



## LA GESTION DURABLE DES EAUX PLUVIALES

ALLEGER LES RESEAUX D'EGOUTTAGE  
EVITER LES INONDATIONS  
REALIMENTER LES MASSES D'EAU SOUTERRAINES

*L'impact des précipitations sur les surfaces imperméables génère un volume d'eau qu'il s'agit de canaliser de manière réfléchie. Cette fiche informative introduit le portfolio des fiches informatives publiées par la Région wallonne pour accompagner les citoyens et porteurs de projets de construction et de rénovation dans une gestion alternative des eaux pluviales. Un outil web d'information et d'aide au dimensionnement est également disponible à l'adresse : [www.ucldevelopment.be](http://www.ucldevelopment.be)*

### PRINCIPES

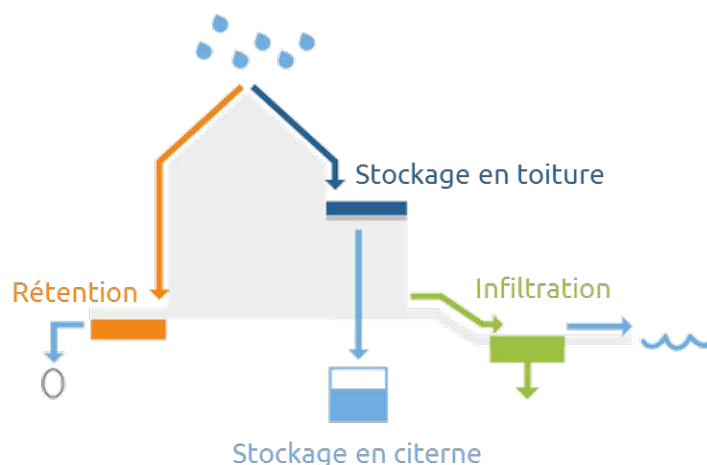
Traditionnellement, les eaux pluviales sont renvoyées directement vers l'égout. Pourtant ce rejet systématique vers le système d'égouttage doit être évité à tout prix pour réduire la surcharge des collecteurs et les problèmes de gestion qui en découlent (risques d'inondation, pollution, sur-coût à l'épuration, etc.) D'autres externalités positives comme l'installation de zones humides temporaires pour le maintien de la biodiversité peuvent également ressortir du respect de ce principe.

Nous définissons la gestion durable de l'eau de pluie comme une gestion effectuée localement, le plus en amont possible, visant à respecter l'hydrographie naturelle, à l'aide de différentes techniques d'aménagement et d'une diminution de l'imperméabilisation.

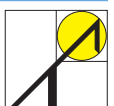
Trois objectifs spécifiques sont visés :

- Diminuer les eaux pluviales dans le réseau d'égouttage
- Eviter les inondations
- Réalimenter les aquifères souterraines et les eaux de surface.

Pour ce faire, quatre solutions sont à votre disposition pour gérer les eaux pluviales sur votre parcelle :



1. Stocker temporairement sur une toiture plate ;
2. Installer une citerne d'orage et/ou de stockage ;
3. Infiltrer l'eau pluviale dans le sol si votre situation le permet ;
4. Installer un ouvrage de rétention temporaire sur la parcelle.



L'infiltration dans le sol doit être envisagée comme première solution d'évacuation des eaux pluviales. Si le sol ne répond pas aux conditions nécessaires à l'infiltration, il est préconisé de ralentir l'eau en la retenant temporairement avant de la rejeter à débit régulé prioritairement dans un cours d'eau (s'il se trouve à proximité directe du terrain ou qu'une conduite existante relie la maison au cours d'eau) et, en dernier recours, à l'égout.

Les mesures sélectionnées dépendront de la réalité de la parcelle (surface disponible, accessibilité, esthétique recherchée, moyens financiers, etc.). Elles tenteront d'être installées le plus en amont possible des surfaces construites génératrices de ruissellement. C'est pourquoi la réflexion commence par le choix de surfaces de construction qui limitent le ruissellement. Elle se poursuit par l'investigation de toitures stockantes et de citernes et se clôture par l'installation de dispositifs d'infiltration et de rétention sur la parcelle.

### Une gestion décentralisée, combinée et sociale

A l'opposé d'une gestion traditionnelle centrée sur un ouvrage prépondérant (gestion « centralisée »), plusieurs dispositifs s'enchaînent afin de servir les objectifs de collecte, de transfert, de ralentissement, de filtration, de stockage, d'évacuation par évapotranspiration, infiltration et débordement à débit régulé vers un exutoire.

De manière transversale l'impact sur l'environnement et sur la ressource en eau de la construction et de l'entretien des ouvrages est à considérer. Les dispositifs à ciel ouvert favorisant l'évapotranspiration et la biodiversité sont à privilégier. Ceux-ci se vidangent plus rapidement, sont plus faciles à entretenir et apportent une touche ornementale à la parcelle. La démonstration visuelle des chemins empruntés par l'eau apporte encore un rôle social et éducatif très positif.

Pensez à la possibilité de valorisation récréative d'ouvrages par temps sec (installation de jardins de pluie ou de noues de faible profondeur ou sur plusieurs étages). S'ils sont dimensionnés pour une pluie de temps de retour de 25 ans, ils seront en réalité la majeure partie du temps vides et disponibles pour des activités divers. Si l'espace disponible est réellement limitante, les dispositifs enterrés (bassins secs, puits d'infiltration) peuvent être intégrés sous des espaces fonctionnels semi-perméables (terrasses, parking, ...). Consultez la fiche n°15 « Revêtements perméables » pour optimiser la conception de ces infrastructures.

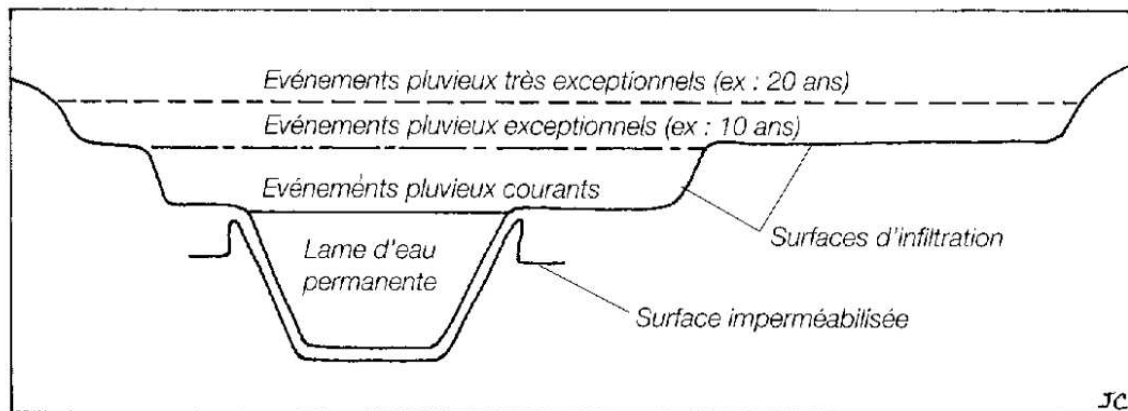


Figure 1 : Dimensionnement en terrasses - Source: Les eaux pluviales - gestion intégrée, J. Chaib

## OUTILS DISPONIBLES

### OUTIL WEB DE DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS

Afin d'accompagner le maître d'ouvrage dans le choix et le dimensionnement d'ouvrages de gestion durable des eaux pluviales une plateforme web est mise à disposition à l'adresse : [www.ucldevelopment.be](http://www.ucldevelopment.be). Celle-ci donne accès à :

- Une méthode de dimensionnement des ouvrages à partir de l'encodage des surfaces du projet.
- Un recueil de fiches informatives sur les ouvrages de gestion à installer sur la parcelle.
- Un tableau de comparaison qualitatif des dispositifs de gestion. Chaque critères est discriminé en 4 niveaux, représentés par un code couleur allant du vert au rouge, pour leur effet qualitativement plus ou moins favorable.

La liste des critères de comparaison est la suivante :

- Mise en œuvre : réalisation, entretien, possibilité de phasage ;
- Coût : réalisation, entretien ;
- Impacts environnementaux larges : matériaux et matières premières utilisées, durée de vie et recyclage, réemploi ;
- Impact sur l'environnement immédiat : qualité des eaux et des sols, alimentation des aquifères, pollution des nappes, air, biodiversité, pollution accidentelle ;
- Autres facteurs environnementaux : intégration paysagère plurifonctionnelle, perception du public, risque de désagrément, danger, influence de la topographie, stabilité des bâtiments ;
- Typologie de la végétation possible.

## INDICATEURS DE BONNE GESTION

Le **coefficient d'imperméabilisation** rend compte du rapport entre la surface imperméabilisée et la surface totale de la parcelle. L'objectif est d'atteindre un coefficient le plus faible possible.

La **surface imperméable équivalente** est la somme des différents types de surfaces multipliées par leur coefficient de ruissellement. Cette valeur déterminera le **volume d'eau à gérer** suite à une pluie donnée.

Le **volume d'eau à absorber** exprime la quantité d'eau recueillie sur l'entièreté de la parcelle pour un épisode pluvieux de volume et durée donné.

Le **débit de fuite à l'exutoire** de la parcelle renseigne encore sur l'impact de l'urbanisation sur le cours d'eau aval ou le réseau d'égouttage. L'objectif est de se rapprocher le plus possible du débit de fuite naturel de la parcelle avant son urbanisation.

## OBJECTIFS DE DEBIT DE FUITE

La Région wallonne préconise un débit de fuite maximal de **5 L/s/ha** avec un minimum autorisé à **0.5 L/s** (c.à.d. que si la multiplication de la surface de la parcelle avec le débit maximal de 5 L/s/ha est inférieur à 0.5 L/s la valeur de 0.5 L/s est acceptée. Viser un débit plus faible serait techniquement trop compliqué).

Les dispositifs de gestion sont dimensionnés sur base d'une pluie d'un **temps de retour de 25 ans**. C'est à dire que pour ce dimensionnement, l'ouvrage risque de déborder une fois tous les 25 ans. Le choix d'un temps de retour plus élevé est encouragé.

Il faut veiller à assurer une cohérence entre le temps de vidange et le temps de retour de la pluie de dimensionnement. Pour les ouvrages dimensionnés sur une pluie de 25 ans, un temps de vidange de moins de 24h doit être assuré. Ceci afin de pouvoir absorber une seconde pluie exceptionnelle qui surviendrait rapidement.

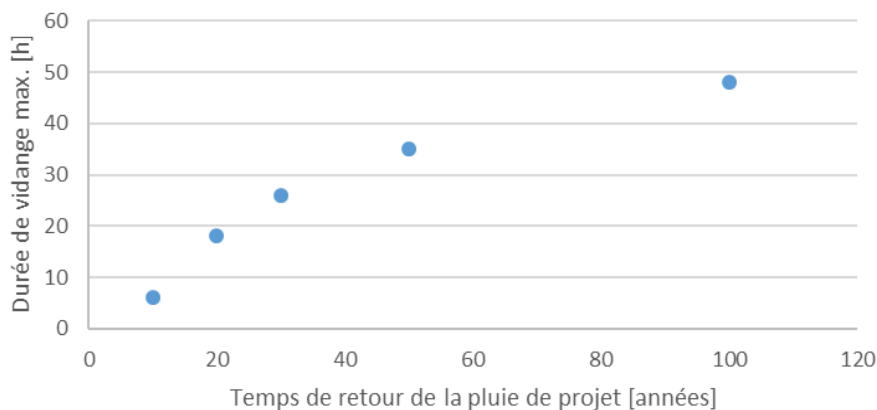
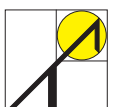


Figure 2 : Temps de vidange préconisé pour les ouvrages en fonction de la pluie de dimensionnement



## POINTS D'ATTENTION

### Perméabilité et hauteur de nappe

L'installation d'ouvrage d'infiltration doit être envisagée en premier lieu. Cependant, ceux-ci ne sont concevables qu'à condition que le sol soit suffisamment perméable. On considère qu'un sol doit présenter une conductivité à saturation entre  $10^{-6}$  et  $10^{-2}$  m/s. Une conductivité plus faible demanderait une surface d'infiltration trop grande. Une méthode de détermination de la perméabilité de votre parcelle est détaillée à la fiche n°2 dimensionnement des ouvrages.

Afin de garantir une bonne infiltration et éviter tout risque d'inondation, le bas d'un ouvrage d'infiltration ne peut jamais être en contact avec la nappe sous-jacente. Un ouvrage d'infiltration ne peut être installé que si une hauteur minimale de 1m sépare le fond de l'ouvrage du toit de la nappe en période de hautes eaux (printemps). Des observations de terrain peuvent renseigner sur la hauteur de la nappe mais un essai piézométrique est toujours préférable.

### Topographie

La topographie influencera l'exutoire final de la parcelle. Il faudra veiller à ne pas inonder de parcelle voisine, quelle soit urbanisée ou non.

Une parcelle en pente donne l'opportunité de réaliser des ouvrages en cascade, permettant une intégration architecturale et une oxygénation naturelle positive de l'eau.

### Qualité des eaux de ruissellement

Travailler au plus proche de la retombée de l'eau permet d'éviter tout risque de pollution de la ressource. A condition d'éviter des toitures et revêtements pouvant contaminer l'eau de pluie (zinc,...). Des appareils spécifiques existent en cas de pollution liée à des surfaces de collectes particulières (Décanteur, déssableur, débourbeur, séparateur à hydrocarbure, déshuileur ou dégraisseur selon le type de pollution)

Favoriser l'oxygénation de l'eau sur son passage est bénéfique, notamment par l'aménagement de bassins plantés de végétaux qui apportent également un rôle de phyto-remédiation face à certaines pollutions organiques et aux métaux lourds. Les ouvrages filtrant et infiltrant garantissent une certaine épuration mécanique. Les toitures vertes apportent par contre une charge organique aux eaux de ruissellement. Un bassin de décantation en aval peut alors être valorisé.

### Entretien

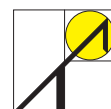
Il faut veiller au maintien de l'hydraulique des ouvrages par l'entretien de la végétation, le curage des bassins et des voies d'eau. Un apport trop important en matière organique entraîne un abaissement de l'oxygénation du milieu (anoxie). Eviter le colmatage des systèmes est indispensable pour garantir la qualité de la ressource en eau.

Le recours à des produits de synthèse pour l'entretien des ouvrages est proscrit car ils présentent des risques de pollution pour l'environnement. De même pour les sels de déverglage. Le désherbage doit se faire manuellement ou à l'aide d'un brûleur.

### Coûts

Ceux-ci peuvent être très variables en fonction des techniques, des localités et de l'échelle des travaux. De manière générale l'économie se situe davantage dans la multiplicité des usages des dispositifs. Les dalles gazon ne génèrent pas de ruissellement en aval et permettent le stationnement des véhicules tout en offrant une surface enherbée esthétique. Il peut être intéressant d'évaluer le temps de retour sur investissement dans les ouvrages de gestion durable. Une citerne de réutilisation de 5 m<sup>3</sup> pour une famille de 5 personnes peut être rentabilisée sur 6 ans (1). Cette échéance dépendra du coût de réalisation et d'entretien de la citerne, de sa durée de vie espérée et du coût local de l'eau de distribution éparignée.

Un tableau d'estimation des coûts d'installation et d'entretien de différents dispositifs est présenté à titre indicatif :



Technique	Coût	Entretien
Dalles béton gazon	20 à 25 €/m <sup>2</sup> (1, 2)	
Toiture verte extensive (~10cm)	50 €/m <sup>2</sup> pour la végétation sans placement. 96,00 à 170,37 €/m <sup>2</sup> au total (2)	
Toiture verte intensive (~40cm)	136 à 185 €/m <sup>2</sup> (2)	
Caniveaux	23 à 26 € du mètre	
Bassins secs	12 à 110 €/m <sup>3</sup> (rural à urbain) (1)	0,4 à 2 €/m <sup>3</sup> /an (1)
Bassin en eau	11,7 à 78 €/m <sup>3</sup> (1)	0,2 à 0,6 €/m <sup>3</sup> /an (1)
Bassin en béton couvert	200 à 700 €/m <sup>3</sup> (1)	
Bassins en béton non couvert	100 à 200 €/m <sup>3</sup> (1)	1,5€ de l'investissement/an (1)
Noues	4 à 20 €/m <sup>3</sup> d'eau à stocker Massif drainant : 60 à 100€/m Engazonnement 1 à 2€ le mètre.	Curage tous les 10 ans (1) Tonte gazon 20 fois/an : 1,14 à 3,69 €/m <sup>2</sup> (2)
Citerne d'eau de pluie	1500 à 2000€ pour une citerne de 3 à 5 m <sup>3</sup> enterrée avec système de pompage (1).	
Structure alvéolaire	200 à 300 €/m <sup>3</sup> (1)	0,4 à 2 €/m <sup>3</sup> /an (1)
Chaussées réservoirs	42 à 87 €/m <sup>3</sup> (1)	0,6 à 1 €/m <sup>3</sup> /an (1)
Puits d'infiltration	4 €/m <sup>3</sup> de surface assainie (1) Fournitures et pose : 900 à 1.300 €	2 €/m <sup>3</sup> de surface assainie (1)
Tranchées ou fossés drainants	39 à 49 €/m <sup>3</sup> terrassement + remplissage + géotextile (1)	0,4 à 0,6 €/m <sup>3</sup> /an (1)

(1) Le coût des différentes techniques compensatoires (hors foncier 2002) – source Certu 2006

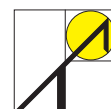
(2) Bordereau des prix unitaires de l'UPA 2005

(3) www.Adoptafree.fr

## RESSOURCES ADDITIONNELLES

### BIBLIOGRAPHIE

- J. Chaïb, *Les eaux pluviales - Gestion intégrée*, Sang de la terre & Foncier Conseil, Paris, 1997
- M. Van Peteghem, De Backer L., (coördinatie) *Waterwegwijzer voor architecten - Een Handleiding voor duurzaam watergebruik i en om de particuliere woning*, VMM - Vlaamse Milieumaatschappij, 2000 (téléchargeable)
- OFEFP, *Ou évacuer l'eau de pluie? Exemples pratiques – Infiltration, rétention, évacuation superficielle*, Office fédéral de l'environnement, des forêts et des paysages, Berne, 2000
- CETE, *Les solutions compensatoires en assainissement pluvial – fascicule III – Le choix et quelques principes de conception et de réalisation des techniques*, Centre d'étude technique de l'eau du Sud-Ouest, Bordeaux, 2002 (téléchargeable)
- B. Chocat, *Mieux gérer les eaux pluviales – Les techniques alternatives d'assainissement*, Dossier Envirhonalpes, – INSA de Lyon - Laboratoire Méthodes, Région Rhone-Alpes, 1994 (téléchargeable)
- CAGT, *Guide de gestion des eaux pluviales et de ruissellement*, Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse, Service Assainissement, Toulouse, 2006 (téléchargeable)
- A. Musy, Higy C., *Hydrologie, une science de la nature*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2004
- Oberste Baubeorde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, *Naturnaher Umgang mit Regenwasser*, Munich, 1998



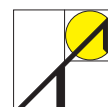
- *D. Londong, Nothnagel, A., Bauen mit dem Regenwasser, Aus der Praxis von Projekten, IBA Emscher Park, R. Oldenbourg Industrieverlag, Munich, 1999*
- *Centre de Cartographie Interuniversitaire de Bruxelles, Cartes Géotechniques de Bruxelles, Institut Géotechnique de l'Etat, Bruxelles, 1978*
- *Association suisse des professionnels de la protection des eaux, Evacuation des eaux pluviales, Directive sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations, Zurich, 2002*
- *CreaBeton, Données techniques, Revêtements en béton,*
- *V. Mahaut, Comparaison de mesures alternatives pour la gestion des eaux de pluie à l'échelle des parcelles, outil réalisé pour Bruxelles Environnement – IBGE, Architecture & Climat – UCL 2009, [www.bruxellesenvironnement.be/outil\\_getion\\_eau](http://www.bruxellesenvironnement.be/outil_getion_eau)*

#### DOCUMENTATION TECHNIQUE

- *Catalogue Ebema – produits en béton*
- *Classeur Argex*
- *Documentation Wavin*
- *Documentation Febestral (pavages en béton drainants)*
- *CreaBeton, Données techniques, Revêtements en béton (téléchargeable)*

#### SITES WEB

- [www.matriciel.be](http://www.matriciel.be)
- [www.adopta.fr](http://www.adopta.fr)
- [www.ebema.com](http://www.ebema.com)
- [www.batiproduits.com](http://www.batiproduits.com)
- [www.creabeton-materiaux.ch](http://www.creabeton-materiaux.ch)
- [www.brrc.be](http://www.brrc.be)





# GLOSSAIRE

## GESTION DURABLE DE L'EAU DE PLUIE

*Vous trouverez ici une définition des termes clés valorisés dans le recueil de fiches informatives sur la gestion durable des eaux pluviales à la parcelle en zone urbanisable*

### CONCEPTS CLÉS

**Gestion « décentralisée » des eaux pluviales** : gestion des eaux pluviales comprenant la prise de mesures et un contrôle à la source, de manière dispersée sur le bassin versant. Des techniques alternatives sont valorisées le plus en amont possible et le plus près du point de chute de la pluie. On y oppose la « gestion centralisée » des eaux pluviales, qui valorisera un réseau d'égouttage menant à une station d'épuration de large taille ou la création d'un grand bassin d'orage en aval d'un bassin versant.

**Gestion « durable » des eaux pluviales** : gestion effectuée localement, le plus en amont possible, visant à respecter l'hydrographie naturelle, à l'aide de différentes techniques d'aménagement et d'une diminution de l'imperméabilisation.

**Gestion « à la parcelle »** : la gestion des eaux pluviales peut se faire à plusieurs échelles, allant du bâtiment au bassin versant. La présente étude se concentre sur l'échelle de la parcelle privée, principalement en logement (parcelle privée et lotissement)

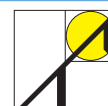
**« Zones urbanisables »** : l'étude se concentre uniquement sur les parcelles en zone urbanisable ou en voie d'urbanisation. D'après l'art. 25 du CWATUP, les zones suivantes du plan de secteur sont destinées à l'urbanisation et constituent ce que l'on appelle de manière informelle les « zones urbanisables » :

- 1° la zone d'habitat ;
- 2° la zone d'habitat à caractère rural ;
- 3° la zone de services publics et d'équipements communautaires ;
- 4° la zone de loisirs ;
- 5° les zones d'activité économique ;
- 6° les zones d'activité économique spécifique ;
- 7° la zone d'extraction ;
- 8° la zone d'aménagement communal concerté à caractère industriel.

**Eaux pluviales** : eaux issues des précipitations naturelles avant ruissellement sur le sol. Synonyme d'eau de pluie.

**Eaux de ruissellement** : Eaux pluviales qui entrent en contact avec le sol et qui vont, d'une part, lessiver les surfaces sur lesquelles elles ruissellent et, d'autre part, éroder les matières de surface. Les eaux de lavage de ces surfaces y sont également assimilées. Synonyme d'eaux de ruissellement d'origine pluviale.

**Eaux usées** : Eaux polluées artificiellement ou ayant fait l'objet d'une utilisation (domestiques, industrielles ou



assimilés).

## DISPOSITIFS DE GESTION ALTERNATIVE

**Citerne** : réservoir fermé destiné au stockage temporaire d'eau de pluie. Elle peut être maçonnée ou préfabriquée, en béton ou en matériau synthétique, enterrée ou non. Il en existe de deux types bien distincts en fonction de son objectif hydraulique : la citerne de récupération et la citerne d'orage. La citerne mixte remplit les deux objectifs simultanément.

**Citerne de récupération** : La citerne de récupération est destinée à la récolte, à la conservation et à la valorisation des eaux de pluie par une utilisation domestique de celles-ci.

**Citerne d'orage** : La citerne d'orage (ou bassin, cuve de rétention) est destinée à la récolte temporaire des eaux de très fortes pluies qui sont ensuite évacuées vers l'exutoire à débit régulé de manière à ne pas surcharger le réseau aval au moment où la crue est la plus forte.

**Toiture stockante** : toiture qui peut stocker temporairement un volume d'eau de pluie au plus près de la surface réceptrice (la toiture). Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement des eaux de pluie sur les toits le plus souvent plats. Il en existe trois types qui se différencient par leur substrat de remplissage : les toitures stockantes vertes (engazonnées), en gravier et en eau.

**Echelles d'eau** : assemblage de modules plastiques à parois clipsables pouvant former un linéaire de rétention temporaire d'eau. Enterré dans le sol à 20 cm environ la structure est généralement plantée de haies le long des parcelles. Leur emprise foncière est très limitée.

**Jardin de pluie** : dépression peu profonde et plantée d'une végétation diversifiée qui permet de retenir temporairement les eaux pluviales avant de les laisser s'infiltrer dans le sol et/ou de les rejeter à un débit régulé vers un exutoire.

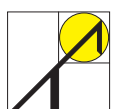
**Arbre de pluie** : arbre traditionnel implanté en milieu urbain au sein d'une fosse de plantation particulièrement grande afin de pouvoir accepter et épurer les eaux de ruissellement qui la traverse. On distingue les arbres de pluie avec système de récolte des eaux par ruissellement et les arbres de pluie avec système de récolte des eaux par drainage.

**Revêtement perméable** : surface de sol laissant infiltrer une partie plus ou moins importante des précipitations incidentes. Le ratio entre le volume de pluie infiltré et ruisselé de la surface dépendra de ses propriétés de perméabilité.

**Bande filtrante** : zone végétalisée en pente douce composée de gazon et/ou d'arbustes permettant l'écoulement de l'eau. Elle se différencie de la noue car elle n'a pas de fonction de stockage. C'est un ouvrage de prétraitement, son principal objectif est de dépolluer les eaux de surfaces imperméabilisées mais elle permet aussi de ralentir le ruissellement et d'infiltrer une partie de l'eau, la partie n'étant pas infiltrée étant rejeté vers un exutoire. Ces dispositifs sont généralement mis le long des places des stationnements.

**Noue** : dépression du sol servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, à l'évacuation et/ou à l'infiltration des eaux pluviales. Peu profonde, temporairement submersible, avec des rives en pente douce, elle est le plus souvent aménagée en espace vert, mais pas exclusivement. De forme allongée, à rives parallèles ou non, sa forme peut suivre les courbes de niveau et se rétrécir à certains endroits. Un réseau de noues à ciel ouvert peut remplacer un réseau d'eau pluviale enterré avec l'avantage d'une conception simple à coût peu élevé. Les avantages de cette technique la rendent la plus utilisée des techniques alternatives.

**Fossé** : ouvrage temporairement submersible, linéaire, à ciel ouvert, de faible largeur, assez profond, avec des rives abruptes (souvent de pente de plus de 45°). Il sert au recueil des eaux pluviales, à leur rétention, à leur écoulement et à leur évacuation par infiltration et/ou rejet dans un cours d'eau ou un réseau. Ce qui distingue le fossé de la noue est principalement son profil : pente, largeur, profondeur.



**Massif** : cavité dans le sol remplie d'une structure granulaire à forte porosité (gravier, galets, roches concassées sans sable par exemple) qui retient l'eau dans les vides du matériau. Il est souvent recouvert d'un revêtement selon son usage superficiel (dalle de béton, pelouse ou enrobé bitumineux par exemple). S'il n'est pas recouvert, la structure granulaire se présente à ciel ouvert. Une chaussée réservoir est une version linéaire du massif sous une voirie.

**Bassin en eau** : Bassin de récolte temporaire des eaux de pluie et de ruissellement. Il conserve une lame d'eau en permanence dont le niveau est variable en fonction des pluies. Leur échelle est très variée : de la simple mare dans le jardin au véritable lac accueillant des activités nautiques. Quel que soit sa taille, le bassin en eau abrite toujours un écosystème aquatique dont l'équilibre dépend des variations de volume et de la qualité des eaux dues aux apports pluviaux.

**Bassin sec** : assimilable à une noue élargie, il est de forme plus circulaire et sert moins à l'écoulement qu'au stockage de l'eau. Les rives des bassins sont souvent en pente douce mais peuvent aussi être raides. Temporairement submersible, sa surface peut être végétalisée, engazonnée, plantée, renforcée (dalle gazon) ou bien encore revêtue (pavé à joint infiltrant, pavés poreux...).

**Puit perdant (ou perdu)** : puit dont le bas de la crépine peut être en contact direct de la nappe sous-jacente entraînant une injection directe d'eau.

**Puit d'infiltration** : puit dont le bas de la crépine est à plus d'un mètre de la surface de la nappe sous-jacente à son niveau le plus haut.

## THERMES TECHNIQUES

**Infiltration dans le sol** : Passage de l'eau à travers le sol par percolation avant d'atteindre la nappe.

**Taux d'infiltration (ou régime d'infiltration)** : flux d'eau transféré vers le sol en un certain temps  $t$ . Il s'exprime en  $mm/h$  et dépend des propriétés physiques du sol mais également du régime de la pluie et de l'état hydrique du sol.

**Revêtement perméable** : Revêtement qui se laisse traverser par les eaux pluviales et est mis en œuvre sur une fondation et (éventuellement) une sous fondation elles-mêmes perméables.

**Surface miroir d'un ouvrage** : air délimitée par la projection verticale de son volume.

**Conductivité à saturation du sol** : valeur limite du taux d'infiltration lorsque le sol est saturé en eau et homogène. C'est une propriété intrinsèque du sol qui permet de dimensionner le volume de stockage nécessaire de l'ouvrage d'infiltration.

**Coefficient de ruissellement** : rapport entre la hauteur d'eau ruisselée à la sortie d'une surface considérée et la hauteur d'eau précipitée sur cette surface.

**Axe de ruissellement concentré** : chemin préférentiel emprunté naturellement par l'eau de ruissellement en fond de thalwegs, vallées et vallons secs.

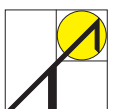
**Débit de pointe** : débit d'eau maximal engendré par un épisode pluvieux

**Drainage** : opération qui consiste à faciliter, au moyen de drains ou de fossés, l'écoulement de l'eau en excès dans un terrain ; assèchement

**Teneur en eau (pondérale ou volumique)** : quantité d'eau contenue dans un échantillon de matière rapportée au poids ou au volume de l'échantillon.

**Volume utile** : volume disponible dans l'ouvrage pour stocker l'eau.

**Porosité** : volume occupé par les vides d'un matériau poreux. Ce volume peut être occupé par de l'air et de l'eau.



**Poreux** : qui présente des pores, dont la texture comporte de très nombreux petits trous.

**Granulométrie** : mesure des dimensions des grains d'un mélange, détermination de leur forme et de leur répartition statistique.

**Colmatage** : action d'obstruer un substrat par l'accumulation de matières solides jusqu'à le boucher complètement.

**Substrat** : matériau poreux de remplissage d'un ouvrage d'infiltration ou de rétention (terre, sable, gravier, etc.)

**Sol saturé en eau** : état hydrique d'un sol dont la porosité est totalement remplie par de l'eau.

**Débit de fuite** : Débit maximum de rejet des eaux pluviales se déversant à l'exutoire.

**Exutoire (ou déversoir)** : issue par laquelle l'eau d'un cours d'eau, d'un lac, d'une nappe ou de tout autre ouvrage de stockage d'eau s'écoule par gravité.

**Ajutage** : Orifice ou équipement de sortie d'une rétention par lequel l'eau s'écoule jusqu'à ce que cette dernière soit vide.

**Rétention** : Retenue temporaire des eaux pluviales, dont le débit de sortie est inférieur au débit d'entrée grâce à un ajutage. La rétention est destinée à se vider à débit limité.

**Trop-plein** : Débordement d'eau d'un volume lorsque la capacité de ce dernier est atteinte.

**Pluie de projet** : évènement pluvieux artificiel sur lequel se base le dimensionnement d'un ouvrage. Il est représentatif de la pluviométrie locale et il est possible d'y associer une période de retour. Statistiquement l'ouvrage ne peut alors déborder qu'une fois au cours de la durée du temps de retour de la pluie de projet de dimensionnement choisie. On choisit une pluie de projet d'occurrence faible (généralement 25 ans) afin que l'ouvrage soit le plus rarement submergé possible.

**Temps de retour (ou période de retour, période de récurrence) d'une pluie** : moyenne à long terme du temps ou du nombre d'années séparant un évènement de grandeur donnée d'un second évènement d'une grandeur égale ou supérieure.

**IDF (Intensité-Durée-Fréquence) d'une pluie** : relation qui établit le lien entre l'intensité d'une pluie, sa durée et sa fréquence d'occurrence pour une localité donnée. Une pluie d'une occurrence de 25 ans rassemble suivant une relation exponentielle des pluies de très fortes intensités sur un court laps de temps et des pluies de plus faibles intensités étalées sur plusieurs jours.

**Système de « dégrillage »** : système permettant de retenir les objets flottant dans l'eau

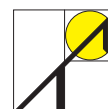
**Crapaudine** : Grille placée dans une gouttière, à l'entrée du tuyau de descente, pour empêcher que des déchets ne s'y introduisent.

**Géomembrane** : produit mince, souple et continu, utilisé dans le génie civil pour assurer l'étanchéité d'une structure.

**Géotextile** : produit ou article textile utilisé dans le génie civil comme drain, filtre, armature, etc.

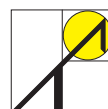
**PEHD (polyéthylène haute densité)** : polyéthylène qui a été synthétisé en 1953 et utilisé entre autre pour la production de plastique de haute résistance et de géomembranes (Wikipédia).

**EPDM (éthylène-propylène-diène monomère)** : caoutchouc élastomère spécial, introduit sur le marché en 1963 et utilisé entre autre pour la fabrication de joints d'étanchéités et thermiques ou de bâches et géomembranes (Wikipédia).



**Ecosystème** : ensemble des êtres vivants et des éléments non vivants, aux nombreuses interactions, d'un milieu naturel (forêt, lac, champ, etc.).

**Phyto-remédiation** : dépollution des eaux par les plantes selon plusieurs mécanismes.





## DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

### OUVRAGES DE RETENTION ET D'INFILTRATION METHODE RATIONNELLE

*Cette fiche informative détaille la méthode de dimensionnement des infrastructures de gestion (noues, bassins, jardins, puits, etc.) implémentée au sein de l'application web Eaux Pluviales disponible à l'adresse : [www.ucldevelopment.be](http://www.ucldevelopment.be) (adresse temporaire)*

### OBJECTIFS

De nombreuses méthodologies existent pour dimensionner des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Chacune nécessite une caractérisation plus ou moins détaillée de l'environnement d'étude et sera adaptée pour couvrir un projet de plus ou moins grande échelle, allant du dimensionnement d'un ouvrage unique à l'étude d'un bassin versant entier.

Une application web ([www.ucldevelopment.be](http://www.ucldevelopment.be)) a été développée afin de soutenir les porteurs de projets de construction et de rénovation dans la gestion durable des eaux pluviales. Cette application implémente une méthode dite « rationnelle » qui peut être appliquée à partir des plans du projet, sans visite détaillée du terrain, et qui est adéquate pour le travail à l'échelle de la parcelle.

La méthode rationnelle se base sur l'estimation des débits entrant et sortant de l'ouvrage. Le débit entrant sera fonction des surfaces du projet et du choix de la pluie de projet. Les débits sortants seront fonction des possibilités d'évacuation finale des eaux du projet.

Ainsi les étapes de dimensionnement sont les suivantes :

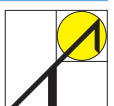
1. Identifier les réseaux

Ensuite pour chaque réseau :

2. Encoder les surfaces
3. Valider la pluie de projet pour définir le débit entrant
4. Déterminer l'exutoire final et son débit de fuite
5. Choisir le type d'ouvrage désiré

Le choix de l'ouvrage spécifique est laissé en dernière étape, ce choix influencera le rapport entre la hauteur et la surface adéquate de l'ouvrage pour stocker le volume de dimensionnement ainsi que la possibilité de combler ou non l'ouvrage d'un matériau stockant (terre, sable, gravier, galet). Cependant le choix entre ouvrage d'infiltration ou de rétention devra être fait à l'étape 2 car il détermine le débit de fuite de l'ouvrage.

L'encodage d'un projet de dimensionnement d'ouvrages de gestion peut être effectuée de manière itérative avec un niveau de détail croissant progressif. Une feuille de synthèse du projet est accessible après l'encodage et peut être annexée à la demande de permis pour justifier les choix entrepris pour la gestion des eaux pluviales à la parcelle.



## PRINCIPES

Le volume d'eau à stocker temporairement dans l'ouvrage sera fonction du débit entrant et sortant de celui-ci. Le débit entrant est déterminé par le choix de la pluie de projet et par les surfaces de réseau reliées à lui. Le débit sortant sera déterminé par l'exutoir final du réseau et par la possibilité d'infiltrer dans le sol ou non.

## DEFINIR LES RESEAUX

Le dimensionnement des ouvrages s'effectue par «réseau». Un réseau rassemble l'ensemble des surfaces de réception d'eau pluviale et les ouvrages de gestion fonctionnant en association et menant à un même exutoire. Une parcelle se décline typiquement en deux réseaux.

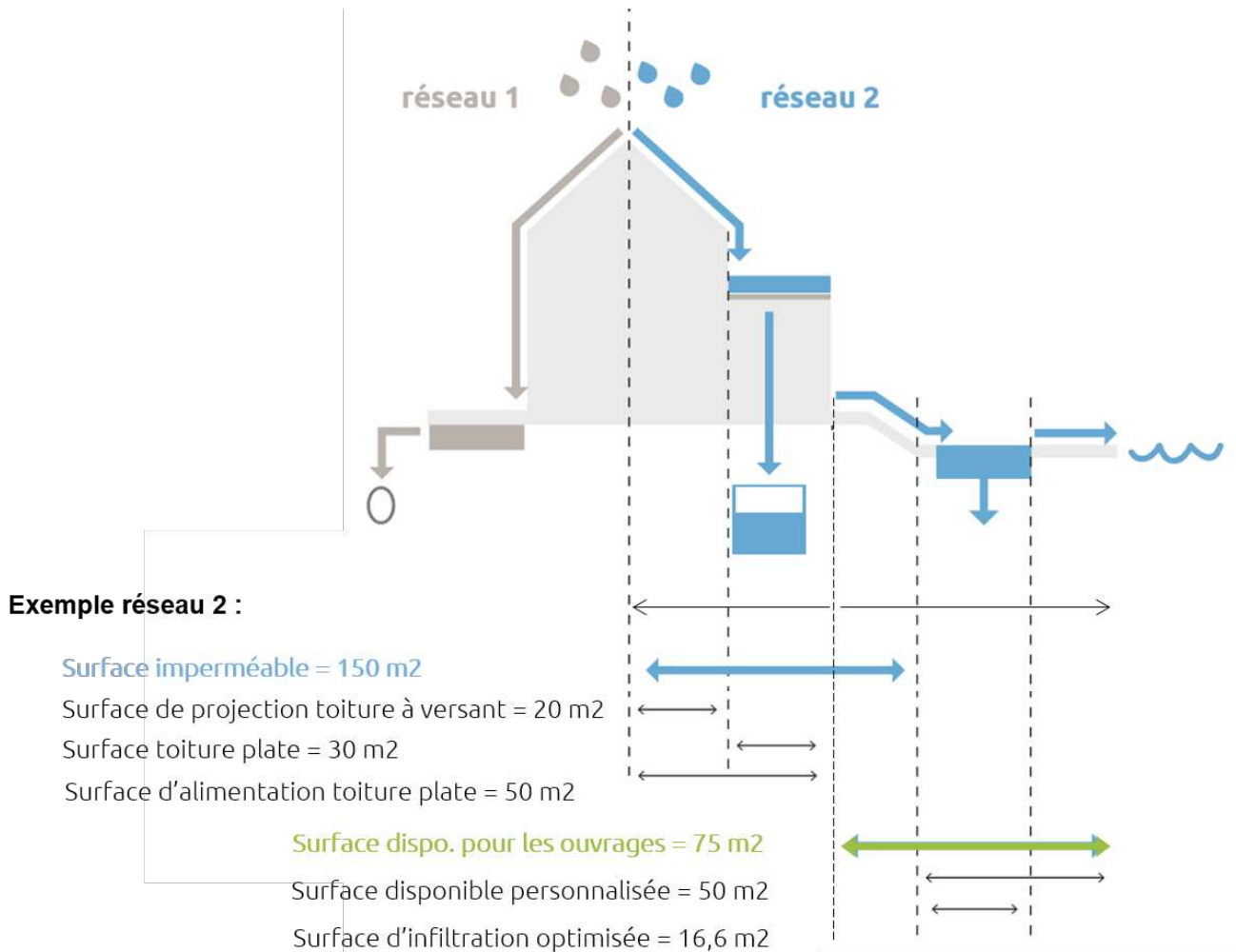


Figure 1 : Définition des surfaces des réseaux du projet - Source: Architecture et Climat

Le réseau 2 attribué au jardin est par exemple composé d'un pan de toiture à versant et d'une toiture plate dont l'eau de pluie est récupérée dans une citerne. Le trop plein de la citerne est relié à un ouvrage d'infiltration des eaux de la terrasse, dont le trop plein est lui-même évacué vers les eaux de surface.

