les tranchées de Stockholm permettent la récupération des eaux pluviales, leur stockage et leur infiltration dans une structure stockante conçue spécialement sous les fosses d'arbres de plantation prévues dans un aménagement paysager. Ce système a l'avantage de cumuler deux objectifs : la gestion des eaux pluviales et l'aménagement paysager avec la plantation d'arbres. Les eaux pluviales vont ainsi contribuer à la croissance des arbres dans de bonnes conditions.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction** des eaux pluviales par ruissellement direct ou acheminement par une conduite.
- **Stockage** dans une structure sous-jacente à la fosse d'arbre.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin dans un exutoire défini avec un débit de fuite.

SCHÉMA



1. Trottoir
2. Géotextile
3. Couche de roche concassée (type grave indice de vide élevé) pour l'infiltration des eaux en surface et l'aération du sol
4. Structure de pierre de granit dont l'espace intermédiaire est rempli de terre
5. Roche mère
6. Coffre de plantation en béton
7. Arbre
8. Terre de plantation (type mélange terre/pierre)
9. Chambre de captage pour l'infiltration des eaux de surface et l'aération du sol structuré

MATÉRIAUX

- Arbre (essence à adapter au contexte)
- Mélange terre/pierre pour la fosse, terre végétale et compost
- Géotextile
- Roche concassée type gravelette drainante
- Pierres de granit type grave (indice de vide élevé)
- Coffrets de plantation en béton
- Chambre de captage
- Au besoin : regard décanteur et drains de diffusion

PARTICULARITÉS

Ce système de gestion des eaux pluviales a la particularité de cumuler deux objectifs : la gestion des eaux pluviales et l'aménagement paysager avec la plantation d'arbres. L'apport d'eau va permettre à l'arbre de pleinement pouvoir se développer et participer à la lutte contre les îlots de chaleur urbains. Avec l'évapotranspiration, l'arbre assure bien son rôle de rafraichisseur urbain.
Les tranchées de Stockholm vont permettre de gérer des évènements pluvieux intenses (pluie tentennale, décennale…) comme des plus petits (pluie mensuelle, annuelle…).

CONCEPTION

La tranchée de Stockholm est constituée d'une couche de matériaux grossiers (grave) qui permet l'infiltration et le stockage de l'eau avec un indice de vide important (> 30 %). Les apports de compost au sein de la fosse d'arbre et la terre végétale en surface permettent l'apport de nutriments des arbres et l'ensemencement de la surface. Le sol aéré et l'alimentation en eau de pluie apportée par les surfaces connectées, sont garants d'une bonne croissance des plantations.

DIMENSIONNEMENT

Les dimensions de la tranchée de Stockholm doivent permettre de respecter le volume utile de rétention nécessaire calculé.

Volume de rétention (m^3) = L x l x h x (1/indice de vide)

avec

L : Longueur en m • l : largeur en m
h : hauteur en m • Indice de vide en %

ENTRETIEN

- **Partie aérienne :** entretien espace verts classique tels que tonte, désherbage, ratissage, ramassage des déchets…
- **Partie souterraine :** si présence de regards décanteurs et de drains de diffusion : hydrocurage.

COÛTS

450 € HT/ml de voirie ou 100 € HT/m^2 géré.

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les tranchées et les puits

FICHE 6

LES PUITS D'INFILTRATION

DÉFINITION

Les puits d'infiltration sont des ouvrages compacts de plusieurs mètres de profondeur. Ils permettent la récupération des eaux pluviales de surface ainsi que leur évacuation par infiltration dans des couches de sol plus profondes. Ils peuvent être creux ou comblés de matériaux.
Un trop-plein peut éventuellement être mis en place en cas de saturation de l'ouvrage et doit être dirigé sur la parcelle car interdit dans les réseaux publics d'assainissement.

EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT

Puits d'infiltration
rue de la Rive • Saint-Cyprien

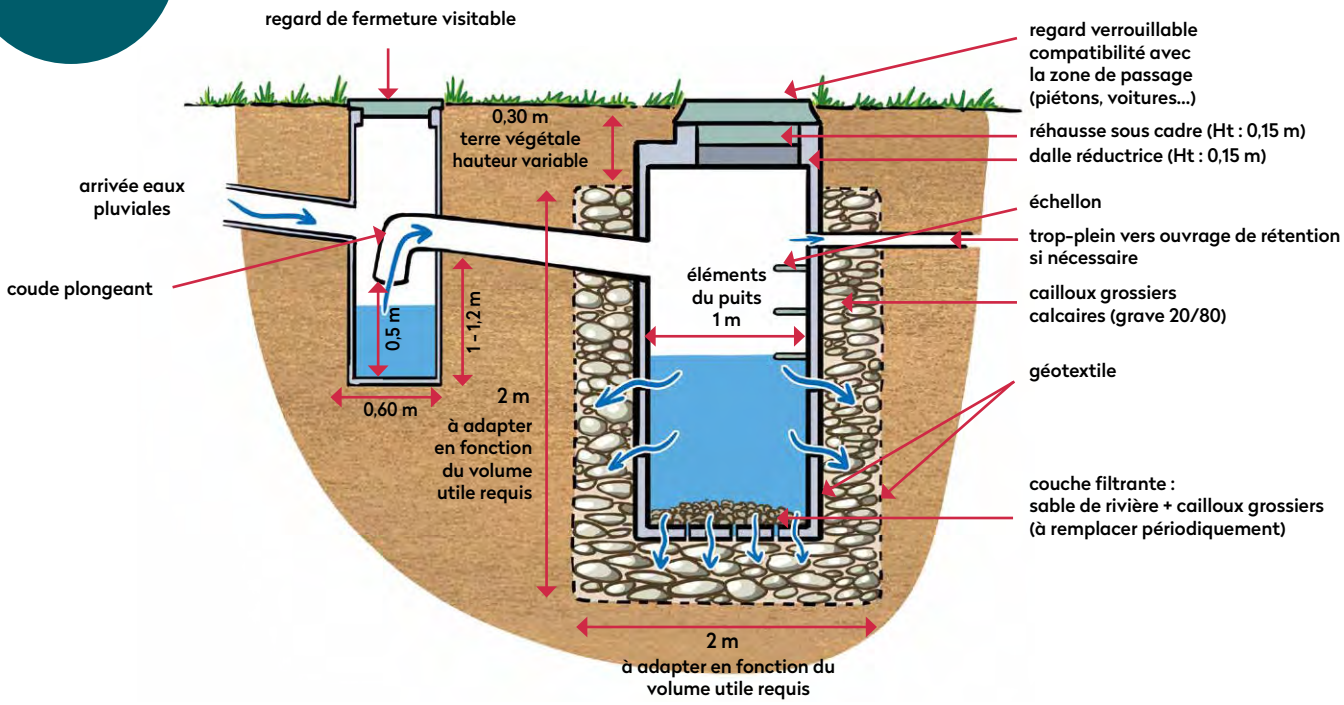
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction des eaux pluviales** par ruissellement direct ou acheminement par une canalisation.
- **Décantation** dans un regard en amont du puits d'infiltration.
- **Stockage temporaire** dans le puits d'infiltration.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin sur la parcelle via un trop-plein.

SCHÉMA

REGARD DE DÉCANTATION

PUITS D'INFILTRATION



PARTICULARITÉS

- Il nécessite **très peu d'emprise au sol** car il est mis en place en profondeur.
- **Pour éviter un colmatage de l'ouvrage**, il est conseillé de le mettre en œuvre après le gros œuvre de la phase chantier ou de le protéger en amont via la mise en place d'un regard décanteur (éviter les apports de laitance de ciment, crépis, terre…).
- **En cas de présence de nappe phréatique**, le fond du puits d'infiltration doit être situé au moins 1 m au-dessus du toit de la nappe.

CONCEPTION

- **L'accès** doit être sécurisé (accès tampon fonte, dalle béton…).
- Il doit être **installé dans la partie basse** du terrain et à une distance des habitations au moins égale à sa profondeur.
- **Éviter la proximité de végétaux** (arbres, racines…).
- **Pour sa pérennité**, il est conseillé de mettre en place un regard de décantation en amont.

ENTRETIEN

Pour éviter un colmatage précoce de l'ouvrage, il est important de procéder à un entretien régulier du regard de décantation.

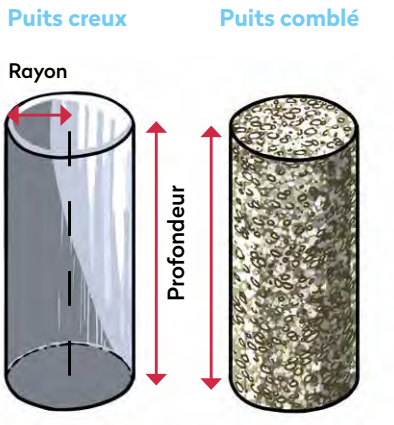
DIMENSIONNEMENT

Les dimensions du puits d'infiltration doivent permettre de respecter le volume utile de rétention nécessaire calculé.

Volume de rétention (m^3)	= volume buse ou = volume matériau stockant x (1/indice de vide)

Ces formules permettent de calculer le volume de stockage de ces 2 types de puits :

- **3,14 x rayon² x profondeur**
- **Indice de vide x 3,14 x rayon² x profondeur**



COÛTS

Réalisation	Entretien
Mise en place d'un puits d'infiltration : 5 €/m² de surface assainie	4 m² de surface assainie, soit environ 90 €/an
Coût moyen : 1 500 € HT pour un puits d'infiltration de 2 m/2 m	

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les dépressions végétalisées

FICHE 8

LES NOUES

DÉFINITION

Les noues sont des fossés larges et peu profonds. Elles permettent la gestion des eaux pluviales de manière linéaire en bordure d'habitation ou de voirie. Elles peuvent être végétalisées ou plus minérales.
Les noues participent à l'embellissement de l'espace de vie et à créer des espaces verts multi-usages permettant à la biodiversité de se développer.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction des eaux pluviales** par ruissellement direct ou acheminement par une canalisation.
- **Stockage temporaire** des eaux pluviales recueillies à l'air libre.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin dans un exutoire défini avec un débit de fuite.