## ENCODER LES SURFACES

Un réseau se compose d'un ensemble de surfaces. Les surfaces imperméables sont génératrices d'eau et les surfaces perméables infiltrent naturellement l'eau.

Pour chaque réseau, encodez l'ensemble des surfaces qui leur sont associées. Les surfaces à prendre en compte sont :

- Les surfaces, dans l'emprise du projet ou en-dehors, qui ne peuvent être dissociées du réseau. Les surfaces perméables dont le coefficient de ruissellement est égal à une prairie doivent être encodés. Ils détermineront la surface disponible pour l'installation d'ouvrages de gestion.

- En cas d'extension / rénovation, la surface totale du projet est prise en compte et pas uniquement la partie étendue / rénovée.
- Sur les parcelles individuelles, le bassin versant amont ne doit pas être pris en considération pour le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Il importe cependant de préserver la continuité hydraulique en cas de présence d'axes de ruissellement traversant la parcelle.

Pour le réseau 2 donné en exemple, il s'agit d'encoder les surfaces de projection des toitures côté arrière de la maison, de la terrasse et du jardin.

Vous êtes ensuite amenés à personnaliser la surface disponible pour l'installation des futurs ouvrages de rétention/infiltration. L'application pourra ainsi calculer une surface optimisée soustraite dans cette surface limite.

- Pour les ouvrages d'infiltration dans le sol il faut respecter une distance minimale de 5 mètres au batit et de 2 mètres aux parcelles adjacentes.
- Afin de valoriser au mieux l'espace vert d'une parcelle nous recommandons l'installation d'ouvrages de superficie considérable mais peu profonds. Ils ne seront immergés qu'en cas de pluie exceptionnelle et pourront être valorisés pour des activités récréatives. Ils encouragent également la biodiversité et leur vidange naturelle par évapo-transpiration allège le réseau.

### COEFFICIENTS DE RUISSÈLEMENT

Pour chaque surface des valeurs de coefficient de ruissellement, de pente et d'orientation déterminent le volume réel d'eau généré par la pluie de projet. Ces paramètres sont pré-encodés dans l'outil mais vous pouvez les ajuster en fonction de la réalité de vos surfaces (voir tableaux ci-dessous).

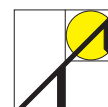
Le minimum est de mettre à jour les coefficients de ruissellement. Dans le cadre d'une première approche, les coefficients additionnels (pente, orientation, filtration, etc.) peuvent être laissés à 1 et n'interviendront alors pas dans les calculs.

Nature de la surface	CR
forêts, bois	0,05
prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs,...	0,15
champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles	0,25
toitures vertes >10cm	0,25
dalles gazon,...	0,4
terres battues, chemins de terre,...	0,5
pavés à joints écartés, pavés drainants,...	0,7
allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés,...	0,9
toitures, routes, plans d'eau,...	1

Figure 2 : Coefficients de ruissellement - Source : GT-GTI Aquawale BO

Coefficient lié à la pente et à l'orientation influençant le volume d'eau de pluie collecté								
Valeur par défaut : 1								
Ajustement possible par l'utilisateur en fonction de l'inclinaison et de l'orientation:								
Inclinaison	Nord	Nord-Est	Est	Sud-Est	Sud	Sud-Ouest	Ouest	Nord-ouest
30°	0,875	0,75	0,875	1	1,125	1,25	1,125	1
35°	0,85	0,7	0,85	1	1,15	1,3	1,15	1
40°	0,82	0,64	0,82	1	1,18	1,36	1,18	1
45°	0,785	0,57	0,785	1	1,215	1,43	1,215	1
50°	0,74	0,48	1,26	1	0,74	1,52	1,26	1
> 55°	0,725	0,45	1,275	1	0,725	1,55	1,275	1

Figure 3 : Coefficients de pente et d'orientation influençant le volume d'eau de pluie collecté - Source: Info-fiches-Bâtiment durable



Types de filtres	Coefficient de filtration [%]
Valeur par défaut	100
Filtres intégrés dans les gouttières, crépines, crapaudines, grilles...	100
Filtres en ligne intégrés dans la Descente d'Eau Pluviale (DEP)	70 à 90
Filtres non autonettoyants (à panier) enterrés ou intégrés à la citerne (filtres en ligne)	90 à 100
Filtres autonettoyants enterrés ou intégrés à la citerne : filtre cyclone, filtre	90 à 95

Figure 3 : Coefficients de perte d'eau collectée pour différents systèmes de filtration - Source: Info-fiches-Bâtiment durable

### AXES DE RUISSELLEMENT

Dans le cas de l'implantation d'un ouvrage dans un axe de concentration du ruissellement, l'axe peut exceptionnellement être dévié mais doit sortir de la parcelle au même endroit qu'avant. Un axe naturel de ruissellement constitue une servitude sur la parcelle et il ne peut pas être interrompu. Il n'est alors pas pris en compte dans le volume de dimensionnement.

### PLUIE DE PROJET

La pluie de projet est la pluie la plus contraignante que l'ouvrage doit pouvoir gérer sans déborder. On choisit une pluie de projet d'occurrence faible afin que l'ouvrage ne soit presque jamais submergé.

Pour le dimensionnement d'ouvrages à la parcelle, la période de retour prise en compte pour le choix de la pluie de projet est de **minimum 25 ans**. S'il le souhaite, le demandeur peut choisir une valeur supérieure pour augmenter le niveau de protection.

Le volume des précipitations entre le nord et le sud de la Région wallonne est variable, ce qui a une incidence sur l'intensité et la durée de la pluie de 25 ans. Pour un dimensionnement précis des ouvrages à la parcelle, il est recommandé de **mettre à jour les données d'intensité de pluie sur base des données du portail de l'IRM** pour la localité du projet. Les IDF par communes sont disponibles sur le site de l'IRM : <http://www.meteo.be/meteo/view/fr/27484519-Climat+dans+votre+commune.html>.

### IDF (Intensité-Durée-Fréquence) d'une pluie :

Relation qui établit le lien entre l'intensité d'une pluie, sa durée et sa fréquence d'occurrence pour une région donnée. Ces relations s'établissent sur base des historiques pluviométriques locales. Ainsi, une pluie d'une occurrence de 25 ans survient en moyenne une fois tous les 25 ans. Elle rassemble suivant une relation exponentielle des pluies de très fortes intensité sur un court laps de temps et des pluies de plus faibles intensité étalées sur plusieurs jours.

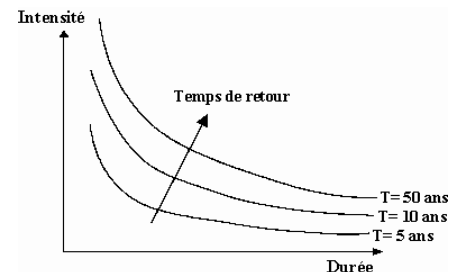


Figure 2 : Relations IDF de pluies d'occurrence 5, 10 et 50 ans

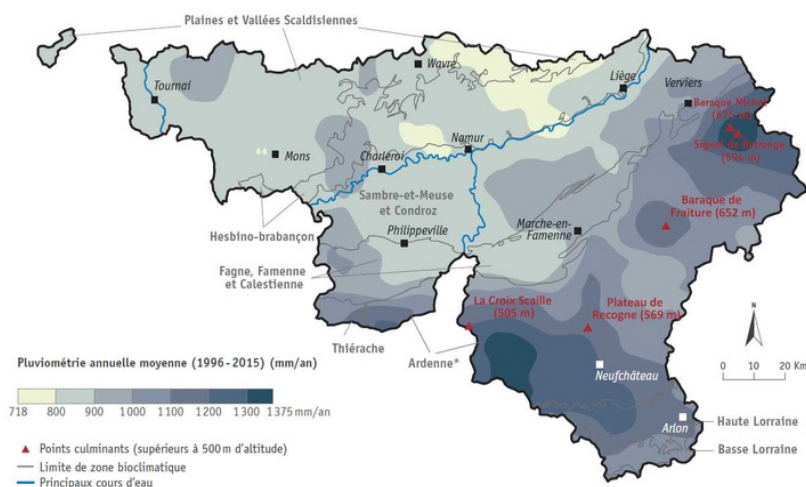
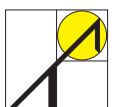


Figure 3 : Répartition spatiale de la pluviométrie annuelle moyenne en Région wallonne - Source: IRM



## DEFINIR L'EXUTOIRE FINAL

L'exutoire final de la parcelle influencera le débit de fuite visé, ou autorisé, et déterminera donc le dimensionnement de retenue de l'ouvrages à installer. La détermination de l'exutoire final d'un réseau résulte de la réflexion suivante :

1. L'infiltration doit être envisagée en premier lieu, elle est obligatoire sauf dans une zone d'exclusion légale ou sur base d'une justification de non faisabilité technique. S'il n'est pas possible d'infiltrer la totalité des eaux pluviales, une infiltration partielle doit être envisagée.
2. Vient ensuite la possibilité d'un rejet en eau de surface, ou vers une voie artificielle d'écoulement.
3. En troisième lieu le rejet à l'égout peut être envisagé. L'installation d'un ouvrage de rétention reste important pour décaler l'évacuation des eaux pluviales avec le pic de précipitation.
4. Finalement, en l'absence démontrée d'exutoire, le déversement d'eaux pluviales en sortie de l'ouvrage de rétention en voirie est autorisé.

## DETERMINER LE DEBIT DE FUITE

Dans le cas d'une infiltration, le débit de fuite correspond au débit d'infiltration à travers la surface perméable de l'ouvrage d'infiltration. Il s'agit de multiplier la surface d'infiltration (voir paragraphe « Déterminer la surface d'infiltration ») avec la conductivité hydraulique à saturation du sol (voir paragraphe « Déterminer la capacité d'infiltration du sol »).

Dans le cas d'un ouvrage de rétention sans infiltration, une limitation du débit de fuite est imposée et doit être garantie. Le débit de fuite maximal autorisé est fonction de la surface totale du projet et ne doit pas dépasser 5 L/s/ha, sauf si le débit résultant est inférieur à 0,5 L/s, dans ce cas cette dernière valeur peut être considérée.

Dans le cas d'un ouvrage d'infiltration avec déversement vers un exutoire, les deux débits précédents (débit d'infiltration dans le sol et débit de fuite) sont sommés pour le calcul du débit de vidange.

## REMARQUES

- L'autorité en charge a la possibilité d'augmenter ou de diminuer les valeurs maximales autorisées en fonction des particularités des conditions locales (situation du projet et milieu récepteur).
- Dans le cas d'un permis d'urbanisation (ou d'un ensemble de constructions groupées faisant l'objet d'une demande de permis d'urbanisme), la valeur maximale de débit de fuite à justifier est calculée sur base de l'ensemble des parcelles du projet.

## LE TROP PLEIN

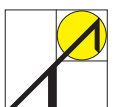
La présence d'un équipement de trop-plein est obligatoire, en plus de la voie de rejet des eaux pluviales en conditions normales (caractérisée par le débit de fuite).

Le trop-plein ne peut fonctionner que quand la capacité de rétention des ouvrages est dépassée, typiquement pour une pluie d'occurrence moins fréquente que la pluie de projet sélectionnée pour le dimensionnement. Les ouvrages à la parcelles étant dimensionnés sur base d'une plus d'au moins 25 ans, le trop plein ne devrait être valorisé qu'une fois tous les 25 ans en moyenne. L'exutoire du trop-plein est à définir et justifier dans la demande de permis.

## DETERMINER LA SURFACE D'INFILTRATION

La détermination de la surface d'infiltration, à savoir la surface de l'ouvrage à travers laquelle l'eau s'infiltrera durant sa vidange, a un impact considérable sur le dimensionnement. En réalité cette surface n'est pas constante. Lorsque l'ouvrage est vide la surface d'infiltration correspond au point bas de l'ouvrage. Lorsqu'il se remplit ou se vide la surface d'infiltration évolue avec le niveau d'eau.

Pour simplifier le calcul tout en garantissant un volume de dimensionnement suffisant, nous considérons la *surface miroir* de l'ouvrage comme surface d'infiltration constante. Cette approximation est valable pour tous les ouvrages de faible profondeur de type noues, fossés, tranchées, bassins, jardins, etc. Pour les puits d'infiltration cette approximation n'est par contre plus valable. Nous prenons alors la surface perméable réelle du puit



donnée par la formule :

$$S_{inf} = 2\pi R.H + \pi R^2 \text{ avec } R, \text{ le rayon du puit et } H \text{ sa hauteur perméable}$$

Pour un puit profond, la seconde partie de la somme, qui correspond à la surface miroir du puit, devient négligeable.

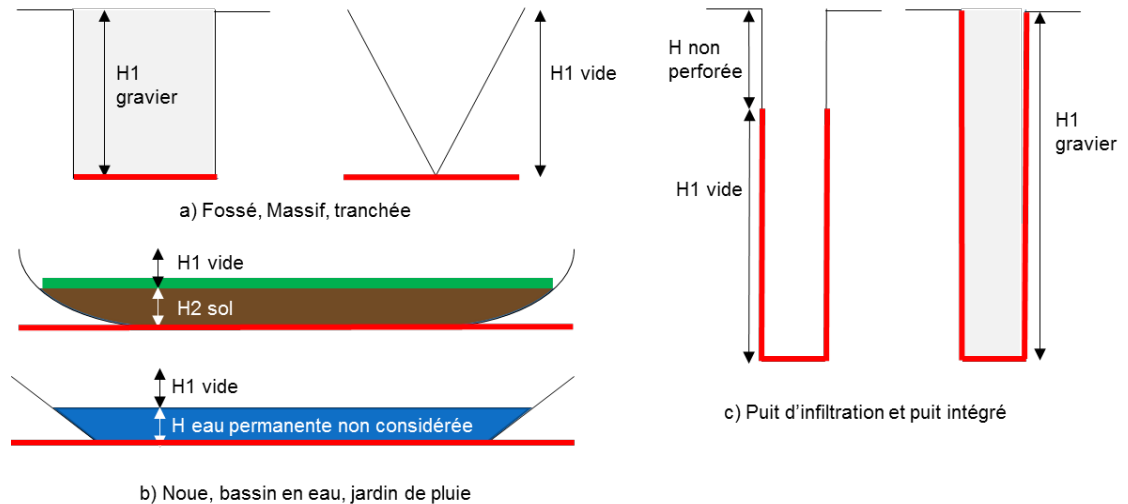


Figure 4 : Surfaces d'infiltration des ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales - Source: Architecture et Climat

Les surfaces d'infiltration miroirs sont indiquées en rouge - Les hauteurs H1 et H2 sont à mettre en relation avec le Tableau 4 « Paramètres de dimensionnement des ouvrages »

### INFILTRABILITE D'UN SOL

Pour l'installation d'un dispositif d'infiltration des eaux pluviales il faut s'assurer au préalable :

- que le sol soit suffisamment perméable (Cfr section suivante) ;
- que le sol ne soit pas pollué par une substance lixiviable pouvant être déplacée vers l'aquifère ;
- que la parcelle ne soit pas localisée dans une zone non appropriée à l'infiltration (zone de protection, etc.) ;
- que la profondeur séparant le fond de l'ouvrage du toit de la nappe soit toujours supérieur à 1 m.

## DETERMINER LA CAPACITE D'INFILTRATION DU SOL PAR UN TEST DE TERRAIN

Le régime d'infiltration ou **taux d'infiltration** désigne le flux d'eau transféré vers le sol en un certain temps  $t$ . Il s'exprime en  $mm/h$  et dépend des propriétés physiques du sol mais également du régime de la pluie et de l'état hydrique du sol. La **conductivité hydraulique à saturation du sol**, ou perméabilité, est la valeur limite du taux d'infiltration lorsque le sol est saturé en eau et homogène. C'est une propriété intrinsèque du sol qui permet de dimensionner le volume de stockage nécessaire de l'ouvrage d'infiltration. Un sol présente une capacité d'infiltration suffisante pour la création d'un ouvrage d'infiltration dès que sa conductivité à saturation dépasse  $20 mm/h$ . La valorisation d'un sol présentant une conductivité plus faible est possible si l'on dispose d'une grande superficie d'infiltration.

L'**essai Porchet** est un essai de terrain facile à réaliser :

### PREPARATIFS

1. Creuser un puit circulaire de dimension appropriée (15 à 30 cm de diamètre, 30 cm de profondeur) à partir de l'horizon de sol correspondant au bas de l'ouvrage d'infiltration.
2. Couvrir le fond de la fosse d'une couche de gravier fin de 2 cm pour éviter la formation de boues.
3. Disposer une règle graduée depuis le fond du trou permettant de suivre la hauteur d'eau.

### SATURATION DU SOL

4. Maintenir le puit rempli par l'apport d'eau continu durant une période d'une heure.

### MESURES

5. Remplir le puit à une hauteur de 75% de sa capacité et mesurer le niveau d'eau à l'instant d'enclenchement du chronomètre.
6. Mesurer le niveau d'eau à intervalles constants (10 minutes) durant 30 à 60 minutes.

La valeur de la conductivité hydraulique à saturation s'obtient alors par la formule suivante :

$$K_{sat} = \frac{r}{2(\Delta t)} \ln \frac{\left(\frac{r}{2}\right) + z_1}{\left(\frac{r}{2}\right) + z_2}$$

Avec  $K_{sat}$ , la conductivité hydraulique à saturation du sol ( $L \cdot T^{-1}$ )

$r$ , le rayon du trou creusé (L)

$z_1$ , la hauteur de lame d'eau au temps  $t_1$  (L) ;

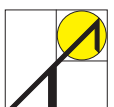
$z_2$ , la hauteur de lame d'eau au temps  $t_2$  (L)

$\Delta t$ , le temps écoulé entre les mesures de la charge  $z_1$  et  $z_2$  (T)

### POINTS D'ATTENTION PARTICULIERS

- Répliquer le test au minimum une seconde fois et garder la valeur de conductivité minimale.
- Réaliser un puit de diamètre uniforme.
- Éviter de compacter le sol des parois du puit. Après avoir creusé le puit il est bon de gratter légèrement les surfaces afin de retrouver la surface naturelle.
- Éviter l'affaissement des parois durant l'essai.

Les ouvrages d'infiltration ont tendance à colmater légèrement dans le temps. Il est donc recommandé d'appliquer un facteur de sécurité de 0.5 à la mesure de conductivité hydraulique obtenue. Une valeur plus faible doit être choisie pour des ouvrages de volumes importants présentant plus de conséquences en cas de débordement.



## METHODE DE CALCUL

Le **volume de dimensionnement** correspond au volume de stockage maximal résultant de la différence entre le débit sortant et entrant de l'ouvrage au passage d'une pluie d'occurrence égale à la pluie de projet.

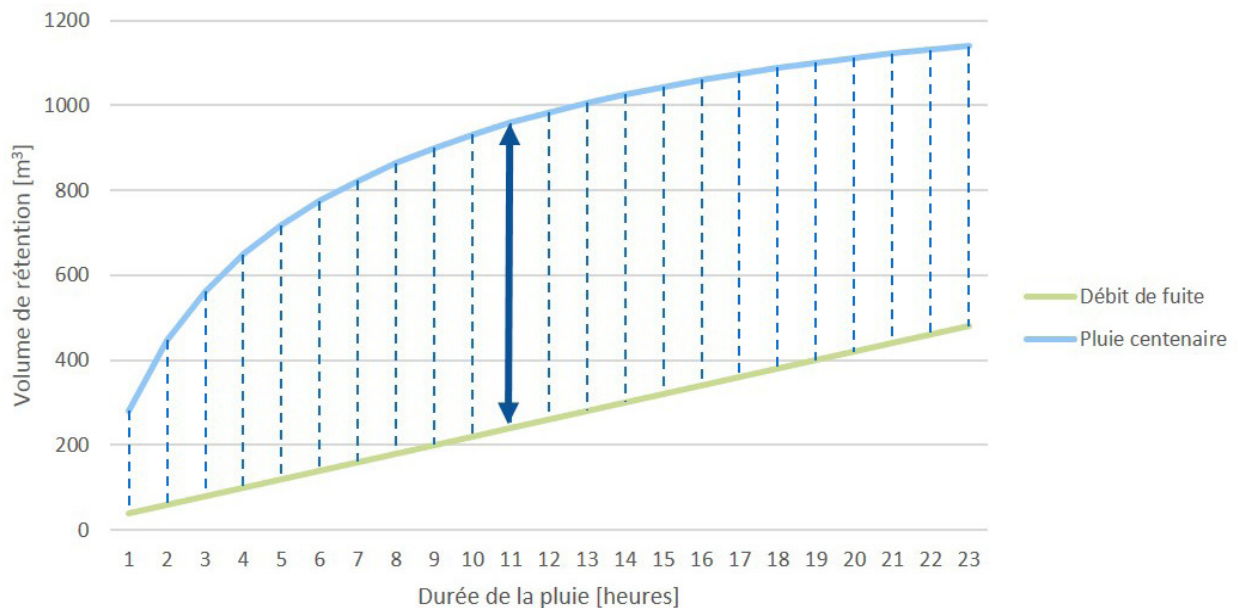


Figure 5 : Le volume de rétention à considérer pour gérer une pluie d'une occurrence donnée (ici 100 ans) est le volume associé à la pluie de durée maximisant la différence entre le débit entrant et le débit sortant de l'ouvrage. - Source : Architecture et Climat

Le volume de stockage à prévoir pour l'ouvrage intègre également la porosité de remplissage.

- Volume de stockage:  $V_s = \frac{(Q_{out} - Q_{in}) \cdot d_p}{\emptyset \cdot 1000} \text{ [m}^3\text{]}$   $d_p$ , la durée de la pluie [s]  
 $\emptyset$ , la porosité de remplissage [-]

Le **débit entrant** correspond au débit généré par le projet, soit le débit généré par l'impact de la pluie de projet sur l'ensemble des surfaces  $S_j$  du réseau, au vu de leur coefficient de ruissellement.

- Débit de projet entrant dans l'ouvrage :  $Q_{in} = (S_{\acute{e}q} \cdot I_i) / 3600 \text{ [L/s]}$

évalué pour toute pluie d'intensité  $i$  ( $I_i \text{ [mm} \cdot \text{h}^{-1}\text{]}$ ) d'un temps de retour de 25 ans

avec la surface imperméable équivalente :  $S_{\acute{e}q} = \sum_{S_i} S_i \cdot C_i \text{ [m}^2\text{]}$   $C_i$ , les coefficient de ruissellement associés aux surfaces  $S_i$  [-]

Le **débit sortant** dépend des possibilités d'évacuation de l'ouvrage par infiltration et/ou débit de fuite vers un cours d'eau ou le réseau d'égouttage.

- Débit sortant de l'ouvrage :  $Q_{out} = \left\{ \begin{array}{l} Q_{infiltration} = (K_{sat} \cdot S_{infiltration}) / 1000 \leftrightarrow \text{Infiltration} \\ Q_{max} \leftrightarrow \text{Rétention évacuée vers eau de surface ou égout} \\ Q_{infiltration} + Q_{max} \leftrightarrow \text{Infiltration} + \text{Rétention évacuée} \end{array} \right\} \text{ [L/s]}$   
Conductivité à saturation de l'ouvrage :  $K_{sat} \text{ [m/s]}$

La **surface de dimensionnement** est alors déterminée par la hauteur de l'ouvrage. La hauteur prédéfinie de l'ouvrage peut être modifiée et la surface de dimensionnement sera automatiquement mise à jour sur base de la relation suivante :

- Surface de dimensionnement :  $S_{\text{dim}} = \frac{V_s}{H} [\text{m}^2]$

Dans le cas d'ouvrages d'infiltration, le calcul du volume de stockage dépend de la surface d'infiltration. Une optimisation itérative du calcul de la surface doit se faire pour que la surface de dimensionnement corresponde à la surface d'infiltration.

Surface de dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration:  $S_{\text{dim}} = \frac{((K_{\text{sat}} * S_{\text{infiltration}}) / 1000 - Q_{\text{in}}) \cdot d_p}{H, 1000} [\text{m}^2]$

t. q.  $S_{\text{dim}} = S_{\text{infiltration}}$

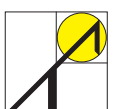
Si la surface de dimensionnement est plus importante que la surface disponible nous préconisons :

- d'augmenter la profondeur de l'ouvrage ;
- d'ajouter un ouvrage de rétention supplémentaire sur le réseau (citerne, toiture stockante,...) ;
- de choisir une solution de stockage sans matériau poreux afin d'optimiser le volume pour le stockage de l'eau ;
- de prévoir une zone verte supplémentaire qui sera occasionnellement et temporairement inondée.

Le **temps de vidange** de l'ouvrage est finalement vérifié :

- Temp de vidange :  $T_v = \frac{V_s}{Q_{\text{out}}} [\text{h}]$

Si le temps de vidange est plus grand que 24h, nous préconisons d'augmenter la surface d'infiltration ou d'augmenter le volume de rétention afin que l'ouvrage puisse faire fasse à une nouvelle pluie dans un laps de temps raisonnable.



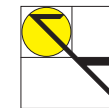
## Paramètres de dimensionnement des ouvrages de rétention et d'infiltration

Informations préalables										
Surface disponible personnalisée	Surface disponible pour l'installation d'ouvrage [m2]									
Temps de retour de la pluie de dimensionnement	25	[ans]								
Volume des précipitations annuelles locales	850	[mm]								
Dmax vers égout ou cours d'eau	5	[L/s/ha]								
Dmax effectif minimum	0,5	[L/s]								
Ksat	Conductivité à saturation du sol [mm/h]									
Matériaux pré-encodés dans l'outil	Porosité [%]									
- Sol léger drainant	30									
- Graviers	40									
- Vide	100									
Paramètres de dimensionnement par défaut	Matériau 1	Matériau 2	H 1 [m]	H 2* [m]	Porosité 1 [%]	Porosité 2* [%]	Largeur/Diamètre type	Surface d'infiltration	Unités de dimensionnement	Débit de vidange
Dispositifs intégrés au batit										
Toiture stockante	Vide	/	0,1	/	100	/	fixée par toiture	/	S [m2], H <sub>acrotères</sub> [m]	Dmax
Toiture stockante en gravier	Vide	Gravier	0,05	0,1	100	40	fixée par toiture	/	S [m2], H <sub>acrotères</sub> [m]	Dmax
Toiture stockante végétalisée extensive	Vide	Sol	0,1	0,1	100	30	fixée par toiture	/	S [m2], H <sub>acrotères</sub> [m]	Dmax
Toiture stockante végétalisée intensive	Vide	Sol	0,1	0,4	100	30	fixée par toiture	/	S [m2], H <sub>acrotères</sub> [m]	Dmax
Citerne d'orage	Vide	/	1	/	100	/	2	/	V [m3]	Dmax
Systèmes pouvant être filtrants, infiltrants ou mixtes en fonction des exutoirs définis (égout et cours d'eau, sol, combinaison des deux)										
Jardin de pluie	Vide		0,1		100		3	Miroir	V [m3], S [m2], H [m]	Ksat et/ou Dmax
Arbre de pluie	Sol		1,5		30		1,5	Miroir	V [m3], S [m2], Nb (S/largeur <sup>2</sup> )	Ksat et/ou Dmax
Noue	Vide		0,3		100		3	Miroir	V [m3], S [m2], H [m]	Ksat et/ou Dmax
Bassin sec	Vide		0,5		100		3	Miroir	V [m3], S [m2], H [m]	Ksat et/ou Dmax
Bassin en eau	Vide		0,5		100		3	Miroir	V [m3], S [m2], H [m]	Ksat et/ou Dmax
Fossé	Vide		0,3		100		1	Miroir	V [m3], S [m2], H [m]	Ksat et/ou Dmax
Massif (tranchée ou chaussée réservoir)	Vide		1,5		0,5		2	Miroir	V [m3], S [m2], L [m]	Ksat et/ou Dmax
Systèmes d'infiltration										
Puit d'infiltration	Vide		10		1		0,5	$2\pi r * H_{perm}$ [m]	V [m3], Nb (V <sub>total</sub> /V <sub>puits</sub> )	Ksat
Echelle d'eau	Vide		0,4		1		0,7*1	Miroir	V [m3], L [m], Nb (V <sub>total</sub> /0,25)	Ksat et/ou Dmax
Systèmes préventifs et associés au trop plein										
Surfaces perméables	/	/	/	/	/	/	fixée par S projet	S [m2]	S [m2]	Ksat
Bandes filtrantes	/	/	/	/	/	/	3	$S_{imperm}/6$	S [m2]	Ksat

\* Certains ouvrages sont composés de 2 matériaux stockant (ex : sol sur couche de gravier drainant) ou d'1 matériau surplombé d'un volume de vides (porosité = 100% si bassin vide).

Valeurs par défaut, modifiables par l'utilisateur

Valeurs fixées, non modifiables par l'utilisateur





# LA CITERNE

## CITERNE DE RECUPERATION CITERNE D'ORAGE CITERNE MIXTE

*Une citerne est un réservoir fermé destiné au stockage temporaire d'eau de pluie. Elle peut être maçonnée ou préfabriquée, en béton ou en matériau synthétique, enterrée ou non. Il en existe de deux types bien distinctes en fonction de leur objectif hydraulique : la citerne de récupération et la citerne d'orage.*

### PRINCIPES HYDRAULIQUES:

**Collecte** : l'eau de ruissellement est collectée vers la citerne par l'intermédiaire de canalisations ou de rigoles.

**La citerne de récupération** : a pour fonction le stockage partiel des événements pluvieux permettant la réutilisation de l'eau de pluie pour des usages domestiques. Elle sera la majeure partie du temps remplie et ne pourra donc pas participer à la rétention temporaire des événements pluvieux importants.

**La citerne d'orage** : a pour fonction la rétention temporaire des événements pluvieux et la restitution lente par évacuation régulée vers un exutoire.

**L'évacuation** : L'eau est uniquement évacuée vers un exutoire (réseau, puits ou bassin de rétention).

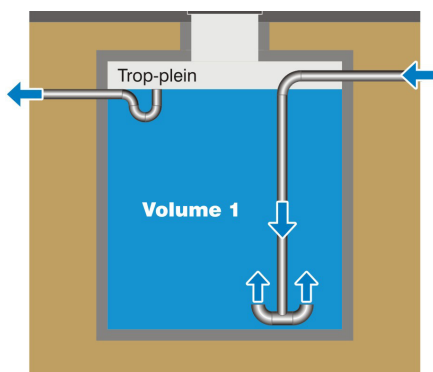
La citerne peut être utilisée seule, comme technique alternative à part entière, ou en complément à d'autres techniques.

### TYPES DE CITERNE:

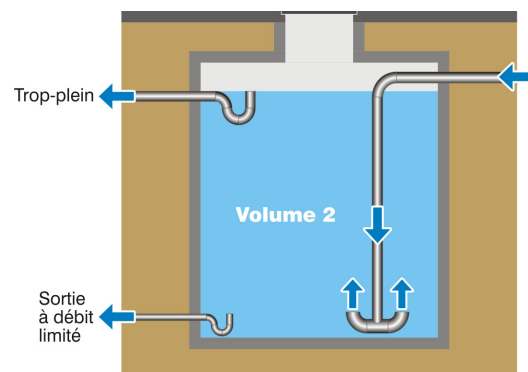
#### CITERNE DE RECUPERATION

La citerne de récupération est destinée à la récolte, à la conservation et à la valorisation des eaux de pluie pour une utilisation domestique de celles-ci. Le dimensionnement de telles citernes dépend des précipitations moyennes de la région, de leur fréquence, des surfaces de récolte et de l'usage qui peut être faite de l'eau. L'objectif de cet ouvrage est d'être le plus souvent possible suffisamment rempli que pour pouvoir répondre aux besoins du ménage. Un trop-plein est situé en partie haute de la cuve.

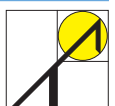
Une bonne partie de l'eau est réutilisée pour les usages domestiques et s'écoule ensuite vers l'égout collectif, en différé, sous forme d'eau usée.



**Figure 1:** Citerne de récupération avec évacuation par trop-plein par la surverse supérieure permettant le stockage des eaux pluviales pour un usage domestique. Source: Architecture et Climat



**Figure 2:** Citerne d'orage avec évacuation des eaux par un dispositif en pied de citerne assurant la vidange totale de celle-ci en un temps limité. Un trop-plein supérieur permet la surverse des eaux lorsque la capacité de la citerne est atteinte. L'ensemble garantit que la citerne soit vide au moment de l'épisode pluvieux suivant. Source: Architecture et Climat



### CITERNE D'ORAGE

La citerne d'orage (ou bassin, cuve de rétention) est destinée à la récolte temporaire des eaux de très fortes pluies qui sont ensuite évacuées vers l'exutoire à débit régulé de manière à ne pas surcharger le réseau aval au moment où la crue est la plus forte.

L'objectif de cet ouvrage est d'être le plus souvent vide pour pouvoir remplir sa fonction hydraulique lors de l'averse suivante. Afin de garantir la vidange de la cuve, un orifice d'évacuation d'eau est placé en partie basse. Un trop-plein est néanmoins situé en partie haute de la cuve en cas de débordement. La citerne d'orage peut être connectée au trop-plein d'une citerne de récupération.

### CITERNE MIXTE

La citerne mixte cumule les deux objectifs ci-dessus. Elle présente un volume total correspondant à la somme des deux volumes précédents : le volume prévu pour la citerne d'orage se situe au-dessus du niveau du trop-plein du volume prévu pour la citerne de récupération.

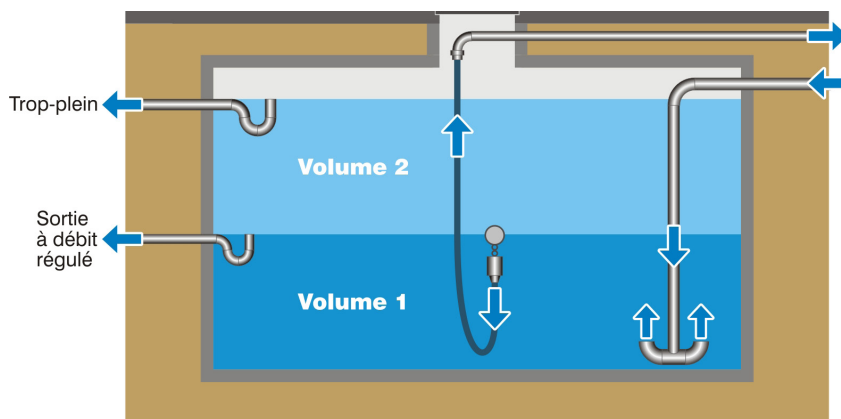


Figure 3: Citerne mixte, avec évacuation des eaux par un dispositif à mi-hauteur de citerne assurant la vidange du volume supérieur de la citerne en un temps limité. Ce système garantit que la citerne soit partiellement vide au moment de l'épisode pluvieux suivant. Un trop-plein supérieur permet la surverse des eaux lorsque la capacité de la citerne est atteinte. Les eaux du volume inférieur peuvent être valorisées par un usage domestique. Source: Architecture et Climat

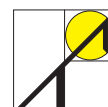
### QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS



Figures 4 et 5: Pose de deux citernes en béton préfabriqué, connectées l'une à l'autre - Source: A.Evrard, Maison Passive

Figures 6 et 7: Pose de citernes enterrées en polyéthylène haute densité

Figure 8: Colonne Plubo, citerne de récupération en matière synthétique, à placer sur une descente d'eau - Source: www.plubo.be



## DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement d'une citerne de récupération consiste à déterminer son volume sous le trop-plein. Ce volume dépend :

- des précipitations locales (fréquence et intensité) ;
- des surfaces de ruissellement d'alimentation : taille, pente, orientation et revêtement ;
- de la demande en eau de récupération ;
- du degré d'autonomie souhaité par rapport au complément en eau de distribution.

Dans l'outil de conseil Eaux Pluviales de la Région wallonne, nous proposons de valoriser la méthode proposée par le Vlaamse Milieu Maatschappij dans la brochure Waterwegwijzer voor architecten (disponible sur internet : <http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>). Cette méthode est déjà valorisée en Région bruxelloise et est expliquée en français dans l'Info-fiche pour professionnels EAU03 de Bruxelles Environnement, Récupérer les eaux de pluie (disponible sur internet : [www.bruxellesenvironnement.be/guide\\_eco\\_construction](http://www.bruxellesenvironnement.be/guide_eco_construction)). Afin d'éviter un sur dimensionnement de la citerne, nous recommandons cependant un dimensionnement spécifique au sud du Sillon Sambre et Meuse où les précipitations sont plus importantes que dans la partie nord du pays.

Le principe de dimensionnement d'une citerne d'orage consiste à déterminer son volume au-dessus de son orifice de vidange à débit régulé. Ce volume dépend :

- des précipitations exceptionnelles auxquelles on souhaite/doit faire face ;
- des surfaces de ruissellement : taille, pente, orientation et revêtement ;
- du débit de fuite prescrit ou souhaité.

## CONSEILS DE CONCEPTION ET DE REALISATION

### CONCEPTION

L'installation d'une citerne de récupération dans un projet de construction et/ou rénovation d'habitation individuelle permet de répondre à certains besoins en eau domestique.

Le principe de conception est relativement simple: l'eau de pluie tombant sur le(s) toit(s) est collectée par les gouttières et les descentes d'eau. Elle passe ensuite dans un premier filtre afin d'éliminer les poussières et les particules avant d'être stockée dans le réservoir ou la cuve. Une pompe (immergée ou non) envoie l'eau stockée vers les divers appareils et points de puisage de l'habitation.

La citerne d'eau de pluie doit également être reliée à un système de trop-plein en cas de débordement et à un système d'approvisionnement en eau potable de distribution en cas de sécheresse prolongée.

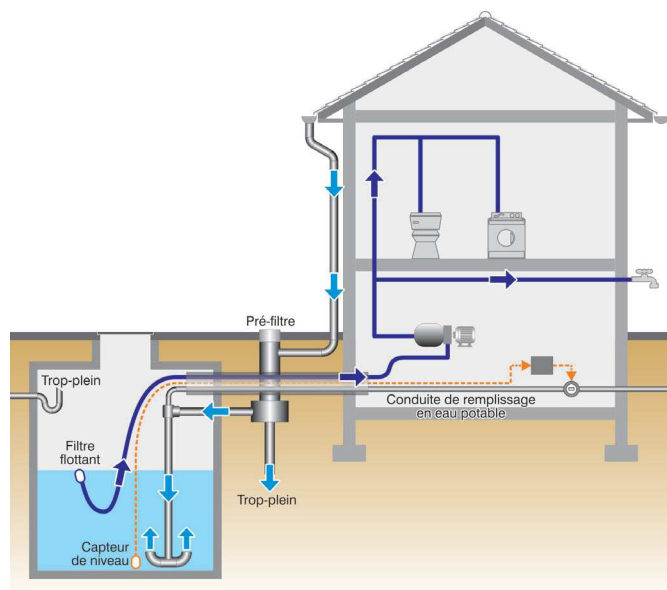


Figure 9: Principe d'installation et de fonctionnement de la citerne de récupération et mise en évidence des principaux équipements.  
Source: Architecture et Climat

Le choix du matériau de la citerne, de sa capacité, des équipements et des surfaces de toiture à raccorder à la citerne sont des éléments qui doivent être étudiés et appréciés en fonction de la consommation souhaitée en eau de pluie.

Pour une information plus complète, les documents suivants peuvent être consultés :

- L'Info-fiche EAU03, Récupérer les eaux de pluie, Bruxelles Environnement, [www.bruxellesenvironnement.be/guide\\_eco\\_construction](http://www.bruxellesenvironnement.be/guide_eco_construction),
- Le Waterwegwijzer voor architecten du Vlaamse Milieu Maatschappij, <http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>,
- Aménager votre habitation pour mieux préserver le "patrimoine eau" de la Région, Inter- Environnement Bruxelles, 2007, <http://www.ieb.be/wpcontent/uploads/2007/06/gestioneaupluie.pdf>.
- Chapitre « Réduire la consommation des ressources » de la publication Rénovation durable des bâtiments scolaires réalisée sous la direction d'André De Herde pour le Service Public de Wallonie - Département Energie, de 2011 à 2014. Document téléchargeable sur le site <http://energie.wallonie.be>

## REALISATION

### INSTALLATION

En fonction de la configuration du bâtiment, la citerne d'eau pluviale sera placée à l'abri des pollutions externes, dans un endroit frais et sombre pour éviter le développement d'algues, et si possible sur un lit de sable de 10cm. Idéalement enterrée, elle pourra aussi être placée hors sol dans une cave, au jardin ou encore dans les étages supérieurs d'un bâtiment dans l'optique d'une distribution par gravité, si toutefois la structure le permet. Idéalement une citerne d'eau pluviale est enterrée, protégée si nécessaire d'infiltrations indésirables par un enduisage étanche.

Le placement d'une citerne enterrée en zone inondable ou dans un axe de ruissellement concentré présente cependant le risque d'être obstruée par des eaux boueuses en cas d'orages importants.

Si les conditions locales orientent le choix vers une citerne hors sol, on veillera à ce qu'elle soit placée dans un endroit frais et à l'abri du rayonnement solaire. La surface de pose doit être stable. La citerne doit être accessible, notamment pour le nettoyage et la vérification des équipements :

- le couvercle du conduit d'entrée doit être libre de toute végétation ou dépôt;
- l'ouverture suffisamment grande pour permettre à un homme de pouvoir descendre dans la citerne;

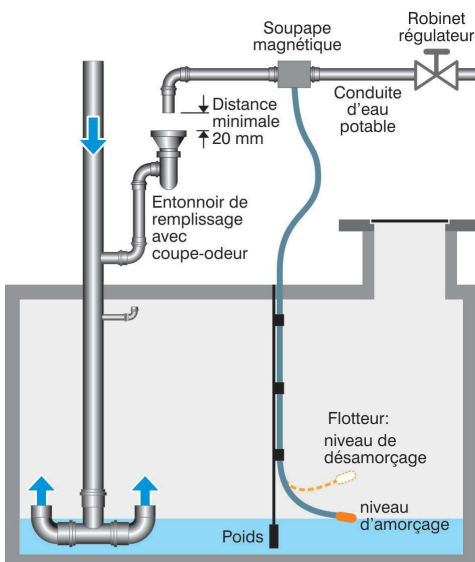
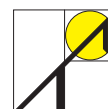


Figure 10: Principe d'installation et de fonctionnement de la citerne de récupération et mise en évidence des principaux équipements. Source: Architecture et Climat

- le sol de la citerne doit être suffisamment solide pour supporter le poids d'une échelle et de la personne sur celle-ci.

En zone urbaine, pour une raison d'entretien de la citerne et des filtres, la citerne devra être divisée en deux compartiments. Un premier compartiment servant de bassin de décantation, d'une capacité de 10 à 20% de la capacité du second compartiment et dont le surplus alimente le second compartiment. Un deuxième compartiment servant de réservoir proprement dit.



## MATERIAUX

Deux types de matériaux sont disponibles pour les citernes de récupération : matériaux inertes (béton ou terre cuite) et matières synthétiques. La matière de la citerne doit assurer son étanchéité et préserver la qualité de l'eau. C'est pourquoi, on donnera la préférence aux citernes préfabriquées en béton réalisées d'une pièce ou en maçonnerie cimentée pour leur capacité à neutraliser l'acidité de l'eau de pluie et dont le fond uniquement peut être éventuellement carrelé pour faciliter l'entretien.

Si les conditions locales orientent le choix vers une citerne en matière synthétique on veillera à ce qu'elle soit opaque et constituée de matière recyclée ou réellement recyclable. On y installera des pierres calcaires: celles-ci neutraliseront l'acidité des eaux de pluie, ce qui est nécessaire pour éviter la corrosion des conduites d'eau et de la robinetterie.

Les matières métalliques sont à éviter dans la mesure où son contact avec l'eau de pluie génère de la corrosion.

## EQUIPEMENTS

Une citerne de récupération doit être équipée des éléments suivants (*voir schéma ci-dessus*):

- une amenée d'eau pluviale munie d'un ralentisseur;
- un dispositif d'appoint en eau de ville ;
- un aérateur ;
- une jauge ou d'un détecteur de niveau (facultatif) ;
- un trop-plein d'évacuation ;
- un dispositif de vidange ;
- un accès pour l'entretien : couvercle ou trou d'homme selon la taille de la citerne.

## ENTRETIEN

L'entretien des citernes consiste à :

- nettoyer, tous les 5 à 10 ans (si la citerne est précédée d'un filtre), le fond de celle-ci par temps de sécherresse à l'aide d'un nettoyeur à haute pression, d'une brosse à nettoyer ou d'un tuyau d'arrosage. La javel est fortement déconseillée et n'est pas nécessaire ;
- curer régulièrement les orifices d'arrivée et d'évacuation à débit régulé ou par surverse ;
- en hiver, vider les citernes/tonneaux non enterrés et soumis au gel.

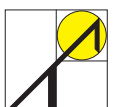
Les filtres, quant à eux, doivent être nettoyés tous les ans.

Nettoyer régulièrement sa toiture et ses gouttières permet également de limiter la fréquence de nettoyage de la citerne.

## COÛT D'INSTALLATION

Les prix repris ci-dessous proviennent de plusieurs sources. Ils sont donnés hors taxes.

- **Pompe** : 235 à 425€ (Source : UPA, 2009).
- **Pré-filtre** :  
Fourniture de 60 à 320€,  
Pose de 40 à 200€.  
Le nombre de pré-filtres nécessaires dépend du type de pré-filtre choisi et, le cas échéant, du nombre de descente d'eau.
- **Placement système d'une conduite d'eau double** dans une construction neuve :  
Surcoût de 250€, soit 310 à 500€/m<sup>3</sup> de volume de citerne. (Source : [5])
- **Cuve en béton** avec couvercle double fond  
Fourniture : 3000 litres : 300€, 5000 litres : 420€, 7000 litres : 600€, 10 000 litres : 720€  
Transport et dépose dans le fond de fouille : 400€.
- **Cuve avec kit d'équipement complet** :  
Fourniture: 5000 litres : 1350€, 7000 litres : 1500€, 10 000 litres : 1650€  
Transport et dépose dans le fond de fouille: 400€
- **Rehausse éventuelle** :  
Fourniture 60 à 100€  
Pose 40 à 60€.
- **Déblais et évacuation des terres** : 15 à 45 €/m<sup>3</sup>.



- **Dalle de fond et remblais en sable stabilisé** : 15 à 25 €/m<sup>3</sup>.

## ENVIRONNEMENT

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la fabrication des citernes sont le béton préfabriqué et le polyéthylène haute densité (PEHD):

- **béton préfabriqué**: produit à partir de granulats, de sable, de ciment portland et d'eau (armatures en acier). L'ensemble de ces ressources sont des ressources naturelles minérales non renouvelables, présentes en quantité importante dans le sous-sol et extraites localement (Belgique). Le béton préfabriqué contient en moyenne 15 à 20% de matières premières secondaires (granulats de béton recyclé)
- **PEHD**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

- **béton préfabriqué**: le béton préfabriqué a une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, le béton est considéré comme un déchet inerte de classe 3. Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (Source : Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999)
- **PEHD**: le polyéthylène haute densité a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans, principalement s'il est exposé aux intempéries et au climat extérieur. Arrivé en fin de vie, le polyéthylène haute densité est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.

#### REEMPLOI - RECYCLAGE

- **béton préfabriqué**: le béton préfabriqué, arrivé en fin de vie, peut être recyclé par concassage (down-cycling). De nombreuses filières de concassage existent en Région Wallonne.
- **PEHD**: le polyéthylène haute densité, arrivé en fin de vie, peut être recyclé (après concassage) et réinjecté dans le processus de production de polyéthylène.

### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

#### QUALITE DES EAUX DE PLUIE

Les citernes en béton et en ciment ont la particularité de neutraliser l'acidité de l'eau de pluie grâce à l'apport en sels minéraux et permettent, sur les parois, l'installation spontanée de micro-organismes ayant une action purificatoire de l'eau conservée. Il est conseillé de disposer des blocs de béton en ciment au fond des citernes de récupération en matériau synthétique afin de profiter de ce même avantage.

Les systèmes de filtration et/ou de décantation en amont des citernes purifient partiellement l'eau de pluie. Les systèmes de filtration en aval des citernes de récupération améliorent encore la qualité de l'eau (degré de purification à définir en fonction de l'usage qui sera fait de l'eau de pluie).

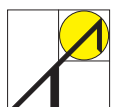
#### QUALITE DES SOLS

Les citernes n'ont pas d'impact négatif sur la qualité du sol.

#### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

L'utilisation d'eau de pluie stockée dans une citerne de récupération contribue indirectement à préserver les nappes phréatiques en diminuant les besoins de pompage dans celles-ci pour la provision d'eau potable de distribution.

#### QUALITE DE L'AIR



Les citernes n'ont pas d'impact négatif sur la qualité de l'air. Elles sont le plus souvent enterrées sous un revêtement minéral et/ou végétal.

#### BIODIVERSITE

Les citernes n'ont pas d'impact positif et/ou négatif sur la biodiversité puisqu'elles sont le plus souvent enterrées.

#### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Les eaux qui alimentent les citernes de récupération proviennent uniquement des toitures. Le risque de pollution accidentelle est, par conséquent, très faible. Cependant, il est utile de sensibiliser les occupants à cet usage en précisant:

- qu'il est interdit de déverser des eaux usées dans les chambres de visite éventuelles en amont de la citerne de récupération;
- qu'il n'est pas conseillé de consommer l'eau stockée dans la citerne pour un usage alimentaire sans l'avoir potabilisée.

Les eaux qui alimentent les citernes d'orage peuvent provenir de tout type de surface imperméabilisée (toiture, parking, voirie, ...). Par conséquent, ces eaux présentent un risque potentiel de pollution accidentelle. En cas d'accident, l'eau polluée présente dans la cuve sera facilement pompée, la cuve nettoyée et réhabilitée. Les eaux qui se sont déversées vers les égouts devraient en principe cheminer vers une station d'épuration où la pollution sera traitée.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

#### INTEGRATION PAYSAGERE

Les citernes sont souvent enterrées et n'apportent pas de plus-value au paysage. Les citernes posées sur le sol au pied d'une descente d'eau sont des objets rapportés dans le paysage et s'intègrent difficilement à proximité d'une façade. Les citernes peuvent être installées en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur site industriel. Elles peuvent prendre place en cave, sous un bâtiment, sous un parking, sous un terrain de sport ou de jeu, dans le jardin, sur une terrasse, et parfois même dans un grenier quand la structure du bâtiment le permet.

#### PLURIFONCTIONALITE

Les citernes sont monofonctionnelles et ne servent qu'au stockage d'un volume précis d'eau.

#### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation «par phase» d'une citerne n'est pas possible. Cependant, plusieurs citernes peuvent être éventuellement couplées en fonction des besoins de stockage.

#### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

Dans le cas d'une citerne de récupération, la sensibilisation des habitants est rendue possible par l'usage d'eau revalorisée et l'économie faite sur la facture d'eau de distribution. Dans le cas d'une citerne d'orage, la sensibilisation des habitants est rendue difficile car le plus souvent invisible.

#### EMPRISE FONCIERE

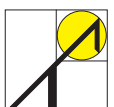
L'emprise foncière d'une citerne est relativement faible car enterrée dans le sol elle permet de disposer du sol au-dessus d'elle pour la construction d'un bâtiment ou pour un autre usage. Dans la ville dense, la citerne est parfois la seule manière de pouvoir absorber les événements pluvieux. La réhabilitation d'une citerne existante annihile son emprise foncière.

#### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est réduit si la citerne est correctement entretenue.

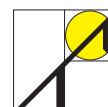
#### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

Les citernes sont pourvues d'un regard de visite fermé qui empêche toute chute ou noyade accidentelle.



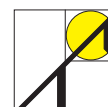
## RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS

Critères	Avantages	Inconvénients
<b>Dimensionnement</b>	Emprise au sol faible	Dépend de l'occupation existante du sous-sol lorsqu'elle est enterrée
<b>Réalisation</b>	Indépendante des contraintes topographiques	Ne peut être réalisée par phase.
<b>Matériaux</b>	La citerne en matière synthétique (PEHD) peut-être installée facilement grâce à son poids peu important. La citerne en matière synthétique est sensible au gel	La citerne en béton nécessite un outillage spécifique pour son installation (grue) vu son poids important.
<b>Entretien</b>	Entretien tous les 5 à 10 ans	Entretien tous les 5 à 10 ans
<b>Coût d'installation</b>	Coût d'installation faible lorsque la citerne est hors-sol Coût d'entretien faible	Coût d'installation élevé lorsque la citerne est enterrée. L'installation d'une citerne enterrée en béton est plus onéreuse qu'une citerne en PEHD.
<b>Environnement</b>	Faible risque de nuisances (odeurs, insectes...) La citerne en béton améliore la qualité des eaux stockées par la neutralisation de l'acidité de l'eau de pluie. Préserve indirectement les nappes phréatiques	
<b>Autres facteurs</b>		Mauvaise intégration paysagère lorsque la citerne est installée hors-sol
<b>Citerne de récupération</b>		
<b>Sensibilisation à la gestion durable de l'eau</b>	La citerne sensibilise les habitants à la revalorisation de l'eau de pluie pour des usages domestiques.	Attention, la confusion avec la citerne d'orage ou mixte est fréquente : la citerne de récupération ne participe pas à la rétention temporaire des précipitations extrêmes.
<b>Risque de pollution</b>	Le risque de pollution accidentelle reste faible car les eaux récoltées proviennent uniquement des toits	
<b>Citerne d'orage</b>		
<b>Sensibilisation à la gestion durable de l'eau</b>		La citerne d'orage sensibilise difficilement le public à la gestion durable de l'eau pluviale car elle est invisible (enterrée)
<b>Risque de pollution</b>		Risque possible de pollution accidentelle car les eaux récoltées proviennent de différents types de surfaces imperméabilisées.
<b>Citerne mixte</b>		
<b>Sensibilisation à la gestion durable de l'eau</b>	La citerne sensibilise les habitants à la revalorisation de l'eau de pluie pour des usages domestiques.	
<b>Risque de pollution</b>	Le risque de pollution accidentelle reste faible car les eaux récoltées proviennent uniquement des toits	



## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Aménager votre habitation pour mieux préserver le « patrimoine-eau » de la Région, IEB (Inter-Environnement Bruxelles), 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [4] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [5] Outil OGEP, Fiche informative Outil de Gestion d'eau de pluie OGE00 «Informations générales»; Bruxelles Environnement 2009
- [6] Outil OGEP, Fiche informative Outil de Gestion d'eau de pluie OGE08 «Les citernes»; Bruxelles Environnement 2009
- [7] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement, version janvier 2006.
- [8] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives d'égoutement des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010
- [9] Chapitre « Réduire la consommation des ressources » de la publication *Rénovation durable des bâtiments scolaires* réalisée sous la direction d'André De Herde pour le Service Public de Wallonie - Département Energie, de 2011 à 2014. Document téléchargeable sur le site <http://wallonie.energie.be>
- [10] Chapitre «Eau et assainissement durable» du projet SUD (Sustainable Urban Design, *Réflexion sur les réponses architecturales aux enjeux du développement durable dans le cadre d'une étude préliminaire pour la rénovation et la densification d'une parcelle de logements à Louvain-la-Neuve*, réalisée sous la direction d'André De Herde pour le Service Public de Wallonie - Département Energie, 2010.





# LES TOITURES STOCKANTES

TOITURE VERTE EXTENSIVE  
TOITURE VERTE INTENSIVE  
TOITURE EN EAU  
TOITURE EN GRAVIER

*Une toiture stockante est une toiture qui peut stocker temporairement un volume d'eau de pluie au plus près de la surface réceptrice (la toiture). Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement des eaux de pluie sur les toits de préférence plats. Le principe consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de toiture, au sein d'un substrat planté ou un massif de graviers roulés, une certaine hauteur d'eau (quelques centimètres), à la faire évaporer, évapotranspirer et/ou à la relâcher à faible débit. Sur les toits en pente, le stockage est également possible en utilisant des caissons cloisonnant la surface.*

## PRINCIPES HYDRAULIQUES

**Collecte** : L'eau est collectée directement sur la surface de la toiture. Aucun ouvrage de collecte n'est nécessaire, sauf si l'eau provient également d'une toiture située à un niveau supérieur.

**La toiture stockante** : La fonction essentielle de la toiture est de réceptionner les précipitations et de les stocker temporairement. La toiture stockante se présente comme une toiture classique mais munie d'acrotères surélevées permettant ainsi la création d'un bassin de rétention d'eau ou bassin «tampon».

**L'évacuation** : L'eau est évacuée par évaporation dans le cas des toitures en eau et par évapotranspiration dans le cas des toitures végétales et/ou à débit régulé vers un exutoire (descente d'eau, réseau, ...).

Les toitures stockantes sont utilisées comme technique préalable à d'autres techniques compensatoires à l'imperméabilisation.

## TYPES DE TOITURES STOCKANTES

Le stockage d'eau est permis grâce à un revêtement d'étanchéité, souvent protégé par une couche de gravillons ou une toiture végétale. Cette couche permet de réduire les débits de pointe durant un événement pluvieux intense.

Sur les toits plats, l'avaloir d'évacuation est muni d'une rehausse avec trop-plein, de quelques centimètres de haut, percé de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge.

Sur les toits en pente, le stockage est également possible, en utilisant des caissons cloisonnant la surface.

Un système de trop-plein permet d'éviter une surcharge de la structure lors d'un épisode pluvieux qui saturerait ce micro-stockage en toiture.

Il existe plusieurs types de toitures stockantes en fonction de la couche de finition éventuelle :

### TOITURE VERTE

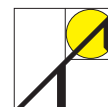
Les toitures vertes (ou toitures végétalisées, toits verts, toiture-jardin, etc.) sont des toitures stockantes où une grande partie de l'eau de pluie est stockée dans le substrat végétal et dans la couche drainante (ou couche réservoir), ce qui réduit les débits et les pointes de débit en provenance du toit.

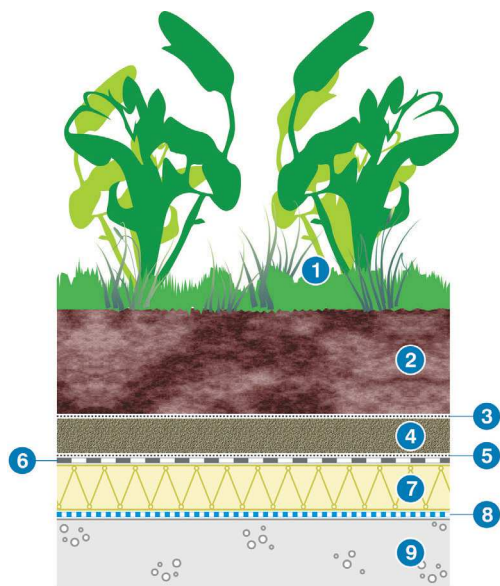
On distingue trois types de toitures vertes en fonction de l'épaisseur du substrat et, par conséquent, en fonction de leur type de végétation :

#### TOITURE VERTE EXTENSIVE

Dans le cas de toitures vertes extensives, le toit ne peut être rendu accessible que ponctuellement, la circulation doit être limitée à l'entretien. Les spécificités de ce type de toiture sont les suivantes:

- épaisseur du substrat entre 2 et 10 cm,
- substrat peu nutritif,





- 1 Végétation
- 2 Substrat
- 3 Couche filtrante
- 4 Couche de drainage
- 5 Couche de protection mécanique et/ou film de polyéthylène
- 6 Etanchéité
- 7 Isolation thermique
- 8 Pare-vapeur éventuel
- 9 Support et pente

Figure 1: Coupe de principe et principaux composants d'une toiture verte - Source: Architecture et Climat

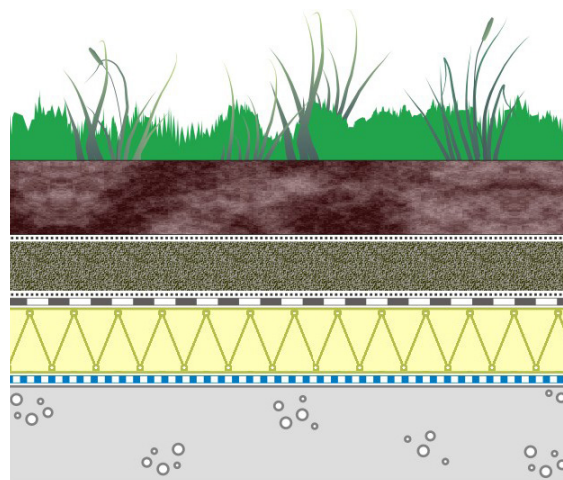


Figure 2: Coupe de principe d'une toiture verte semi-intensive - Source: Architecture et Climat

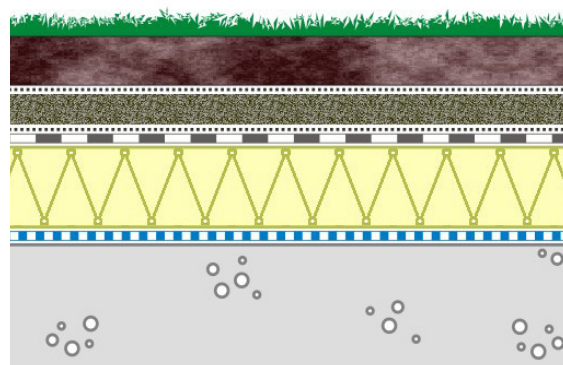


Figure 3: Coupe de principe d'une toiture verte extensive - Source: Architecture et Climat

- plantation de milieux secs, peu diversifiée (mousses, sédums, herbes...).

### TOITURE VERTE SEMI-INTENSIVE

Dans le cas de toitures vertes semi-intensives, le toit peut être rendu accessible et la circulation n'est pas limitée. Les spécificités de ce type de toiture sont les suivantes:

- épaisseur du substrat entre 10 et 25 cm,
- substrat nutritif,
- plantations variées, végétation extensive et intensive de petite taille (y compris arbustes).

### TOITURE VERTE INTENSIVE

Les toitures vertes intensives doivent être considérées comme un véritable jardin. On parle d'ailleurs de jardin suspendu, toiture-jardin ou toiture-terrasse. Le toit est donc rendu accessible et la circulation n'est pas limitée. Les spécificités de ce type de toiture sont les suivantes:

- épaisseur du substrat supérieure à 25 cm (et en fonction du type de plantations),
- substrat nutritif,
- plantations très variées, à l'image d'un jardin traditionnel.

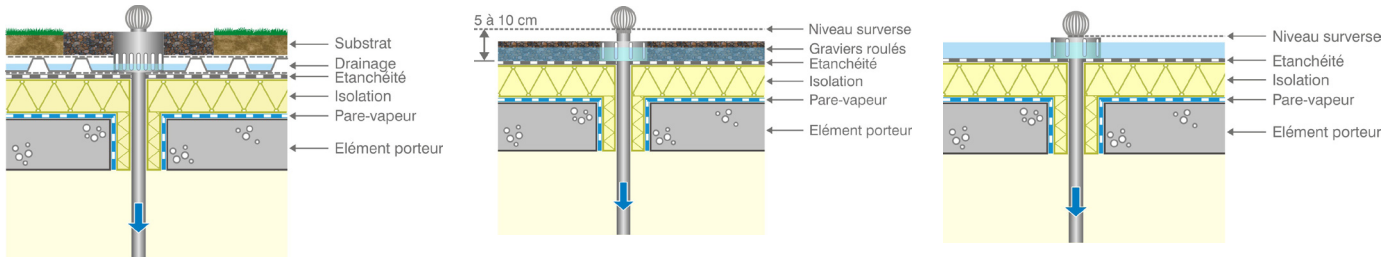
En plus des avantages déjà énoncés ci-dessus, les toitures vertes permettent une meilleure isolation acoustique et une durée de vie prolongée pour les membranes d'étanchéité de couverture en raison d'une protection accrue (contre les UV, par exemple).

## TOITURE EN GRAVIER

Le dispositif de stockage d'une lame d'eau avec restitution à débit régulé est installé au niveau du(des) avaloir(s) du toit en même temps qu'une couche de graviers roulés de quelques centimètres de hauteur. Le volume de stockage doit tenir compte de la porosité du matériau. Les graviers filtrent et ralentissent l'eau de pluie avant son évacuation vers la descente d'eau.

## TOITURE EN EAU

Seul le dispositif de stockage d'une lame d'eau avec restitution à débit régulé est installé au niveau de l'(des) avaloir(s) du toit. Il permet un micro-stockage libre de tout matériau de finition.



Figures 4 à 6: Coupe de principe des trois types de toiture stockante: toiture verte, toiture en gravier et toiture en eau- Source: Architecture et Climat

## LES TOITURES STOCKANTES DANS L'OUTIL DE GESTION

Pour une gestion durable des eaux pluviales, il y a lieu de travailler le plus en amont possible, à l'endroit même où tombe l'eau. C'est pourquoi, les dispositifs passifs d'aménagement de la parcelle (revêtements perméables) sont à privilégier pour limiter l'impact du projet sur le cycle naturel de l'eau.

Les dispositifs de gestion intégrés au bâti, comme la citerne et la toiture stockante, doivent ensuite être envisagés en priorité. C'est pourquoi la réutilisation de l'eau de pluie pour des usages domestiques ou d'entretien du jardin et la toiture stockante sont proposées en amont de l'outil de gestion.

L'utilisateur de l'outil est amené à suivre le raisonnement suivant :

- 1) En premier lieu, estimer le volume d'eau à gérer qui sera fonction de l'ampleur du projet de construction, de la surface des toitures, du rapport entre les surfaces semi-perméables et imperméables de la parcelle. L'utilisateur commence donc par encoder les surfaces et les caractéristiques des revêtements du projet.
- 2) En second lieu, envisager la valorisation d'une toiture plate et/ou l'installation d'une citerne d'orage, avec possibilité d'ajout d'un volume de stockage d'eau de pluie pour la réutilisation.
- 3) En troisième lieu, une fois l'impact du projet minimisé et les ouvrages de gestion intégrés au bâti investigués, dimensionner les ouvrages de gestion à installer sur les espaces libres de la parcelle. Il s'agit ici d'envisager en priorité l'infiltration dans le sol et les dispositifs de surface valorisant la biodiversité et l'évapotranspiration.

## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS



Figure 7: Toiture stockante végétalisée - semi-intensive sur le magasin Caméléon - Source: Catherine Massart



Figure 8: Toiture stockante en eau avec évacuation en différé qui renvoie les eaux vers un terre-plein végétalisé entre le chemin couvert et le bâtiment - Source: Dorothée Stiennon



Figure 7: Toiture stockante végétalisée - semi-intensive sur le magasin Caméléon -  
Source: Catherine Massart



Figure 8: baquets de rétention de substrat pour la réalisation d'une toiture stockante inclinée - Source: Note d'information technique 229 du CSTC

## DIMENSIONNEMENT

Sachant que la surface de la toiture est fixée par le projet d'architecture ou par la situation existante du bâti, le dimensionnement consiste à évaluer la hauteur d'eau pouvant être stockée sur la toiture. Il faut également souligner que:

- la hauteur d'eau dépendra également de la charge admissible par la structure du bâtiment et de la toiture;
- le dimensionnement des toitures vertes et des toitures en gravier devra tenir compte de la porosité du(es) matériau(x) de remplissage. En période hivernale, la porosité du sol recouvrant une toiture extensive peut cependant être saturée en quasi permanence et ne devrait pas être prise en compte dans le dimensionnement.

### DEBIT D'EVACUATION DE LA TOITURE

Le Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC) recommande de dimensionner les évacuations de la toiture sur base de la norme européenne NBN EN 12056-3.

Le débit à évacuer par les avaloirs ( $Q$  [L/s]) est fonction de la surface projetée horizontalement de toiture ( $A$  [m<sup>2</sup>]), de l'intensité de la pluie de projet ( $I$  [l/m<sup>2</sup>.s]) et d'un coefficient de réduction qui tient compte du ralentissement de l'évacuation lié au drainage à travers le matériau poreux d'une toiture verte ou en gravier ( $C$  [-]).

$$Q = I * A * C \text{ [L/s]}$$

Par mesure de précaution le coefficient  $C$  est généralement laissé à 1. Pour le climat belge il est conseillé de prendre une intensité de pluie de 0.05 L/m<sup>2</sup>.s correspondant à une pluie de retour de 25 ans, d'une durée de 2 minutes. Si la toiture se trouve en contre bas d'une façade, il faut additionner la moitié de la surface de la façade à la projection horizontale de la toiture. Le nombre et la section des avaloirs doit ainsi permettre d'évacuer l'eau stockée.

Les documents techniques unifiés (DTU) français pour l'évacuation des eaux pluviales de la toiture recommandent une distance maximale de 30m entre tout point de la toiture plate et une descente d'eau. Toute bouche d'évacuation ne peut drainer une surface supérieur à 700m<sup>2</sup> et doit présenter un diamètre minimum de 60mm.

## CONSEILS DE CONCEPTION ET DE REALISATION

### CONCEPTION

Dans le cas d'une construction existante, il y a lieu de vérifier la structure et la stabilité de la toiture, compte tenu de la surcharge en eau, en gravier et/ou en substrat.

En dehors des toitures végétales intensives, les toitures stockantes doivent être rendues inaccessibles aux piétons et aux véhicules ou transformées en terrasse à part entière (dalles sur plots,...). Elles doivent cependant être accessibles pour leur entretien.

Les toitures comportant des installations techniques (chaufferie, dispositif de ventilation mécanique, aэрорéfrigérants, machinerie ascenseur, capteurs solaires,...) peuvent difficilement servir de toiture stockante.

Idéalement, les toitures vertes doivent être exposées au minimum quelques heures par jour au rayonnement

solaire. Cependant, une exposition dans un site dégagé très lumineux sans soleil direct peut être envisagé. Pour une information plus complète, les documents suivants peuvent être consultés :

- Les toitures vertes, NIT n° 229, CSTC, 2006 ;
- Toitures vertes : évacuation des eaux pluviales, les dossiers du CSTC, 3/2006, Cahier n°2, 2007 ;
- Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007 ([www.bruxellesenvironnement.be/guide\\_eco\\_construction](http://www.bruxellesenvironnement.be/guide_eco_construction)).

## REALISATION

### MATERIAUX

Les éléments porteurs de la toiture plate sont le béton, le bois ou l'acier. Les matériaux valorisés pour l'isolation thermique sont identiques aux toitures classiques. L'étanchéité peut être assurée par différents types de matériaux : panneaux en caoutchouc, géotextile, asphalte coulé, plaque de PVC ou de fibre-ciment. Une réflexion par rapport au risque de perforation de ces matériaux par l'enracinement des toitures végétales doit être portée. Des membranes de protection spécifiques existent. Une couche de gravillons peut également protéger la surface d'étanchéité.

La couche de drainage est assurée par un matériau minéral poreux ou d'autres type (argile expansée, matériaux alvéolaires, éléments synthétiques pré moulés, matelas de drainage synthétiques). Une couche de filtration séparant la couche de drainage du substrat peut être remplie par un matériau non-tissé synthétique en polyester ou polyéthylène. En fonction du type de toiture le substrat est assuré par un lit de gravier, une couche de terre, terreau, compost de feuilles ou encore d'argile expansée ou de pierre ponce.

## ENTRETIEN

Toutes les toitures stockantes nécessitent au moins deux visites d'entretien par an pour veiller au bon état des membranes d'étanchéité et des solins mais aussi au nettoyage des systèmes d'évacuation (progressivement obstruées par du feuillage, des branchages, ...).

Il peut être judicieux de programmer ces deux visites de la manière suivante :

- l'une après la période automnale afin de s'assurer que les feuilles des arbres ne sont pas venues obstruer les descentes (novembre par exemple) ;
- l'autre juste avant la période estivale afin d'être sûr qu'en période de pluie d'été, les dispositifs de régulation fonctionneront correctement (juin par exemple).

L'entretien de la végétation des toitures vertes extensives demande une visite par an, voire moins. La végétation des toitures vertes intensives réclament le même entretien qu'un espace vert planté.

## COÛT D'INSTALLATION

Prix hors taxes, comprenant fournitures et main d'oeuvre.

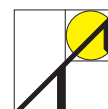
- **Toiture en eau** : dispositif de régulation des débits avec trop-plein :

En construction neuve, la toiture en eau n'occasionne que très peu de surcoût par rapport à une toiture classique mais nécessite une réalisation soignée. La surcharge liée au stockage de l'eau n'occasionne en effet pas de renforcement de la structure car elle correspond à la surcharge liée au poids de la neige qui doit de toute façon être intégrée dans le dimensionnement.

- **Toiture gravier** : 280 à 400€/m<sup>3</sup> de gravier roulé, soit 14 à 20 €/m<sup>2</sup> pour 5 cm de gravier, à compter en plus de l'étanchéité de la toiture.
- **Toiture verte extensive** :
  - 80-100€/m<sup>2</sup> pour une surface de toiture inférieure à 50m<sup>2</sup>,
  - 60-80€/m<sup>2</sup> pour une surface de toiture de 50 à 100m<sup>2</sup>,
  - 40-60€/m<sup>2</sup> pour une surface de toiture supérieure à 100m<sup>2</sup>.

## ENVIRONNEMENT

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»



### MATIERES PREMIERES UTILISEES

La toiture stockante en eau est une toiture plate dont on a relevé les acrotères. La toiture stockante végétalisée et la toiture stockante en gravier nécessite l'ajout de couches ou de matières spécifiques. Nous discuterons ci-dessous de ces couches «rajoutées»:

- **couche de protection mécanique de l'étanchéité (et anti-racine):** cette couche peut être réalisée en différents matériaux en fonction des circonstances et du niveau de protection recherché: béton léger ou maigre, film en polyéthylène, panneaux en caoutchouc recyclé de 10 à 20 mm d'épaisseur, plaques de PVC, plaques de fibro-ciment. Les matières premières utilisées pour la fabrication de ces différents matériaux sont discutées dans la fiche «Impacts environnementaux larges».
- couche de drainage : matériaux minéraux ou synthétiques
- couche filtrante : matériaux synthétiques
- substrat : matériaux minéraux, organiques ou synthétiques

### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

#### QUALITE DES EAUX DE PLUIE

Les toitures vertes chargent les eaux de pluie de matière organique et autres polluants (engrais, produits chimiques oxydables, ...). L'eau évacuée par les toitures vertes présente une augmentation de la dureté de l'eau et de la conductivité des solides suspendus. Elles colorent également l'eau : cette coloration peut poser un problème de revalorisation domestique de l'eau de pluie.

Les toitures en gravier participent à la filtration partielle des eaux de pluie.

Les toitures en bitume sans revêtement particulier ne filtrent pas les eaux. Il faut penser à l'installation d'une crépine à l'avaloir.

#### IMPACT SUR LA QUALITE DU SOL

Les toitures stockantes n'ont aucun impact sur la qualité du sol.

#### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les toitures stockantes n'ont aucun impact sur la qualité de la nappe phréatique.

#### QUALITE DE L'AIR

Les toitures vertes et en gravier, par leur poids supplémentaire (inertie), leur végétation et leur couleur (moins sombre que le noir du bitume) protègent l'ambiance intérieure des bâtiments de surchauffes estivales éventuelles. Les toitures vertes ou en gravier améliorent la qualité acoustique de la toiture.

Les toitures vertes ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). Les pollutions atmosphériques (poussières, ...) peuvent être en partie fixées par la végétation.

Dans le cas des toitures en gravier, l'impact sur la qualité de l'air est aussi positif mais pour une raison différente: la couleur claire des graviers augmente l'albédo de la toiture et donc participe à limiter la formation d'îlot de chaleur.

Les toitures en eau ont un impact négatif sur le micro-climat estival car la couleur foncée des membranes d'étanchéité contribue au réchauffement de l'air au-dessus du toit.

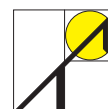
#### BIODIVERSITE

Les toitures vertes sont propices au développement de la biodiversité - d'autant plus si les plantations sont variées - en fournissant aux espèces animales des points de passages et de vie (nidification ou autre) et aux espèces végétales des lieux de croissance et de prolifération. Cependant, les toitures vertes extensives le sont moins que les toitures vertes semi-intensives et intensives.

#### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Les toitures stockantes étant en hauteur et recevant directement les précipitations (sans ruissellement), elles sont très peu exposées à une pollution accidentelle.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON



### INTEGRATION PAYSAGERE

L'intégration paysagère des toitures vertes et en gravier est aisée pour tout type de bâtiment, surtout en milieu urbain. Ces toitures peuvent être réalisées en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur site industriel.

### PLURIFONCTIONALITE

Les toitures stockantes servent prioritairement à couvrir et protéger le bâtiment (fonction première) et ensuite à stocker l'eau de pluie. Les toitures vertes semi-intensives et intensives peuvent éventuellement servir de terrasse, de jardin et/ou d'espace d'agrément si la structure et le revêtement le leur permet. Dans les autres cas, l'accès à la toiture est interdit aux habitants sauf pour l'entretien bisannuel. On reconnaît également aux toitures vertes une fonction esthétique et microclimatique.

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation d'une toiture stockante est possible par phase, pour autant que la stabilité du bâtiment le permette et qu'elle dispose d'un acrotère de hauteur suffisante.

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

L'installation d'une toiture stockante présente un aspect de sensibilisation positif au cycle de l'eau et au soutien de la biodiversité. Le contact et l'observation de la toiture n'est cependant pas toujours facile à percevoir depuis la chaussée. Dans la conception, un équilibre entre toiture végétalisée et terrasse accessible aux habitants peut être menée dans ce but.

### EMPRISE FONCIERE

L'installation d'une toiture plate présente une économie d'espace pour la gestion alternative des eaux pluviales. Le volume de stockage sur la toiture ne devra plus être répercuté sur la parcelle valorisée pour les fonctions récréatives.

### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

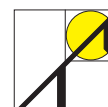
Un bon entretien des toitures stockantes est indispensable. En particulier des toitures végétales afin d'éviter l'obstruction des évacuations. Une attention particulière doit être portée à l'étanchéité de la toiture afin d'éviter tout problème d'humidité par la suite.

### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

L'installation d'une toiture plate récréative demande les mêmes mesures de sécurité qu'une terrasse en hauteur (rebarde, etc.) L'entretien d'une toiture plate non-récréative reste une activité en hauteur à risque, des professionnels sont formés pour ces pratiques.

## RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS

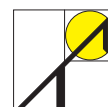
Critères	Avantages	Inconvénients
Dimensionnement	Pas d'emprise foncière	Le volume de stockage ou le choix de substrat peut dépendre de la capacité de portance de la toiture
Réalisation	Conception relativement simple	
Matériaux	Large gamme de matériaux et de modèles de conceptions possibles	
Entretien		Entretien bisannuel nécessaire
Coût d'installation	Peu de surcout par rapport à une toiture conventionnelle	



<b>Environnement</b>	Bonne intégration paysagère. La toiture végétale favorise la biodiversité.	Plus ou moins soutenues par les réglementations communales urbanistiques.
<b>Autres facteurs</b>	Mesure adaptée à l'échelle de la parcelle	Les toitures végétales peuvent rendre l'eau de ruissellement brunâtre et nécessiter une décantation ou filtration avant réutilisation.

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Aménager votre habitation pour mieux préserver le « patrimoine-eau » de la Région, IEB (Inter-Environnement Bruxelles), 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [4] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [5] Outil OGEP, Fiche informative Outil de Gestion d'eau de pluie OGE00 «Informations générales»; Bruxelles Environnement 2009
- [6] Outil OGEP, Fiche informative Outil de Gestion d'eau de pluie OGE08 «Les citernes»; Bruxelles Environnement 2009
- [7] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement, version janvier 2006.
- [8] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives d'égouttement des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010





## LE JARDIN DE PLUIE

JARDIN DE PLUIE D'INFILTRATION

JARDIN DE PLUIE DE FILTRATION

*Un jardin de pluie est une dépression peu profonde et plantée d'une végétation diversifiée, servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, à l'évacuation et/ou à l'infiltration des eaux pluviales. Le substrat et la végétation de ces jardins permettent également une certaine évapotranspiration, grâce au feuillage de la végétation mais aussi une certaine épuration de l'eau de pluie, grâce au système racinaire et aux micro-organismes en présence.*

### PRINCIPES HYDRAULIQUES:

Le principe du jardin de pluie s'apparente à celui d'une noue à la seule différence que le jardin de pluie présente un potentiel de stockage d'eau moins important. Le jardin de pluie sert à retenir temporairement les eaux pluviales avant de les laisser s'évaporer dans l'air, s'infiltrer dans le sol et/ou de les rejeter à débit régulier vers un exutoire ou un autre dispositif de gestion.

**Collecte:** les eaux pluviales sont collectées, soit par l'intermédiaire de canalisations ou rigoles (eaux de toiture et/ou de chaussée), soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes.

**Le jardin de pluie:** la fonction essentielle du jardin de pluie est de filtrer un certain volume d'eau avant de le laisser s'infiltrer dans le sol ou de le rejeter à débit régulier vers un exutoire. Le jardin de pluie repose sur un principe de biorétention. Les eaux de pluie et de ruissellement sont stockées temporairement dans le jardin de pluie ou elles seront partiellement épurées. Les mécanismes qui sont en jeu sont les suivants :

- *La sédimentation*

*Avec le ralentissement de l'eau les particules en suspension sédimentent dans le jardin de pluie.*

- *La filtration*

*Les particules sont filtrées lorsqu'elles passent dans le sol et les racines fi breuses des plantes.*

- *L'assimilation : les substances nutritives sont consommées par les plantes pour leur croissance. Les plantes peuvent également contribuer à l'assimilation de métaux lourds.*

- *L'adsorption*

*Les polluants sont attachés temporairement à la matière organique, aux particules de sol et aux racines permettant l'action des micro-organismes.*

- *La dégradation et la décomposition*

*La décomposition des matières organiques et des composés chimiques adsorbés est favorisée par les micro-organismes du sol.*

**L'évacuation:** les eaux pluviales sont évacuées vers un exutoire ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité.

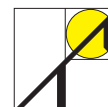
Le jardin de pluie peut être utilisé seul, comme technique alternative à part entière, ou en complément d'autres techniques.

### TYPES DE JARDIN DE PLUIE

On distingue deux types de jardin de pluie dont la variante est fonction des possibilités d'infiltration dans le sol.

#### JARDIN DE PLUIE DE FILTRATION

Ce type de jardin de pluie sert à retenir les eaux de pluie et de ruissellement et à les filtrer avant de les rejeter à



débit régulé vers un exutoire. La pose d'une géomembrane empêche l'eau de s'infiltrer dans le sol. Il est mis en place quand l'infiltration est proscrite ou impossible (perméabilité du sol inférieure à 1 mm/h).

### JARDIN DE PLUIE D'INFILTRATION

Ce type de jardin de pluie sert à retenir les eaux de pluie et de ruissellement et à les filtrer avant de les laisser s'infiltrer dans le sol. Il peut être mis en place à condition que le sol ait une perméabilité suffisante (idéalement supérieure à 20 mm/h) et que l'infiltration ne soit pas proscrite par la réglementation. Lorsque la perméabilité du

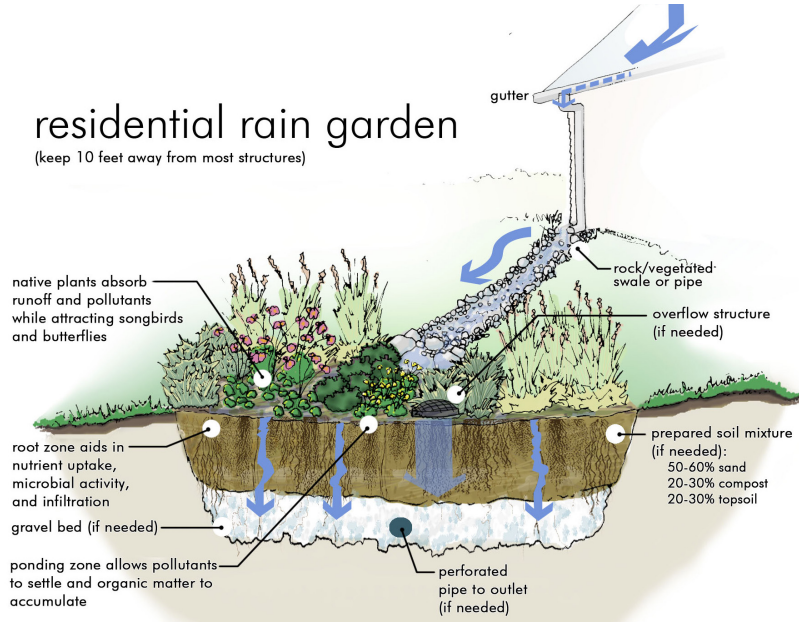


Figure 1: Schéma de principe d'un jardin de pluie d'infiltration. Source University of Nebraska

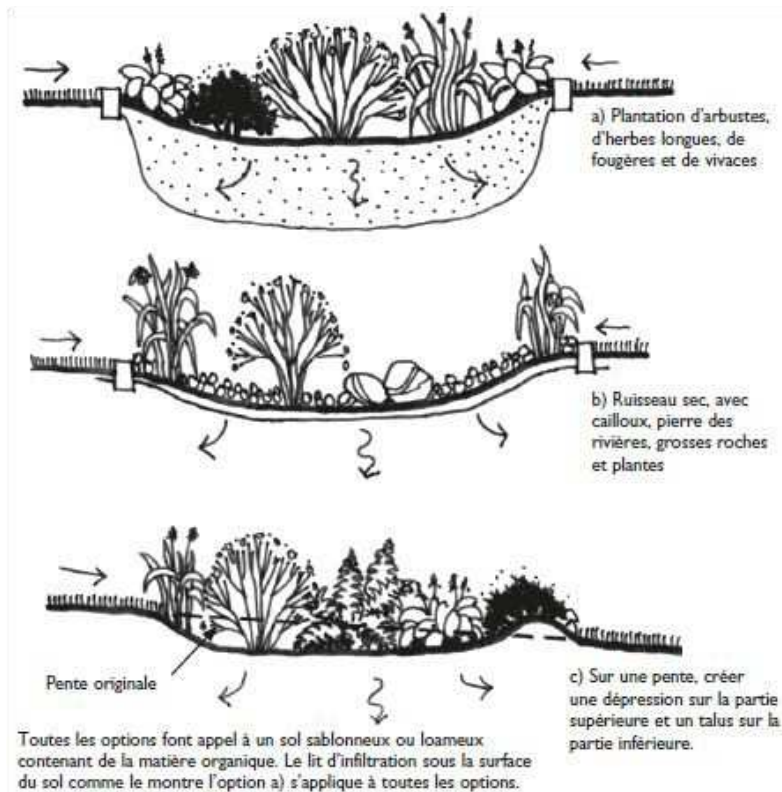


Figure 2: Trois variantes de jardins de pluie. Source: SCHL, 2014 [1]

sol est moyenne (entre 1 et 20 mm/h), il est conseillé d'opter pour une évacuation combinée en partie vers un exutoire à débit régulé et en partie par infiltration dans le sol.

## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS



Figure 3: Nœud en pente scindée en plusieurs biefs par des murets formant un barrage avec un dispositif de vidange dans le quartier du Kronsberg, Hanovre, Allemagne. Source photo: Valérie Mahaut



Figure 4: Jardin de pluie d'infiltration. Source : W&M Rain Garden



Figure 5: Jardin de pluie dans le quartier de Vesterbro, Malmö, Suède. Source photo: Catherine Massart



Figure 6: Combinaison de massifs filtrants récréatifs et de jardins de pluie ornementaux Source photo: Jeremy Levine Design

## DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement d'un jardin de pluie consiste à déterminer, pour une pluie de projet avec un temps de retour déterminé, son volume de stockage et, dans le cas d'un jardin de pluie infiltrant, à déterminer sa surface d'infiltration minimale. Celle-ci dépend de la capacité du sol à infiltrer l'eau et du temps maximal requis pour vidanger le jardin.

Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement»

## CONSEILS DE CONCEPTION ET REALISATION

### CONCEPTION

- Vérifier la qualité d'infiltration du sol. Le jardin de pluie ne convient pas aux sols argileux. Il vaut mieux l'utiliser sur un sol sablonneux, graveleux, loameux ou un mélange qui peut inclure jusqu'à 10% d'argile. Si le pourcentage d'argile est plus élevé, il faut ajouter du sable, des gravillons ou des matières organiques pour rendre le sol plus perméable
- Durant l'hiver le substrat de plantation du jardin peut être saturé en eau durant de longues périodes. Il ne participe alors plus au stockage temporaire des événements pluvieux extrêmes. Dans le dimensionnement il est donc important de ne pas surestimer la porosité du substrat du jardin de pluie. Pour augmenter la capacité de stockage de l'ouvrage de manière pérenne il est possible de placer un lit de gravier sous le substrat de plantation du jardin.
- Veiller à ce que la pente des surfaces de récolte des eaux de ruissellement soit correctement dirigée vers le jardin de pluie;
- Veiller à concevoir et réaliser le jardin de pluie de sorte qu'il n'y ait pas d'eau stagnante : pentes suffisantes, bien réalisées, avec un renforcement du fond ou un enrochement au point bas si nécessaire. Le jardin de pluie doit aussi être réalisé sur un substrat perméable permettant le développement des végétaux et favorisant l'infiltration vers le sous-sol.
- Le jardin de pluie ne peut recevoir le stationnement de véhicules. Il est utile de le planter totalement ou partiellement lorsqu'elle borde une voirie de desserte ou de prévoir d'autres dispositifs qui empêcheront le stationnement;
- Il est important de bien réfléchir au préalable au type de plantations mis dans le jardin de pluie, le choix des plantes dépend de la place disponible pour les racines et de l'entretien qui pourra être assuré par la suite. L'ensemble des plantations permettra une meilleure infiltration de l'eau grâce à leurs racines qui aèrent la terre et se nourrissent de l'eau. Elles joueront aussi un rôle dans la régulation de l'eau par l'évapotranspiration. Dans le cas où le temps de séjour de l'eau dans le jardin est important, il sera préférable de planter des espèces adaptées aux milieux humides;
- De manière générale, toute plantation dans ou à proximité d'un ouvrage doit être étudié en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel et de la place disponible dans l'éventuel volume imperméabilisé ou à l'extérieur de celui-ci. Les bambous sont prohibés dans le cas d'une imperméabilisation par géo-membrane. Certaines plantations à proximité d'un enrochement risquent de le colmater par les racines. Dans ce cas, il vaut mieux planter à une certaine distance de l'enrochement;
- Les plantes à privilégier dans le cas d'un jardin de pluie sont des plantes tolérant à la fois des conditions humides et sèches et favorisant l'épuration de l'eau. Il s'agit notamment des fougères, des iris et des joncs, des laiches, des digitales, des reines des prés ou encore des hosta en ce qui concerne les plantes. Les arbres et arbustes conseillés sont les cornouillers, les noisetiers, les saules.
- Un recul minimum de 3 mètres doit être appliqué par rapport aux habitations afin d'éviter tout risque de drainage par leurs fondations. Il conviendra d'éviter le passage des réseaux sous le jardin de pluie (risque de drainer les eaux par leur fondation).

## ENTRETIEN

Après la mise en place du jardin de pluie, le sol doit être gardé humide. C'est pourquoi, durant les trois premières semaines, un arrosage hebdomadaire est nécessaire.

Une fois cette période passée, il est utile d'arroser uniquement lors de périodes de sécheresse.

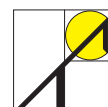
Une fois établi, l'entretien d'un jardin de pluie se résume à celui d'un espace vert classique (désherbage, plantation...).

Afin de limiter l'entretien de cet espace, une couche de 10cm de paillage (bois raméal fragmenté, ardoise, gravier...) est indispensable. Durant la première année de plantation, le désherbage manuel sera important, ensuite, les plantes ayant pris leur place, il sera limité à la coupe des fleurs fanées et au rabattage hivernal des caducs. Dans le cas du jardin d'infiltration, il faut veiller à ce que le sol ne se compacte pas pour une bonne infiltration de l'eau.

## COÛT

En construction

## ENVIRONNEMENT



## IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des jardins de pluie sont principalement de l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui sont des ressources naturelles renouvelables. On retrouve également et selon le type de jardin:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés (enrochement):** ces ressources sont des matières premières naturelles non renouvelables mais présentes en quantité importante dans le sous-sol et extraites localement (Belgique). Les graviers naturels peuvent être remplacés par des granulats recyclés issus du concassage de déchets inertes.
- **géotextile:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **drain en matière plastique:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **membrane EPDM:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des jardins de pluie sont principalement de l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui, entretenus, ont des durée de vie importante (entre 50 et 100 ans). Arrivé en fin de vie, les plantations et végétaux sont considérés comme des déchets «verts» de classe 2.

Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés:** les graviers ont une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, les graviers sont considérés comme des déchets inertes de classe 3. Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (Source : Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999)
- **géotextile:** le géotextile en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **drain en matière plastique:** le drain en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **membrane EPDM:** la membrane EPDM a une durée de vie relativement courte, entre 10 à 30 ans. Arrivée en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.

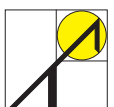
### REEMPLOI - RECYCLAGE

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des jardins de pluie sont principalement des plantations et des végétaux qui, en tant que déchet, peuvent être compostés.

Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés:** les graviers peuvent être réutilisés en tant que tels ou introduits dans la fabrication de certains produits et/ou matériaux. De nombreuses filières de réemploi existent en Région Wallonne.
- **géotextile:** le géotextile en matière synthétique peut être recyclé par downcycling et/ou valorisé thermiquement (la plupart du temps).
- **drain en matière plastique:** le drain en matière plastique, s'il est propre, peut être recyclé par downcycling (broyage en poudre) et réintroduit dans des cycles de production. Cependant, il est couramment valorisé thermiquement.
- **membrane EPDM:** la membrane EPDM, si elle est propre, peut être recyclée par downcycling et réintroduite dans des cycles de production. Cependant, elle est couramment valorisée thermiquement.

## IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT



### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT

Les jardins de pluie contribuent à améliorer la qualité des eaux collectées par leur principe de biorétention. Dans le cas des jardins d'infiltration, l'infiltration dans le sol permet d'améliorer encore davantage la qualité des eaux par interception des polluants dans le sol durant la filtration.

### QUALITE DES SOLS

Dans le cas des jardins d'infiltration, l'infiltration de l'eau génère à long terme un faible risque de pollution des sols par concentration des dépôts de pollutions. Dans le cas des jardins de filtration, ce risque n'existe pas du fait de l'imperméabilisation du sol.

### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les jardins d'infiltration participent à l'alimentation des nappes phréatiques par infiltration de l'eau dans le sol. Mais cette infiltration peut engendrer, en contre-partie, un faible risque de pollution des nappes si les eaux de ruissellement sont polluées et si les nappes sont peu profondes.

Dans le cas des jardins de filtration, l'étanchéité du sol empêche l'infiltration de l'eau dans le sol et donc ne contribue pas à l'alimentation des nappes phréatiques. Mais il n'y a par conséquent pas de risque de pollution de celles-ci. Les noues infiltrantes et mixtes participent à l'alimentation des nappes phréatiques par infiltration de l'eau dans le sol mais présentent un risque de pollution de cette nappe

### QUALITE DE L'AIR

Les jardins de pluie ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). Les pollutions atmosphériques (poussières, ...) peuvent être en partie fixées par la végétation.

### BIODIVERSITE

Les jardins de pluie sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées et si l'entretien est moins régulier (fauchage tardif).

### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Lorsque le risque de pollution est trop important, notamment lorsque le jardin de pluie est implanté à proximité d'une route ou à proximité d'un parking, l'infiltration directe est prohibée. L'ouvrage ne sera utilisé que pour sa fonction de filtration et rétention avant rejet vers un exutoire.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

### INTEGRATION PAYSAGERE

L'intégration paysagère des jardins de pluie est aisée compte tenu de leur profil peu profond, leur pente douce et les différents revêtement de sol qu'il propose. Le jardin de pluie peut être réalisée en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur parcelle privée.

### PLURIFONCTIONNALITE

Le jardin de pluie combine deux fonctions liées à la gestion de l'eau. Il n'est cependant pas plurifonctionnel puisqu'il ne combine pas sa fonction hydraulique à d'autres usages (espaces verts utilisables, sentiers,...). Par contre il agrémente l'ensemble des espaces verts, jardins et paysage avec la variété de plantes qu'il propose.

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

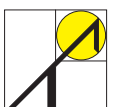
La réalisation d'un jardin de pluie est possible par phases, selon les besoins de stockage. La présence d'une membrane étanche rend néanmoins son extension plus délicate.

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

La sensibilisation des habitants est facilitée par la visualisation directe du problème de la gestion des eaux pluviales en cas d'orage ou gros épisode pluvieux.

### EMPRISE FONCIERE

L'emprise foncière d'un jardin de pluie n'est pas négligeable et peut s'avérer contraignante en milieu urbain.



**RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)**

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est présent si de l'eau stagne dans le jardin, d'où l'importance de bien concevoir et réaliser les pentes de celui-ci et d'y faire un entretien régulier

**DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)**

Le risque de chute et de noyade est très faible vu le profil des pentes du jardin de pluie et la présence de nombreuses plantes qui le recouvrent.

**STABILITE DES BATIMENTS**

Dans le cas de jardins de pluie d'infiltration, l'infiltration peut engendrer un risque sur la stabilité des bâtiments dans le cas où les sols sont pulvérulents (sables) et le débit d'infiltration est élevé. En effet, le mouvement de l'eau peut à moyen terme déplacer les grains de sable, provoquant un entrainement des particules qui compactera le sol et pourra provoquer d'éventuels tassements de sol.

La géomorphologie du sous-sol peut également modifier l'écoulement vertical d'eau dans le sol et rediriger les eaux vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple).

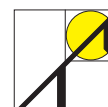
Afin d'éviter ces désagréments, il est utile, dans le cas de sol sableux, de :

- Faire un essai de sol au droit de l'ouvrage d'infiltration ;
- Prévoir une distance suffisante entre le fond de la surface d'infiltration et les bâtiments ;
- Eloigner le plus possible des bâtiments l'arrivée d'eau dans l'ouvrage filtrant ;
- Ne pas infiltrer dans les remblais autour des bâtiments ;

Ces risques ne sont pas présents dans le cas de jardins de pluie de filtration

**RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS**

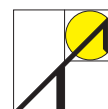
Critères	Avantages	Inconvénients
<b>Dimensionnement</b>		Emprise au sol non négligeable et parfois importante
<b>Réalisation</b>	Simple à réaliser La réalisation par phase est possible La variété de plantes et de végétations permet une multitude de conceptions différentes.	
<b>Entretien</b>	Entretien facile grâce aux pentes douces qui permettent un accès aisé aux machines. Entretien similaire à un jardin classique	L'entretien doit être régulier car il y a un risque de colmatage.
<b>Coût d'installation</b>		
<b>Environnement</b>	Bonne intégration paysagère. Sensibilisation des habitants à la gestion des eaux pluviales facilitée par la visualisation directe de l'eau dans la noue en cas d'épisode pluvieux. Améliore la qualité des eaux de pluie par décantation et filtration des polluants Améliore la qualité de l'air de l'environnement immédiat Favorise et renforce la biodiversité Mesure adaptée aux lieux fortement urbanisés et à proximité de zones de stationnement.	Risque de nuisance s'il y a stagnation des eaux
<b>Jardin de pluie de filtration</b>		
<b>Environnement</b>	Pas de risque de pollution des sols et des nappes phréatiques	Ne contribue pas à la recharge des nappes phréatiques.
<b>Jardin de pluie d'infiltration</b>		



<b>Environnement</b>	Contribue à la recharge des nappes phréatiques.	Faible risque de pollution des sols et des nappes phréatiques
----------------------	---	---

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] SCHL, Un jardin pluvial pour mieux gérer les eaux de ruissellement dans votre cour, [https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/co/love/love\\_007.cfm](https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/co/love/love_007.cfm)
- [2] Marie DUGUE, 2010, Conception d'un jardin de pluie : Théorie et étude de cas, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de maîtrise en sciences appliquées, Ecole polytechnique de Montréal, [https://publications.polymtl.ca/427/1/2010\\_MarieDugu%C3%A9.pdf](https://publications.polymtl.ca/427/1/2010_MarieDugu%C3%A9.pdf)
- [3] Nathalie Le Nouveau, 2010, « Les multiples des jardins de pluie », Technicités, N°199, [http://www.territoires-ville.cerema.fr/IMG/pdf/Les-multiples-vertus-des-jardins-de-pluie\\_cle6af988.pdf](http://www.territoires-ville.cerema.fr/IMG/pdf/Les-multiples-vertus-des-jardins-de-pluie_cle6af988.pdf)
- [4] Bruxelles Environnement, 2014, Outil de gestion de l'eau de pluie à l'échelle du quartier – La bande filtrante et le jardin de pluie, Bruxelles, mars 2014, [http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/geq09\\_pretraitement.pdf](http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq09_pretraitement.pdf)





### L'ECHELLE D'EAU

*Les échelles d'eau sont une combinaison linéaire de modules plastiques (polypropylène recyclé) à parois clipsables qui permettent de stocker et infiltrer les eaux de ruissellement issues des surfaces imperméabilisées de la parcelle (maisons individuelles, lotissements, ...).  
Ce dispositif plurifonctionnel et d'emprise foncière limitée s'intègre parfaitement à l'espace parcellaire concentré et urbanisé, principalement le long des parcelles. Il s'implante dans le sol à 20 cm de profondeur environ et est généralement planté (haies, graminées, etc.)  
Les échelles d'eau servent à retenir temporairement les eaux pluviales avant de les laisser s'infiltrer dans le sol.*

### PRINCIPES HYDRAULIQUES

#### Collecte:

Les échelles d'eau récupèrent les eaux de pluie et les eaux de ruissellement des surfaces imperméabilisées de la parcelle (maison individuelle, lotissements...). Lorsque les échelles d'eau sont linéairement assemblées, l'eau passe d'une échelle à l'autre par surverse : quand l'échelle amont est pleine, elle surverse dans l'échelle située directement à son aval et ainsi de suite.

#### Stockage:

Les eaux de pluie et de ruissellement sont stockées temporairement dans les échelles d'eau. Chaque échelle d'eau est dimensionnée pour stocker 0,25 m<sup>3</sup> d'eau avec un indice de vide de 1. Le dimensionnement est simple puisqu'elles se posent bout à bout jusqu'à obtenir le volume global de rétention souhaité. Une combinaison linéaire avec surverse de plusieurs échelles d'eau permet donc de gérer l'ensemble des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle. L'installation de plantes au sein des échelles permet d'augmenter la capacité d'infiltration dans le sol et améliore la qualité de l'eau.

#### Evacuation:

Après le stockage temporaire dans les échelles, l'eau est évacuée. Cette évacuation se fait intégralement par infiltration de l'eau dans la partie en terre végétale du sol, et ce via le fond et les fentes latérales des échelles d'eau. Les Échelles d'eau vont solliciter, par leurs fentes latérales principalement, les couches superficielles du sous-sol. La terre végétale se comporte comme une véritable éponge, favorisée en cela par la faune et la flore, notamment grâce à des typologies de plantes qui contribuent, par leur spécificité, à favoriser l'infiltration, la biodiversité et même, dans certains cas, la dépollution des eaux.

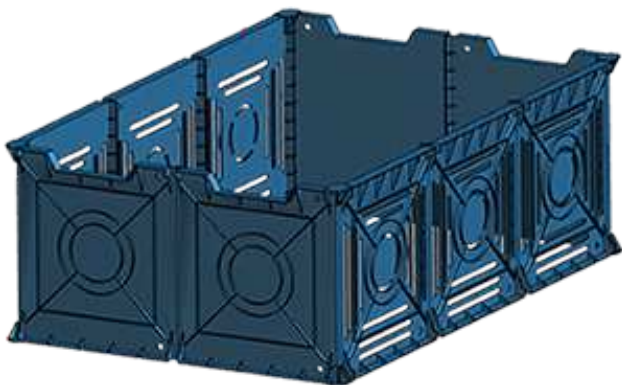


Figure 1: Module en plastique recyclé à parois clipsables - Source: www.efoh.fr

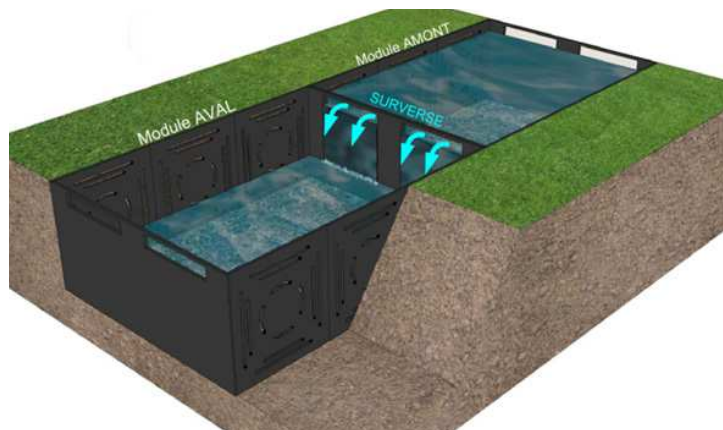
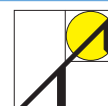


Figure 2: Principe d'installation avec surverse - Source: www.efoh.fr



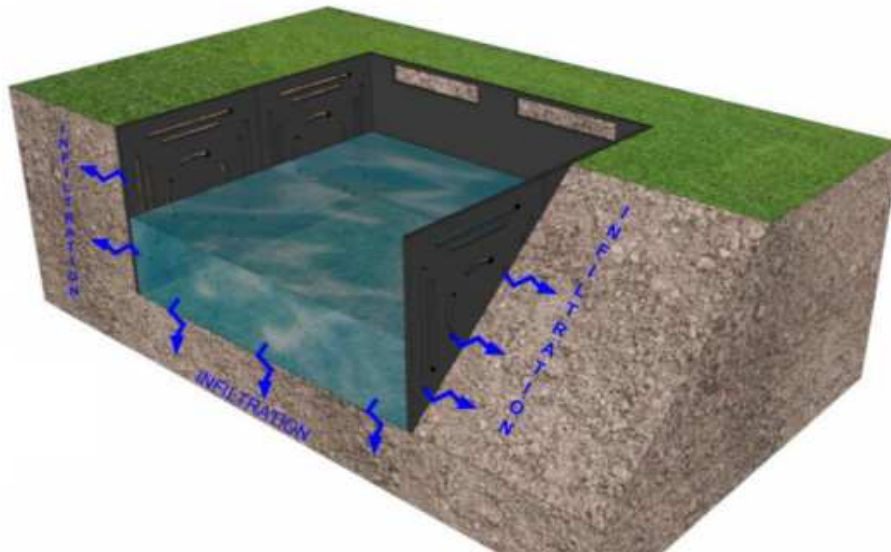


Figure 3: Principe d'infiltration des eaux dans le sol par les parois latérales et le fond du dispositif - Source: www.efoh.fr



Figure 4: Installation d'une rangée d'échelles d'eau dans un jardin privé, le long de la clôture - source: <http://www.forest.irisnet.be/fr/services-communaux/gestion-de-leau/fichiers/fiche-technique-2-25-01-2018-fr.pdf>



Figure 5: Installation d'une rangée d'échelles d'eau dans un jardin privé, le long de la clôture - source: <http://www.forest.irisnet.be/fr/services-communaux/gestion-de-leau/fichiers/fiche-technique-2-25-01-2018-fr.pdf>



Figure 6: Installation d'une rangée d'échelles d'eau dans le domaine public. Source : EFOH

## DIMENSIONNEMENT

Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement».

Une fois que le volume d'eau à retenir pour une pluie de projet avec une période de retour déterminée est connu, il est possible de dimensionner les échelles d'eau.

Le dimensionnement des échelles d'eau est simple car il revient à calculer le nombre de modules à assembler pour pouvoir stocker le volume d'eau global nécessaire sachant que chaque échelle d'eau peut stocker jusqu'à 0,25 m<sup>3</sup> d'eau, ou moins en fonction de la porosité du substrat de plantation qui remplit le module. La manière d'obtenir le nombre d'échelles à mettre en place dépend de la topographie du terrain.

### TERRAIN PLAT

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 :  $N = V \text{ (m}^3\text{)} / V_{\text{échelle d'eau (m}^3\text{)}} = V \text{ (m}^3\text{)} / 0,25$

### TERRAIN EN PENTE

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

$$N = V \text{ (m}^3\text{)} / V_{\text{échelle d'eau (m}^3\text{)}}$$

avec  $V_{\text{échelle d'eau}}$ , inférieur à 0.25 m<sup>3</sup>, obtenu en fonction de la pente d'inclinaison des modules (Figure 8).

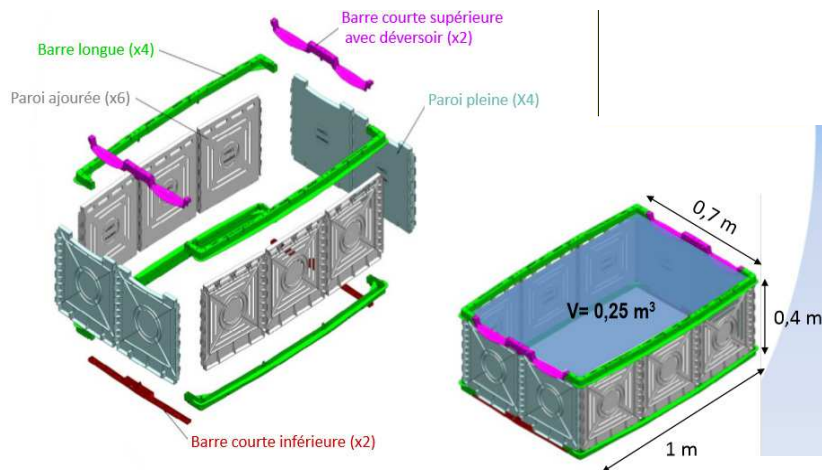


Figure 7: Volume de référence pour le dimensionnement - Source: [www.efoh.fr](http://www.efoh.fr)

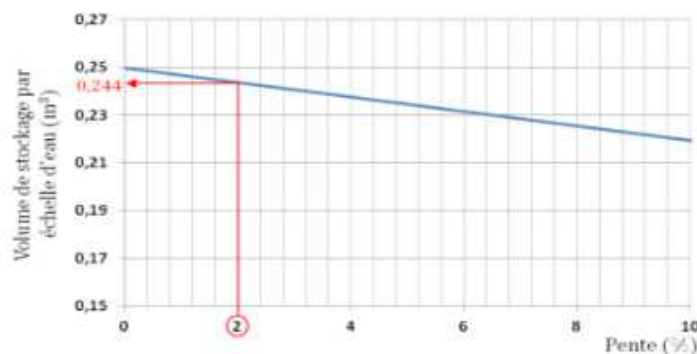
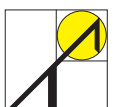


Figure 8: Volume de stockage d'un élément de l'échelle en fonction de la pente du terrain - Source: [www.efoh.fr](http://www.efoh.fr)

L'installation des éléments de l'échelle en escalier dans la pente permet tout de même de valoriser l'entièreté du volume de l'échelle et de minimiser le nombre d'éléments nécessaires.



## CONSEILS DE CONCEPTION / REALISATION

### MONTAGE EN KIT



Figure 9: Etapes de montage d'une échelle d'eau. Ce montage ne nécessite pas de connaissances particulières ni d'outils - Source: www.efoh.fr

### REALISATION

Il est possible de choisir plusieurs endroits sur un terrain pour installer les échelles d'eau :

- Elles peuvent être installées en limite de propriété le long des clôtures. Dans cette configuration, les échelles d'eau collectent à la fois les eaux de toitures, les eaux de terrasse, et éventuellement les eaux de ruissellement excédentaires du terrain en cas de saturation. 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 et peuvent être plantées de plantes ornementales.
- Elles peuvent être implantées en pignon des maisons. Cette solution présentant le double avantage de stocker les eaux pluviales mais également de supprimer les canalisations de liaison entre les façades. Dans cette configuration, les échelles d'eau sont également plantées de massifs ornementaux.

Au niveau des angles, 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 amont afin que la surverse puisse se faire latéralement via les ouvertures des parois percées.

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

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.

## ENTRETIEN

Les échelles d'eau nécessitent peu d'entretien. Il se limite à l'évacuation des dépôts qui altérerait la circulation de l'eau (feuilles, etc.) Cette intervention étant aisée car les échelles d'eau sont accessibles.

## COÛT D'INSTALLATION

En construction.

## ENVIRONNEMENT

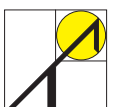
### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des échelles d'eau sont la structure ou le cadre des échelles et les éventuels remplissage de terre, de plantations et de végétaux. Le cadre de l'échelle d'eau est fabriqué à partir de matières plastiques qui sont issues de ressources naturelles non renouvelables mais dans ce cas principalement recyclées. Les autres matériaux, terre, plantations et végétaux sont des ressources naturelles renouvelables.

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des échelles d'eau sont la structure ou le cadre des échelles en matières plastiques issues du recyclage et les éventuels remplissage de terre, de plantations et de végétaux. Le cadre de l'échelle d'eau a une durée de vie longue, entre 30 et 50 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.



La terre de remplissage des échelles, si elle n'est pas polluée est considérée comme un déchet de classe 3. Les plantations et végétaux, s'ils sont entretenus, ont des durée de vie importante (entre 50 et 100 ans). Arrivé en fin de vie, les plantations et végétaux sont considérés comme des déchets «verts» de classe 2.

#### REEMPLOI - RECYCLAGE

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des échelles d'eau sont la structure ou le cadre des échelles en matières plastiques issues du recyclage et les éventuels remplissage de terre, de plantations et de végétaux. Le cadre de l'échelle d'eau, arrivé en fin de vie, pourra être recyclé et réintroduit dans des cycles de production d'autres produits et sous-produits.

La terre de remplissage des échelles pourra être réutilisée si elle n'est pas polluée.

Les plantations et végétaux sont des matières qui, en tant que déchet, peuvent être compostées.

### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

#### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT

Les échelles d'eau contribuent à améliorer la qualité des eaux collectées par décantation des matières en suspension et par interception des polluants dans le sol durant la filtration.

#### QUALITE DES SOLS

L'infiltration de l'eau dans les échelles d'eau peut générer, à long terme, un faible risque de pollution des sols par concentration des dépôts de pollutions.

#### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les échelles d'eau participent à l'alimentation des nappes phréatiques par infiltration de l'eau dans le sol. Mais cette infiltration engendre en contre-partie un faible risque de pollution des nappes.

#### QUALITE DE L'AIR

Lorsqu'elles sont végétalisées, les échelles d'eau ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été. De plus, les plantes peuvent fixer certaines pollutions (poussières...).

#### BIODIVERSITE

Lorsqu'elles sont végétalisées, les échelles d'eau sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées.

#### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Les échelles d'eau est un dispositif qui s'applique principalement dans le cas de parcelles privées. Dans ce cas, les échelles d'eau ne récoltent que les eaux de pluie provenant des toitures et des terrasses. Le risque de pollution est ainsi très faible.

### AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

#### INTEGRATION PAYSAGERE

L'échelle d'eau a une bonne intégration paysagère en milieu urbain. Lorsqu'elle est végétalisée, elle participe à amener de la nature en ville.

#### PLURIFONCTIONALITE

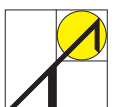
L'échelle d'eau est plurifonctionnelle, au sens où elle permet à la fois de retenir l'eau pluviale et de servir de support à des plantations.

#### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

L'échelle d'eau sensibilise peu les habitants à la gestion de l'eau pluviale en ville car elle n'est pas visible, surtout lorsqu'elle est plantée.

#### EMPRISE FONCIERE

L'emprise foncière d'une échelle d'eau ou d'une rangée d'échelle d'eau est peu importante d'autant qu'elle s'implante généralement le long des mitoyens ou sur les limites de la parcelle.



**RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)**

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération d'insectes est présent si l'eau stagne dans l'échelle d'eau.

**DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)**

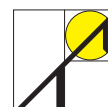
Vu les dimensions d'une échelle d'eau, le risque de chute et/ou de noyade reste faible

**RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS**

Critères	Avantages	Inconvénients
<b>Dimensionnement</b>	Facile à dimensionner Faible emprise au sol	En terrain incliné, nécessite de positionner les modules en escalier afin de valoriser la totalité de leur volume.
<b>Réalisation</b>	Facile à installer grâce au montage en kit qui ne nécessite pas d'outillage. Réalizable par phases.	
<b>Entretien</b>	Nécessite peu d'entretien	Si l'échelle est végétalisée, l'entretien de la végétation doit être plus régulier.
<b>Coût d'installation</b>	Faible en comparaison à d'autres mesures.	
<b>Environnement</b>	Bonne intégration paysagère. Plurifonctionnelle. Améliore la qualité des eaux de pluie par décantation et filtration des polluants. <i>Echelle d'eau végétalisée:</i> - améliore la qualité de l'air de l'environnement immédiat - favorise la biodiversité	Fabrication en matériaux synthétiques. Risque de nuisance s'il y a stagnation des eaux. Les échelles doivent être installées sur un sol propice à l'infiltration.

**SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] EFOH, [https://www.facebook.com/pg/efoh76/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/efoh76/photos/?ref=page_internal)
- [2] Les échelles d'eau : un outil simple et innovant de gestion des eaux pluviales à la parcelle, EFOH, 2014, [https://infraservicesdotorg.fi.les.wordpress.com/2014/09/prc3a9sentation-mcl\\_jc\\_v1.pdf](https://infraservicesdotorg.fi.les.wordpress.com/2014/09/prc3a9sentation-mcl_jc_v1.pdf)
- [3] Fiches techniques de la commune de Foret - <http://www.forest.irisnet.be/fr/services-communiaux/gestion-de-leau/fichiers/fiche-technique-2-25-01-2018-fr.pdf>



## LA BANDE FILTRANTE

*La bande filtrante est une zone végétalisée et plantée en pente douce. Cette mesure est souvent utilisée en amont des autres dispositifs de gestion des eaux pluviales car c'est une technique dite de prétraitement qui met en oeuvre le principe de biorétention. La bande filtrante a pour objectif principal de ralentir et de filtrer les eaux pluviales avant qu'elles ne parviennent aux premiers dispositifs de rétention. Elle enlève une partie importante des sédiments et débris en amont des autres dispositifs de gestion, réduisant d'une part les activités de maintenance et d'entretien des ouvrages situés en aval et favorisant d'autre part, la longévité des ouvrages et dispositifs.*

### PRINCIPES HYDRAULIQUES:

**Collecte:** La bande filtrante reçoit les eaux de ruissellement des surfaces adjacentes imperméables. Elle intercepte l'eau qui dévale et la répand sur une plus grande surface, ralentissant ainsi le flux. Les pelouses ordinaires peuvent très bien remplir cette fonction, bien que des plantations mixtes soient plus efficaces pour l'infiltration et la captation des polluants.

La bande filtrante est un ouvrage de prétraitement (parfois, également utilisée en tant que technique de contrôle à la source). Il s'agit d'une zone en pente douce, plantée qui sert à filtrer, ralentir et infiltrer en partie un écoulement qui se fait en nappe. En plus du gazon, les bandes filtrantes peuvent comprendre une variété d'arbres, d'arbustes et de plantations avant d'atteindre une autre technique alternative située en aval. Cette technique utilise la végétation pour favoriser l'enlèvement des polluants et améliorer l'apparence d'un site.

**Stockage:** La bande filtrante ne stocke que partiellement les eaux de ruissellement par interception par les végétaux qui y sont plantés pour dépolluer l'eau. En effet, la bande filtrante fonctionne plus sur le principe d'écoulement que de stockage, c'est ce qui la différencie d'une noue.

**Evacuation:** Les eaux de ruissellement sont évacuées par évapotranspiration grâce aux végétaux, par infiltration dans le sol et par rejet vers un exutoire (souvent une autre mesure alternative).

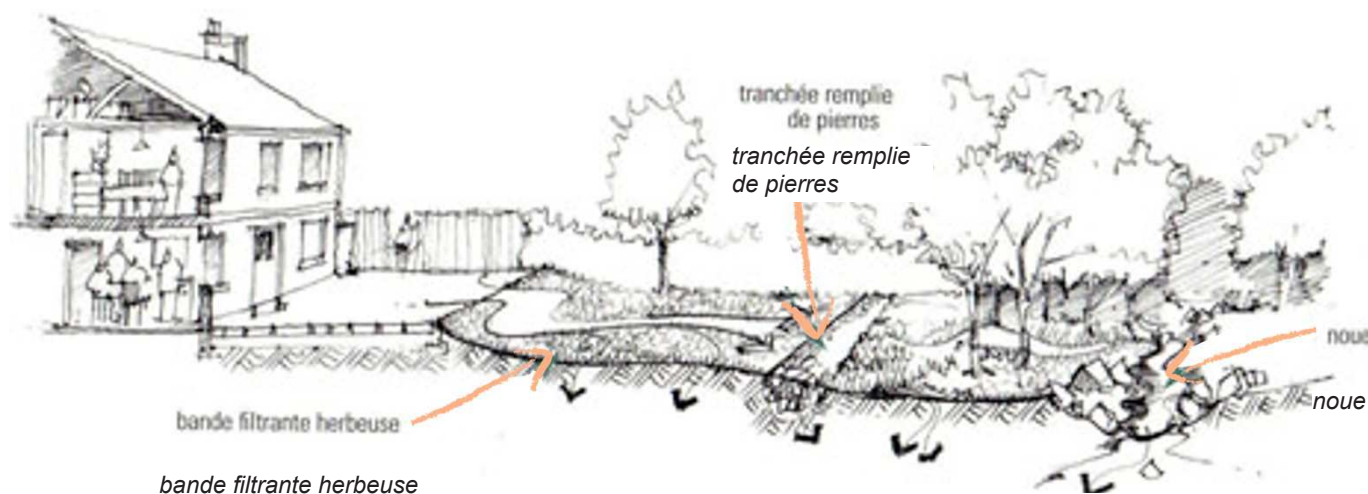


Figure 1: Principe de fonctionnement d'une bande filtrante sur une parcelle privée. La bande récolte les eau de la terrasse et les laissent s'écouler vers la tranchée - Source: <http://www.quenouvelle.be/amay/terrasses/spip/IMG/jpg/exemple1.jpg>

## AVANTAGES / INCONVENIENTS DES BANDES FILTRANTES

Les bandes filtrantes possèdent de nombreux avantages tels que :

- elles enlèvent les sédiments et les autres polluants qui y sont associés;
- elles permettent une infiltration partielle des eaux de ruissellement;
- puisqu'il n'y a pas de stockage prolongé des eaux, il n'y a pas d'effet négatif sur la température de l'eau qui est rejetée vers le milieu récepteur;
- une bande filtrante avec une végétation abondante peut constituer une barrière visuelle.
- elles sont relativement simples et peu coûteuses à mettre en œuvre et ne nécessitent pas beaucoup d'entretien;
- elles sont compatibles avec d'autres activités récréatives.

Les bandes filtrantes présentent également quelques inconvénients ou limitations :

- elles ne sont pas appropriées pour des secteurs avec des pentes fortes ou avec des grandes surfaces pavées qui génèrent des écoulements avec de fortes vitesses;
- leur utilisation peut être difficile dans les secteurs urbanisés où les espaces vacants sont rares ou très dispendieux;
- elles ne devraient pas recueillir les eaux de ruissellement provenant de zones sensibles (station-service, industries) puisque l'infiltration peut engendrer une contamination de la nappe et des dommages à la végétation (cette remarque est valable pour tous les ouvrages d'infiltration).
- elles sont difficilement applicables dans des secteurs existants parce qu'elles nécessitent de grands espaces et ne peuvent pas recevoir les eaux de grandes surfaces (surface inférieure à 2 ha).
- un nivellement inadéquat peut rendre cette pratique inefficace;
- leur efficacité est directement liée au maintien des conditions d'écoulement en nappe.

## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS



Figure 2: Bande filtrante le long d'un chemin carrossable - Source:



Figure 3: Bande filtrante le long d'une zone de parking - Source:

## DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement d'une bande filtrante consiste à déterminer sa longueur, sa largeur et sa pente. Un léger surplomb dans le bas de la bande peut accueillir un volume de rétention mais la fonction la bande n'est pas le stockage, elle ne présente pas de volume de dimensionnement.

La largeur et la pente optimale de la bande dépendent du volume d'eau à traiter, de la configuration des lieux et de l'usage de fait de l'espace. Néanmoins on peut retenir certains ordres de grandeurs :

- La bande filtrante ne doit pas reprendre les eaux de ruissellement de plus de 2 ha car au-delà les eaux ont un débit supérieur à 0,75 m/s, ce qui ne permet un bon traitement des polluants par la bande. Elle perd alors de son efficacité.

- La surface d'une bande filtrante doit être supérieure à la surface imperméabilisée dont elle récupère les eaux divisée par 6.
- Sa pente dans la direction de l'écoulement doit être comprise entre 2 et 5% afin d'être efficace dans le transfert d'eau sans engendrer de ruissellement concentré et d'érosion mais également pour éviter l'accumulation permanente des eaux en surface. La pente perpendiculaire au ruissellement ne devrait pas excéder 1%.
- La largeur de la bande filtrante doit être comprise entre 5 et 20 m dans la direction de l'écoulement. Au plus la pente est forte au plus la largeur doit être importante.



Figure 2: Bande filtrante le long d'un chemin carrossable - Source:

Le débit de ruissellement d'une bande filtrante peut être estimé à partir de la formule de Manning :

$$Q = \frac{W}{n} h^{5/3} p^{1/2} \quad \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

avec Q, le débit ;

W, la largeur de la bande, perpendiculairement à l'écoulement [m];

n, le coefficient de Manning;

h, la hauteur d'eau ruissellée [m];

s, la pente [m/m].

Le coefficient de Manning devrait être de 0.15 pour un engazonnement moyennement dense, de 0.25 pour un engazonnement dense et de 0.35 pour un engazonnement très dense. La hauteur d'eau ruissellée peut être estimée sur base de l'intensité de précipitation considéré et de la capacité d'infiltration du sol.

## CONSEILS DE CONCEPTION ET REALISATION

### CONCEPTION

Plus la bande filtrante est large, mieux elle agit sur les volumes de ruissellement. En effet, les bandes filtrantes fonctionnent sur un principe d'écoulement en nappe, plus les bandes sont larges, moins les flux sont concentrés. Des répartiteurs de débit peuvent être conçus en bordure des surfaces imperméables adjacentes afin de distribuer le flux de manière uniforme et d'obtenir une hauteur d'eau bien répartie.

Le répartiteur de débit peut être conçu à partir d'une tranchée de pierre, servant en même temps de prétraitement pour la bande filtrante. D'autres méthodes peuvent être envisagées : une rigole avec une berme végétale ou en béton, une bordure avec des brèches à distances régulières, etc.

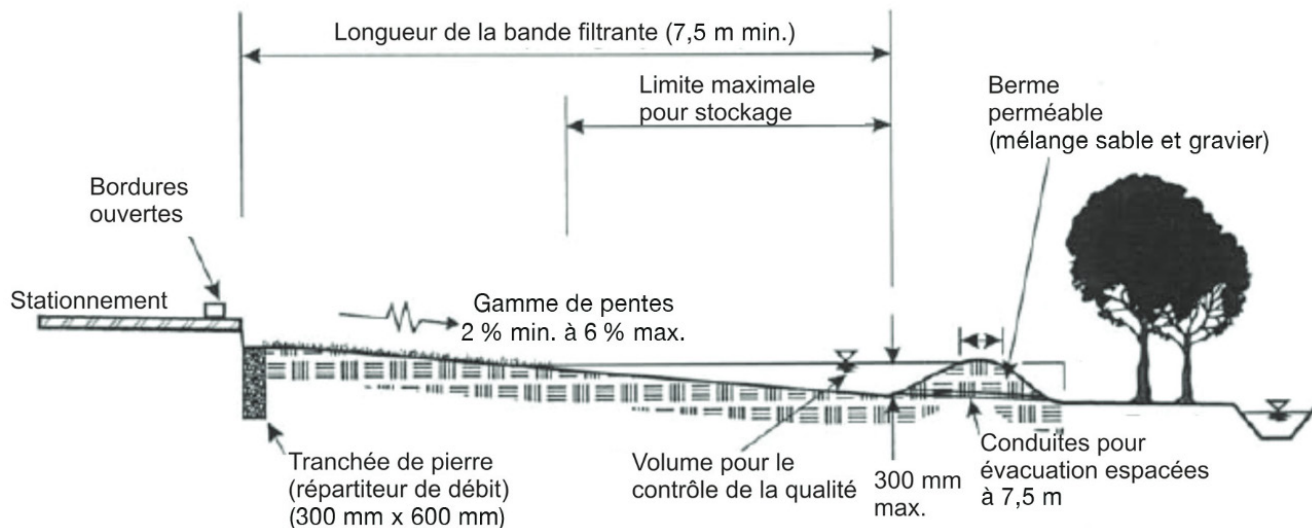


Figure 3 : Composants d'une bande filtrante. Source : adapté de Claytor et Schueler, 1996

## REALISATION

- La superficie des surfaces tributaires dont le ruissellement est dirigé vers une bande filtrante ne devrait pas être supérieure à 2 ha. Le rapport entre la surface tributaire et celle de la bande filtrante ne devrait pas excéder 6 pour 1.
- La pente du terrain ne doit pas être trop abrupte. Une pente idéale entre 1 et 2% assure un bon écoulement en nappe tout en évitant une accumulation et une stagnation de l'eau.
- Favoriser les plantations denses et mixtes (herbes, arbustes, arbres) plutôt que de la pelouse. Le choix de la végétation se fera en fonction du type de surface tributaire. Des variétés tolérantes aux inondations fréquentes sont à privilégier. L'ouvrage de Dunnett et Clayden, repris en bibliographie, énumère un ensemble de végétaux (plantes, arbustes, arbres) pouvant être plantés dans les bandes filtrantes.
- Pour assurer la stabilité de la pente, la végétation doit être plantée le plus rapidement possible au moment de la réalisation de la bande filtrante.
- Pour assurer un bon écoulement en nappe, un répartiteur de débit doit être aménagé. Ce répartiteur peut prendre la forme d'une tranchée de gravier implantée le long du bord supérieur de la bande ou d'une bordure ajourée.

## ENTRETIEN

Les bandes filtrantes demandent un entretien régulier, il est nécessaire d'enlever les sédiments, de renouveler les plantations (la périodicité dépend du type de plantes) et parfois de réparer le support (ajout de paillis par exemple).

## COÛT

Section en construction.

## ENVIRONNEMENT

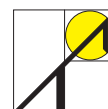
### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation de bandes filtrantes sont principalement de l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui sont des ressources naturelles renouvelables.

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation de bandes filtrantes sont principalement de l'engazonne-



ment accompagné de plantations et de végétaux qui, entretenus, ont des durée de vie importante (entre 50 et 100 ans). Arrivé en fin de vie, les plantations et végétaux sont considérés comme des déchets «verts» de classe 2. Ces déchets sont compostables.

#### REEMPLOI - RECYCLAGE

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation de bandes filtrantes sont principalement des plantations et des végétaux qui, en tant que déchet, peuvent être compostés. Le compost peut être directement utilisé pour l'entretien des espaces verts et/ou de jardin.

### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

#### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT

Les bandes filtrantes contribuent à améliorer la qualité des eaux collectées par décantation des matières en suspension, par phytoremédiation et par infiltration de l'eau dans le sol. De plus, comme il n'y a pas de stockage prolongé des eaux, la bande filtrante n'entraîne pas de variation de la température des eaux rejetées vers le milieu récepteur.

#### QUALITE DES SOLS

L'infiltration de l'eau génère à long terme un très faible risque de pollution des sols par concentration des dépôts de pollutions.

#### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les bandes filtrantes contribuent à l'alimentation des nappes phréatiques par infiltration partielle des eaux dans le sol. Il y a, en contre-partie, un léger risque de pollution de ces nappes même si la bande filtrante met en oeuvre un principe de biorétention.

#### QUALITE DE L'AIR

Les bandes filtrantes ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été. De plus, les plantes peuvent fixer certaines pollutions (poussières...).

#### BIODIVERSITE

Les bandes filtrantes sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées.

#### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Lorsque le risque de pollution est trop important, notamment lorsque la bande filtrante est implantée à proximité d'une autoroute ou à proximité d'une zone de parking, l'infiltration directe est prohibée. L'ouvrage ne sera utilisé que pour sa fonction de surface d'écoulement ralenti avant rejet vers un exutoire.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

#### INTEGRATION PAYSAGERE

La bande filtrante participe à amener de la nature en ville. Néanmoins, lorsque la végétation devient trop abondante, elle peut constituer une barrière visuelle.

#### PLURIFONCTIONNALITE

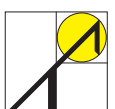
La bande filtrante, à l'image d'une noue très peu profonde, est plurifonctionnelle. Elle peut combiner sa fonction hydraulique à d'autres usages, comme de véritables espaces verts accessibles par temps secs ou des sentiers.

#### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation d'une bande filtrante est possible par phases, selon les besoins.

#### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

La bande filtrante sensibilise les habitants à la gestion de l'eau pluviale en ville par sa visualisation directe en cas d'orage ou gros épisode pluvieux.



**EMPRISE FONCIERE**

L'emprise foncière d'une noue n'est pas négligeable et peut s'avérer contraignante en milieu urbain. Cependant, en plus de sa fonction de gestion de l'eau, elle assume souvent plusieurs fonctions (espaces verts, espaces de jeux,...) dans le but de rentabiliser le coût foncier.

**RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)**

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération d'insectes est présent si l'eau stagne sur la bande filtrante, d'où l'importance de bien concevoir et réaliser les pentes de celle-ci.

**DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)**

Il n'y a pas de risque de chute et/ou de noyade dans le cas d'une bande filtrante.

**STABILITE DES BATIMENTS**

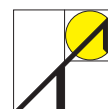
La bande filtrante présente peu de risque pour la stabilité des bâtiments vu sa fonction et sa conception.

**RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS**

Critères	Avantages	Inconvénients
<b>Dimensionnement</b>	Réduit les pressions quantitativement et qualitativement sur les ouvrages en aval.	Emprise au sol non négligeable mais compensée par une plurifonctionnalité
<b>Réalisation</b>	Simple à réaliser Réalizable par phases	Dispositif peu approprié dans le cas de zones à grande déclivité
<b>Entretien</b>	Entretien facile grâce aux pentes très douces qui permettent un accès aisé aux machines.	L'entretien doit être régulier: enlèvement des sédiments et entretien des plantations
<b>Coût d'installation</b>	?	?
<b>Environnement</b>	Améliore la qualité des eaux pluviales grâce au principe de biorétention. Permet une infiltration partielle des eaux de ruissellement et donc une alimentation des nappes phréatiques. Améliore la qualité de l'air. Propice au développement de la biodiversité Pas de risque de chute et/ou noyade	Risque de pollution des nappes phréatiques. Risque de pollution des sols.

**SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Rivard, G., et al. Guide de gestion des eaux pluviales. MDDEP. Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/pluviales/partie1.pdf>, 2011.
- [2] Rivard, G., Gestion des eaux pluviales en milieu urbain: concepts et applications. 1998: Sainte-Dorothée, Québec: Alias communication design.
- [3] Gillig C.-M., Bourgery C., Amann N., L'arbre en milieu urbain – conception et réalisation de plantations, Ed. : InFolio, Coll. : Archigraphy-Paysages, 28/11/2008
- [4] Dunnett N., Clayden A., Les jardins et la pluie. Gestion durable de l'eau de pluie dans les jardins et les espaces verts, Editions du Rouergue, 2007, 185 pages
- [5] Bruxelles Environnement, 2014, Outil de gestion de l'eau de pluie à l'échelle du quartier – La bande filtrante et le jardin de pluie, Bruxelles, mars 2014, [http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/geq09\\_pretraitement.pdf](http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq09_pretraitement.pdf)
- [6] Ville de Québec, Bande filtrante, [https://www.ville.quebec.qc.ca/gens\\_affaires/developpement\\_residentiel/docs/fiches\\_gestion\\_eaux\\_pluviales/2\\_bande\\_filtrente.pdf](https://www.ville.quebec.qc.ca/gens_affaires/developpement_residentiel/docs/fiches_gestion_eaux_pluviales/2_bande_filtrente.pdf)
- [7] SCHL, Techniques végétatives, [https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/dedu/ealo/ealo\\_011.cfm](https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/dedu/ealo/ealo_011.cfm)
- [8] CLAYTOR, R., et T. SCHUELER. Design of Stormwater Filtering Systems, Ellicott City, CWP, 1996.





### LA NOUE

*Une noue est une dépression du sol servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, à l'évacuation et/ou à l'infiltration des eaux pluviales. Peu profonde, temporairement submersible, avec des rives en pente douce, elle est le plus souvent aménagée en espace vert, mais pas exclusivement. De forme allongée, à rives parallèles ou non, sa forme peut suivre les courbes de niveau et se rétrécir à certains endroits. Un réseau de noues à ciel ouvert peut remplacer un réseau d'eau pluviale enterré avec l'avantage d'une conception simple à coût peu élevé. Les avantages de cette technique la rendent la plus utilisée des techniques alternatives.*

#### PRINCIPES HYDRAULIQUES:

La noue sert à retenir temporairement les eaux pluviales avant de les laisser s'infiltrer dans le sol et/ou de les rejeter à débit régulier vers un exutoire ou un autre dispositif de gestion.

**Collecte:** les eaux pluviales sont collectées, soit par l'intermédiaire de canalisations ou rigoles (eaux de toiture et/ou de chaussée), soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes.

**La noue:** la fonction essentielle de la noue est de stocker un épisode de pluie, mais elle peut également servir à écouler un épisode plus rare. Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre, au sein de la noue.

**L'évacuation:** les eaux pluviales sont évacuées vers un exutoire (réseau, puits ou bassin de rétention) ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque le rejet à l'exutoire est très limité, l'infiltration est nécessaire, à condition qu'elle soit possible.

La noue peut être utilisée seule, comme technique alternative à part entière, ou en complément d'autres techniques.

#### TYPES DE NOUE:

La surface de la noue peut être végétalisée, engazonnée, plantée, renforcée (dalle gazon), revêtue (pavé à joint infiltrant, pavés poreux, ...). Si le fond de la noue est bétonné, on parlera plutôt d'un bassin sec ou d'un bassin d'orage. Lorsqu'elle est vide, la noue peut, selon la forme qui lui a été donnée et son revêtement, être exploitée comme aire de jeux pour les enfants, comme sentier, ... Les plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.), utilisées aussi en épuration des eaux usées, peuvent être choisies et plantées préventivement pour leur pouvoir remédiateur dans la dépollution des eaux de ruissellement potentiellement polluées (eaux de ruissellement d'un parking, de voiries, de toitures métalliques, pouvant contenir des matières organiques, des hydrocarbures, des métaux lourds, etc.)

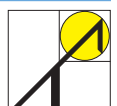
Il existe plusieurs types de noues. Elles se distinguent par les conditions d'infiltrabilité dans le sol :

#### NOUE INFILTRANTE

Dans le cas d'un sol considéré comme « infiltrable », la vidange par infiltration sera privilégiée par rapport à la vidange vers un exutoire à débit régulé. Afin d'éviter que le fond de la noue ne soit humide trop souvent et/ou trop longtemps (flaques incompatibles avec l'éventuel usage des lieux), celui-ci peut accueillir une rigole (ou cunette) en matériau solide ou imperméable (béton, pavés, ...) qui recueille les premières eaux et/ou les dernières eaux d'une pluie. Pour la même raison, la noue peut aussi être munie d'un enrochement linéaire (ou massif d'infiltration) sous sa surface au point le plus bas (protégé d'un géotextile mais sans drain d'évacuation). Cet enrochement augmente la capacité de stockage. On parle alors de « wadi ». Ce mot arabe désigne une vallée du désert où les rivières sont la plupart du temps à sec.

#### NOUE DRAINANTE (OU A EVACUATION SUPERFICIELLE)

Lorsque le sol n'est pas suffisamment infiltrant (capacité d'infiltration < 1 mm/h) ou lorsque l'infiltration est



déconseillée, voire prohibée, pour des raisons environnementales (risque de pollution du sol ou de la nappe, risque de déplacement de la pollution existante, etc.), la noue peut jouer le rôle de stockage avec évacuation de l'eau stockée à débit régulé;

- soit grâce à une évacuation en surface située au point bas de la noue. Dans ce cas, une cuvette au fond de la noue conduit les eaux vers le point d'évacuation.

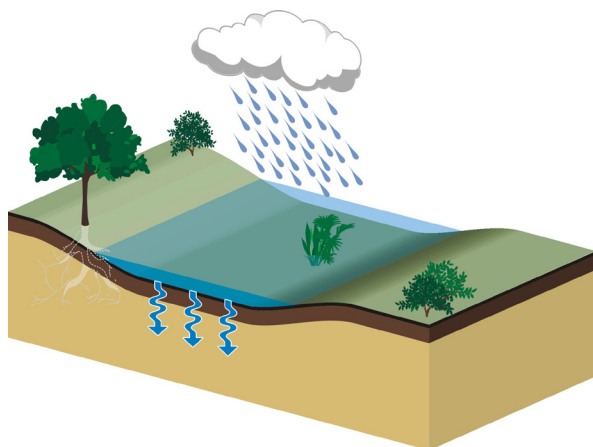


Figure 1: Noue engazonnée et plantée infiltrante. Source: Architecture et Climat

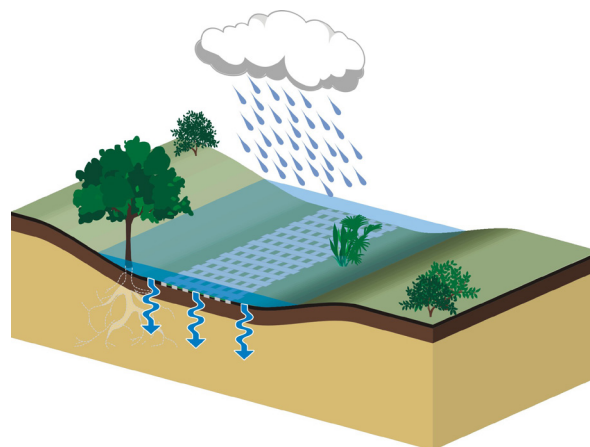


Figure 2: Noue engazonnée infiltrante renforcée dans son fond. Source: Architecture et Climat



Figure 3: Noue infiltrante à cunette en son creux pour écouler les petits épisodes pluvieux et le début et/ou la fin des épisodes plus rares afin d'éviter les flaques. Source: Architecture et Climat

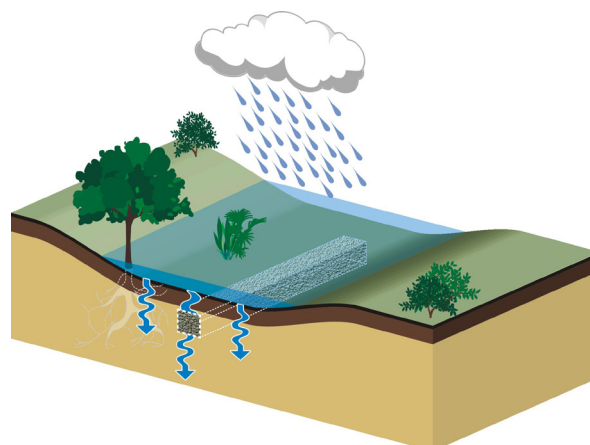
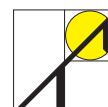
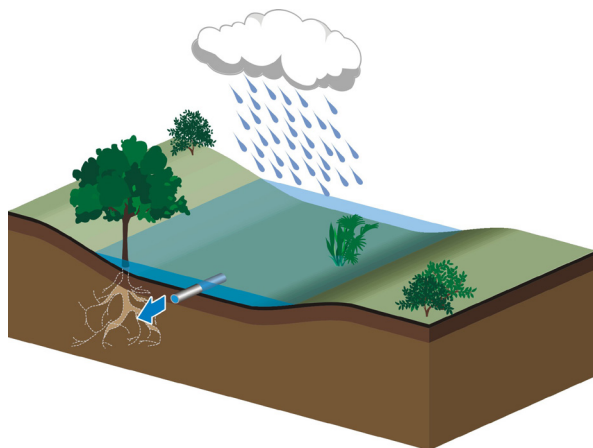


Figure 4: Noue infiltrante avec enrochement linéaire en son point bas afin de limiter l'apparition de flaque. Ce massif n'est pas drainé par une évacuation vers un exutoire mais permet de stocker temporairement une partie des eaux de ruissellement. Toute l'eau stockée dans la noue et son enrochement sera ensuite infiltrée dans le sol. Source: Architecture et Climat

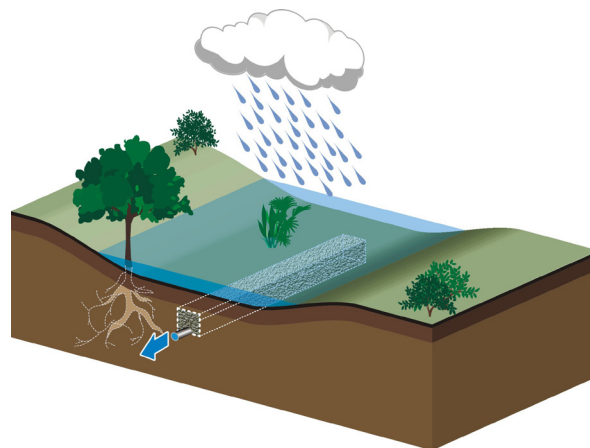
- soit grâce à un système de drain(s) réalisé(s) sous la noue.

L'imperméabilité du fond de l'ouvrage peut-être naturelle si le sol existant est naturellement imperméable, ou rendu imperméable par la pose d'un film imperméable (géo-membrane). En présence de ce film, les plantations de bambous (à système racinaire de rhizomes traçant) sont fortement déconseillées suite au risque de perforation du film par les racines. La plantation de plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.) présente, au contraire, peu de risque de perforation. L'imperméabilisation peut aussi être réalisée, si le sol n'est pas suffisamment étanche, par la mise en œuvre d'une couche d'argile (ou de terre argileuse) compactée sur 20 à 30 cm. Cette technique est acceptée en épuration des eaux usées par voie naturelle (bassins plantés). Néanmoins, lorsque le sous-sol est pollué et afin de ne pas prendre le risque de déplacer cette pollution, il est nécessaire de se renseigner de la pertinence de cette technique auprès des administrations compétentes. L'orifice d'évacuation de la noue à évacuation superficielle peut rapidement se boucher. Il est par conséquent très important de veiller à l'entretien de cet orifice. Par contre, la noue drainante se prévaut de ce risque de bouchage grâce à la filtration, par le sol lui-même, des matières en suspension et autres objets.

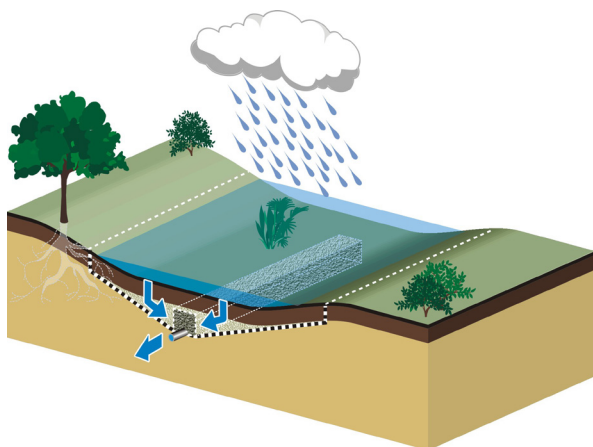




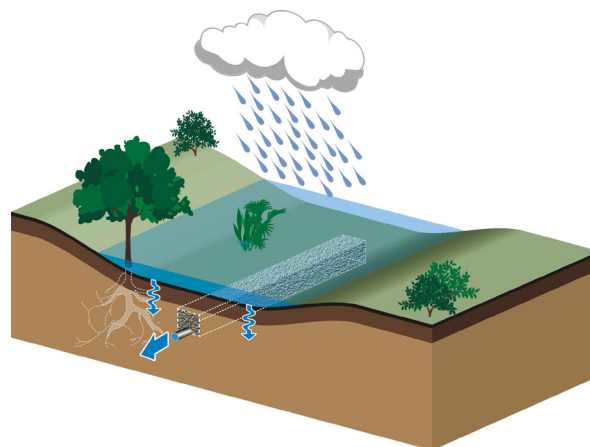
**Figure 5:** Noue à évacuation superficielle. Le sol est très peu perméable. Les eaux stockées sont évacuées à débit régulé vers un exutoire via un orifice au pied de la noue. Cet orifice doit être très régulièrement entretenu pour éviter toute obstruction. Source: Architecture et Climat



**Figure 6:** Noue drainante sur un sol très peu perméable. Les eaux stockées dans la noue s'infiltrent dans le substrat superficiel et sont drainées dans un massif qui évacue les eaux à débit régulé vers un exutoire. Source: Architecture et Climat



**Figure 7:** Noue drainante à fond imperméabilisé par une géomembrane. Les eaux percolent via le substrat superficiel vers un large massif drainant et sont évacuées à débit régulé vers un exutoire. Source: Architecture et Climat



**Figure 8:** Noue mixte, à la fois infiltrante et drainante, sur un sol moyennement perméable. Source: Architecture et Climat

## NOUE MIXTE

Lorsque la perméabilité du sol est moyenne (capacité d'infiltration comprise entre 1 et 20 mm/h), la noue mixte peut cumuler les possibilités de vidange : cette dernière peut s'effectuer à la fois par infiltration dans le sol et par évacuation à débit régulé. L'infiltration sera possible mais lente et l'évacuation à débit de fuite régulé permettra la vidange complète de l'ouvrage en un temps raisonnable. Ce drainage peut, de plus, évacuer les eaux de la nappe si elle est affleurante, et conserver toute la capacité à vide de l'ouvrage.



**Figure 9:** *Noue en pente scindée en plusieurs biefs par des murets formant un barrage avec un dispositif de vidange dans le quartier du Kronsberg, Hanovre, Allemagne. Source photo: Valérie Mahaut*



**Figure 10:** *Noue infiltrante à revêtement pavé à joints non cimentés, barrée par un mur de soutènement reliant cette noue à la suivante par un dispositif de trop-plein. Quartier du Kronsberg, Hanovre. Source photo: Valérie Mahaut*



**Figure 11:** *Noue infiltrante minérale partiellement plantée. Quartier du Kronsberg, Hanovre. Source photo: Valérie Mahaut*



**Figure 12:** *Noue engazonnée partiellement plantée dont le fond est renforcé par des pas japonais permettant le passage piéton par temps sec dans le sens de la longueur. Quartier de Schamhauserpark, Stuttgart. Source photo: Valérie Mahaut*

## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS

### DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement d'une noue consiste à déterminer, pour une pluie de projet avec un temps de retour déterminé (voir info-fiche Pluies de projet), son volume de stockage et, dans le cas d'une noue infiltrante ou mixte, à déterminer sa surface d'infiltration minimale. Celle-ci dépend de la capacité du sol à infiltrer l'eau et du temps maximal requis pour vidanger la noue.

La création de volumes de stockages valorisés séquentiellement en fonction de l'importance de la pluie permet de réserver des espaces récréatifs qui seront rarement inondés.

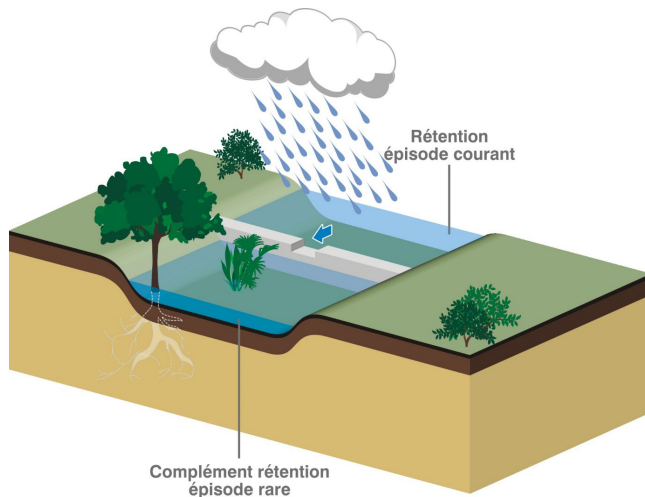


Figure 13: Noue dont le remplissage s'effectue en cascade. L'étage aval ne sera rempli que lors de précipitations exceptionnelles. Source: Architecture et Climat

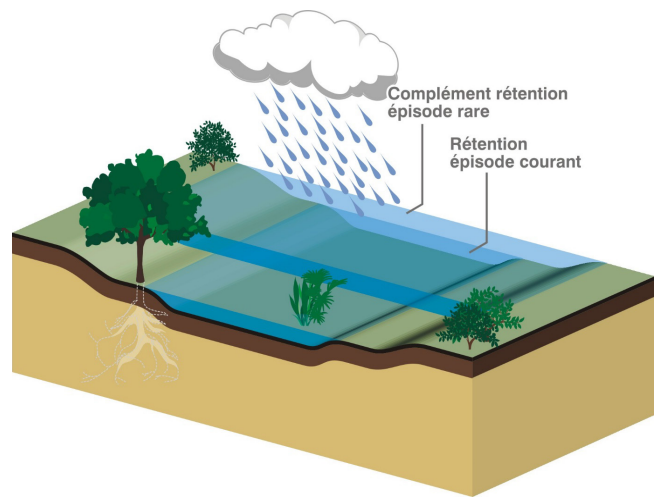


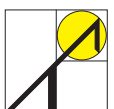
Figure 14: Noue dont le remplissage s'effectue par palier. L'étage supérieur ne sera rempli que lors de précipitations exceptionnelles. Source: Architecture et Climat

Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement».

## CONSEILS DE CONCEPTION / REALISATION

### CONCEPTION

- Prévoir un engazonnement suffisant, à réaliser avant la mise en service et avec une bonne épaisseur de sol de bonne qualité (20 cm);
- Si la noue est aussi une aire de jeux ou si les tondeuses sont de poids important, prévoir un renforcement de la pelouse (type terrain de foot);
- Veiller à ce que la pente des surfaces de récolte des eaux de ruissellement soit correctement dirigée vers la noue;
- Veiller à concevoir et réaliser la noue de sorte qu'il n'y ait pas d'eau stagnante : pentes suffisantes, bien réalisées, avec un renforcement du fond, une cunette ou un enrochement au point bas si nécessaire;
- Si le terrain naturel est en pente dans le sens de la longueur de la noue, il est opportun de subdiviser la noue en tronçons (biefs) pour augmenter le volume de stockage et réduire ainsi la vitesse d'écoulement. Dans le cas d'une pente très faible (< 2% ou 3%), une cunette en béton pourra être réalisée dans le fond de la noue pour assurer un écoulement minimal ou un enrochement sous le fond de la noue dans le but d'assécher celui-ci en fin de période pluvieuse;
- Pour les noues en pente de grande capacité (reprenant les eaux d'un groupe d'habitations, par exemple), prévoir des barrages en béton qui divisent la longueur de la noue afin de garantir un certain volume stocké dans chaque tronçon;
- La noue ne peut recevoir le stationnement de véhicules. Il est utile de la planter totalement ou partiellement lorsqu'elle borde une voirie de desserte ou de prévoir d'autres dispositifs qui empêcheront le stationnement;
- Les plantations (arbres, arbustes, ...) permettront une meilleure infiltration de l'eau grâce à leurs racines qui aèrent la terre et se nourrissent de l'eau. Elles joueront aussi un rôle dans la régulation de l'eau par l'évapotranspiration. Dans le cas où le temps de séjour de l'eau dans la noue est important, il sera préférable de planter des espèces adaptées aux milieux humides;
- De manière générale, toute plantation dans ou à proximité d'un ouvrage doit être étudié en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel et de la place disponible dans l'éventuel volume imperméabilisé ou à l'extérieur de celui-ci. Les bambous sont prohibés dans le cas d'une imperméabilisation par géo-membrane. Certaines plantations à proximité d'un enrochement risquent de le colmater par les racines. Dans ce cas, il vaut mieux planter à une certaine distance de l'enrochement;
- Les plantations dans ou à proximité d'un ouvrage à ciel ouvert génèrent un entretien plus conséquent à cause



du ramassage des feuilles mortes.

## REALISATION

La surface de la noue peut être de différentes natures : végétalisée, engazonnée, plantée, renforcée (dalle gazon) ou bien encore revêtue (pavés à joint infiltrant, pavés poreux...).

Pour les noues végétalisées, il est important de réfléchir au préalable au type de plantations. Le choix des plantations dépend de la place disponible pour les racines et de l'entretien qui pourra être assuré par la suite. Les types de végétaux conseillés sont les suivants :

- Gazon résistant à l'eau et à l'arrachement (Herbe des Bermudes, Puerare hirsute, Pâturin des prés, Brome inerme...);
- Arbres et arbustes pouvant s'adapter à la présence plus ou moins abondante d'eau pour garantir une bonne stabilité. Les arbres à feuilles caduques risquant d'entraîner l'obstruction des dispositifs de régulation, privilégier les résineux ou arbres à feuilles pérennes ;
- Végétaux dont le système racinaire permet une stabilisation du sol (pivotants, fasciculés ou charnus).