PARTICULARITÉS

- Elles permettent de bien délimiter les espaces et une bonne intégration dans les projets (faible hauteur d'eau stockée, simplicité de conception et faibles coûts de réalisation).
- Elles sont plus difficiles à mettre en œuvre lorsque la pente du projet est forte, il faut alors prévoir un cloisonnement afin d'avoir le volume utile de rétention requis.
- Elles doivent être protégées contre le stationnement sauvage.
- Ce sont de bons acteurs de la dépollution des eaux pluviales (piégeage des matières en suspension et des hydrocarbures par filtration dans les couches superficielles du sol).

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

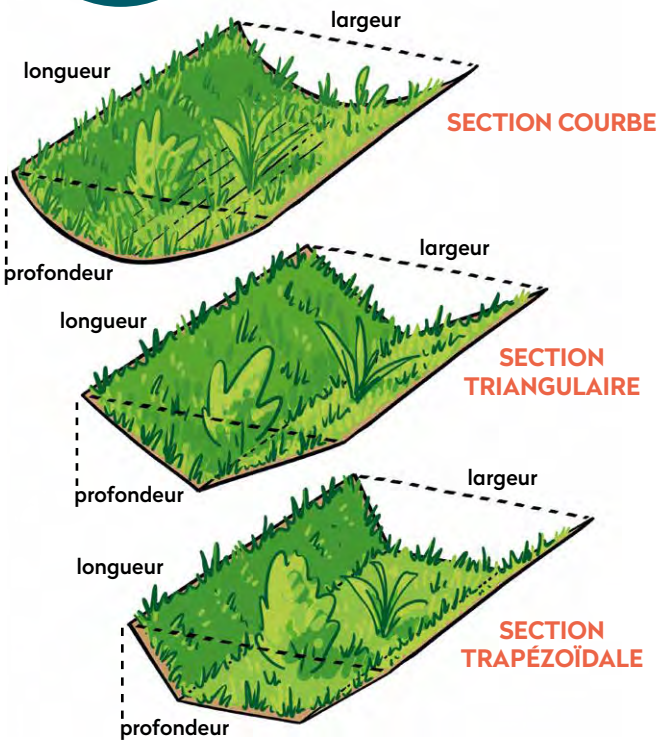
Noue enherbée
rue du Midi • Craintilleux

Noue plantée de végétaux
chemin des Lièvres • Veauchette

Noue minérale chemin
de l'Horme • Sury-le-Comtal

SCHÉMAS

Le profil de l'ouvrage peut prendre différentes formes :



DIMENSIONNEMENT

section courbe	section triangulaire	section trapézoïdale
(largeur/2) x profondeur x 3,14 x longueur	longueur x (largeur/2) x profondeur	longueur x profondeur x (largeur + base)/2

Les dimensions doivent permettre de respecter le volume utile de rétention nécessaire de la noue.

CONCEPTION

- **Elles doivent respecter au minimum les pentes suivantes :** pente des talus < 30 % et pente du fond de la noue < 0,2 - 0,3 %.
- **Pour éviter le phénomène de stagnation**, il est important de bien vérifier la pente du fond de l'ouvrage et/ou de réaliser une cunette ou une tranchée drainante au fond de l'ouvrage.
- Lors de sa réalisation, il ne faut **pas compacter le fond et la recouvrir d'au moins 20 cm de terre** végétale.

COÛTS

Réalisation	Entretien
Mise en place de la noue : 30+20 €/m² pour l'engazonnement	3 €/ml

Prix donné à titre indicatif

VÉGÉTALISATION

La végétalisation de la noue permet, en plus de l'aspect esthétique, de conserver la capacité d'infiltration du sol grâce aux racines des végétaux.

Il existe différentes techniques :

- **Laisser s'exprimer la végétation spontanée :** Lorsqu'il est nécessaire, pour des raisons techniques, de végétaliser rapidement les berges, laisser certaines zones moins abruptes à nu permet la colonisation spontanée. La noue devient à elle seule une réserve pour la flore et la faune locale.
- **Installer un gazon ou une végétation de prairie adaptée aux milieux plus humides** : donne un résultat vert et facile d'entretien (simple tonte ou fauchage).
- **Implanter des hélophytes (plantes de berges)** : supportent les conditions d'humidité.
- **Utiliser un système précultivé** : offre une stabilisation et une végétalisation rapide des berges. Pour les hélophytes, il s'agit, le plus souvent, de nattes de coco sur lesquelles sont plantées des mini-mottes. Pour les gazons, il existe des dalles précultivées ou du gazon en rouleau.

! **Choix des espèces résistantes à l'inondation temporaire !** Planter des arbres ou arbustes supportant les milieux humides participe à l'évacuation des eaux pluviales (saules et cornouillers notamment).

Attention toutefois à les disposer de manière à ne pas gêner l'entretien.

ENTRETIEN

- **Attention à l'entretien et au nettoyage** qui doit se faire régulièrement.
- **Plus les pentes de la noue sont douces, plus l'entretien est facile.** Il est alors presque identique à celui d'un jardin (tonte de la pelouse, faucardage des roseaux, ramassage des feuilles).
- **Le fond pourra être décompacté ou aéré tous les 3-5 ans** pour conserver une infiltration optimale.
- **Dans le cas de la mise en place d'un exutoire**, le système de limitation de débit devra être entretenu.

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les dépressions végétalisées

FICHE 9

LES FOSSES D'ARBRE OU ARBRES DE PLUIE

EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT

Fosse d'arbre
avenue du Couhard • Saint-Marcellin-en-Forez

DÉFINITION

Les fosses d'arbre ou arbres de pluie permettent la récupération et l'infiltration des eaux pluviales dans une fosse de plantation d'arbre qui a été pensée et dimensionnée en surface et en dépression pour gérer une partie des eaux de ruissellement, favoriser le développement de l'arbre et la biodiversité.
Les fosses d'arbre sont des solutions de gestion des eaux pluviales pour les rénovations de fosses d'arbre existantes et peuvent être mises en œuvre pour tout nouvel aménagement.

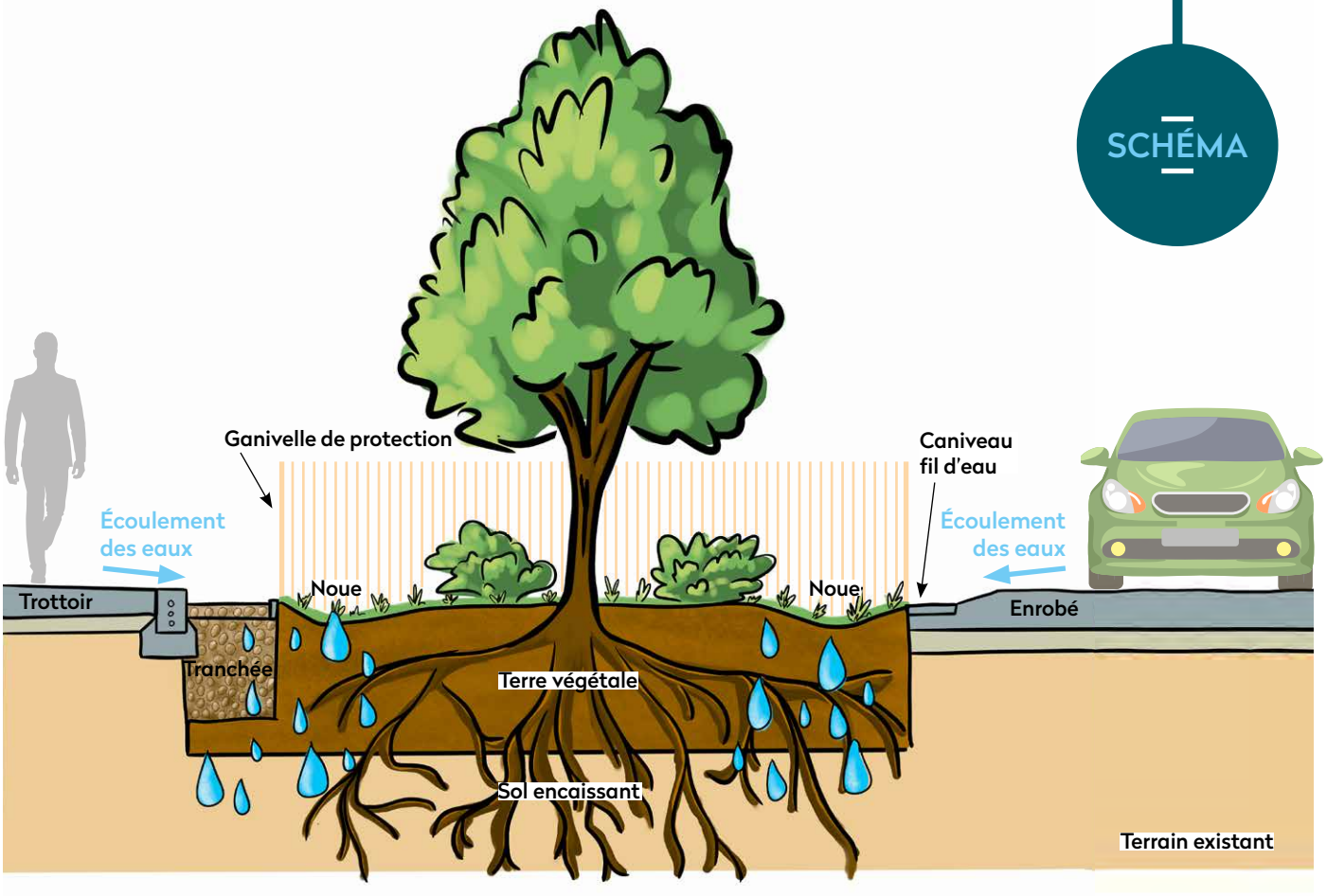
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction** des eaux pluviales par ruissellement direct.
- **Stockage et infiltration** dans une tranchée d'infiltration jouxtant la fosse d'arbre.

MATÉRIAUX

- Arbre existant ou à planter (essence à adapter au contexte).
- Mélange terre/pierre pour la fosse, terre végétale et compost.
- Pierre de granit type grave (indice de vide 30 %), gravier fin pour la couche de surface et géotextile pour la tranchée d'infiltration.
- Bordure basse pour capter les eaux pluviales dans la fosse.
- Canisse ou aménagement paysager pour délimiter la partie voirie/espaces verts.
- Partie espace vert aérienne (palette végétale à adapter au contexte : arbistive, basse, vivace, herbacée, grimpante…).

SCHÉMA



PARTICULARITÉS

Ce système de gestion des eaux pluviales a la particularité de cumuler deux objectifs : la gestion des eaux pluviales et la mise en place d'espaces verts. L'apport d'eau va permettre à l'arbre de pleinement pouvoir se développer et participer à la lutte contre les îlots de chaleur urbains. Avec l'évapotranspiration, l'arbre assure bien son rôle de rafraichisseur urbain.

CONCEPTION

- Chaque fosse d'arbre permet de gérer par infiltration sur place 100 à 150 m² de surface imperméabilisée (voirie et/ou trottoir).
- La perméabilité du sol en place ou capacité d'infiltration permet de gérer sur place les premiers millimètres de pluie qui tombent.
- Les fosses d'arbre vont permettre de gérer des petites pluies courantes (pluie mensuelle…).
- Pour une même surface, un sol en légère dépression augmentera la capacité de stockage et permettra d'infiltrer un volume plus important.
- La tranchée d'infiltration sert à stocker un volume d'eau important tout en cassant la vitesse de ruissellement.

DIMENSIONNEMENT

Les dimensions de la fosse d'arbre doivent permettre de respecter le ratio suivant :

Surface imperméable à gérer en m² : ≤ 10 m²
Surface perméable (impluvium) en m²

La tranchée d'infiltration devra être d'un volume utile minimum d'1 m³.

Volume terrassé = longueur x profondeur x largeur
= +/- 1 m³ minimum
Exemple de volume terrassé = 2 m x 0,8 m x 0,6 m
= 0,96 m³ → 1 m³

ENTRETIEN

- **Espace vert à entretenir :** entretien pied d'arbre et élagage.
- **Nettoyage en surface :** enlever les feuilles, les détrituts, tondre l'herbe, entretien contre la végétation spontanée...
- **Si tranchée recouverte d'herbe ou de galets d'ornement :** nettoyage en surface (enlever les feuilles, les détrituts, tondre l'herbe, entretien contre la végétation spontanée...).

COÛTS

3 500 € par fosse d'arbre aménagée.

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les dépressions végétalisées

FICHE 10

LES JARDINS DE PLUIE

EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT

Jardin de pluie
rue du Midi • Craintilleux

DÉFINITION

Les jardins de pluie sont des jardins ouverts au public, couplant des fonctions de gestion des eaux pluviales et d'aménagement paysager.
Ce type d'ouvrage peut aussi s'adapter à l'échelle d'une maison d'habitation individuelle.

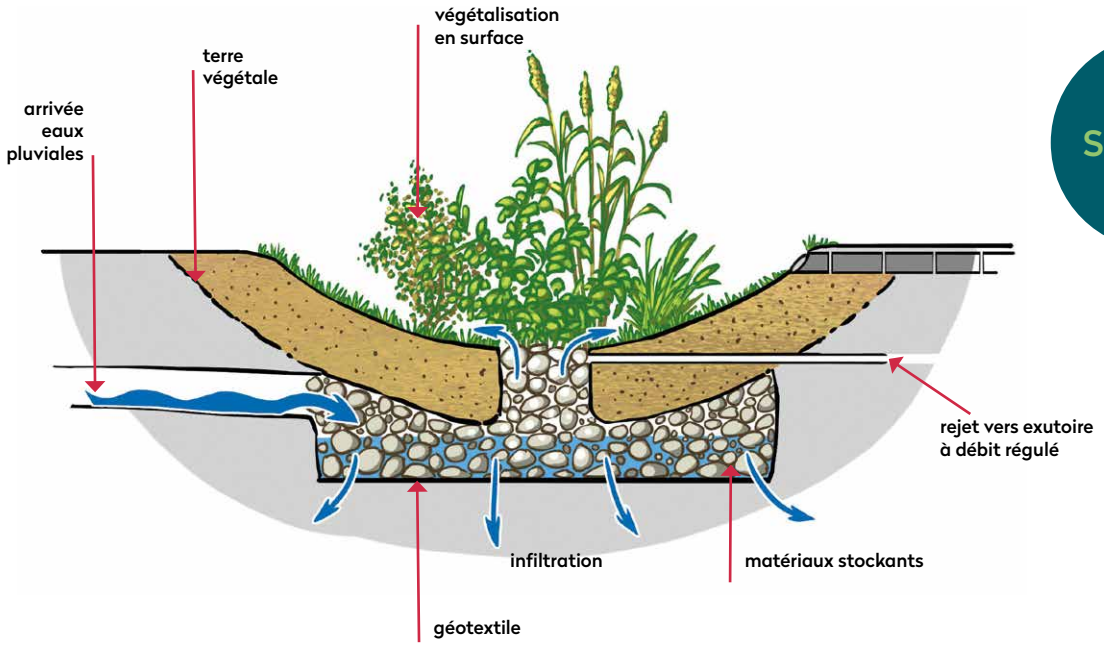
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction** des eaux pluviales par ruissellement direct ou acheminement par une canalisation.
- **Stockage** dans un espace vert intégré à l'aménagement urbain.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin dans un exutoire défini avec un débit de fuite.

PARTICULARITÉS

- Le jardin de pluie **ne nécessite pas plus d'emprise au sol qu'un espace vert classique** prévu dans un aménagement public.
- **L'intégration urbanistique** et sociale est pleinement aboutie.
- **Nécessité d'intégration** au plus tôt dans la conception globale d'un projet.
- **Ils doivent être conçus avec l'ensemble des acteurs** (service voirie, entretien, espace vert…).
- Ce sont de bons **acteurs de la dépollution** des eaux pluviales (piégeage des matières en suspension et des hydrocarbures).

SCHÉMA



CONCEPTION

- **Plus la pente sera douce et plus l'entretien sera facile.** Pente des talus < 30 %.
  Pente du fond de l'ouvrage < 0,2 - 0,3 %.
- Sa mise en œuvre doit être **perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux** de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable afin de conserver le volume utile de rétention requis.
- **Pour sa pérennité**, il est conseillé de mettre en place un regard de décantation en amont.

DIMENSIONNEMENT

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

Volume de rétention (m^3) = L x l x h x (1/indice de vide)

L : Longueur en m • l : largeur en m
h : hauteur en m • Indice de vide en %

Dimensions à adapter en fonction du foncier disponible.

ENTRETIEN

Si mise en place d'un exutoire, le système de limitation de débit devra être entretenu.

COÛTS

Identique à celui d'un jardin n'intégrant pas les eaux pluviales.

VÉGÉTALISATION

La végétalisation du jardin de pluie permet, en plus de l'aspect esthétique, de conserver la capacité d'infiltration du sol grâce aux racines des végétaux.

Il existe différentes techniques :

- **Laisser s'exprimer la végétation spontanée.** Lorsqu'il est nécessaire pour des raisons techniques de végétaliser rapidement le jardin de pluie, laisser la zone à nu pour permettre la colonisation spontanée. Le jardin de pluie devient à lui seul une réserve pour la flore et la faune locale.
- **Installer un gazon ou une végétation de prairie adaptée aux milieux plus humides,** donne un résultat vert et facile d'entretien (simple tonte ou fauchage).
- **Implanter des hélophytes** (plantes de berges) **supportent** les conditions d'humidité.
- **Utiliser un système précultivé** offre une stabilisation et une végétalisation rapide du jardin de pluie. Pour les hélophytes, il s'agit, le plus souvent, de nattes de coco sur lesquelles sont plantées des mini-mottes. Pour les gazons, il existe des dalles précultivées ou du gazon en rouleau.

! **Choix des espèces résistantes à l'inondation temporaire ! Planter des arbres ou arbustes supportant les milieux humides** participe à l'évacuation des eaux pluviales (saules et cornouillers notamment).

Attention toutefois à les disposer de manière à ne pas gêner l'entretien.

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les dépressions végétalisées

FICHE 11

LES ÉCHELLES D'EAU

DÉFINITION

Les échelles d'eau permettent la récupération des eaux pluviales, leur stockage et leur infiltration dans une combinaison linéaire de modules plastiques (polypropylène recyclé) à parois clipsables. Ce dispositif a une emprise foncière limitée et s'intègre parfaitement aux parcelles concentrées et urbanisées, et s'implante principalement le long des parcelles. Les échelles d'eau sont plurifonctionnelles car elles allient gestion des eaux pluviales et support de plantations.