## ENTRETIEN

L'entretien des noues est facile grâce aux pentes douces qui permettent l'accès des machines d'entretien (tondeuses, ...). La noue est un lieu privilégié pour permettre le développement de la biodiversité. Un fauchage tardif plutôt qu'une tonte régulière est généralement recommandé notamment afin de permettre le développement de zones refuges (herbes hautes). En fonction de l'utilisation du dispositif, si la noue est, par exemple, utilisée pour le jeu, la tonte régulière sera nécessaire.

Les noues demandent un entretien régulier classique comme un espace vert, à savoir :

- une tonte ou un fauchage régulier des rives engazonnées : fauchage 2x/an, tonte 20x/an,
- un arrosage des végétaux lors des sécheresses,
- un ramassage des éventuels feuilles et les détritiques (qui risquent de colmater la surface d'infiltration).

Par ailleurs, il importe de veiller à :

- Evacuer les dépôts de boues de décantation lorsque leur quantité est telle qu'elle induit une modification du volume utile de rétention. Heureusement, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes de boues générés sont très faibles. Ce curage sera donc effectué tous les 5 à 10 ans environ. L'extraction des décantats est réalisée par voie hydraulique ou à sec (pompage, balayage, pelletage, ...). Leur évacuation peut se faire vers un dispositif de traitement pour une filière de valorisation ou, suivant leur composition, vers un dépôt définitif. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.
- Curer régulièrement les orifices d'arrivée et d'évacuation à débit régulé ou par surverse.
- Rénover partiellement ou complètement la noue au terme de sa durée de vie (liée en général au colmatage de sa surface et/ou de son enrochement).

## COÛT D'INSTALLATION

Prix hors taxes, comprenant déblais, remblais, matériaux, main d'œuvre, évacuations éventuelles, raccord des trop-pleins à une chambre de visite, mise à niveau des terres et engazonnement. Les valeurs ci-dessous résultent d'estimations pour des noues de petites dimensions, applicables à l'échelle de la parcelle, de l'ordre de quelques m<sup>3</sup> d'eau stockée. Ils donnent une fourchette de prix dépendant des conditions d'accès, de la situation existante, des possibilités de revalorisation des terres évacuées, etc. Les pourcentages (\*) indiquent une moyenne de la part des fournitures (géotextile, géo-membrane, enrochement) et des frais de décharge des terres. Le solde relève de la main d'œuvre.

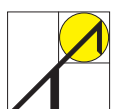
TABLEAU DE PRIX EN CONSTRUCTION

## ENVIRONNEMENT

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des noues sont principalement de l'engazonnement accom-



accompagné de plantations et de végétaux qui sont des ressources naturelles renouvelables. On retrouve également et selon le type de noue:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés (enrochement):** ces ressources sont des matières premières naturelles non renouvelables mais présentes en quantité importante dans le sous-sol et extraites localement (Belgique). Les graviers naturels peuvent être remplacés par des granulats recyclés issus du concassage de déchets inertes.
- **géotextile:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **drain en matière plastique:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **membrane EPDM:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des noues sont principalement de l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui, entretenus, ont une durée de vie importante (entre 50 et 100 ans). Arrivé en fin de vie, les plantations et végétaux sont considérés comme des déchets «verts» de classe 2.

Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés:** les graviers ont une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, les graviers sont considérés comme des déchets inertes de classe 3. Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (Source : Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999)
- **géotextile:** le géotextile en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **drain en matière plastique:** le drain en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **membrane EPDM:** la membrane EPDM a une durée de vie relativement courte, entre 10 à 30 ans. Arrivée en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.

#### REEMPLOI - RECYCLAGE

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des noues sont principalement des plantations et des végétaux qui, en tant que déchet, peuvent être compostés.

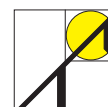
Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés:** les graviers peuvent être réutilisés en tant que tels ou introduits dans la fabrication de certains produits et/ou matériaux. De nombreuses filières de réemploi existent en Région Wallonne.
- **géotextile:** le géotextile en matière synthétique peut être recyclé par downcycling et/ou valorisé thermiquement (la plupart du temps).
- **drain en matière plastique:** le drain en matière plastique, s'il est propre, peut être recyclé par downcycling (broyage en poudre) et réintroduit dans des cycles de production. Cependant, il est couramment valorisé thermiquement.
- **membrane EPDM:** la membrane EPDM, si elle est propre, peut être recyclée par downcycling et réintroduite dans des cycles de production. Cependant, elle est couramment valorisée thermiquement.

#### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

##### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT

Dans le cas des noues infiltrantes et mixtes, l'infiltration dans le sol permet d'améliorer encore davantage la qualité des eaux par décantation des matières en suspensions et par interception des polluants dans le sol durant la filtration.



### QUALITE DES SOLS

Dans le cas des noues infiltrantes et mixtes, un faible risque de pollution des sols existe à long terme par concentration des dépôts de pollutions présentes dans les eaux de ruissellement. Dans le cas des noues drainantes, ce risque n'existe pas du fait de l'imperméabilisation du sol.

### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les noues infiltrantes et mixtes participent à l'alimentation des nappes phréatiques par infiltration de l'eau dans le sol mais présentent un risque de pollution de cette nappe si les eaux de ruissellement sont polluées et si la nappe est peu profonde.

Pour éviter ce risque, les plus hautes eaux de celles-ci doivent être à plus de 1 m de la base de la noue.

Dans le cas des noues drainantes, l'étanchéité du sol empêche l'infiltration de l'eau dans le sol et donc ne contribue pas à l'alimentation des nappes phréatiques, il n'y a par conséquent pas de risque de pollution de celles-ci.

### QUALITE DE L'AIR

Les noues végétalisées ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). Les pollutions atmosphériques (poussières, ...) peuvent être en partie fixées par la végétation

### BIODIVERSITE

Les noues végétalisées plantées sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées et si l'entretien est moins régulier (fauchage tardif).

### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Lorsque le risque de pollution est trop important, notamment lorsque la noue est implantée à proximité d'une autoroute ou à proximité d'un parking, l'infiltration directe est prohibée. L'ouvrage ne sera utilisé que pour sa fonction de rétention avant rejet vers un exutoire.

Les eaux de ruissellement de voiries ou de parking pourraient être infiltrées moyennant une dépollution préalable de préférence par voie extensive via une noue, un bassin sec, un fossé ou un massif plantés étanches (par une couche d'argile compactée) qui collectent et dépolluent les eaux de ruissellement le long des voiries et les acheminent à débit régulé vers une zone d'infiltration. Ce choix de technique d'épuration extensive est généralement plus efficace que le choix de séparateurs d'hydrocarbures branchés sur avaloirs qui sont souvent peu entretenus, dont la performance est souvent plafonnée à la concentration en hydrocarbures des eaux y arrivant et dont la vitesse d'arrivée des eaux ne permet généralement pas une bonne décantation.

En cas d'accidents, il faut limiter la zone polluée en isolant les tronçons (biefs) et en fermant les orifices d'arrivée et d'évacuation des eaux puis en pompant la pollution déversée. Il faudra ensuite évacuer les terres polluées et réhabiliter la noue.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

### INTEGRATION PAYSAGERE

L'intégration paysagère des noues est aisée compte tenu de leur profil : l'engazonnement est suffisant et les pentes douces accessibles aux habitants. La noue peut être réalisée en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur site industriel.

### PLURIFONCTIONNALITE

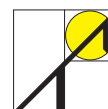
La noue est plurifonctionnelle : elle peut combiner sa fonction hydraulique à d'autres usages, comme de véritables espaces verts accessibles par temps secs ou des sentiers. Dans ce cas, la surface peut être adaptée : renforcement par dalle gazon, empierrement, pavés poreux et/ou à joints perméables...

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation d'une noue est possible par phases, selon les besoins de stockage. La présence d'une membrane étanche rend néanmoins son extension plus délicate.

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

La sensibilisation des habitants est facilitée par la visualisation directe du problème de la gestion des eaux pluviales en cas d'orage ou gros épisode pluvieux.



### EMPRISE FONCIERE

L'emprise foncière d'une noue n'est pas négligeable et peut s'avérer contraignante en milieu urbain. Cependant, en plus de sa fonction de gestion de l'eau, elle assume souvent plusieurs fonctions (espaces verts, espaces de jeux,...) dans le but de rentabiliser le coût foncier.

### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est présent si de l'eau stagne dans la noue, d'où l'importance de bien concevoir et réaliser les pentes de celle-ci et d'y faire un entretien régulier

### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

Suivant la profondeur et les pentes de la noue, les risques de chute et de noyade sont plus ou moins élevés. Pour les limiter, il convient d'adapter le dimensionnement de la noue à l'usage du lieu et signifier la présence potentielle d'eau.

### STABILITE DES BATIMENTS

Dans le cas des noues infiltrantes et mixtes, l'infiltration peut engendrer un risque sur la stabilité des bâtiments dans le cas où les sols sont pulvérulents (sables) et le débit d'infiltration est élevé. En effet, le mouvement de l'eau peut à moyen terme déplacer les grains de sable, provoquant un entrainement des particules qui compactera le sol et pourra provoquer d'éventuels tassements de sol.

La géomorphologie du sous-sol peut également modifier l'écoulement vertical d'eau dans le sol et rediriger les eaux vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple).

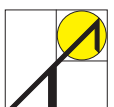
Afin d'éviter ces désagréments, il est utile, dans le cas de sol sableux, de :

- Faire un essai de sol au droit de l'ouvrage d'infiltration ;
- Prévoir une distance suffisante entre le fond de la surface d'infiltration et les bâtiments ;
- Eloigner le plus possible des bâtiments l'arrivée d'eau dans l'ouvrage filtrant ;
- Ne pas infiltrer dans les remblais autour des bâtiments ;
- Prévoir un fond engazonné en terre arable (perméable mais moins que le sable) qui permet de réduire le débit d'infiltration à un taux acceptable.

Ces risques ne sont pas présents dans le cas des noues drainantes.

## RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS

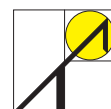
Critères	Avantages	Inconvénients
Dimensionnement		Emprise au sol non négligeable mais compensée par un plurifonctionnalité
Réalisation	Simple à réaliser	
Entretien	Entretien facile grâce aux pentes douces qui permettent un accès aisé aux machines.	Si la noue est végétalisée, l'entretien doit être régulier.
Coût d'installation		
Environnement	Bonne intégration paysagère. Sensibilisation des habitants à la gestion des eaux pluviales facilitée par la visualisation directe de l'eau dans la noue en cas d'épisode pluvieux. Améliore la qualité des eaux de pluie par décantation et filtration des polluants <i>Noue végétalisée:</i> - améliore la qualité de l'air de l'environnement immédiat - favorise la biodiversité	Risque de nuisance s'il y a stagnation des eaux Risque de chute et de noyade, selon l'hauteur d'eau possible dans la noue.



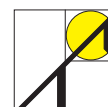
Noüe infiltrante		
<b>Réalisation</b>	Réalisable par phasage selon les besoins de stockage	
<b>Environnement</b>	<u>Noüe infiltrante simple:</u> Peu d'impact négatif sur l'environnement large. Alimente les nappes phréatiques	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques Peut entraîner des problèmes de stabilité de bâtiment en fonction du type de sol
Noüe drainante		
<b>Réalisation</b>		Phasage plus délicat à cause des membranes (géotextile et membrane EPDM)
<b>Entretien</b>		Risque d'obstruction rapide de l'orifice de la couche drainante
<b>Environnement</b>	<u>Noüe de rétention simple:</u> Peu d'impact négatif sur l'environnement large.	La citerne d'orage sensibilise difficilement le public à la gestion durable de l'eau pluviale car elle est invisible (enterrée)
Noüe mixte		
<b>Réalisation</b>	Possibilité de phasage dans la réalisation de ce type de noüe	
<b>Environnement</b>	Alimente les nappes phréatiques Améliore la qualité des eaux pluviales par filtration et décantation	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques. Peut entraîner des problèmes de stabilité de bâtiment en fonction du type de sol

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007.
- [4] Bruxelles Environnement, 2009, Comparaison des mesures alternatives pour la gestion des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle – Fiche informative « Mesures compensatoires », Bruxelles, juin 2009
- [5] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [6] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement, version janvier 2006.
- [7] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives d'égoutement des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010
- [8] Chapitre « Réduire la consommation des ressources » de la publication *Rénovation durable des bâtiments scolaires* réalisée sous la direction d'André De Herde pour le Service Public de Wallonie - Département Energie, de 2011 à 2014. Document téléchargeable sur le site <http://wallonie.energie.be>
- [9] Adopta, 2006, Fiches techniques n°3 : La noüe, <http://www.adopta.fr/fiches/fiche3.pdf>
- [10] Biodiversité Positive, 2011, Biodiversité et gestion de l'eau à la parcelle : les noues et fossés, <http://www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Biodiversite%20A9-et-gestion-de-leau-%20A0-la-parcelles-noues-et-fosses%20A9s-4-Mai.pdf>



- [11] Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014, Guide des solutions compensatoires d'assainissement pluvial, <http://leau.bordeaux-metropole.fr/pdf/Guide-solutions-compensatoires.pdf>
- [12] Communauté Urbaine Grand Lyon, 2008, Guide pratique : Aménagement et eaux pluviales, [http://www.grandlyon.com/leadmin/user\\_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021\\_gl\\_guidepratique\\_amenagementeauxpluviales.pdf](http://www.grandlyon.com/leadmin/user_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021_gl_guidepratique_amenagementeauxpluviales.pdf)
- [13] Lille Métropole, 2012, Guide de gestion durable des eaux pluviales - Fiches techniques, [http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques\\_dec2012.pdf](http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques_dec2012.pdf)
- [14] Région Pays de Loire, Les techniques alternatives en assainissement pluvial : descriptif et exemples de réalisation, [http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4\\_techniques\\_alternatives.pdf](http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4_techniques_alternatives.pdf)





### LE FOSSE

FOSSE INFILTRANT  
FOSSE DRAINANT  
FOSSE MIXTE

*Un fossé est un ouvrage temporairement submersible, linéaire, à ciel ouvert, de faible largeur, assez profond, avec des rives abruptes (souvent de pente de plus de 45°). Il sert au recueil des eaux pluviales, à leur rétention, à leur écoulement et à leur évacuation par infiltration et/ou rejet dans un cours d'eau ou un réseau. Ce qui distingue le fossé de la noue est principalement son profil : pente, largeur, profondeur, ... et les avantages ou inconvénients qui en résultent : gain de place, accès plus difficile, entretien moins aisé, danger de chute, ...*

#### PRINCIPES HYDRAULIQUES

**Collecte** : L'eau est collectée, soit par l'intermédiaire de canalisations ou rigoles dans le cas, par exemple, de récupération des eaux de toiture et de chaussée, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes.

**Le fossé** : La fonction essentielle du fossé est de diriger et stocker un épisode de pluie (décennal par exemple). Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre, à l'intérieur du fossé.

**L'évacuation** : L'eau est évacuée vers un exutoire (réseau, puits ou bassin de rétention) ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque le rejet à l'exutoire est très limité, l'infiltration est nécessaire, à condition qu'elle soit possible.

Le fossé peut être utilisé seul, comme technique alternative à part entière, ou en complément d'autres techniques.

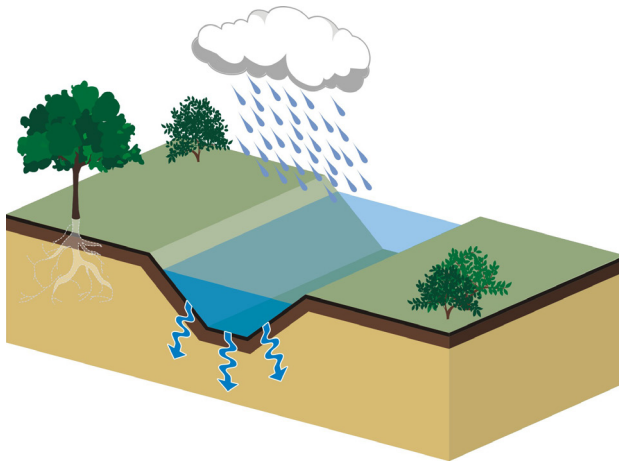


Figure 1: Fossé à berges raides (45°), étroit et profond. Source: Architecture et Climat

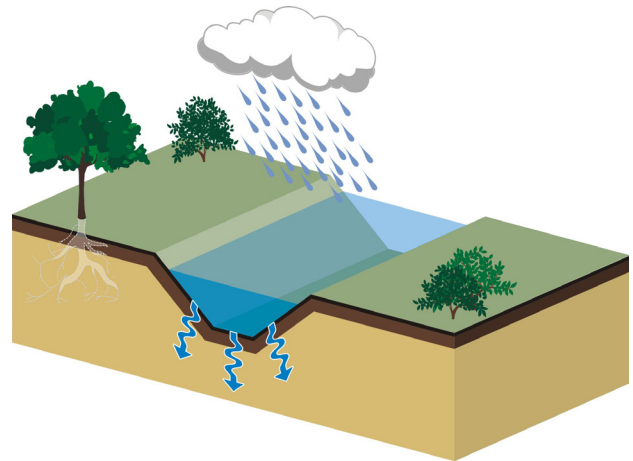
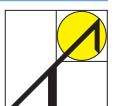


Figure 2: Fossé d'infiltration à berges en pente douce, large et peu profond. Source: Architecture et Climat

#### TYPE DE FOSSE

Le fond du fossé est en général engazonné (type « prairie » qui nécessite moins d'entretien) et parfois plantée, mais rarement minéralisée ou renforcée. Si son fond est bétonné, on parle plutôt de caniveau ou de canaux. Par contre, les berges du fossé peuvent prendre plusieurs allures allant du simple talus engazonné (éventuellement stabilisé par les racines de plantations s'il est fort raide) jusqu'au muret maçonné à la verticale. Les plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.), utilisées aussi en épuration des eaux usées plantations, peuvent



être choisies et plantées pour leur pouvoir remédiateur dans la dépollution des eaux de ruissellement potentiellement polluées (eaux de ruissellement d'un parking, de voiries, de toitures métalliques, ... contenant des matières organiques, des hydrocarbures, des métaux lourds, etc.).

Comme pour les noues, il existe plusieurs types de fossés en fonction des conditions d'infiltrabilité dans le sol :

### FOSSE INFILTRANT

Dans le cas d'un sol considéré comme « infiltrable », la vidange par infiltration sera privilégiée par rapport à la vidange vers un exutoire à débit régulé. A la différence des noues, il est peu important que le fond des fossés soit sec parce que le public n'est pas invité à y accéder. Il est, par conséquent, inutile de prévoir une cunette ou un enrochement au point bas du fossé, pour autant que le profil en long du fossé ne présente pas de contre-pente où l'eau pourrait stagner en quantité trop significative.

### FOSSE DRAINANT

Lorsque le sol n'est pas suffisamment infiltrant (capacité d'infiltration < 1 mm/h) ou lorsque l'infiltration est déconseillée, voire prohibée, pour des raisons environnementales (risque de pollution du sol ou de la nappe, risque de déplacement de la pollution existante, etc.), le fossé peut jouer le rôle de stockage avec évacuation de l'eau stockée à débit régulé :

- soit grâce à une évacuation en surface située au point bas du fossé. Dans ce cas, une cunette au fond du fossé aide à conduire les eaux vers le point d'évacuation;
- soit grâce à un système de drain(s) réalisé(s) sous le fossé.

L'imperméabilité du fond de l'ouvrage peut-être naturelle si le sol existant est naturellement imperméable.

Dans le cas contraire, le fossé peut être rendu imperméable par la pose d'un film imperméable (géo-membrane). En présence de ce film, les plantations de bambous (à système racinaire de rhizomes traçants) sont fortement déconseillées suite au risque de perforation du film par les racines. La plantation de plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.) présente, au contraire, peu de risques de perforation.

L'imperméabilisation peut aussi être réalisée, si le sol n'est pas suffisamment étanche, par la mise en œuvre d'une couche d'argile (ou de terre argileuse) compactée sur 20 à 30 cm. Cette technique est acceptée en épuration des eaux usées par voie naturelle (bassins plantés).

Néanmoins, lorsque le sous-sol est pollué et afin de ne pas prendre le risque de déplacer cette pollution, il est nécessaire de se renseigner de la pertinence de cette technique auprès des administrations compétentes. L'orifice d'évacuation du fossé à évacuation superficielle peut rapidement se boucher. Il est par conséquent très important de veiller à l'entretien de cet orifice.

Par contre, le fossé drainant se prévaut de ce risque de bouchage grâce à la filtration, par le sol lui-même, des matières en suspension et autres objets.

### FOSSE MIXTE

Lorsque la perméabilité du sol est moyenne (capacité d'infiltration comprise entre 1 et 20 mm/h), le fossé mixte peut cumuler les possibilités de vidange : cette dernière peut s'effectuer à la fois par infiltration dans le sol et par évacuation à débit régulé.

L'infiltration sera possible mais lente, d'autant plus que la surface d'infiltration est moindre que dans le cas d'une noue, et l'évacuation à débit de fuite régulé permettra la vidange complète de l'ouvrage en un temps raisonnable. Ce drainage peut, de plus, évacuer les eaux de la nappe si elle est affleurante, conserver toute la capacité à vide de l'ouvrage avant l'orage.

## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS

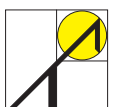




Figure 3: Petit fossé à berges en rochers et à fond de gravier. Lotissement Arkadien à Asperg (Stuttgart). Source photo: Valérie Mahaut



Figure 4: Long fossé avec connexion des différents biefs, quartier Vauban à Fribourg-en-Brisgau, Allemagne. Source photo: Valérie Mahaut



Figure 5: Fossé engazonné. Source photo : Dorothée Stiernon



Figure 6: Noue en pente scindée en plusieurs biefs par des murets formant un barrage avec un dispositif de vidange dans le quartier du Kronsberg, Hanovre, Allemagne. Source photo: Valérie Mahaut

## DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement d'un fossé consiste à déterminer, pour une pluie de projet avec un temps de retour déterminé, son volume de stockage et, dans le cas d'un fossé infiltrant ou mixte, à déterminer sa surface d'infiltration minimale. Celle-ci dépend de la capacité du sol à infiltrer l'eau et du temps maximal requis pour vidanger le fossé.

En général, le dimensionnement d'un fossé se ramène à la définition de la section (profil en travers) lorsque sa longueur est imposée par l'espace disponible sur la parcelle de terrain. Ce volume (section x longueur) peut se scinder en deux parties : la première pour accueillir un événement pluvial courant, la seconde pour recevoir un événement pluvial plus rare.

Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement».

## CONSEILS DE CONCEPTION / REALISATION

### CONCEPTION

- o Prévoir un engazonnement suffisant, à réaliser avant la mise en service et avec une bonne épaisseur de sol de bonne qualité (20 cm).
- o Veiller à ce que la pente des surfaces de récolte des eaux de ruissellement soit correctement dirigée vers le fossé.
- o Veiller à concevoir et réaliser le fossé de sorte qu'il n'y ait pas d'eau stagnante : pentes suffisantes, bien réalisées, avec un renforcement du fond, une cunette ou un enrochement au point bas si nécessaire.
- o Pour les fossés en pente de grande capacité (repreant les eaux d'un groupe d'habitations, par exemple), prévoir des barrages en béton qui divisent la longueur du fossé afin de garantir un certain volume stocké dans

chaque tronçon.

- o Les plantations (arbres, arbustes, ...) permettront une meilleure infiltration de l'eau grâce à leurs racines qui aèrent la terre et se nourrissent d'eau. Elles joueront aussi un rôle dans la régulation de l'eau par l'évapotranspiration. Dans le cas où le temps de séjour de l'eau dans le fossé est important, il sera préférable de planter des espèces adaptées aux milieux humides.
- o De manière générale, toute plantation dans ou à proximité d'un ouvrage doit être étudié en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel et de la place disponible dans l'éventuel volume imperméabilisé ou à l'extérieur de celui-ci. Les bambous sont prohibés dans le cas d'une imperméabilisation par géomembrane. Certaines plantations à proximité d'un enrochement risquent de le colmater par les racines. Dans ce cas, il vaut mieux planter à une certaine distance de l'enrochement.
- o Les plantations dans ou à proximité d'un ouvrage à ciel ouvert génèrent un entretien plus conséquent à cause du ramassage des feuilles mortes.
- o Anticiper le risque de chute par des garde-corps, de la végétation, une bonne visibilité ou un recul suffisant par rapport aux accès, chemins, trottoirs et voiries

## REALISATION

Les fossés sont réalisés avec l'aide d'engins mécaniques, avec un godet approprié au profil retenu. Il est possible d'avoir recours à des cloisons, maçonneries ou non, afin d'améliorer les performances de stockage. Si le terrain naturel est en pente dans le sens de la longueur du fossé, il est opportun de le subdiviser en suffisamment de tronçons (biefs) pour augmenter le volume de stockage et réduire les vitesses d'écoulement.

## ENTRETIEN

L'entretien des fossés est plus difficile que dans le cas des noues suite aux pentes plus raides qui rendent difficile l'accès à des machines d'entretien (tondeuses, ...).

Les fossés demandent un entretien régulier classique comme un espace vert : fauchage bisannuel des rives engazonnées, arrosage des végétaux lors des sécheresses et ramassage des éventuels feuilles et débris (qui risquent de colmater la surface d'infiltration).

Par ailleurs, il importe de veiller à :

- o Evacuer les dépôts de boues de décantation lorsque leur quantité est telle qu'elle induit une modification du volume utile de rétention. Comme le fossé est relativement profond et/ou souvent sous eau, il n'est pas toujours évident d'extraire les boues qui colmatent le fond de l'ouvrage. Heureusement, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes de boues générés sont très faibles. Ce curage sera donc effectué tous les 5 à 10 ans environ. L'extraction des décantats est réalisée par voie hydraulique ou à sec (pompage, balayage, pelletage, etc.). Leur évacuation peut se faire vers un dispositif de traitement pour une filière de valorisation ou, suivant leur composition, vers un dépôt définitif. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.
- o Curer régulièrement les orifices d'arrivée et d'évacuation à débit régulé ou par surverse.
- o Rénover partiellement ou complètement le fossé au terme de sa durée de vie (liée en général au colmatage de sa surface et/ou de son enrochement).

La sensibilité des fossés au manque d'entretien est faible en terme de fonctionnement mais élevée en terme d'aspect visuel et paysage.

## COÛT D'INSTALLATION

## ENVIRONNEMENT

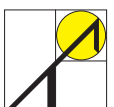
### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des fossés sont principalement de l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui sont des ressources naturelles renouvelables.

On retrouve également et selon le type de fossé:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés (enrochement)**: ces ressources sont des matières premières na-



turelles non renouvelables mais présentes en quantité importante dans le sous-sol et extraites localement (Belgique). Les graviers naturels peuvent être remplacés par des granulats recyclés issus du concassage de déchets inertes.

- **géotextile**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **drain en matière plastique**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **membrane EPDM**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des fossés sont principalement de l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui, entretenus, ont des durée de vie importante (entre 50 et 100 ans). Arrivé en fin de vie, les plantations et végétaux sont considérés comme des déchets «verts» de classe 2.

Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés**: les graviers ont une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, les graviers sont considérés comme des déchets inertes de classe 3. Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (Source : Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999)
- **géotextile**: le géotextile en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **drain en matière plastique**: le drain en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **membrane EPDM**: la membrane EPDM a une durée de vie relativement courte, entre 10 à 30 ans. Arrivée en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.

#### REEMPLOI - RECYCLAGE

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des fossés sont principalement de l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui, en tant que déchet, peuvent être compostés.

Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés**: les graviers peuvent être réutilisés en tant que tels ou introduits dans la fabrication de certains produits et/ou matériaux. De nombreuses filières de réemploi existent en Région Wallonne.
- **géotextile**: le géotextile en matière synthétique peut être recyclé par downcycling et/ou valorisé thermiquement (la plupart du temps).
- **drain en matière plastique**: le drain en matière plastique, s'il est propre, peut être recyclé par downcycling (broyage en poudre) et réintroduit dans des cycles de production. Cependant, il est couramment valorisé thermiquement.
- **membrane EPDM**: la membrane EPDM, si elle est propre, peut être recyclée par downcycling et réintroduite dans des cycles de production. Cependant, elle est couramment valorisée thermiquement.

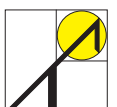
#### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

##### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT

Les fossés contribuent à améliorer la qualité des eaux collectées par décantation des matières en suspension. Dans le cas des fossés infiltrants et mixtes, l'infiltration dans le sol permet d'améliorer encore davantage la qualité des eaux par interception des polluants dans le sol durant la filtration.

##### QUALITE DES SOLS

Dans le cas des fossés infiltrants et mixtes, l'infiltration de l'eau génère à long terme un faible risque de pollution



des sols par concentration des dépôts de pollutions. Dans le cas des fossés drainants, ce risque n'existe pas du fait de l'imperméabilisation du sol.

#### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les fossés infiltrants et mixtes contribuent à réalimenter les nappes phréatiques mais présentent le risque de pollution de cette même nappe si les eaux de ruissellement sont polluées et si la nappe n'est pas assez profonde. Les fossés drainants imperméabilisés n'ont pas d'impact sur la qualité des nappes.

#### QUALITE DE L'AIR

Les fossés végétalisés ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). Les pollutions atmosphériques (poussières, ...) peuvent être en partie fixées par la végétation.

#### BIODIVERSITE

Les fossés végétalisés plantés sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées.

#### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Lorsque le risque de pollution est trop important, notamment lorsque le fossé est implanté à proximité d'une autoroute ou à proximité d'un parking, l'infiltration directe est prohibée. L'ouvrage ne sera utilisé que pour sa fonction de rétention avant rejet vers un exutoire.

Les eaux de ruissellement de voiries ou de parking pourraient être infiltrées moyennant une dépollution préalable de préférence par voie extensive via une noue, un bassin sec, un fossé ou un massif plantés étanches (par une couche d'argile compactée) qui collectent et dépolluent les eaux de ruissellement le long des voiries et les acheminent à débit régulé vers une zone d'infiltration.

Ce choix de technique d'épuration extensive est généralement plus efficace que le choix de séparateurs d'hydrocarbures branchés sur avaloirs car on constate que ces derniers sont rarement entretenus, que la performance des séparateurs d'hydrocarbures est souvent plafonnée à la concentration en hydrocarbures des eaux y arrivant et que la vitesse d'arrivée des eaux ne permet généralement pas une bonne décantation.

Rejeter les eaux de pluie et de ruissellement dans le réseau d'égout n'est certainement pas la priorité : le rejet à l'égout n'est nécessaire que si les eaux sont polluées ou si l'on ne peut pas infiltrer éventuellement dans une zone de la parcelle propice à l'infiltration, ou encore s'il n'existe pas un réseau d'eau de surface (exutoire naturel: ruisseau, talweg menant à un cours d'eau, pièce d'eau naturelle,...). Pour ces derniers, les normes de rejet sont toutefois beaucoup plus strictes ; une attention particulière y sera donc portée.

Enfin, le rejet de l'eau de pluie directement vers une station d'épuration est à éviter dans la mesure du possible car ces stations fonctionnent généralement moins bien avec l'apport d'une eau diluée à grand volume (en cas d'orage). Si nécessaire, on mettra en place une géo-membrane qui protégera le sol de toute pollution. Par-dessus, on placera éventuellement du gazon (ou un autre revêtement) afin de conserver la valeur esthétique du fossé.

En cas d'accident, on limitera la zone polluée en isolant les tronçons (biefs), en fermant les orifices et en pompant la pollution déversée. Il faudra ensuite évacuer les terres polluées et réhabiliter le fossé.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

#### INTEGRATION PAYSAGERE

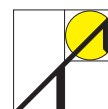
L'intégration paysagère des fossés est délicate en zone urbaine : l'entretien y est moins facile d'accès et, par conséquent, leur revêtement se résume souvent à une prairie fauchée plus rarement qu'un gazon.

De plus, leur implantation en milieu dense les rend plus sensible au danger de chute depuis le domaine public. Les fossés maçonnés, agrémentés ou non par des inclusions de pierres, s'apparentent davantage à un ouvrage maçonné structurant l'espace. Le fossé est plus adéquat en milieu rural et sur sites industriels.

#### PLURIFONCTIONALITE

Les fossés, en plus de leur fonction hydraulique, sont des occasions de verdurisation. Mais leur profil ne permet pas leur accessibilité et une réelle plurifonctionnalité.

#### FLEXIBILITE DE PHASAGE



La réalisation d'un fossé est possible par phases, selon les besoins de stockage.

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

La sensibilisation des habitants est facilitée par la visualisation directe du problème de la gestion des eaux pluviales en cas d'orage ou gros épisode pluvieux.

### EMPRISE FONCIERE

L'emprise foncière d'un fossé n'est pas négligeable (même si elle est légèrement moindre qu'une noue ou qu'un bassin sec) et peut s'avérer contraignante en milieu urbain. En outre, l'emprise au sol n'est pas compensée par une possible plurifonctionnalité.

### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est présent si de l'eau stagne au fond du fossé. Par conséquent, il est impératif veiller à une bonne conception et réalisation des pentes de fond, ainsi qu'à un entretien régulier. Comme pour les noues et les bassins secs, les possibilités permettant d'éviter la formation de flaques sont nombreuses (fossé à cunette, fossé infiltrant avec enrochement linéaire, etc.).

L'érosion des sols dépend de leur nature et de la pente transversale du fossé (souvent assez raide). La conception et l'entretien peuvent cependant limiter l'érosion. Pour ces raisons, les berges des fossés sont souvent stabilisées (par la végétation, par le choix de matériaux ou de techniques stabilisant les pentes, par la construction d'un muret de soutien des terres, etc.).

En milieu urbain, les fossés, s'ils ne sont pas bien entretenus, peuvent rapidement devenir des dépôts d'immondices.

### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

Les fossés étant par définition plus profonds et de pentes plus raides que les noues, le danger de chute ou de noyade est plus important. Des mesures de protection à leur proximité (gardecorps, plantations, ...) ou une bonne visibilité de leur profil (site dégagé et entretenu) peuvent limiter le risque. Il est utile de prévoir une information sur la fonction hydraulique du système et le risque de la présence potentielle d'eau afin qu'il soit mieux compris, ce qui limitera les accidents.

### STABILITE DES BATIMENTS

Le risque dû aux techniques d'infiltration d'eau dans le sol sur la stabilité de bâtiments voisins n'existe que dans le cas des sols pulvérulents (sables) si le débit d'infiltration est élevé. En effet, le mouvement de l'eau peut à moyen terme déplacer les grains de sable, provoquant un entrainement des particules qui compactera le sol et pourra provoquer d'éventuels tassements.

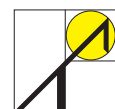
La géomorphologie du sous-sol peut également modifier l'écoulement vertical d'eau dans le sol et rediriger les eaux vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple).

Afin d'éviter ces désagréments, il est utile, dans le cas de sol sableux, de :

- Faire un essai de sol au droit de l'ouvrage d'infiltration ;
- Prévoir une distance suffisante entre le fond de la surface d'infiltration et les bâtiments ;
- Eloigner le plus possible des bâtiments l'arrivée d'eau dans l'ouvrage filtrant ;
- Ne pas infiltrer dans les remblais autour des bâtiments ;
- Prévoir un fond engazonné en terre arable (perméable mais moins que le sable) qui permet de réduire le débit d'infiltration à un taux acceptable.

## RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS

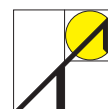
Critères	Avantages	Inconvénients
Dimensionnement		Emprise au sol non négligeable
Réalisation	Simple à réaliser	
Entretien		Entretien difficile à cause des pentes souvent abruptes.



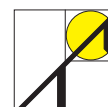
<b>Coût d'installation</b>		Mauvaise rentabilisation de l'espace puisque l'usage du fossé sert uniquement la gestion des eaux pluviales et le renforcement de la biodiversité (si planté) et n'est pas plurifonctionnel.
<b>Environnement</b>	Sensibilisation des habitants à la gestion des eaux pluviales facilitée par la visuation directe de l'eau dans la noue en cas d'épisode pluvieux. Améliore la qualité des eaux de pluie par décantation et filtration des polluants <i>Fossé végétalisé:</i> - améliore la qualité de l'air de l'environnement immédiat - favorise la biodiversité	Risque de nuisance s'il y a stagnation des eaux Risque de chute et de noyade, selon l'hauteur d'eau possible dans la noue. Intégration paysagère difficile en milieu urbain et moyenne en milieu rural (aspect de prairie la plupart du temps)
<b>Fossé infiltrant</b>		
<b>Réalisation</b>	Réalisable par phasage selon les besoins de stockage	
<b>Environnement</b>	Améliore la qualité des eaux de pluie par décantation et filtration des polluants <u>Fossé infiltrant simple:</u> Peu d'impact négatif sur l'environnement large. Alimente les nappes phréatiques	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques Peut entraîner des problèmes de stabilité de bâtiment en fonction du type de sol
<b>Fossé drainant</b>		
<b>Réalisation</b>		Phasage plus délicat à cause des membranes (géotextile et membrane EPDM)
<b>Entretien</b>		Risque d'obstruction rapide de l'orifice de la couche drainante
<b>Environnement</b>	<u>Fossé de rétention simple:</u> Peu d'impact négatif sur l'environnement large.	
<b>Fossé mixte</b>		
<b>Réalisation</b>	Possibilité de phasage dans la réalisation de ce type de fossé	
<b>Environnement</b>	Alimente les nappes phréatiques Améliore la qualité des eaux pluviales par filtration et décantation	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques. Peut entraîner des problèmes de stabilité de bâtiment en fonction du type de sol

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007.
- [4] Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement, fascicule I, Missions Inter-Services de l'Eau Loire-Atlantique – Maine-et-Loire – Mayenne – Sarthe – Vendée, juin 2004.
- [5] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [6] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Tou-



- louse, service Assainissement, version janvier 2006
- [7] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives d'égoutement des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010
- [8] Chapitre « Réduire la consommation des ressources » de la publication *Rénovation durable des bâtiments scolaires* réalisée sous la direction d'André De Herde pour le Service Public de Wallonie - Département Energie, de 2011 à 2014. Document téléchargeable sur le site <http://wallonie.energie.be>
- [9] Biodiversité Positive, 2011, Biodiversité et gestion de l'eau à la parcelle : les noues et fossés, <http://www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Biodiversit%C3%A9-et-gestion-de-leau-%C3%A0-la-parcelles-noues-et-foss%C3%A9s-4-Mai.pdf>
- [10] Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014, Guide des solutions compensatoires d'assainissement pluvial, <http://eau.bordeaux-metropole.fr/pdf/Guide-solutions-compensatoires.pdf>
- [11] Communauté Urbaine Grand Lyon, 2008, Guide pratique : Aménagement et eaux pluviales, [http://www.grandlyon.com/leadmin/user\\_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021\\_gl\\_guidepratique\\_amenagementeauxpluviales.pdf](http://www.grandlyon.com/leadmin/user_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021_gl_guidepratique_amenagementeauxpluviales.pdf)
- [12] Lille Métropole, 2012, Guide de gestion durable des eaux pluviales - Fiches techniques, [http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques\\_dec2012.pdf](http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques_dec2012.pdf)
- [13] Région Pays de Loire, Les techniques alternatives en assainissement pluvial : descriptif et exemples de réalisation, [http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4\\_techniques\\_alternatives.pdf](http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4_techniques_alternatives.pdf)





### LE MASSIF

TRANCHEE  
CHAUSSEE RESERVOIR  
MASSIF INFILTRANT, DRAINANT ET MIXTE

*Un massif est une cavité dans le sol remplie d'une structure granulaire à forte porosité : graviers, galets et roches concassées (sans sable), matériaux alvéolaires, etc. Le massif est souvent, mais pas toujours, recouvert d'un revêtement selon son usage superficiel (dalle de béton, pelouse, enrobé bitumineux drainant, galets, pavés poreux, béton poreux, ...). S'il n'est pas recouvert, la structure granulaire se présente à ciel ouvert. Il peut être planté comme une lagune remplie de graviers et participer à l'épuration des eaux de ruissellement. Recouverts de gazon, ils peuvent être rendus invisibles dans un jardin. De manière générale, les massifs recouverts du même revêtement que leur environnement proche (revêtement minéral, dolomie, pelouse, parterre planté, ...) peuvent passer inaperçus. Le stockage de l'eau s'effectue dans les vides de la structure granulaire et ne déborde pas de la surface supérieure. L'eau est ensuite infiltrée dans le sol et/ou restituée à débit régulé vers un exutoire.*

*Certains massifs présentent des spécificités comme la tranchée, le parking poreux, la chaussée réservoir et la chaussée drainante. Les variantes du massif sont le massif infiltrant, le massif drainant et le massif mixte.*

### PRINCIPES HYDRAULIQUES

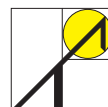
**Collecte** : L'eau peut pénétrer de trois manières différentes dans le massif :

1. **Par injection dans le massif** : Les eaux sont récoltées sur les surfaces imperméables adjacentes par l'intermédiaire de canalisations ou de rigoles (eaux de toitures, de chaussées). Les eaux récoltées sont alors injectées dans la structure granulaire par des avaloirs, des bouches d'injection ponctuelles ou des drains de dispersion installés dans la partie supérieure de la structure granulaire. Ce principe demande une attention particulière au niveau des bouches d'injection.
2. **Par ruissellement vers la surface supérieure du massif** : Les eaux de ruissellement des surfaces imperméables adjacentes ruissent vers le massif (souvent une tranchée dans ce cas), perpendiculairement à sa longueur, et sont réparties sur la surface supérieure du massif. Ces eaux sont alors infiltrées vers la structure granulaire à travers un revêtement poreux (gazon, enrobé drainant, pavés poreux, galets, ...).
3. **Par infiltration directe dans le massif** : Les précipitations qui tombent sur la surface de l'ouvrage (et uniquement celles-ci) ne ruissent pas : elles sont réceptionnées par un revêtement poreux qui infiltre directement les eaux vers la structure granulaire sous-jacente. C'est le cas des parkings poreux et des chaussées drainantes.

**Le massif** : La fonction essentielle d'un massif est de stocker un épisode de pluie. Le stockage de l'eau se fait dans la structure granulaire.

**L'évacuation** : L'eau est évacuée vers un exutoire (réseau, puits ou bassin de rétention) ou par infiltration dans le sol et, dans une moindre mesure, par évapotranspiration. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque l'infiltration est très limitée, le rejet à l'exutoire est nécessaire, de préférence à débit régulé avec un système de trop-plein en cas de pluie exceptionnelle.

Le massif peut être utilisé seul, comme technique alternative à part entière, ou en complément d'autres techniques.



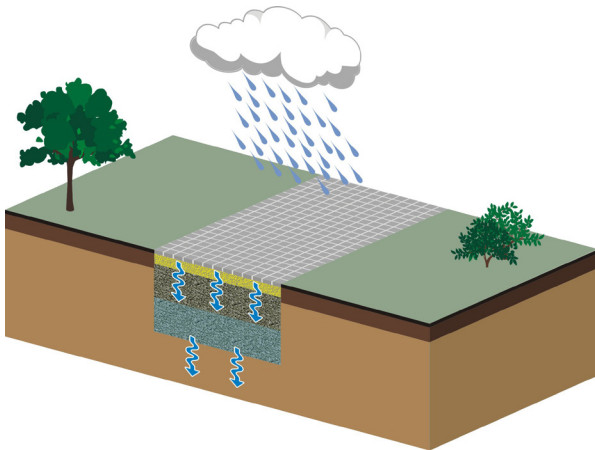


Figure 1: Massif en gravier infiltrant à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de pluie n'ayant pas ruisselé. Source : Architecture & Climat.

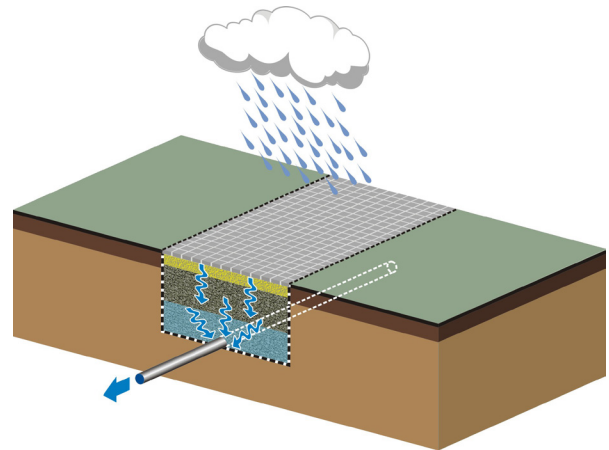


Figure 2: Massif en gravier drainant dont le fond est imperméabilisé mais dont la surface supérieure est poreuse, ce qui permet l'infiltration des eaux de pluie n'ayant pas ruisselé. Les eaux sont ensuite récoltées par un drain inférieur et évacuées à débit limité vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.

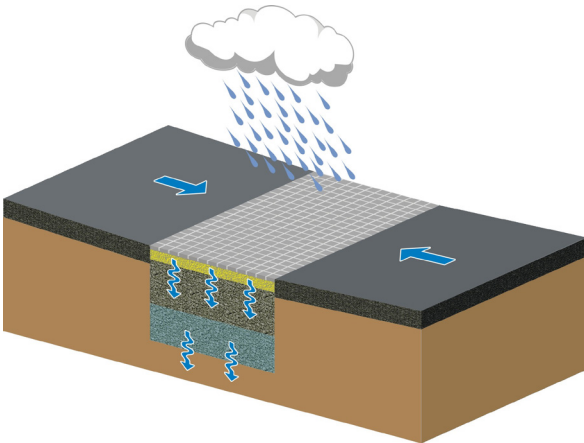


Figure 3: Massif en gravier infiltrant à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de ruissellement des surfaces adjacentes. Source : Architecture & Climat.

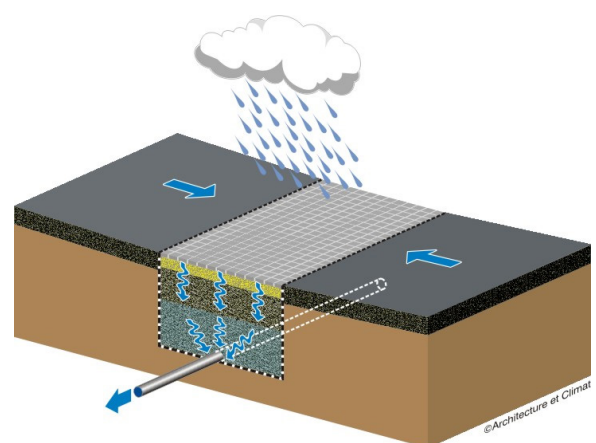


Figure 4: Massif en gravier drainant imperméabilisé à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de ruissellement des surfaces adjacentes. Les eaux sont ensuite récoltées par un drain inférieur et évacuées à débit limité vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.

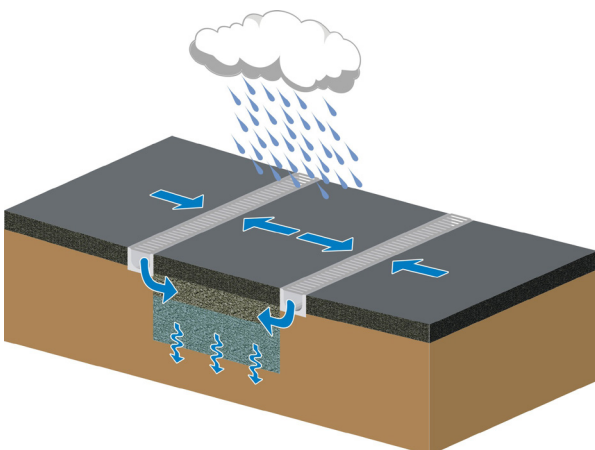


Figure 5: Massif en gravier infiltrant à surface imperméable. Les eaux de ruissellement des surfaces adjacentes sont récoltées et injectées par des avaloirs (bouches d'injection). Source : Architecture & Climat.

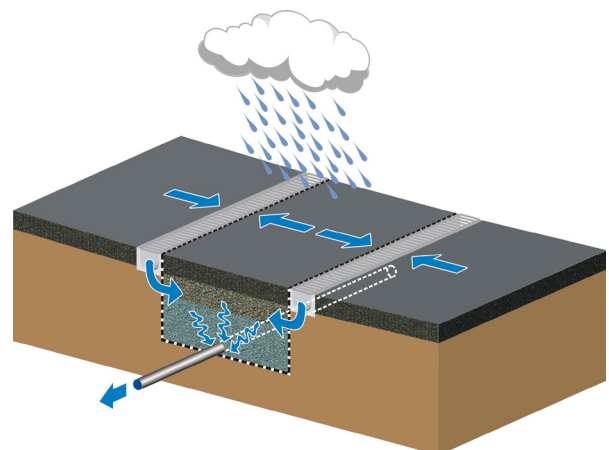


Figure 6: Massif en gravier drainant Système de « dégrillage » : système permettant de retenir les objets flottant dans l'eau à surface imperméable. Les eaux de ruissellement des surfaces adjacentes sont récoltées et injectées par des avaloirs (bouches d'injection). Les eaux sont ensuite récoltées par un

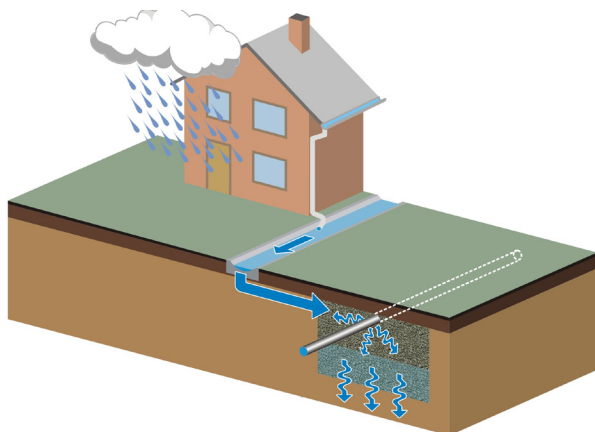


Figure 7: Massif en gravier infiltrant. Les eaux de ruissellement sont injectées dans le massif grâce à un drain de dispersion supérieur. Source : Architecture & Climat.

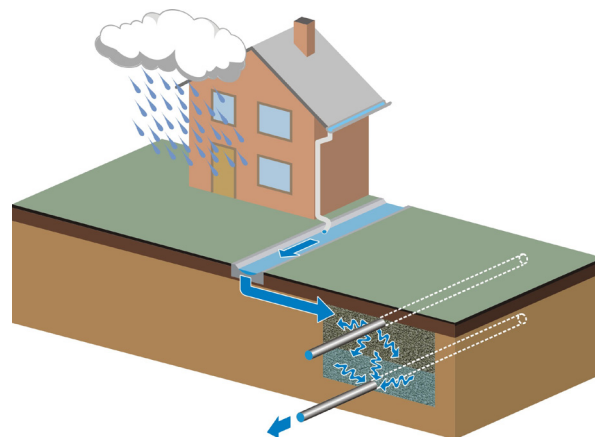


Figure 8: Massif en gravier drainant imperméabilisé. Les eaux de ruissellement sont injectées dans le massif grâce à un drain de dispersion supérieur. Les eaux sont ensuite récoltées par un drain inférieur et évacuées à débit limité vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.

## TYPES DE MASSIF

### LA TRANCHEE

Une tranchée est un massif linéaire et profond d'1 à 2 mètres, assimilable à un fossé rempli d'une structure granulaire, recouvert ou non d'un revêtement. Souvent, les eaux proviennent directement par ruissellement des surfaces adjacentes à la tranchée perpendiculairement à la longueur de celle-ci, comme le long d'une voirie, par exemple.

### LE PARKING POREUX

Un parking poreux est un massif dont le revêtement de surface est poreux. Les eaux de pluie qui atteignent cette surface n'y ruissellent pas et s'infiltrent directement dans la structure granulaire. Le parking poreux ne reçoit que les eaux de pluie tombant sur sa surface (le pluvial) et ne gère donc pas les eaux de ruissellement provenant d'autres surfaces imperméables.

### LA CHAUSSEE RESERVOIR

Une chaussée réservoir est la version linéaire du massif sous une voirie. Les eaux sont récoltées en surface et injectées dans le massif sous la chaussée, avec ou sans dispositif de dispersion.

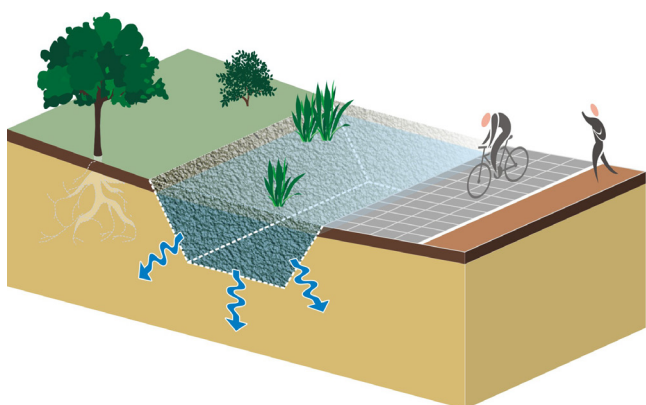


Figure 9: Tranchée remplie de structure granulaire de type «gravier» sans couche superficielle particulière: le gravier reste apparent à la surface du jardin. L'eau est acheminée en surface depuis les surfaces de ruissellement adjacentes à la tranchée. Source : Architecture & Climat.

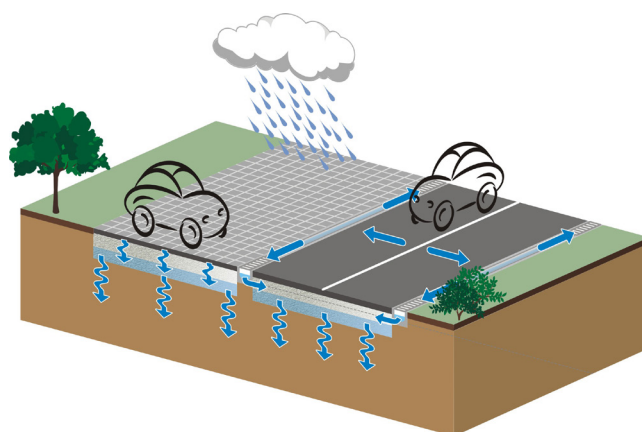


Figure 10: Massifs infiltrants : à gauche, parking poreux ; à droite, chaussée réservoir à injections d'eau latérales. Source : Architecture & Climat.

## LA CHAUSSEE DRAINANTE

Une chaussée drainante est la version linéaire du parking poreux avec un revêtement asphalté à structure ouverte et drainant qui permet à l'eau de s'infiltrer directement vers les couches constitutives du corps de la chaussée.

## VARIANTES DU MASSIF

Comme pour les noues, il existe plusieurs types de massifs en fonction d'une part des conditions d'infiltrabilité dans le sol et d'autre part de la charge polluante présente dans les eaux de ruissellement.

Le risque de colmatage des bouches à injection, de la structure granulaire et du sol est élevé pour les tranchées le long des voies de circulation, pour les massifs à proximité d'arbres à feuillage caduque et dans le cas de présence de revêtements à faible granulométrie (sable, ...) à proximité.

Dans le cas d'un colmatage possible du sol, il faut prendre un coefficient de sécurité sur sa capacité d'infiltration qui tient compte de son colmatage progressif.

Pour éviter le colmatage des bouches et de la structure granulaire, il est recommandé de placer des filtres et/ou décanteurs avant l'injection des eaux chargées. Mais le temps de séjour nécessaire à la décantation est souvent incompatible avec la place disponible en milieu urbain. Les filtres, quant à eux, ne nécessitent pas une grande emprise foncière. Décanteurs et filtres nécessitent par contre tous deux un entretien régulier. Le gage de réussite d'un massif est finalement la qualité des eaux entrantes.

Les plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.), utilisées aussi en épuration des eaux usées, peuvent être choisies et plantées dans les massifs à ciel ouvert pour leur pouvoir remédiateur dans la dépollution des eaux de ruissellement potentiellement polluées (eaux de ruissellement d'un parking, de voiries, de toitures métalliques, ... contenant des matières organiques, des hydrocarbures, des métaux lourds, etc.).

### LE MASSIF INFILTRANT

Dans le cas d'un sol considéré comme « infiltrable » et si les eaux sont faiblement chargées (eaux de toiture, de terrasses, ..., ou eaux de voiries préalablement filtrées et décantées), la vidange par infiltration sera privilégiée par rapport à la vidange vers un exutoire à débit régulé. La structure granulaire est enveloppée d'un géotextile qui maintient une séparation entre elle et le sol qui l'entoure tout en laissant filtrer l'eau.

### LE MASSIF DRAINANT

Lorsque le sol n'est pas suffisamment infiltrant (capacité d'infiltration/coefficient de sécurité supplémentaire en cas d'eau chargée < 1 mm/h), lorsque l'infiltration est déconseillée, voire prohibée, pour des raisons environnementales (risque de pollution du sol ou de la nappe, risque de déplacement de la pollution existante, etc.), le massif peut jouer le rôle de stockage avec évacuation de l'eau stockée à débit régulé grâce à un système de drain(s) dans le fond du massif.

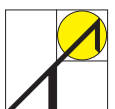
L'imperméabilité du fond de l'ouvrage peut-être naturelle si le sol existant est naturellement imperméable, ou rendu imperméable par la pose d'un film imperméable (géo-membrane). En présence de ce film, les plantations de bambous (à système racinaire de rhizomes traçant) sont fortement déconseillées suite au risque de perforation du film par les racines. La plantation de plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.) présente, au contraire, peu de risque de perforation.

L'imperméabilisation peut aussi être réalisée, si le sol n'est pas suffisamment étanche, par la mise en œuvre d'une couche d'argile (ou de terre argileuse) compactée sur 20 à 30 cm. Cette technique est acceptée en épuration des eaux usées par voie naturelle (bassins plantés). Néanmoins, lorsque le sous-sol est pollué et afin de ne pas prendre le risque de déplacer cette pollution, il est nécessaire de se renseigner de la pertinence de cette technique auprès des administrations compétentes.

### LE MASSIF MIXTE

Lorsque la perméabilité est moyenne (capacité d'infiltration/coefficient de sécurité supplémentaire en cas d'eau chargée comprise entre 1 et 20 mm/h), le massif mixte peut cumuler les possibilités de vidange : en même temps par infiltration dans le sol et par évacuation à débit régulé. L'infiltration sera possible mais lente et l'évacuation à débit de fuite régulé permettra la vidange complète de l'ouvrage en un temps raisonnable. Ce drainage peut, de plus, évacuer les eaux de la nappe si elle est affleurante.

L'expérience a prouvé que l'infiltration en fond de massif diminue à cause du phénomène de colmatage. Pour éviter que le drain mis en place ne s'obstrue également, il fonctionnera successivement en charge et en décharge.



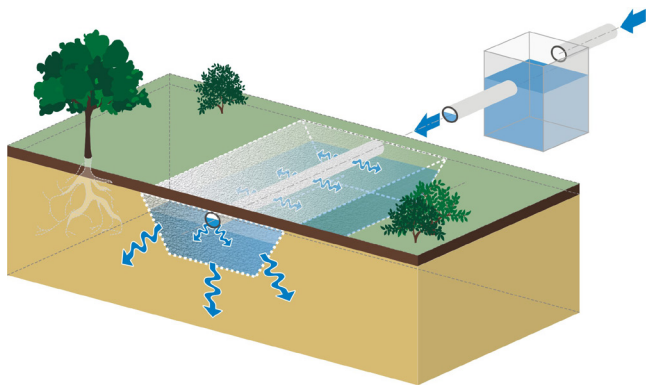


Figure 11: Tranchée infiltrante recouverte de terres arables, invisible dans le jardin. L'eau est injectée à l'aide d'un drain de dispersion supérieur provenant d'une chambre de visite de décantation. Le massif de gravier est protégé des terres par un géotextile sur toute sa surface de contact. Source : Architecture & Climat.

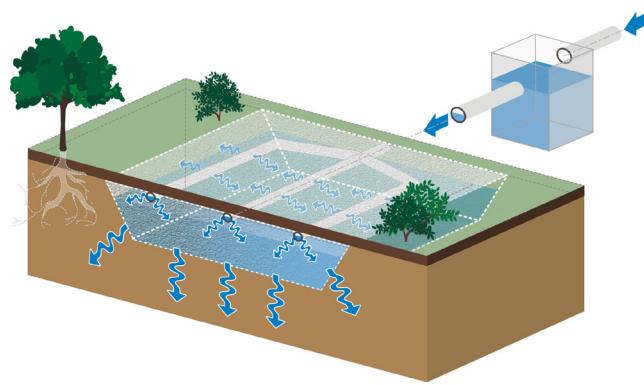


Figure 12: Massif infiltrant de grande surface avec plusieurs rangées de drains dispersant. Source : Architecture & Climat.

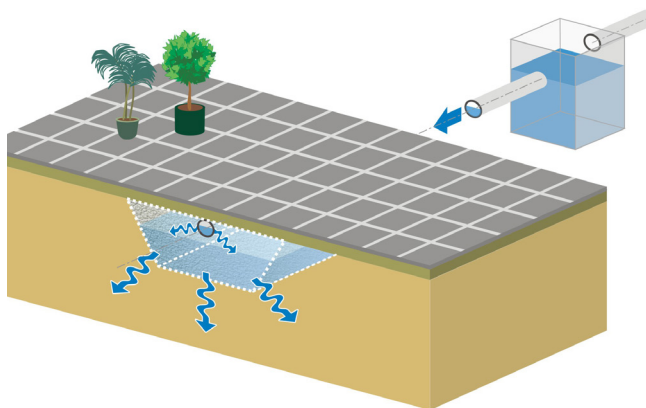


Figure 13: Tranchée infiltrante recouverte d'un revêtement minéral. L'eau est injectée de la même manière que dans le cas ci-dessus. Source : Architecture & Climat.

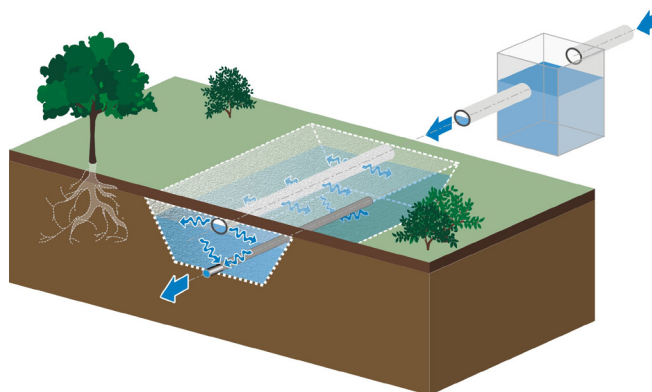


Figure 14: Tranchée drainante dans un sol imperméable. L'eau est injectée dans la tranchée par un drain de dispersion supérieur, tandis qu'un drain inférieur permet l'évacuation de l'eau stockée dans la porosité de la structure granulaire, à débit régulé vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.

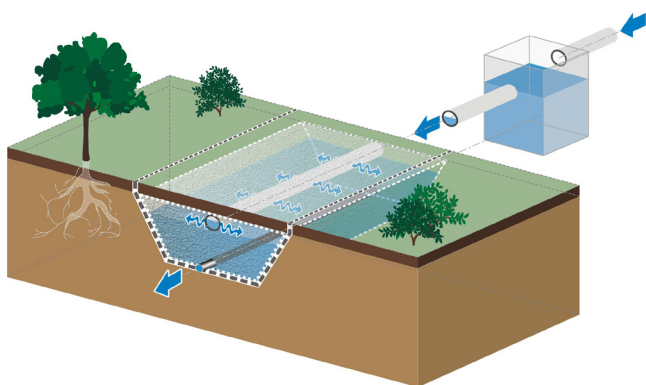


Figure 15: Tranchée drainante imperméabilisée par géomembrane. Source : Architecture & Climat.

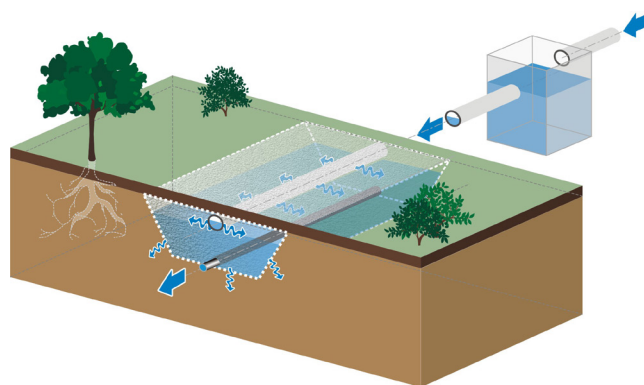


Figure 16: Tranchée mixte à infiltration et à drainage à débit régulé. Source : Architecture & Climat.

## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS



Figure 17 - Tranchée de courte longueur, sans revêtement superficiel. Quartier du Kronsberg, Hanovre. Photo Valérie Mahaut. Source : Architecture & Climat. Source : Architecture & Climat.



Figure 18 - Tranchée le long d'un trottoir de l'avenue de la Grande Lande à Gradignan, France

## DIMENSIONNEMENT

Le rôle du massif est de retenir l'eau dans les vides du matériau. En fonction du volume à stocker, on pourra choisir un matériau plutôt qu'un autre en fonction de la porosité :

- o porosité des matériaux pierreux naturels : ~ 30%,
- o porosité des matériaux pierreux artificiel (exemple, l'Argex) : ~ 68% (= 45% entre les granulats + 43% dans la structure des granulats),
- o porosité des structures alvéolaires : ~ 95%.

Le calcul du volume de stockage ne tient pas compte du volume des vides de la couche de circulation lorsqu'elle est réalisée en enrobé poreux ou en pavés poreux.

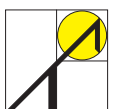
Le principe de dimensionnement d'un massif consiste à déterminer, pour une pluie de projet avec un temps de retour déterminé, son volume de stockage en tenant compte de la porosité du matériau de remplissage et, dans le cas d'un massif infiltrant ou mixte, à déterminer sa surface d'infiltration minimale. Celle-ci dépend de la capacité du sol à infiltrer l'eau et du temps maximal requis pour vidanger l'ouvrage.

Même lorsqu'elles sont perméables, les parois inclinées ou verticales d'un dispositif d'infiltration peu profond ne sont pas comptées dans les surfaces d'infiltration. La surface d'infiltration calculée est la surface miroir de l'ouvrage. En cas de diminution de la perméabilité du fond, ces parois doivent maintenir la capacité d'infiltration totale de l'ouvrage.

Le dimensionnement final tient compte également du rôle mécanique du matériau de remplissage. Celui-ci dépend des charges en surface et de leur transmission à travers le matériau de surface. Dans le cas d'un parking avec un massif sous la dalle en béton, celle-ci répartissant les efforts, le matériau de remplissage ne requiert pas de qualité mécanique particulière. Si aucune matière n'est nécessaire pour supporter le matériau de surface (dans le cas de grilles ou de caillebotis par exemples), l'intérieur du massif pourra rester vide et l'ouvrage s'assimilera plutôt à un réservoir enterré (voir citerne d'orage).

En général, le dimensionnement d'un massif se ramène à la définition de son volume de rétention et du choix du matériau de remplissage. Le dimensionnement d'une tranchée se ramène à la définition de sa section (profil en travers) et du matériau de remplissage (porosité) lorsque la longueur est imposée par la taille du projet.

Le problème du gel à l'intérieur de la structure n'est pas préoccupant compte tenu des vides existants qui permettent à l'eau, en gelant, d'augmenter le volume sans difficulté. Le gel dans la structure pourrait par contre être incompatible avec la fonction de stockage si l'orage coïncide avec les périodes de grand froid.



Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement».

## CONSEILS DE CONCEPTION ET REALISATION

### CONCEPTION

Lors de la conception de massifs, on veillera à :

- o ce que la pente des surfaces de récolte des eaux de ruissellement soit correctement dirigée vers le massif.
- o concevoir et réaliser le fond du massif drainant avec une pente suffisante pour assurer sa vidange totale et que le drain inférieur soit correctement posé au fond.
- o prévoir, pour les massifs linéaires en pente de grande capacité (reprenant les eaux d'un groupe d'habitations, par exemple), des séparations étanches qui divisent la longueur du massif afin de garantir un volume stocké dans chaque tronçon.
- o la bonne réalisation de l'enveloppement du géotextile et de sa continuité autour de la structure granulaire.
- o à choisir le type de plantation et à étudier avec attention leur intégration dans ou à proximité d'un ouvrage et ce, en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel, de la place disponible dans l'éventuel volume imperméabilisé ou à l'extérieur de celui-ci et du besoin d'entretien. Les bambous sont prohibés dans le cas d'une imperméabilisation par géo-membrane. Si le massif est rendu imperméable par une géo-membrane, on évitera toute plantation de manière à éviter toute détérioration de la géo-membrane par le systèmes racinaires. Les plantations seront choisies en fonction de l'importance racinaire de la variété de façon à ce que celle-ci ne colmate pas la structure granulaire.
- o maintenir une profondeur de plus d'1m entre le bas du massif d'infiltration et le toit de la nappe sous-jacente.
- o conserver une distance minimale par rapport aux arbres, équivalente au rayon de la couronne de l'arbre à taille adulte.
- o conserver une distance de 6 m par rapport aux caves sans étanchéité.
- o ne pas construire de bâtiments au-dessus des massifs et tranchées.
- o ce que les eaux de ruissellement ne soient pas trop chargées en matière en suspension afin de réduire le risque de colmatage de la structure granulaire de la tranchée. On préfère une technique alternative en cas de charge trop importante. Dans tous les cas, il est utile de prévoir un système de filtration et de décantation qui protège la structure granulaire d'un colmatage trop rapide, par exemple :
  - pré-filtre entre les descentes d'eau et le massif, éventuellement un dégrillage,
  - géotextile à 20 cm sous la surface de la structure granulaire,
  - couche de terre engazonnée avec géotextile sous celle-ci,
- o proscrire un enrobé drainant
  - dans les virages serrés et giratoires à cause d'efforts de cisaillement trop importants,
  - pour les voies où il y a de gros apports d'eau en provenance de bassins versants ruraux.

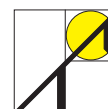
### REALISATION

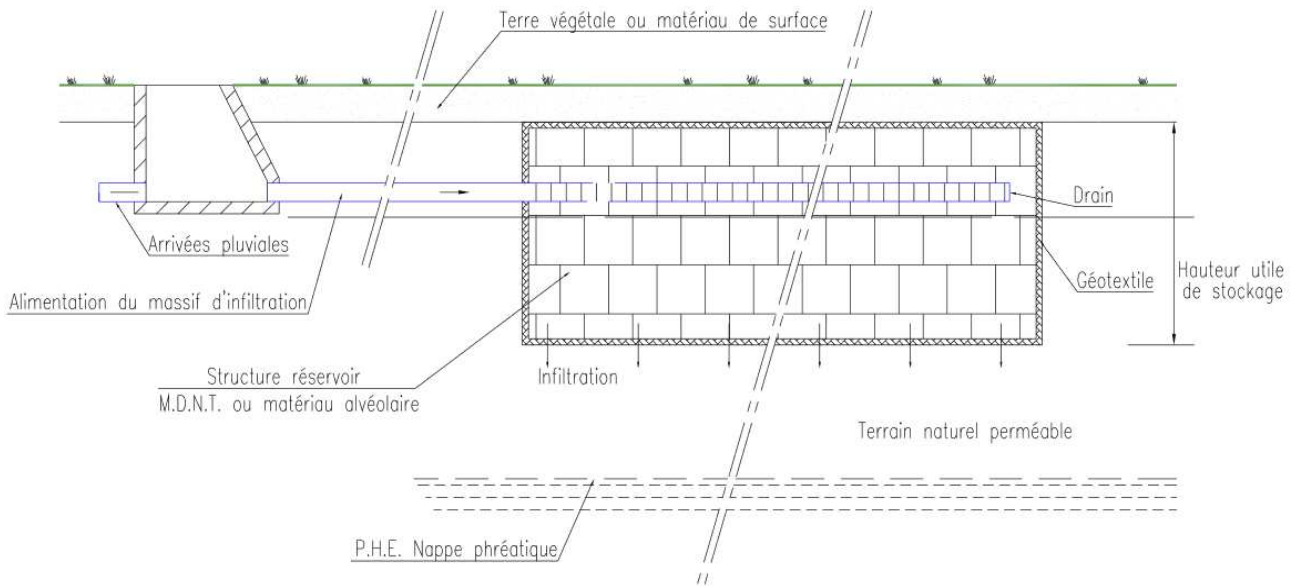
La collecte des eaux pour alimentation de la tranchée est réalisée par l'intermédiaire d'une surface de collecte et/ou de canalisations, bouches d'injection ou avaloirs. Ceux-ci seront munis de systèmes de « dégrillage », de pièges à flottants et/ou de pièges à particules fines afin de limiter le colmatage. Un regard de visite permettra l'entretien (tringlage, curage, ...).

La tranchée sera remplie de graviers (roulés ou concassés), de galets (porosité supérieure à 30%), de matériaux alvéolaires ou d'une structures préfabriquée de porosité élevée.

Un drain P.V.C. (CR8) de diamètre D=200mm (tranchée privative individuelle) à D=300mm (domaine public) sera installé en surface du massif, pour une répartition de l'effluent infiltré dans le sol, ou en profondeur du massif, pour un drainage après rétention.

Si la pente du terrain est trop importante des cloisons de segmentation du volume de stockage peuvent être installés.





## ENTRETIEN

L'accès à l'intérieur de la structure granulaire étant difficile, voire impossible (sauf dans certaines structures alvéolaires où des chambres de visite avec tunnel on été prévue à cet effet), l'entretien est au contrôle des surfaces.

Les massifs nécessitent un entretien régulier à la fois propre à leur revêtement et spécifique au massif lui-même :

- ramasser régulièrement les déchets d'origine humaine ou les végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale comme les orifices,
- entretenir le revêtement de surface (tonte et arrosage si gazon, balayage si dalle béton, aspiration si pavés poreux, ...),
- nettoyer le drain,
- curer régulièrement les bouches d'injection et des avaloirs (tous les ans), les orifices d'arrivée et d'évacuation à débit régulé ou par surverse,
- rénover partiellement ou complètement le massif au terme de sa durée de vie (liée en général au colmatage de sa structure).

La mise en place de matériaux poreux en surface interdit l'épandage de sable en cas de neige : ce type de voirie nécessite des dispositions particulières dans le cadre d'un plan neige. Le sel fin (<1 mm) suffit à lutter contre une pluie verglaçante tandis que la Bouillie de Chlorure est utilisée contre la congélation et l'humidité persistante, le givre, la pluie sur sol gelé, le brouillard givrant et la neige humide.

Les travaux d'accès aux divers réseaux présents dans le sol peuvent être la cause du colmatage du revêtement poreux et/ou de la structure granulaire par des matériaux à faible granulométrie (sable, terre, ...). Lors de ces travaux, il faut veiller à protéger temporairement les avaloirs et les surfaces poreuses par des géotextiles.

## COÛT D'INSTALLATION

A COMPLETER

## ENVIRONNEMENT

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Le principal matériau utilisé pour la réalisation de massif est la **structure granulaire ou le remplissage en graviers roulés**. Les graviers roulés sont des matières premières naturelles non renouvelables mais présentes en quantité importante dans le sous-sol et extraites localement (Belgique). Les graviers roulés peuvent être remplacés par des graviers concassés, granulats recyclés issus du concassage de déchets inertes.

Le remplissage peut être réalisé par une **structure alvéolaire en matière synthétique**. Dans ce cas, les matières plastiques utilisées sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

On retrouve également et selon le type de massif:

- **géotextile**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **drain en matière plastique**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **géo- membrane EPDM**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Le principal matériau utilisé pour la réalisation de massif est la **structure granulaire ou le remplissage en graviers roulés** (ou l'alternative plus environnementale en graviers concassés). **Les graviers** ont une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, les graviers sont considérés comme des déchets inertes de classe 3. Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (*Source : Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999*).

Les autres matériaux:

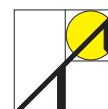
- **géotextile**: le géotextile en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **drain en matière plastique**: le drain en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **géo-membrane EPDM**: la membrane EPDM a une durée de vie relativement courte, entre 10 à 30 ans. Arrivée en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.

#### REEMPLOI - RECYCLAGE

Le principal matériau utilisé pour la réalisation de massif est la **structure granulaire ou le remplissage en graviers roulés** (ou l'alternative plus environnementale en graviers concassés). **Les graviers** peuvent être réutilisés en tant que tels ou introduits dans la fabrication de certains produits et/ou matériaux. De nombreuses filières de réemploi existent en Région Wallonne.

Les autres matériaux:

- **géotextile**: le géotextile en matière synthétique peut être recyclé par downcycling et/ou valorisé thermiquement (la plupart du temps).
- **drain en matière plastique**: le drain en matière plastique, s'il est propre, peut être recyclé par downcycling (broyage en poudre) et réintroduit dans des cycles de production. Cependant, il est couramment valorisé thermiquement.
- **géo-membrane EPDM**: la membrane EPDM, si elle est propre, peut être recyclée par downcycling et réintroduite dans des cycles de production. Cependant, elle est couramment valorisée thermiquement.



## IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT

Le massif, de manière générale, améliore la qualité des eaux de ruissellement par filtration dans la couche superficielle éventuelle, par interception dans la matière de remplissage et par épuration partielle comme dans une lagune à gravier.

### QUALITE DES SOLS

Les massifs sont pratiquement sans impact sur la qualité du sol car la pollution contenue dans les eaux de ruissellement se fixe dans la structure granulaire. Un léger risque existe cependant dans le cas de massifs infiltrants. Le risque est inexistant pour les massifs drainants et imperméabilisés.

### ALIMENTATION ET POLLUTION DES NAPPES PHREATIQUES

Les massifs sont pratiquement sans impact sur la qualité des nappes phréatiques (sauf dans le cas de pollution accidentelle) car une bonne partie de la pollution contenue dans les eaux de ruissellement se fixe dans la structure granulaire. Un léger risque existe cependant dans le cas de massifs infiltrants. Le risque est inexistant pour les massifs drainants et imperméabilisés.

Les massifs infiltrants et mixtes contribuent à réalimenter les nappes phréatiques.

### QUALITE DE L'AIR

L'impact des massifs sur la qualité de l'air dépend du revêtement qui est choisi. Les massifs végétalisés et engazonnés ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). Les pollutions atmosphériques (poussières, ...) peuvent être en partie fixées par la végétation.

Les massifs revêtus de matériau minéral ont un impact négatif en été car augmentent la température ambiante.

### BIODIVERSITE

Les massifs végétalisés plantés sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées. Les massifs revêtus d'un matériau minéral ne participent pas au développement de la biodiversité.

### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Lorsque le risque de pollution est trop important, comme le long d'une autoroute ou à proximité d'un parking, l'infiltration directe est prohibée. L'ouvrage ne sera utilisé que pour sa fonction de rétention avant rejet vers un exutoire.

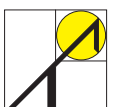
Les eaux de ruissellement de voiries ou de parking pourraient être infiltrées moyennant une dépollution préalable de préférence par voie extensive via une noue, un bassin sec, un fossé ou un massif plantés étanches (par une couche d'argile compactée) qui collectent et dépolluent les eaux de ruissellement le long des voiries et les acheminent à débit régulé vers une zone d'infiltration. Ce choix de technique d'épuration extensive est généralement plus efficace que le choix de séparateurs d'hydrocarbures branchés sur avaloirs car on constate que ces derniers sont rarement entretenus, que la performance des séparateurs d'hydrocarbures est souvent plafonnée à la concentration en hydrocarbures des eaux y arrivant et que la vitesse d'arrivée des eaux ne permet généralement pas une bonne décantation.