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Échelles d'eau
(photos ©EFOH)

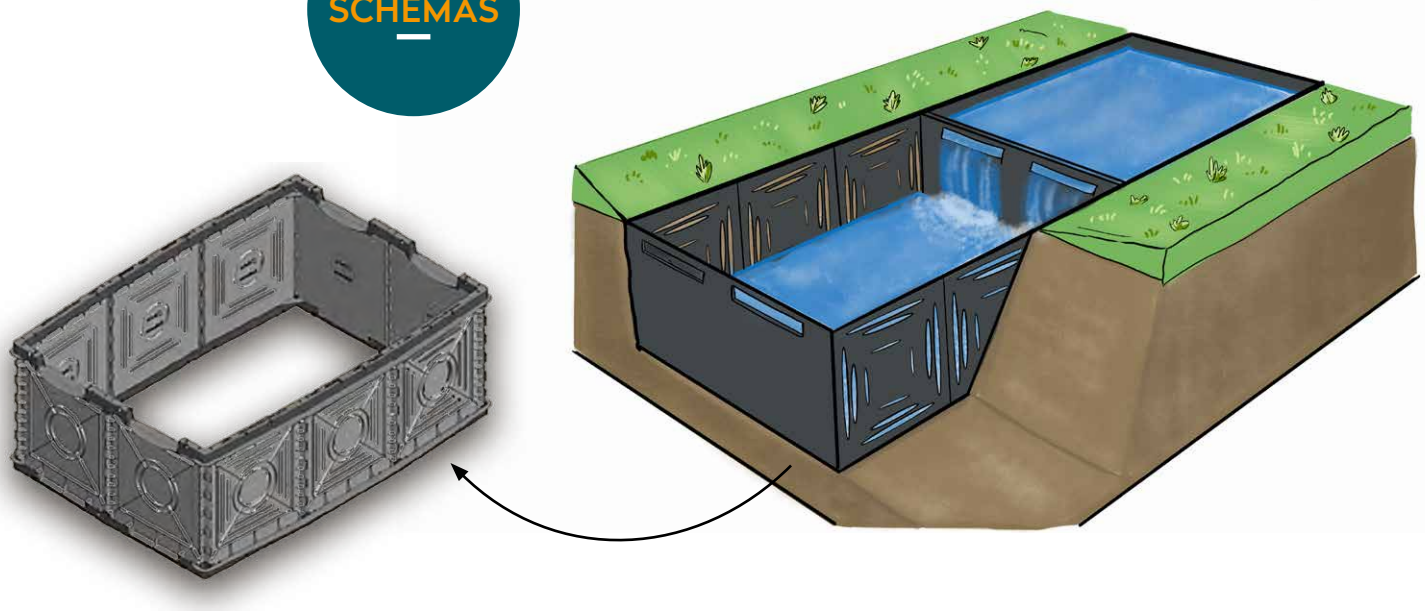
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction des eaux pluviales** par acheminement via une conduite ou directement si les échelles d'eau sont implantées en pied de façade.
- **Stockage** dans les échelles d'eau : l'eau passe d'une échelle d'eau à l'autre par surverse.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol (partie en terre végétale du sol) via le fond et les fentes latérales des échelles d'eau.

MATÉRIAUX

- Terrassement
- Modules en plastique
- Plantations (haies, graminées...)

SCHÉMAS



PARTICULARITÉS

L'emprise foncière d'une échelle d'eau ou d'une rangée d'échelles d'eau est peu importante car elle s'implante généralement sur les limites de la parcelle le long des clôtures. Elles ne prennent pas de place car elles sont situées à l'aplomb des haies qui sont plantées en limite de propriété à l'intérieur des bacs.

- Elles peuvent être installées en limite d'une terrasse. Dans ce cas, les échelles d'eau collectent les eaux de ruissellement de la terrasse.
- Elles peuvent être implantées en pignon des maisons. Cette solution présente le double avantage de stocker les eaux pluviales mais également de supprimer les canalisations de liaison entre les façades.

Dans ces deux configurations, les échelles d'eau sont également plantées de massifs ornementaux.

CONCEPTION

- Les échelles d'eau s'implantent généralement à 20 cm de profondeur dans le sol et doivent être installées sur un sol propice à l'infiltration.
- Le montage des échelles d'eau en kit se fait à la main et ne nécessite pas de connaissances particulières ni d'outillage spécifique.
- Le calage altimétrique des échelles d'eau doit être réalisé avec la plus grande précision. Il est important que l'échelle d'eau à l'aval soit positionnée plus bas que l'échelle d'eau en amont, afin que la surverse puisse se faire latéralement via les ouvertures des parois percées.
- Les échelles d'eau peuvent être mises en place par phases étant donné qu'il suffit de les assembler entre elles pour atteindre le volume de stockage souhaité.

DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement des échelles d'eau est simple. Il suffit de calculer le nombre de modules à assembler pour pouvoir stocker le volume de rétention nécessaire requis.

1 module = 250 L

Lorsque le terrain est plat, on obtient le nombre d'échelles à installer (N) en fonction du volume d'eau total à stocker (V) suivant la relation :

$N = V\ (m^3) / V_échelle\ d'eau\ (m^3) = V\ (m^3) / 0{,}25$

Lorsque le terrain est en pente, on obtient le nombre d'échelles à installer avec :

$N = V\ (m^3) / V_échelle\ d'eau^*\ (m^3)$

* avec V_échelle d'eau < à 0,25 m³, obtenu en fonction de la pente d'inclinaison des modules.

ENTRETIEN

Les échelles d'eau nécessitent peu d'entretien. Il se limite à l'évacuation des dépôts qui altéreraient la circulation de l'eau (feuilles...). Cette intervention est facile car les échelles d'eau sont accessibles.
Si l'échelle d'eau est végétalisée, l'entretien de la végétation doit être plus régulier.

COÛTS

50 € HT l'échelle d'eau.
Faible coût en comparaison à d'autres techniques.

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les ouvrages assurant une rétention

FICHE 12

LES BASSINS DE RÉTENTION

DÉFINITION

Les bassins de rétention sont des ouvrages permettant de tamponner les eaux pluviales et de les restituer à débit limité (débit de fuite). Ils peuvent être enterrés ou à l'air libre.

- **Les bassins secs :** stockage des eaux pluviales directement à ciel ouvert dans un ouvrage terrassé en place, de profondeur importante et alimenté par des canalisations.
- **Les bassins en eau :** stockage par marnage d'un niveau d'eau dans l'ouvrage. Ils peuvent servir d'espace multi-usages (espace de jeux, bassin d'agrément…) afin de favoriser leur intégration paysagère. Ils participent à l'amélioration du cadre de vie.
- **Les bassins enterrés :** stockage des eaux pluviales dans un ouvrage enterré sous voirie ou sous espace vert. Ils peuvent être de type canalisation surdimensionnée, ouvrage en béton ou acier, et alimenté par des canalisations.
- Les cuves de rétention (en plastique ou en béton) préfabriquées souvent mises en place à l'échelle d'une habitation individuelle : stockage des eaux pluviales dans la cuve enterrée sur le domaine privé.

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Bassin sec
La Madeleine • Montbrison

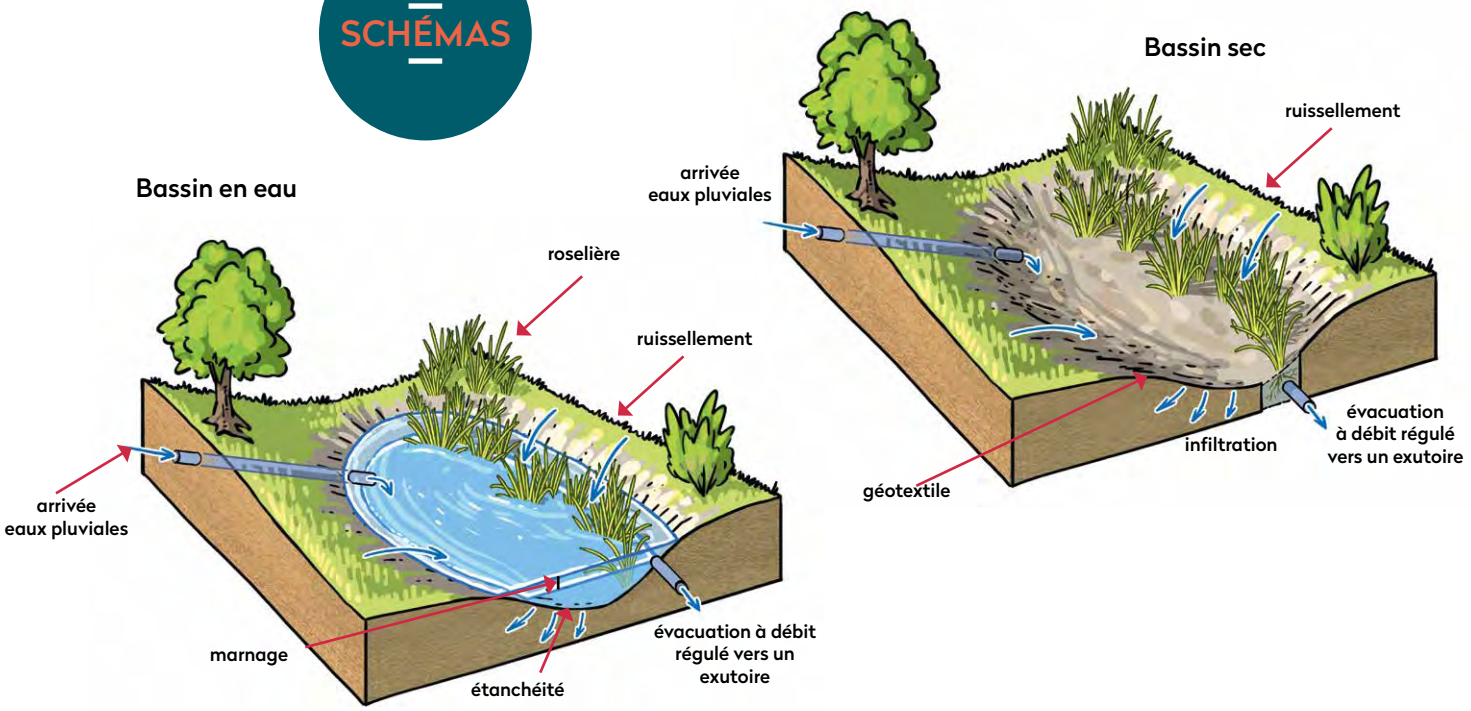
Bassin en eau
ZAC des Plaines • Bonson et Sury-le-Comtal

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

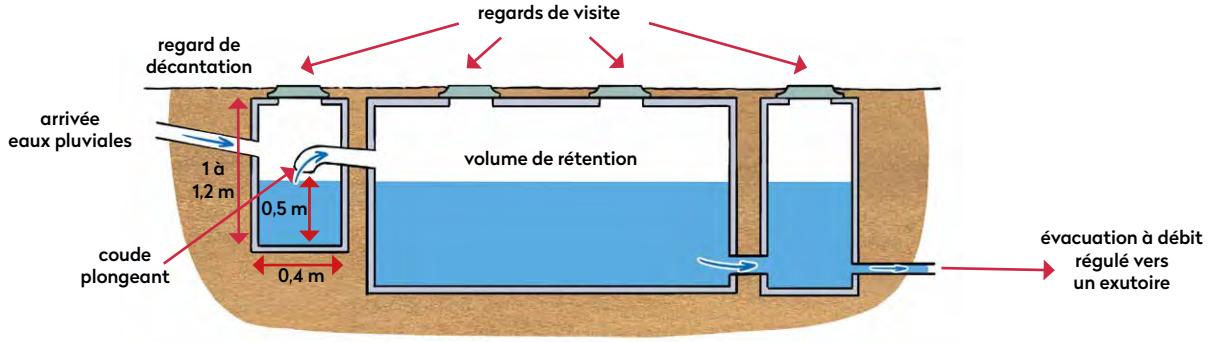
- **Introduction** des eaux pluviales par acheminement direct ou par une canalisation.
- **Stockage temporaire** dans le bassin.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin vers un exutoire défini avec un débit de fuite.

SCHÉMAS

BASSINS AÉRIENS



BASSINS ENTERRÉS



PARTICULARITÉS

- **Intégration urbanistique réalisable** (lieu de promenade, terrain de sport…).
- **Emprise au sol importante** (si ouvrage aérien).
- Il peut y avoir un **problème de sécurité** dû à la taille et à la profondeur (information à faire passer et communication).
- **Mettre en place des ouvrages de prétraitement** selon les surfaces collectées (dégrillage, décantation, déssableur…).

MATÉRIAUX

- **Terrassement uniquement** (ouvrages aériens).
- **Ajutage ou vanne de régulation** pour le débit de fuite.
- **Agréments et panneau pédagogique** si multi-usages (bancs, passerelles, poubelles…).

ENTRETIEN

- L'entretien et le nettoyage doivent se faire régulièrement.
- S'il est mis en place, **curage de l'ouvrage de prétraitement**.
- **Pour les bassins aériens**, l'entretien s'apparente à celui d'un espace vert (tonte de la pelouse, faucardage des roseaux...).
- **Pour les bassins enterrés**, l'entretien consiste à un curage de l'ouvrage.
- **Dans le cas de la mise en place d'un exutoire**, le système de limitation de débit devra être entretenu.

DIMENSIONNEMENT

Les dimensions du bassin de rétention doivent permettre de respecter le volume de rétention utile calculé et nécessaire.

COÛTS

30 à 120 €/m³ stocké.

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les ouvrages assurant une rétention

FICHE 13

LES STRUCTURES RÉSERVOIRS OU STOCKANTES

DÉFINITION

Le stockage des eaux pluviales est réalisé dans des couches structurantes de la chaussée d'un parking, d'une voirie ou d'un trottoir. L'introduction de l'eau est réalisée soit par l'intermédiaire d'un revêtement poreux-perméable qui laisse passer directement les eaux pluviales, soit par l'intermédiaire d'avaloirs et de grilles de voirie qui injectent les eaux pluviales dans la structure réservoir.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction des eaux pluviales** directement dans la structure si revêtement poreux-perméable **ou injection** par avaloir et grilles de voirie si revêtement étanche.
- **Stockage temporaire** dans le corps de la structure.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin dans un exutoire défini avec un débit de fuite.

PARTICULARITÉS

- **Pas d'emprise au sol supplémentaire** mais **une emprise dans le sous-sol importante**. Elles nécessitent de décaler le positionnement des autres réseaux (électricité, télécom, eau potable…).
- **En cas de revêtement poreux-perméable**, elles sont à réaliser à la fin des aménagements.
- **Leur conception doit être intégrée au projet le plus tôt possible** et leur mise en œuvre consciencieuse (interventions difficiles après construction).
- **Une attention particulière** doit être apportée à la granulométrie des matériaux et au diamètre des drains.

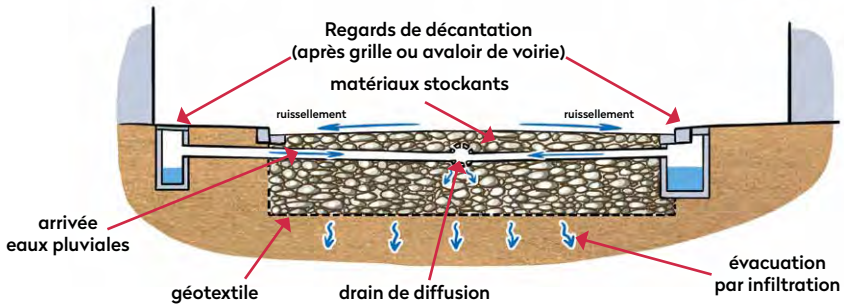
EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Structure stockante
quai d'Astrée • Montbrison

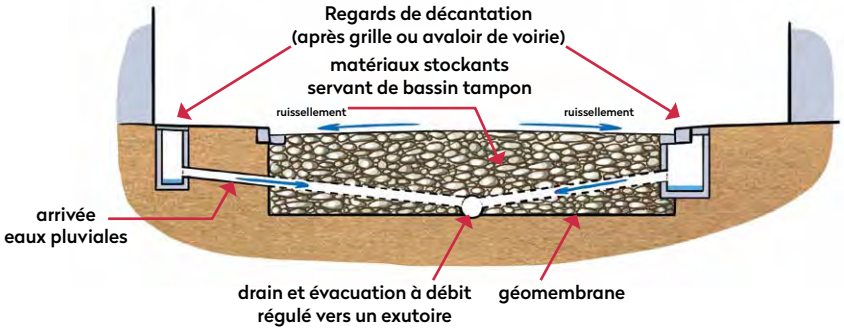
Structure stockante
lotissement Les roseaux • Mornand-en-Forez

SCHÉMAS

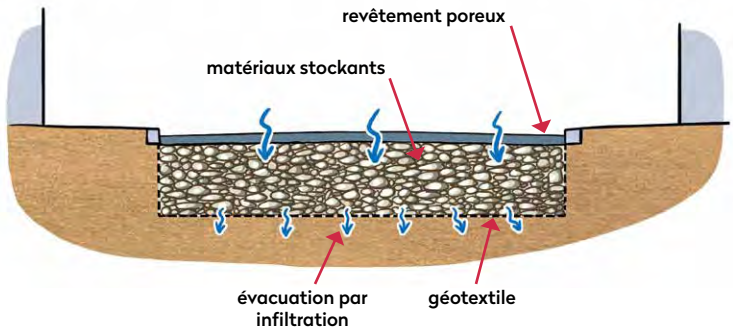
REVÊTEMENT ÉTANCHE ET ÉVACUATION PAR INFILTRATION



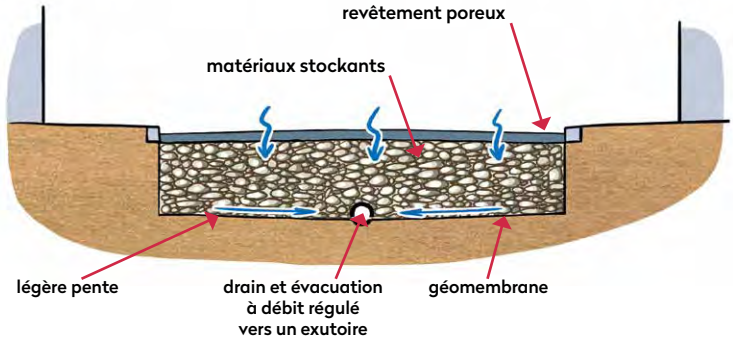
REVÊTEMENT ÉTANCHE ET ÉVACUATION VERS UN EXUTOIRE À DÉBIT RÉGULÉ



REVÊTEMENT POREUX ET ÉVACUATION PAR INFILTRATION



REVÊTEMENT POREUX ET ÉVACUATION VERS UN EXUTOIRE À DÉBIT RÉGULÉ



DIMENSIONNEMENT

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

Volume de rétention (m^3) =
L x l x h x (1/indice de vide)

L : Longueur en m • l : largeur en m
h : hauteur en m • Indice de vide en %

CONCEPTION

- **Les structures réservoirs** s'adaptent bien en cas de voiries à faible pente. Il est nécessaire de prévoir un cloisonnement si la pente est trop importante afin de conserver le volume utile requis.
- Elles sont à éviter dans les ronds-points, les routes à fort trafic et lors de risques d'apport boueux.

MATÉRIAUX

- Couche de surface : **revêtements classiques imperméables** (enrobé, béton, pavés ou dalles…) ou **revêtements poreux** (enrobé poreux, béton poreux, dalles non jointées…).
- Couche de stockage : **matériaux de type concassé, grave, galets** - indice de vide > 30 %.
- **Interface** : géotextile.
- Grillage avertisseur.

ENTRETIEN

- **Pour les revêtements poreux perméables, il existe un risque de colmatage en zone à faible circulation** : prévoir un décolmatage par jet à haute pression puis aspiration pour rétablir une bonne perméabilité (cf. guide entretien).
- **En cas d'injection localisée** (revêtement étanche) : curage régulier des regards décanteurs et des grilles de voirie.

COÛTS

- 100 à 500 €/m^3 stocké.

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les ouvrages assurant une rétention

FICHE 14

LES SAUL : STRUCTURES ALVÉOLAIRES ULTRA LÉGÈRES

DÉFINITION

Le stockage des eaux pluviales est réalisé dans un ouvrage préfabriqué de type structure thermoplastique (tunnel, casier, nid d'abeille...) présentant un indice de vide très élevé (> 90 %). L'introduction de l'eau est réalisée soit par l'intermédiaire d'un revêtement poreux qui laisse passer directement les eaux pluviales, soit par l'intermédiaire d'avaloirs et de grilles de voirie qui injectent les eaux pluviales dans la SAUL.
Trois fonctions peuvent se combiner : stockage pour réutilisation, rétention et infiltration selon les configurations.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction** des eaux pluviales par ruissellement direct ou acheminement par une canalisation.
- **Stockage temporaire** dans la SAUL.
- **Évacuation** par infiltration dans le sol et/ou au besoin dans un exutoire défini avec un débit de fuite.

ENTRETIEN

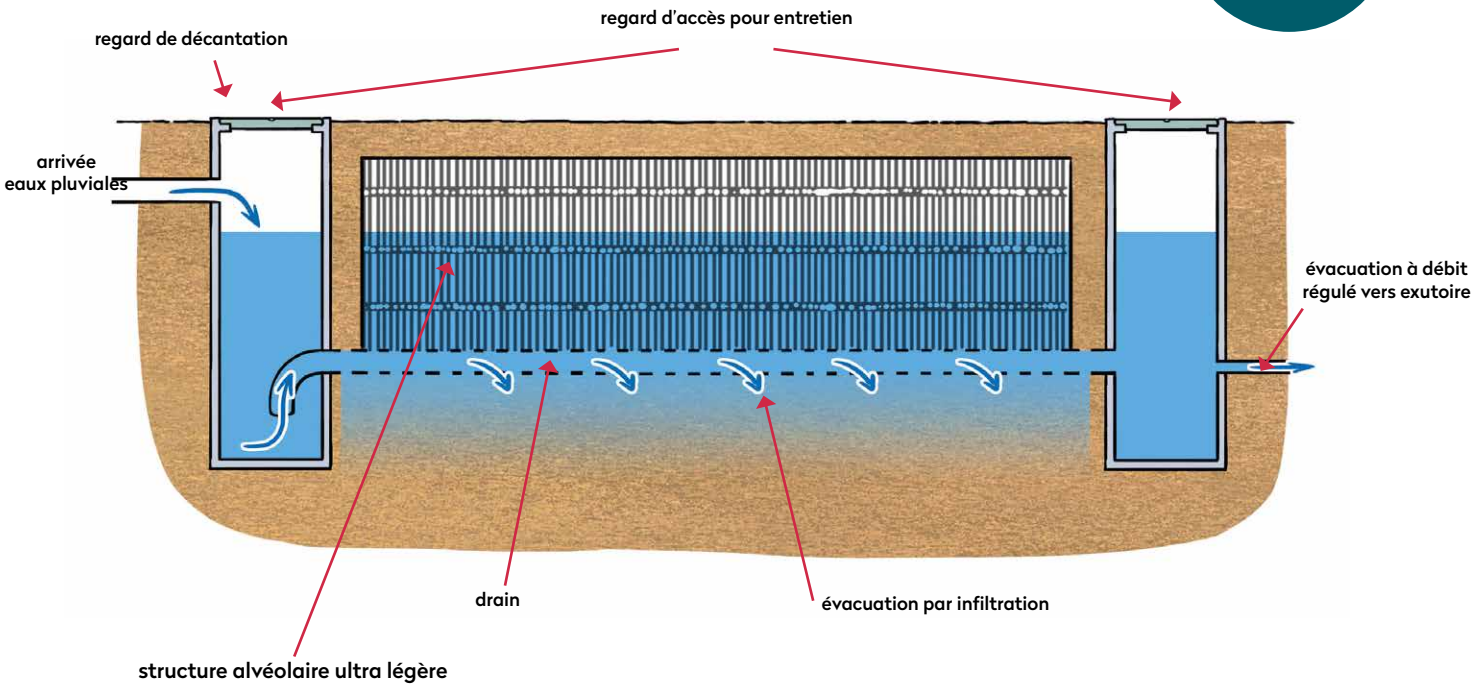
Entretenir l'ouvrage de limitation de débit et le drain répartiteur s'il est mis en place (hydrocurage).

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Casiers
lotissement Villa Nova • Saint-Just Saint-Rambert

Tunnels
cinéma Family • Saint-Just Saint-Rambert

SCHÉMA



PARTICULARITÉS

- **Pas d'emprise au sol supplémentaire mais une emprise dans le sous-sol importante.** Elles nécessitent de décaler le positionnement des autres réseaux (électricité, télécom, eau potable…).
- **Doit être accessible** pour l'entretien.
- **Multitude de techniques**, de choix de matériaux et de forme, donnant une liberté de réalisation.
- Leur conception doit être **intégrée au projet le plus tôt possible** et leur mise en œuvre consciencieuse (interventions difficiles après construction).

CONCEPTION

- **Études géotechniques** nécessaires (perméabilités, présence nappe phréatique, charges roulantes…).
- Entretien et nettoyage spécifique régulier indispensable (carnet d'entretien, passage après plusieurs pluies).
- **Signalisation de surface** à prévoir pour éviter les surcharges roulantes (si non acceptées).
- **Respecter les préconisations des fabricants** (charges roulantes, lit de pose si nécessaire…).

MATÉRIAUX

- Couche de surface : **revêtements classiques imperméables** (enrobé, béton, pavés ou dalles…) ou **revêtements poreux** (enrobé poreux, béton poreux, dalles non jointées…).
- **Couche de stockage** (SAUL, casier, nid d'abeille, tunnel…).
- **Trois matériaux principalement utilisés pour leur fabrication :** le polypropylène (majeure partie), le polyéthylène haute densité, le polychlorure de vinyle.
- Certains peuvent comprendre des produits issus du recyclage.
- Indice de vide > 90 %.
- Interface: géotextile.

DIMENSIONNEMENT

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

Volume de rétention (m^3) = L x l x h x (1/indice de vide)

avec

L : Longueur en m • l : largeur en m
h : hauteur en m • Indice de vide en %

COÛTS

300 à 500 €/m^3 stocké.

Prix donné à titre indicatif

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les ouvrages assurant une rétention

FICHE 15

LES ESPACES INONDABLES OU ESPACES MULTI-USAGES

EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

Bassin de rétention multi-usages
• Chazelles-sur-Lavieu

Panneau informatif bassin paysager
lotissement La Plaine-La Pierre • Bonson

Bassin de rétention paysager
Le panorama • Montbrison

Bassin paysager
lotissement La Plaine-La Pierre • Bonson

DÉFINITION

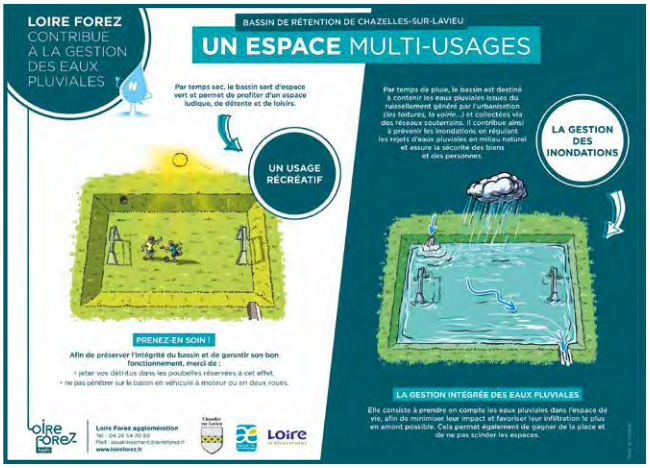
Afin de favoriser l'intégration des espaces de gestion des eaux pluviales dans l'urbanisme, il est de plus en plus courant de créer des espaces urbains inondables. L'aménagement consiste à créer une zone de stockage des eaux pluviales par inondation temporaire de tout ou partie d'un espace public (espace vert, place, aire de jeux, terrain de sport...).

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Introduction** des eaux pluviales par ruissellement direct ou acheminement par une canalisation.
- **Stockage** dans un espace public intégré à l'aménagement urbain.
- **Évacuation** des eaux pluviales stockées par infiltration dans le sol et/ou au besoin dans un exutoire défini avec un débit de fuite.

PARTICULARITÉS

- Les espaces inondables **s'intègrent parfaitement** dans les espaces publics ou les espaces verts. Ils permettent une superposition de la fonction hydraulique avec la fonction initiale de l'espace public (place, aire de jeux, terrain de sport…).
- **L'intégration urbanistique** et sociale est pleinement aboutie.
- **Conception du projet avec l'ensemble des acteurs** (service voirie, entretien, espace vert…).
- Possibilité de créer un espace inondable en le combinant avec un bassin de rétention/stockage enterré :
  - **soit pour les pluies courantes** : afin de retarder l'inondation de l'espace public,
  - **soit pour les pluies importantes** afin de limiter le volume de stockage sur l'espace public,
  - **soit en vue de la réutilisation des eaux pluviales** pour l'arrosage des espaces verts ou le nettoyage des voiries.



Panneau informatif posé pour le bassin de rétention multi-usages à Chazelles-sur-Lavieu

CONCEPTION

- Il est nécessaire de mettre en place des **équipements de prétraitement** type dessableur afin de limiter les apports de fines sur l'espace inondable et d'assurer son accessibilité et sa remise en fonctionnement complète après la pluie.
- La fréquence et les hauteurs d'inondation acceptables en fonction des usages de l'espace sont à définir.
- La communication auprès du grand public est primordiale afin d'informer les riverains sur l'inondabilité par temps de pluie.

Panneau règlementaire à poser sur les sites accueillant du public

DIMENSIONNEMENT

Les dimensions de l'espace inondable doivent permettre de respecter le volume de rétention utile calculé nécessaire.

ENTRETIEN

- Pour éviter le relargage de fines dans l'ouvrage, il est important de procéder à un **entretien régulier du dessableur en amont.** L'entretien est presque identique à celui d'un espace public classique (désherbage, taille d'arbustes, ramassage des feuilles, tonte, balayage et ramassage de détritus…).
- **Dans le cas de la mise en place d'un exutoire**, le système de limitation de débit devra être entretenu.

SOLUTIONS
DE COMPENSATION
Les ouvrages assurant une rétention

FICHE 16

LES TOITURES STOCKANTES

EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT

Toitures stockantes
station d'épuration • Saint-Marcellin-en-Forez

DÉFINITION

Basées sur le principe de la toiture terrasse, les toitures stockantes permettent la rétention temporaire des eaux pluviales sur la toiture sur des hauteurs relativement faibles (10 cm d'eau maximum).

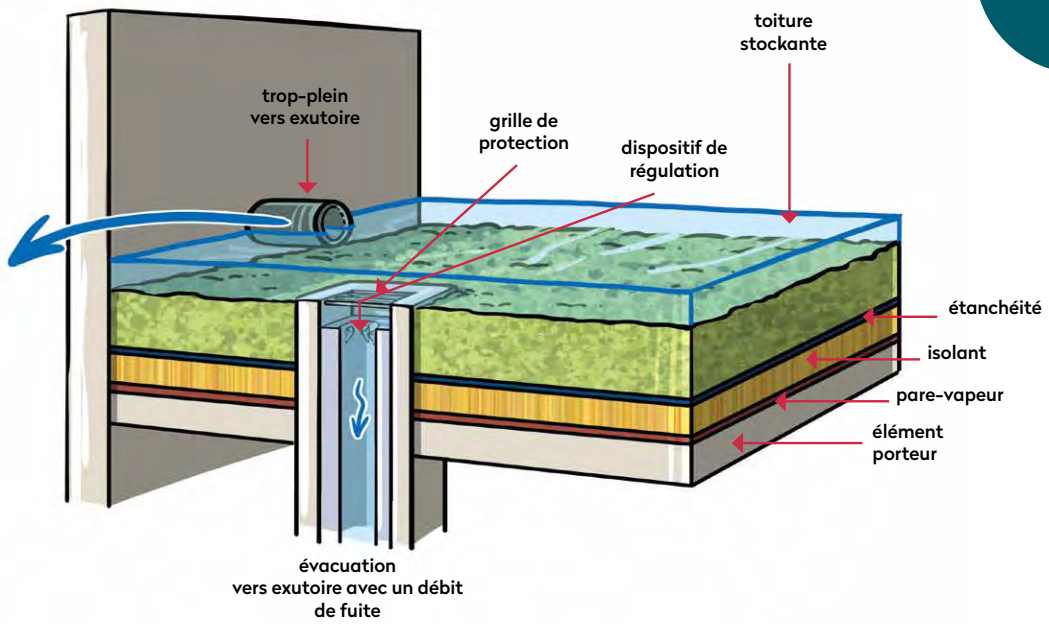
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- **Réception** des eaux pluviales directement sur la surface de collecte.
- **Stockage provisoire** dans l'espace vide laissé sur le toit ou éventuellement dans une couche de graviers.
- **Évacuation** dans un exutoire défini avec un débit de fuite.

PARTICULARITÉS

- La gestion des eaux pluviales se fait **au plus près de là où elles tombent.**
- **Aucune emprise au sol nécessaire** mais la toiture stockante doit être prise en compte dès la conception du projet.
- **Étude hydraulique et mécanique obligatoire** avec des calculs de la charge en eau.

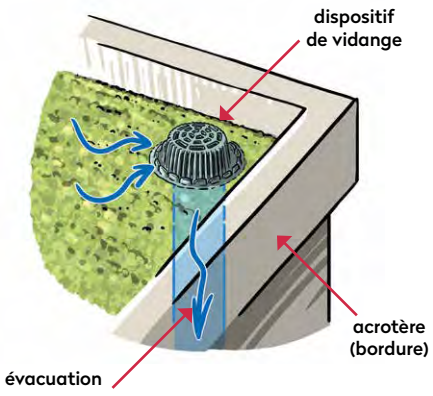
SCHÉMA



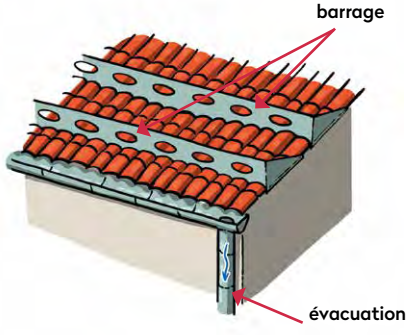
CONCEPTION

- **Toiture plate ou légèrement inclinée** < 5 %.
- **Dans le cas de toits pentus**, il est possible d'utiliser des caissons cloisonnant la surface.
- **Vérifier la stabilité** sur les constructions existantes car ce système génère une surcharge.
- **Attention à la mise en œuvre de l'étanchéité** qui doit être particulièrement soignée et dans le respect des préconisations du DTU 43.1.
- **Le nombre d'évacuation** d'eaux pluviales est fixé par le DTU 60.11.
- **Le dispositif de vidange** se fait via un orifice calibré (débit de fuite) et trop-plein de sécurité sur la toiture-même.
- **Il ne doit pas y avoir d'équipement électrique** (chaufferie, VMC, capteurs solaires…).
- **L'évaluation de la hauteur d'eau est importante :** permet une bonne régulation tout en assurant la sécurité de la structure (10 cm d'eau maximum).

Toit plat



Toit en pente douce



ENTRETIEN

- **Deux visites annuelles recommandées** : une après la période automnale pour enlever les feuilles mortes, et une seconde après la période estivale.
- **Enlever la mousse** au niveau du dispositif de régulation.

COÛTS

Réalisation	Entretien
7 €/m² à 30 €/m² en fonction des aménagements réalisés sur la toiture	Environ 1 €/an/m²

Prix donné à titre indicatif

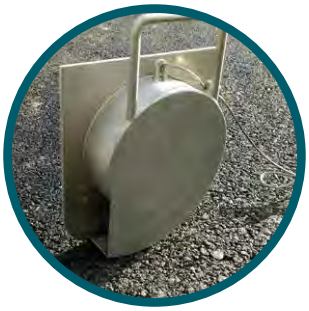
FICHE 17

LES LIMITATEURS ET RÉGULATEURS DE DÉBIT

EXEMPLES DE RÉGULATEURS

Régulateur sur flotteur • Chazelles-sur-Lavieu

Régulateur sur flotteur
La Quérillère • Saint-Just Saint-Rambert



Vortex
La Croix Meyssant • Savigneux

EXEMPLES DE LIMITATEURS

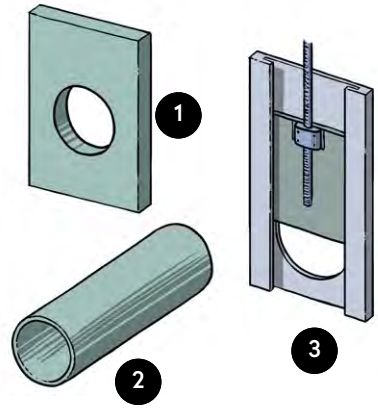
Ajutage circulaire
aire de covoiturage • Montbrison

Ajutage cylindrique bassin de rétention
aérien Chanteperdrix • Essertines-en-Chatelneuf

Plaque percée chemin
de l'Horme • Sury-le-Comtal

DÉFINITION

Les limitateurs et régulateurs de débit permettent de tamponner les rejets d'eaux pluviales à l'aval des ouvrages de rétention. Ils permettent de respecter les débits de fuite imposés.

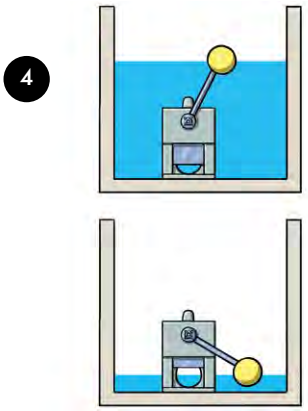


PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Selon les dispositifs, la limitation/régulation du débit se fait grâce à un système plus ou moins sophistiqué. On distingue :

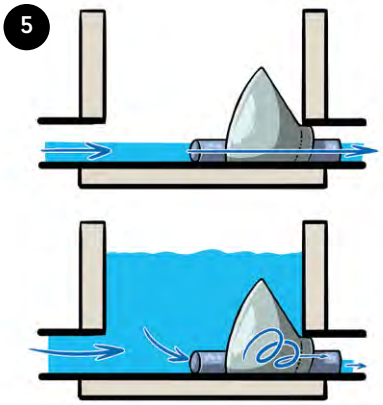
Les ouvrages de limitation dits ajutages :
Ils doivent être dimensionnés en fonction de la hauteur d'eau dans l'ouvrage.

- 1 *circulaires* : qui correspondent à une plaque percée.
- 2 *cylindriques :* qui correspondent à une canalisation plus petite que la canalisation d'entrée de l'ouvrage de rétention.
- 3 *partiellement obstrués :* qui correspondent à vanne pelle.



Les ouvrages de régulation :
Ils sont pré-conçus pour réguler le débit de fuite suivant une valeur donnée. Ils ne sont donc pas influencés par la hauteur d'eau dans l'ouvrage.

- 4 *les régulateurs à flotteur ou à guillotine*
- 5 *les vortex*



PARTICULARITÉS

- **La plaque percée peut être en acier galvanisé ou en inox** pour limiter le phénomène de corrosion. Pour faciliter son entretien, elle peut être amovible et glissée entre deux glissières fixées sur la paroi du regard d'accès.
- **Mise en place d'une grille** en amont des limitateurs conseillée pour limiter l'obstruction.
- **Limitateurs/régulateurs dans un regard accessible** (ou une grille) pour faciliter l'entretien.

ENTRETIEN

- Entretenir régulièrement pour éviter l'obturation de la sortie de l'ouvrage de rétention.
- Enlever les résidus de type feuilles, encombrants, déchets…

COÛTS

Les prix peuvent varier **en fonction du type d'ouvrage** (orifice, limitateur, régulateur…) **et de ses caractéristiques** (hauteur d'eau de fonctionnement, débit souhaité en aval…).
À titre d'exemple, un ouvrage assurant un débit de 5 l/s coûte entre 1 000 et 2 500 € HT (hors frais de montage). Une simple plaque percée revient à une centaine d'euros.

Prix donné à titre indicatif

FICHE 18

EXEMPLES D'OUVRAGES POUR UN PERMIS DE CONSTRUIRE (< 300 M²)

PRINCIPES

Sur le territoire de Loire Forez agglomération, les eaux pluviales sont collectées par les réseaux d'assainissement enterrés et se mélangent avec les eaux usées. En cas d'épisode pluvieux, les réseaux d'assainissement sont fortement sollicités et arrivent à saturation. Les conséquences sont multiples : décharge vers le milieu naturel, dysfonctionnement des stations d'épuration, risques d'inondation.
En favorisant l'infiltration naturelle des eaux pluviales sur votre parcelle, cela recharge les nappes phréatiques et vous contribuez à limiter les risques d'inondation et de pollution. Vous agissez pour la protection de l'environnement et la gestion durable de la ressource.

LEXIQUE

Captif :
c'est le volume d'eau pluviales qui reste sur place

Exutoire :
c'est le lieu de rejets à débit régulé des eaux pluviales. Il peut être de différents types et est à prioriser :

1. milieu naturel (cours d'eau, bief, fossé talweg...)
2. réseau d'eaux pluviales
3. réseau d'assainissement unitaire

NB : il est strictement interdit de rejeter des eaux pluviales dans un réseau d'assainissement d'eaux usées strict.

Ouvrage :
c'est l'ensemble des dispositifs existants qui peuvent être mis en œuvre pour gérer les eaux pluviales et qui sont recensés dans ce présent guide technique (tranchées d'infiltration, puits d'infiltration, fosses d'arbre, tranchées de Stockholm...)

RAPPELS RÈGLEMENTAIRES : LES INSTALLATIONS OBLIGATOIRES

Si vous déposez un permis de construire ou une déclaration préalable pour un projet de construction d'une surface bâtie inférieure à 300 m² (établie à partir du plan de masse du projet qui doit être côté et à l'échelle), vous devez gérer vos eaux pluviales dès le premier m² et installer sur votre terrain :

- un ouvrage d'infiltration de 15 litres/m² bâti, ce qui va permettre d'infiltrer dans le sol les petites pluies.
- et un ouvrage de rétention de 20 litres/m² bâti, ce qui va permettre de tamponner les gros orages.

Le débit de fuite doit être de 2 litres/s (orifice de 25 mm de diamètre) pour permettre de restituer l'eau de pluie avec un petit débit vers un exutoire aux réseaux publics ou au milieu naturel.

CAS PARTICULIER

Si votre parcelle ne dispose pas d'un exutoire (fossé, réseau d'eaux pluviales, cours d'eau...), vous devez alors mettre en place un ouvrage de gestion des eaux pluviales par infiltration 100 % à la parcelle. La réalisation d'une étude de sol et d'une notice hydraulique est préconisée afin de définir les caractéristiques des ouvrages de gestion des eaux pluviales à mettre en place.

EXEMPLE #1

JE CHOISIS DEUX OUVRAGES EN SÉRIE

Ma maison fait 100 m² de surface bâtie, je dois mettre en place :

- un ouvrage d'infiltration (15 L x 100 m² = 1500 L soit 1,5 m³), **je choisis un puits d'infiltration.**
- Et un ouvrage de rétention (20 L x 100 m² = 2000 L soit 2 m³), **je choisis une tranchée drainante.**

1. Puits d'infiltration de 1,5 m³ utile avec surverse vers l'ouvrage de régulation (cf. fiche 2 - Les puits d'infiltration)
2. Tranchée drainante de 2 m³ utile (cf. fiche 1 - Les tranchées drainantes et les tranchées d'infiltration)
3. Débit de fuite 2 L/s (orifice calibré de 25 mm) avant rejet aux réseaux publics ou au milieu naturel, positionné au fond

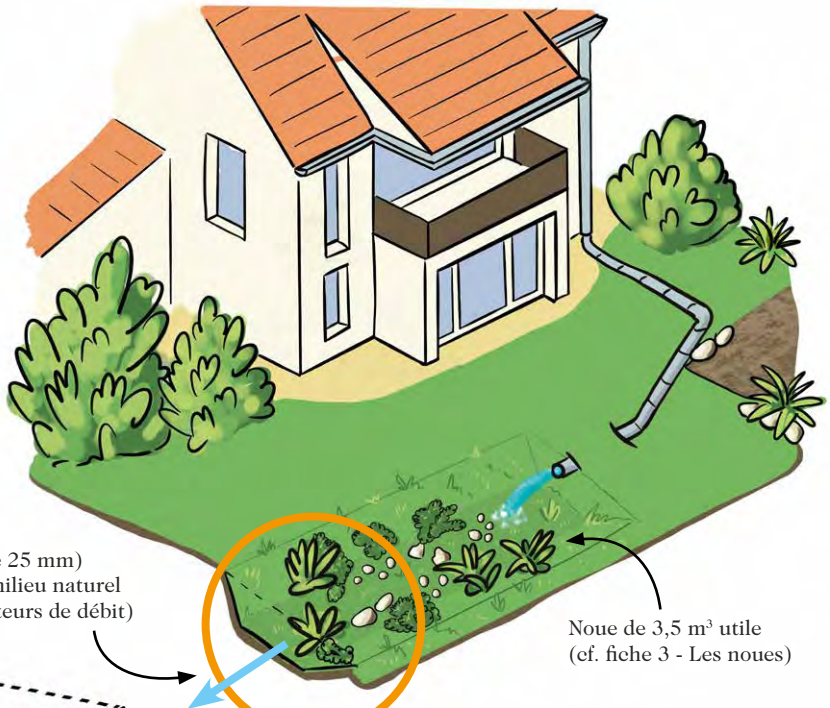
EXEMPLE #2

JE CHOISIS UN SEUL ET MÊME OUVRAGE

L'ouvrage d'infiltration et de rétention peut être un seul et même ouvrage, il devra donc disposer d'un volume captif pour toujours permettre l'infiltration des petites pluies. Pour avoir ce volume captif, le débit de fuite ne devra pas se situer au fond de l'ouvrage mais être surélevé.

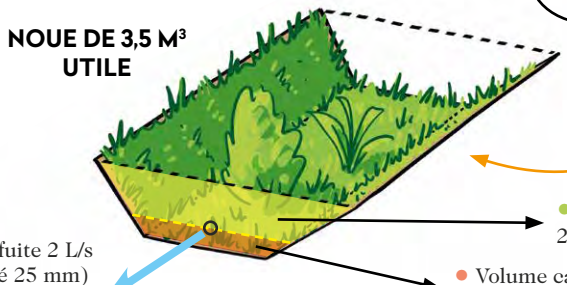
Ma maison fait 100 m² de surface bâtie, je dois mettre en place :

- un ouvrage combiné d'infiltration/rétention ((15 L + 20 L) x 100 m² = 3500 L soit 3,5 m³), **je choisis une noue.**



Mon débit de fuite 2 L/s (orifice calibré 25 mm) avant rejet aux réseaux publics et au milieu naturel (cf. fiche 12 - Les limitateurs et régulateurs de débit)

Noue de 3,5 m³ utile (cf. fiche 3 - Les noues)



Mon débit de fuite 2 L/s (orifice calibré 25 mm) surélevé

- Volume de rétention (pour tamponner 20 L/m² soit 2000 L ou 2 m³)
- Volume captif (pour infiltrer 15 L/m² soit 1500 L ou 1,5 m³)

LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES

Comparaison des différentes techniques de gestion intégrée des eaux pluviales présentées dans ce document

	Emprise foncière	Emprise souterraine	Entretien	Intégration à l'espace de vie	Biodiversité	Coût	Solution adaptée au domaine public ou au domaine privé	Pages
Les revêtements perméables	🙂	😐	🙂	🙂	☹	☹		6-7
Les toitures végétalisées	🙂	🙂	😐	🙂	🙂	☹		8-9
Les solutions à la parcelle	😐	🙂	😐	🙂	🙂	🙂		10-11
La réutilisation des eaux pluviales	🙂	😐	😐	🙂	☹	😐		12-13
Les tranchées drainantes et tranchées d'infiltration	🙂	😐	😐	🙂	☹	😐		14-15
Les tranchées de Stockholm	🙂	☹	😐	🙂	🙂	😐		16-17
Les puits d'infiltration	🙂	😐	😐	☹	☹	😐		18-19
Les noues	😐	🙂	🙂	🙂	🙂	🙂		20-21
Les fosses d'arbre ou arbres de pluie	🙂	🙂	😐	🙂	🙂	🙂		22-23
Les jardins de pluie	😐	🙂	🙂	🙂	🙂	🙂		24-25
Les échelles d'eau	🙂	🙂	🙂	🙂	🙂	🙂		26-27
Les bassins de rétention (aérien, sec, en eau, enterré)	☹	🙂	😐	☹	🙂	☹		28-29
Les structures réservoirs ou stockantes	🙂	☹	😐	☹	☹	☹		30-31
SAUL - Structures Alvéolaires Ultra Légères	🙂	☹	😐	☹	☹	☹		32-33
Les espaces inondables ou espaces multi-usages	🙂	🙂	😐	🙂	🙂	😐		34-35
Les toitures stockantes	🙂	🙂	😐	🙂	☹	☹		36-37

🙂 peu impactant

😐 moyennement impactant

☹ très impactant

solution adaptée au domaine public

solution adaptée au domaine privé

Vous souhaitez en savoir plus ?

LOIRE FOREZ AGGLOMÉRATION

SERVICE ASSAINISSEMENT

Adresse postale

17 boulevard de la Préfecture

CS 30211 - 42605 Montbrison cedex

Accueil public

12 rue de Laplatte - 42600 Montbrison

Tél. : 04 26 54 70 90

assainissement@loireforez.fr

Téléchargez l'ensemble des documents utiles sur

www.loireforez.fr

PARTENAIRE FINANCIER

agence de l'eau Loire-Bretagne

Établissement public du ministère chargé du développement durable

Loire Forez Agglo

Réalisation : Juillet 2024 | Conception graphique et rédaction : Loire Forez agglomération | Impression : 500 exemplaires | Photos © Loire Forez agglomération, © EFOH, © Adobe Stock | Imprimé par l'imprimerie Courand & Associés - 82 route de Crémieu, 38230 Tignieu Jameyzieu | Ne pas jeter sur la voie publique.