Rejeter les eaux de pluie et de ruissellement dans le réseau d'égout n'est certainement pas la priorité : le rejet à l'égout n'est nécessaire que si les eaux sont polluées ou si l'on ne peut pas infiltrer éventuellement dans une zone de la parcelle plus propice à l'infiltration, ou encore s'il n'existe pas un réseau d'eau de surface (exutoire naturel: ruisseau, talweg menant à un cours d'eau, pièce d'eau naturelle,...).

Pour ces derniers, les normes de rejet sont toutefois beaucoup plus strictes ; une attention particulière y sera donc portée. Enfin, le rejet de l'eau de pluie directement vers une station d'épuration est à éviter dans la mesure du possible car ces stations fonctionnent généralement moins bien avec l'apport d'une eau diluée à grand volume (en cas d'orage).

Si nécessaire, on mettra en place une géo-membrane qui protégera le sol de toute pollution. Par-dessus, on placera éventuellement du gazon (ou un autre revêtement) afin de conserver la valeur esthétique du massif. En fonction de la pollution, le massif a un potentiel remédiateur.

En cas d'accident, on limitera la zone polluée en isolant les tronçons (biefs), en fermant les orifices et en pompant la pollution déversée. Il faudra ensuite évacuer le remplissage et les éventuelles terres polluées et réhabiliter le massif.



Pour assurer la pérennité de l'ouvrage, il est important d'informer les usagers des principes de fonctionnement et des règles minimales à respecter, notamment :

- ne pas jeter d'eaux usées ni polluées dans les avaloirs assurant la diffusion des eaux de pluie dans ces structures,
- ne pas entreposer de terre ou de matériaux pulvérulents sur les revêtements drainants.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

### INTEGRATION PAYSAGERE

Le massif s'intègre très bien dans le paysage dans le sens où il est intégré sous un revêtement choisi en fonction de l'usage des lieux, mais il n'apporte aucun supplément à la valeur paysagère des lieux. Il peut être rendu invisible, et donc indétectable, s'il est recouvert par le même matériau que ses abords (gazon, pavés, ...) : sous un parking, sous un trottoir, sous un jardin.

Un massif peut être réalisé facilement dans des jardins privés, même de petite taille. Si l'on souhaite planter arbres ou arbustes, il est nécessaire de les insérer dans des dispositifs anti-racines.

Un massif peut être réalisé en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur site industriel. Néanmoins, son surcoût par rapport aux noues, fossés et bassins secs implique qu'il sera surtout mis en œuvre là où l'emprise foncière est contraignante et où la plurifonctionnalité de l'espace au-dessus de l'ouvrage s'avère indispensable, en zone urbaine et dense notamment.

### PLURIFONCTIONNALITE

L'espace au-dessus d'un massif peut être accessible aux habitants selon le matériau de revêtement : dalle béton, gazon, graviers, etc. et peut donc accueillir toutes sortes d'activités et de fonctions différentes, pour autant qu'elles ne présentent pas de risque de pollution des eaux de ruissellement : espaces verts, jardins, chemins piétonniers (promenades, trottoirs), voies d'accès pour les véhicules, parkings, pistes cyclables, etc. ou que les risques de pollution soient maîtrisés.

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation d'un massif est possible par phases, selon les besoins de stockage. La continuité du géotextile et d'une éventuelle géo-membrane doit être réalisée avec soin.

Pour les projets où, pendant la phase travaux, de gros apports de terre peuvent se faire sur les voies, il convient :

- de condamner les avaloirs pendant cette phase et de ne mettre en service la structure réservoir qu'une fois tous les travaux susceptibles de salir les voies achevés,
- de protéger par une couche provisoire les enrobés poreux, si c'est cette solution qui est retenue pour l'alimentation de la structure réservoir.

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

Le problème de la gestion des eaux pluviales est généralement rendu invisible car l'eau est stockée sous la surface de la structure granulaire de la tranchée et ne permet pas facilement la sensibilisation des habitants. La sensibilisation dépend donc fortement du revêtement du massif :

- les tranchées plantées permettent donc mieux la sensibilisation des habitants,
- les massifs réservoirs sous les chaussées sont invisibles et ne permettent aucune sensibilisation des habitants.

### EMPRISE FONCIERE

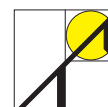
Vu la plurifonctionnalité d'usages de sa surface, l'emprise foncière d'une tranchée est négligeable, mais son emprise est néanmoins tributaire de l'encombrement du sous-sol (présence d'impétrants dans le sol urbain, etc.).

### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est très fortement réduit pour autant que le niveau maximum de l'eau reste sous le niveau du remplissage ou sous le revêtement.

Le risque de putréfaction des végétaux sera réduit si l'ouvrage peut se vider entièrement en fin d'évènement pluvial et si l'entretien est régulier.

Si le revêtement de surface d'une chaussée réservoir est un enrobé drainant, le bruit de roulement est diminué : le confort acoustique du quartier environnant en est amélioré.



### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

Le massif étant rempli d'un matériau solide, le risque de chute d'individu et de noyade est nul.

Si le revêtement de surface d'une chaussée réservoir est un enrobé drainant, l'adhérence des véhicules est améliorée et diminue les risques de glissade.

La conductivité thermique d'une couche de roulement poreuse est la cause, dans certaines conditions climatiques, d'un abaissement plus rapide et plus important de la température de surface et du risque de givre en surface.

La porosité de l'enrobé emprisonnant une certaine humidité durant l'hiver, une condensation à la surface du revêtement peut entraîner un risque de verglas. Néanmoins, l'enrobé drainant sera plus sensible au givre que l'enrobé dense mais moins sensible à la neige mouillée.

### TOPOGRAPHIE

Les massifs sont bien adaptés aux terrains plats dont l'assainissement pluvial est difficile à mettre en œuvre par manque de pente naturelle. Néanmoins, afin d'éviter des durées de vidange trop longue, il est utile de donner des pentes légères au fond de l'ouvrage de l'ordre de 1% en profil en travers et de 0,3% en profil en long.

Si le terrain naturel est en pente dans le sens de la longueur du massif (>1%), il est opportun de le subdiviser en suffisamment de tronçons (biefs) pour augmenter le volume de stockage.

Il est possible de réaliser des chaussées réservoirs jusqu'à des pentes de 10%. Quelques exemples existent notamment dans la ZAC de Verneuil-sur-Seine.

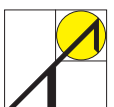
### STABILITE DES BATIMENTS

Le risque dû aux techniques d'infiltration d'eau dans le sol sur la stabilité de bâtiments voisins n'existe que dans le cas des sols pulvérulents (sables) si le débit d'infiltration est élevé. En effet, le mouvement de l'eau peut à moyen terme déplacer les grains de sable, provoquant un entrainement des particules qui compactera le sol et pourra provoquer d'éventuels tassements de sol.

La géomorphologie du sous-sol peut également modifier l'écoulement vertical d'eau dans le sol et rediriger les eaux vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple).

Afin d'éviter ces désagréments, il est utile, dans le cas de sols sableux, de :

- o faire un essai de sol au droit de l'ouvrage d'infiltration,
- o prévoir une distance suffisante entre le fond de la surface d'infiltration et les bâtiments, o éloigner le plus possible des bâtiments l'arrivée d'eau dans l'ouvrage infiltrant,
- o ne pas infiltrer dans les remblais autour des bâtiments,
- o prévoir un fond en matériau légèrement moins perméable que le sable qui permet de réduire le débit d'infiltration à un taux acceptable.



## RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS

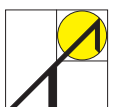
Critères	Avantages	Inconvénients
Dimensionnement	Peu d'emprise en surface	Installation tributaire de l'encombrement du sous-sol.
Réalisation	Réalisable par phasage	
Entretien	Entretien facile grâce aux pentes douces qui permettent un accès aisé aux machines.	Si la noue est végétalisée, l'entretien doit être régulier.
Coût d'installation		
Environnement	Bonne intégration paysagère. Plurifonctionnalités élevée puisque la surface au-dessus du dispositif peut-être accessible au public et accueillir différentes activités. Pas de risques de nuisances (odeurs et insectes) Pas de risque de chute Améliore la qualité des eaux de pluie et de ruissellement par décantation et filtration des polluants <i>Massif à revêtement végétalisé:</i> - propice à la biodiversité - améliore la qualité de l'air de l'environnement immédiat	Pas de sensibilisation du public à la gestion des eaux pluviales (dispositif caché) <i>Massif à revêtement minéral:</i> - non propice à la biodiversité - impact négatif sur la qualité de l'air (augmentation de la t° en été) - risque de givre en surface
Massif infiltrant		
Environnement	Alimente les nappes phréatiques	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques Peut entraîner des problèmes de stabilité de bâtiment en fonction du type de sol
Massif drainant		
Environnement	Peu d'impact négatif sur l'environnement large.	Ne contribue pas à réalimenter les nappes phréatiques
Massif mixte		
Environnement	Alimente les nappes phréatiques	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques. Peut entraîner des problèmes de stabilité de bâtiment en fonction du type de sol

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007.
- [4] Bruxelles Environnement, 2009, Comparaison des mesures alternatives pour la gestion des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle – Fiche informative « Mesures compensatoires », Bruxelles, juin 2009
- [5] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [6] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement, version janvier 2006.
- [7] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives d' gestion des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010



- [8] Adopta, 2006, Fiches techniques n°2 «la tranchée drainante, n°4 «La chaussée réservoir avec un revêtement classique» et n°5 «La chaussée réservoir avec un revêtement poreux», téléchargeable sur <http://www.adopta.fr/fiches>
- [9] Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014, Guide des solutions compensatoires d'assainissement pluvial, <http://eau.bordeaux-metropole.fr/pdf/Guide-solutions-compensatoires.pdf>
- [10] Communauté Urbaine Grand Lyon, 2008, Guide pratique : Aménagement et eaux pluviales, [http://www.grandlyon.com/fi\\_leadmin/user\\_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021\\_gl\\_guidepratique\\_amenagementeauxpluviales.pdf](http://www.grandlyon.com/fi_leadmin/user_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021_gl_guidepratique_amenagementeauxpluviales.pdf)
- [11] Lille Métropole, 2012, Guide de gestion durable des eaux pluviales - Fiches techniques, [http://www.lillemetropole.fr/fi\\_les/live/sites/Imcu/fi\\_les/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques\\_dec2012.pdf](http://www.lillemetropole.fr/fi_les/live/sites/Imcu/fi_les/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques_dec2012.pdf)
- [12] Région Pays de Loire, Les techniques alternatives en assainissement pluvial : descriptif et exemples de réalisation, [http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4\\_techniques\\_alternatives.pdf](http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4_techniques_alternatives.pdf)





# LE BASSIN EN EAU

BASSIN EN EAU INFILTRANT  
BASSIN EN EAU DE RETENTION  
BASSIN EN EAU MIXTE

*Un bassin en eau conserve une lame d'eau en permanence. Les eaux de pluie et de ruissellement y sont déversées au cours d'épisodes pluvieux. Son niveau est donc variable et cette variabilité est souvent propice à la biodiversité. Leur échelle est très variée : de la simple mare dans le jardin au véritable lac accueillant des activités nautiques. Quelque soit sa taille, le bassin en eau abrite toujours un écosystème aquatique dont l'équilibre dépend des variations de volume et de la qualité des eaux dues aux apports pluviaux. Le bassin en eau est très sensible à la qualité des eaux d'alimentation (eaux de ruissellement, ...)*

## PRINCIPES HYDRAULIQUES

**La collecte** : l'eau est collectée, soit par l'intermédiaire de canalisations, rigoles ou noues dans le cas, par exemple, de récupération des eaux de toiture et de chaussée, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. Un ouvrage d'alimentation permet l'arrivée des eaux de ruissellement vers le bassin en eau.

**Le bassin en eau** : la fonction essentielle du bassin en eau est de stocker à l'air libre un épisode de pluie (décennal ou centennal par exemple) dans les limites de son marnage (le marnage est la différence entre les niveaux le plus haut et le plus bas des eaux). Il a un rôle d'étalement, d'écêtement des eaux pluviales.

**L'évacuation** : L'eau est évacuée vers un exutoire (réseau, puits) et par évaporation, évapotranspiration. Dans le cas de berges perméables au dessus du niveau de la lame d'eau minimum, l'eau peut être également évacuée par infiltration latérale dans le sol de ces berges. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. Souvent, un rejet à l'exutoire est incontournable car la surface d'infiltration dans le sol des berges est limitée.

Le bassin en eau constitue, le plus souvent, le lieu final d'une succession de mesures alternatives avant l'exutoire.

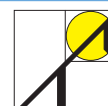
## TYPES DE BASSIN

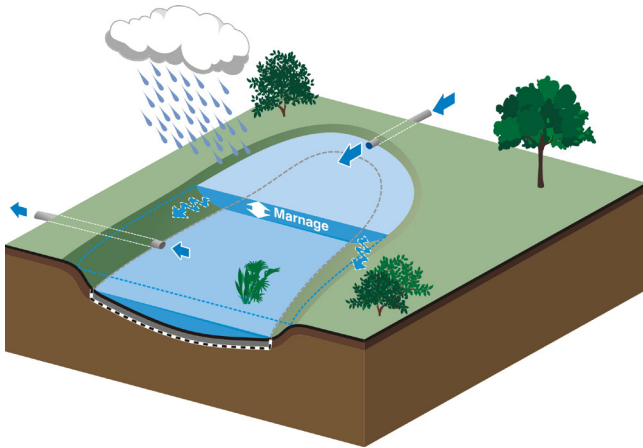
L'imperméabilité du fond de l'ouvrage peut-être naturelle si le sol existant est naturellement imperméable. Le bassin peut également être rendu imperméable par la pose d'un film imperméable (géo-membrane). En présence de ce film, les plantations de bambous (à système racinaire de rhizomes traçant) sont fortement déconseillées suite au risque de perforation du film par les racines.

La plantation de plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.) présente, au contraire, peu de risque de perforation.

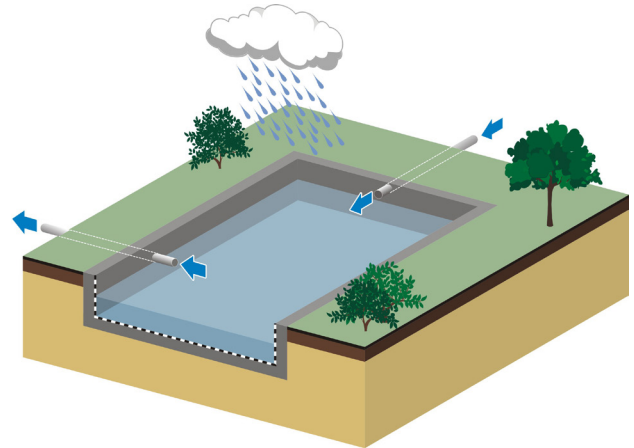
L'imperméabilisation peut aussi être réalisée, si le sol n'est pas suffisamment étanche, par la mise en œuvre d'une couche d'argile (ou de terre argileuse) compactée sur 20 à 30 cm. Cette technique est acceptée en épuration des eaux usées par voie naturelle (bassins plantés). Néanmoins, lorsque le sous-sol est pollué et afin de ne pas prendre le risque de déplacer cette pollution, il est nécessaire de se renseigner de la pertinence de cette technique auprès des administrations compétentes.

Les plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.), également utilisées en épuration des eaux usées, peuvent être plantées pour leur pouvoir remédiateur dans la dépollution des eaux de ruissellement potentiellement polluées (eaux de ruissellement d'un parking, de voiries, de toitures métalliques, ... contenant des matières or-





**Figure 1:** Bassin en eau imperméabilisé par géo-membrane sous un lit de vase. Une aménée d'eau inonde le bassin par temps d'orage. Les eaux peuvent éventuellement s'infiltrer latéralement à travers les berges. Une évacuation au niveau supérieur de l'imperméabilisation permet l'évacuation à débit régulé du volume excédentaire.  
Source : Architecture & Climat.



**Figure 2:** Bassin en eau avec fondations bétonnées. Dans ce cas, l'étanchéité est apparente sur la hauteur du marnage. Source : Architecture & Climat.

ganiques, des hydrocarbures, des métaux lourds, etc.)

### BASSIN EN EAU INFILTRANT

Ce bassin en eau sert uniquement à infiltrer les eaux de pluie et de ruissellement dans le sol. Il peut être mis en place à condition que les berges aient une perméabilité suffisante (supérieure à 20 mm/h) pour que l'infiltration soit possible et que l'infiltration ne soit pas proscrite par la réglementation.

### BASSIN EN EAU DE RETENTION

Ce bassin en eau sert uniquement au stockage temporaire des eaux de pluie et de ruissellement, il ne laisse pas l'eau s'infiltrer dans le sol.

Il est mis en place quand l'infiltration est proscrite ou techniquement difficile.

Le volume de rétention du bassin en eau dépend du marnage acceptable. L'eau stockée temporairement dans ce volume sera ensuite évacuée à débit régulé vers un exutoire.

### BASSIN EN EAU MIXTE

Ce bassin en eau sert à la fois à l'infiltration et à la rétention des eaux pluviales. L'eau stockée temporairement dans le volume de rétention sera non seulement évacuée à débit régulé vers un exutoire mais aussi infiltrée dans le sol des berges perméables pour autant que celui-ci soit considéré comme « infiltrable ».

### BASSIN SEC OU BASSIN EN EAU ?

Hormis le particulier, qui peut avoir ses propres exigences en sus de celles de débit et de stockage imposées au moment du permis de construire, le concepteur du bassin est amené à trouver des compromis dans le choix du volume de stockage, de la morphologie, d'éventuels équipements de surface et de la localisation du bassin. Ces choix se font en fonction des contraintes physiques (topographie, hydrogéologie, occupation du sol), économiques (emprise foncière, gestion, maintenance), techniques (niveaux de protection retenus contre les accidents de chute et noyade, entretien) et environnementales (impacts sur le milieu récepteur, paysage et qualité de vie). L'usage de surface dépend essentiellement du type d'effluent et de la fréquence d'utilisation.

En fonction de ces multiples critères, on choisira entre un bassin en eau ou un bassin sec, un bassin de retenue ou d'infiltration, un bassin accompagné d'un ouvrage de prétraitement ou non, un seul bassin ou plusieurs bassins en parallèle ou en série.

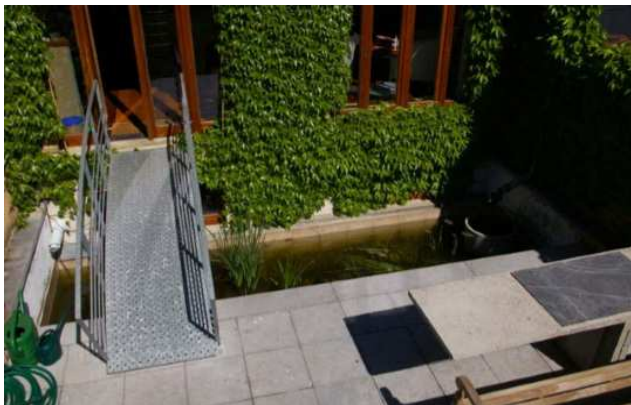
## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRES



**Figure 3 :** Bassin en eau mixte: la ligne des pierres situe le bord de la géo-membrane imperméable qui garantit une lame d'eau permanente dans ce bassin. Par forte pluie, le niveau de l'eau monte et déborde du bord imperméable : l'eau peut alors s'infiltrer dans le sol des berges engazonnées. Quartier du Kronsberg, Hanovre. Photo Valérie Mahaut.



**Figure 4 :** Bassin en eau de rétention. Ce grand étang de forme plus géométrique permet un marnage de quelques dizaines de centimètres de haut. On le remarque à la géo-membrane qui dépasse de manière peu élégante de la surface de l'eau. Quartier du Kronsberg, Hanovre. Photo Valérie Mahaut.



**Figure 5 :** Bassin en eau au pied de la façade arrière d'une maison mitoyenne bruxelloise. Un marnage d'une bonne vingtaine de centimètres est prévu en cas d'orage permettant le stockage temporaire d'un volume d'eau avec restitution en différé vers l'égout : un simple tuyau vertical sert à la fois de surverse en cas d'orage trop important mais aussi d'évacuation à débit régulé via les petits trous pratiqués au niveau des basses eaux. Photos Bernard Deprez.



**Figure 6 :** Lac de rétention de Louvain-la-Neuve qui reçoit les eaux de pluie du réseau séparatif de la ville neuve. L'évacuation des eaux stockées sont déversées à débit régulé dans un ruisseau affluent de la Dyle. Photo Valérie Mahaut.

## DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement d'un bassin en eau consiste à déterminer, pour une pluie de projet avec un temps de retour déterminé, son volume de stockage au-dessus de la lame d'eau permanente. Ce volume se traduit par le marnage à prévoir pour une surface d'eau donnée ou, à l'inverse, par la surface du plan d'eau à prévoir pour un marnage maximum acceptable.

Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement».

## CONSEILS DE CONCEPTION ET DE REALISATION

### CONCEPTION

Pour la conception des bassins en eau, il est conseillé de:

- o prévoir au minimum 30 cm entre le bord le plus bas du bassin et le niveau maximum d'eau dans le bassin en eau. La pente des berges sera douce;
- o concevoir et réaliser le bassin en eau de sorte qu'il y ait une lame d'eau minimale de 1,5 m pour éviter le développement et la prolifération des plantes aquatiques;
- o permettre de faire le tour du bassin pour son entretien : un accès suffisant doit être prévu entre le sommet de la berge et la clôture éventuelle ou tout autre obstacle;
- o veiller à ce que la pente des surfaces de récolte des eaux de ruissellement soit correctement dirigée vers le bassin en eau;
- o prévoir un dégrillage en amont du bassin en eau afin de séparer les eaux de la « pollution » de grosse taille. Selon l'origine des effluents stockés et les objectifs de qualité de l'eau, il y a lieu d'examiner la nécessité d'un dispositif de prétraitement;
- o étudier la possibilité d'implanter des arbres et de la végétation. La présence d'arbres et arbustes dans l'environnement immédiat du bassin en eau permet un ombrage bénéfique pour limiter la propagation des végétaux aquatiques indésirables mais nécessite un surcroît d'entretien lors de la chute des feuilles. De manière générale, toute plantation dans ou à proximité d'un ouvrage doit être étudiée en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel et de la place disponible dans l'éventuel volume imperméabilisé ou à l'extérieur de celui-ci. Les bambous sont prohibés dans le cas d'une imperméabilisation par géo-membrane;
- o étudier la compatibilité des plantations avec la résistance aux racines de la géomembrane. Dans le cas d'une imperméabilisation par géo-membrane, soigner le détail de finition du marnage : si celui-ci est visible, il peut être inesthétique.

## REALISATION

### FILTRATION DE L'EAU

Pour assurer la filtration de l'eau dans le cas des bassins en eau infiltrants et mixtes, un géotextile est mis en place. Celui-ci se présente généralement sous forme de nappes de fibres synthétiques, perméables, souples et résistantes. On distingue plusieurs familles en fonction du mode de fabrication du géotextile. Les deux principales sont : les non tissés, constitués de fibres ou de filaments répartis de manière aléatoire et dont la cohésion est assurée par un traitement chimique, thermique ou mécanique (tissé), constitués d'un entrecroisement de nappes de fils, de filaments ou de bandelettes.

### IMPERMEABILISATION DU SOL

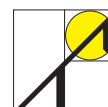
L'imperméabilisation du sol du bassin sec de rétention peut se faire de différentes manières :

- le sol est naturellement imperméable
- le sol est rendu imperméable, soit par la pose d'une géo-membrane, soit par la mise en œuvre d'une couche d'argile (ou de terres argileuse) compactée sur 20 à 30 cm.

## ENTRETIEN

L'entretien d'un bassin en eau se résume principalement à l'entretien d'un plan d'eau :

- o ramasser régulièrement les flottants,
- o entretenir les berges,
- o contrôler la masse de végétation, évacuer les végétaux morts,
- o contrôler la gestion de l'oxygénation de l'eau afin de prévenir l'eutrophisation du bassin,
- o contrôler la prolifération des grenouilles et moustiques,



- o favoriser l'ombrage,
- o limiter les arrivées de fertilisants dans le bassin,
- o faucher les végétaux chaque année à la fin de l'automne (avec enlèvement des végétaux),
- o vider périodiquement le bassin (tous les dix ans environ) pour entretenir les ouvrages habituellement noyés, pour éventuellement curer le fond du bassin (avec évacuation des dépôts de boues de décantation) et pour le renouvellement de la masse d'eau,
- o curer régulièrement les orifices d'arrivée et d'évacuation à débit régulé ou par surverse. Le bassin doit idéalement avoir un usage secondaire (bassin d'agrément, activités aquatiques, promenade, biodiversité, ...) pour que son entretien soit rendu obligatoire et donc que sa pérennité soit assurée. Cet usage secondaire permet également de rentabiliser le coût des acquisitions foncières.

## COUT D'INSTALLATION

A COMPLETER

## ENVIRONNEMENT

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des bassins en eau sont **l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux** qui sont des ressources naturelles renouvelables.

On retrouve également la **géo- membrane EPDM**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des noues sont l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui, entretenus, ont des durée de vie importante (entre 50 et 100 ans). Arrivé en fin de vie, les plantations et végétaux sont considérés comme des déchets «verts» de classe 2.

On retrouve également la **géo- membrane EPDM**: la membrane EPDM a une durée de vie relativement courte, entre 10 à 30 ans. Arrivée en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.

#### REEMPLOI - RECYCLAGE

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des bassins en eau sont **l'engazonnement accompagné de plantations et de végétaux** qui, en tant que déchet, peuvent être compostés.

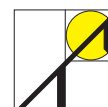
On retrouve également la **géo- membrane EPDM**: la membrane EPDM, si elle est propre, peut être recyclée par dowcycling et réintroduite dans des cycles de production. Cependant, elle est couramment valorisée thermiquement.

### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

#### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT

Pour satisfaire à l'usage secondaire du bassin en eau (bassin d'agrément, activités aquatiques, promenade, biodiversité, ...), cette eau doit être d'assez bonne qualité, notamment sans flottants, ni matières organiques excessives, irisation par des produits pétroliers ou huileux, teneur importante en métaux lourds, ...

Par conséquent, il est important de vérifier la compatibilité de l'usage et des matériaux des surfaces de ruissellement et de la dilution de la pollution éventuelle dans la masse d'eau permanente avec les objectifs de qualité de l'eau à garantir, quitte à prévoir un prétraitement éventuel ou un surdimensionnement de la masse d'eau permanente (pour la dilution de la pollution).



Lorsque le bassin est bien conçu, la qualité de ses eaux est excellente. La décantation des éventuelles matières en suspension dans les eaux calmes du bassin en eau améliore encore leur qualité.

### QUALITE DES SOLS

Dans le cas d'un bassin en eau mixte, le risque de pollution du sol existe à long terme par concentration, sur les

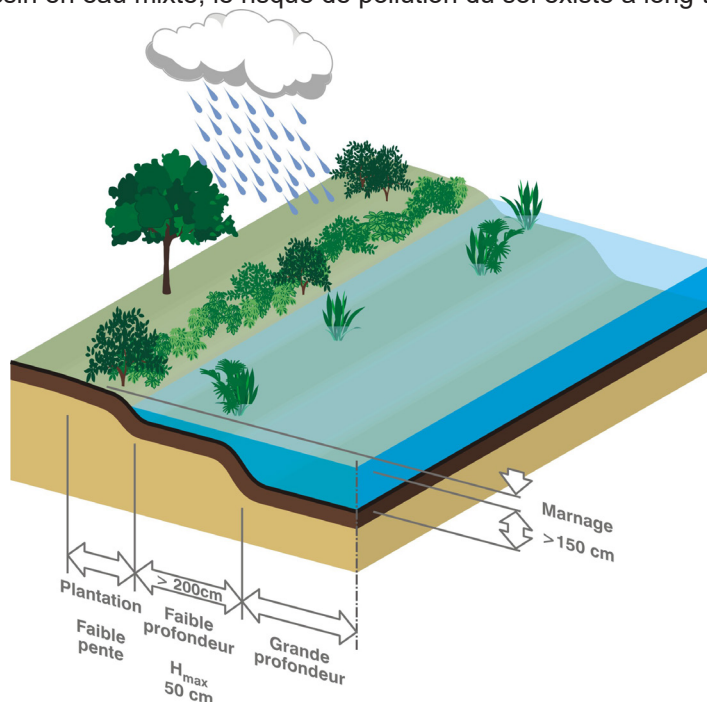


Figure xxx: Bassin en eau avec berges conçues pour limiter les accidents : des plantations et une zone à faible tirant d'eau précédent le bassin à grande profondeur. Source : Architecture & Climat.

berges, du dépôt des pollutions présentes dans les eaux de ruissellement.

Dans le cas d'un bassin en eau de rétention (cas le plus courant), il n'y a pas d'impact négatif sur la qualité du sol.

### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les bassins en eau mixtes contribuent, dans une certaine mesure, à réalimenter les nappes phréatiques mais présentent le risque de pollution de cette même nappe si les eaux de ruissellement sont polluées et si la nappe n'est pas assez profonde.

Les bassins en eau de rétention ne contribuent pas directement à l'alimentation de la nappe, mais ne risquent pas de la polluer.

Dans les deux cas, une alimentation en eau du bassin doit être envisagée pendant les périodes de sécheresse. Cette alimentation peut se faire grâce à l'eau d'une citerne ou par de l'eau de distribution pour autant que sa qualité ne pose pas de problème.

Dans les deux cas en dehors des périodes de sécheresse, il est possible de réutiliser l'eau du bassin pour un usage domestique : arrosage, nettoyer la voiture, ...

### QUALITE DE L'AIR

Les plans d'eau ont un impact positif sur la qualité de l'air par la diminution des températures de l'air en été (microclimat).

### BIODIVERSITE

Les bassins en eau sont bénéfiques au développement de la biodiversité, d'autant plus s'ils sont plantés et de profondeur variable propice à la diversité de plantations aquatiques. Un bassin en eau est même une occasion

de recréer un écosystème en milieu urbanisé.

#### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Lorsque le risque de pollution est trop important, comme le long d'une route à forte fréquentation ou à proximité d'un parking, le choix de bassins en eau est prohibé.

En cas d'accident, on fermera les orifices d'arrivée et d'évacuation et on pompera la pollution déversée. Il faudra ensuite évacuer les eaux polluées et réhabiliter entièrement le bassin.

## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

### INTEGRATION PAYSAGERE

Les bassins en eau sont des lieux de promenade, d'agrément et d'activités diverses, aisément intégrables dans le paysage. Pour améliorer l'aspect paysager et garantir la stabilité des berges du bassin, il est recommandé de réaliser des berges végétalisées selon un profil emboîté.

Un bassin en eau peut être réalisé en milieu urbain ou rural, aussi bien en lotissement que sur site industriel, et sur des parcelles publiques ou privées.

### PLURIFONCTIONALITE

Les bassins en eau, au-delà de leur fonction hydraulique, peuvent accueillir des activités variées (mais néanmoins plus limitées que dans le cas des bassins secs ou des noues), liées à leurs dimensions :

- activités de loisir s'ils sont de grande taille : pêche, canotage, promenade, etc.,
- fonctions d'agrément (aspect paysager) s'ils sont de petite taille.

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation d'un bassin en eau imperméabilisé par une géo-membrane peut très difficilement être réalisée par phases car l'extension de l'imperméabilité par géo-membrane est difficile, voire impossible.

La réalisation d'un bassin en eau imperméabilisé par une couche d'argile peut être réalisée par phases.

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

La sensibilisation des habitants est favorisée par la présence visible de l'eau et de la biodiversité dans leur environnement. La visualisation directe du problème de la gestion des eaux pluviales est un peu moins perceptible que pour les noues ou les bassins secs.

### EMPRISE FONCIERE

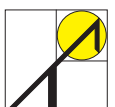
L'emprise foncière d'un bassin en eau n'est pas négligeable et peut s'avérer contraignante en milieu urbain. Cependant, en plus de sa fonction de gestion de l'eau, le bassin en eau peut assumer plusieurs fonctions (espaces verts, espaces de jeux,...) ce qui permet de rentabiliser le coût foncier.

### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

Le risque de prolifération de moustiques existe si le bassin ne présente pas une hauteur d'eau suffisante et s'il n'y a pas de prédateur aux larves de moustiques.

Le risque de nuisances olfactives existe si l'entretien fait défaut (putréfaction des végétaux) et si la lame d'eau n'est pas suffisante.

Par conséquent, il est impératif veiller à une bonne conception et réalisation du profil de l'ouvrage, ainsi qu'à un entretien régulier.



Pour les grands bassins dans les espaces publics, le risque de désagrément acoustique existe par la présence de batraciens et d'un public bruyant s'amusant sur ou à proximité de l'eau.

### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

Si le bassin est public, il est nécessaire d'adapter le profil du bassin en prévoyant une zone peu profonde en périphérie (risberme de sécurité), doublée éventuellement d'une bande de plantation des berges limitant l'accès à la surface de l'eau. Il est également utile de prévoir une information sur le danger de l'eau pour limiter les accidents.

### STABILITE DES BATIMENTS

Dans le cas des noues infiltrantes et mixtes, l'infiltration peut engendrer un risque sur la stabilité des bâtiments dans le cas où les sols sont pulvérulents (sables) et le débit d'infiltration est élevé. En effet, le mouvement de l'eau peut à moyen terme déplacer les grains de sable, provoquant un entrainement des particules qui compactera le sol et pourra provoquer d'éventuels tassements de sol.

La géomorphologie du sous-sol peut également modifier l'écoulement vertical d'eau dans le sol et rediriger les eaux vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple).

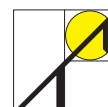
Afin d'éviter ces désagréments, il est utile, dans le cas de sol sableux, de :

- Faire un essai de sol au droit de l'ouvrage d'infiltration ;
- Prévoir une distance suffisante entre le fond de la surface d'infiltration et les bâtiments ;
- Eloigner le plus possible des bâtiments l'arrivée d'eau dans l'ouvrage filtrant ;
- Ne pas infiltrer dans les remblais autour des bâtiments ;
- Prévoir un fond engazonné en terre arable (perméable mais moins que le sable) qui permet de réduire le débit d'infiltration à un taux acceptable.

Ces risques ne sont pas présents dans le cas des noues drainantes.

## RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS

Critères	Avantages	Inconvénients
Dimensionnement		Emprise au sol importante mais compensée par une bonne rentabilisation de l'espace occupé grâce à une plurifonctionnalité
Entretien		Entretien et coût d'entretien important, identique à celui d'une pièce d'eau
Environnement	Bonne intégration paysagère. Sensibilisation des habitants à la gestion des eaux pluviales facilitée par la visualisation directe de l'eau dans la noue en cas d'épisode pluvieux. Améliore la qualité des eaux de pluie par décantation et filtration des polluants <i>Bassin en eau végétalisé:</i> - améliore la qualité de l'air de l'environnement immédiat - favorise la biodiversité	Risque de nuisance s'il y a stagnation des eaux Risque de chute et de noyade, selon la hauteur d'eau possible dans le bassin.
Bassin en eau infiltrant		



<b>Réalisation</b>	Réalisable par phasage selon les besoins de stockage	
<b>Environnement</b>	Améliore la qualité des eaux pluviales et de ruissellement par infiltration. Peu d'impact négatif sur l'environnement large. Alimente les nappes phréatiques.	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques. Peut entraîner des problèmes de stabilité des bâtiments en fonction du type de sol.
<b>Bassin en eau de rétention</b>		
<b>Réalisation</b>		Phasage plus délicat à cause des membranes (géotextile et membrane EPDM)
<b>Environnement</b>	<u>Bassin de rétention simple:</u> Peu d'impact négatif sur l'environnement large.	
<b>Bassin en eau mixte</b>		
<b>Réalisation</b>	Possibilité de phasage dans la réalisation de ce type de noue	
<b>Environnement</b>	Alimente les nappes phréatiques Améliore la qualité des eaux pluviales par filtration et décantation	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques. Peut entraîner des problèmes de stabilité des bâtiments en fonction du type de sol

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007.
- [4] Bruxelles Environnement, 2009, Comparaison des mesures alternatives pour la gestion des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle – Fiche informative « Mesures compensatoires », Bruxelles, juin 2009
- [5] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [6] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement, version janvier 2006.
- [7] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010
- [8] Chapitre « Réduire la consommation des ressources » de la publication *Rénovation durable des bâtiments scolaires* réalisée sous la direction d'André De Herde pour le Service Public de Wallonie - Département Energie, de 2011 à 2014. Document téléchargeable sur le site <http://wallonie.energie.be>
- [9] Biodiversité Positive, 2011, Biodiversité et gestion de l'eau à la parcelle : les noues et fossés, <http://www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Biodiversit%C3%A9-et-gestion-de-leau-%C3%A0-la-parcelleles-noues-et-foss%C3%A9s-4-Mai.pdf>
- [10] Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014, Guide des solutions compensatoires d'assainissement pluvial, <http://eau.bordeaux-metropole.fr/pdf/Guide-solutions-compensatoires.pdf>
- [11] Communauté Urbaine Grand Lyon, 2008, Guide pratique : Aménagement et eaux pluviales, [http://www.grandlyon.com/fi\\_leadmin/user\\_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021\\_gl\\_guidepratique\\_amenagementeauxpluviales.pdf](http://www.grandlyon.com/fi_leadmin/user_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021_gl_guidepratique_amenagementeauxpluviales.pdf)
- [12] Lille Métropole, 2012, Guide de gestion durable des eaux pluviales - Fiches techniques, [http://www.lillemetropole.fr/fi\\_les/live/sites/Imcu/fi\\_les/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques\\_dec2012.pdf](http://www.lillemetropole.fr/fi_les/live/sites/Imcu/fi_les/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques_dec2012.pdf)
- [13] Région Pays de Loire, Les techniques alternatives en assainissement pluvial : descriptif et exemples de réalisation, [http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4\\_techniques\\_alternatives.pdf](http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A4_techniques_alternatives.pdf)





# LE BASSIN SEC

BASSIN SEC INFILTRANT  
BASSIN SEC DRAINANT  
BASSIN SEC MIXTE

*Un bassin sec est assimilé à une noue « élargie » hydrauliquement parlant. Il est de forme plus circulaire et sert moins à l'écoulement qu'au stockage de l'eau pour l'infiltrer dans le sol ou la restituer à l'exutoire à débit régulé. Les rives (ou berges) des bassins secs sont souvent en pente douce mais peuvent être plus raides (mais alors renforcées) et la hauteur d'eau peut être plus importante que celle des noues. Temporairement submersible, il est le plus souvent aménagé en espace vert, mais pas exclusivement : son revêtement peut être végétal ou minéral. Un « bassin d'orage » à fond et parois verticales revêtus (béton, pavés, ...) est un type particulier de bassin sec. Le bassin sec constitue le plus souvent, le lieu final d'une éventuelle succession de mesures alternatives avant l'exutoire ou un complément de mesure(s) pour des pluies vraiment exceptionnelles (centennales par exemple).*

## PRINCIPES HYDRAULIQUES

**Collecte** : L'eau est collectée, soit par l'intermédiaire de canalisations, rigoles ou noues dans le cas, par exemple, de récupération des eaux de toiture et de chaussée, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. Un ouvrage d'alimentation permet l'arrivée des eaux de ruissellement vers le bassin sec.

**Le bassin sec** : La fonction essentielle du bassin sec est de stocker à l'air libre un épisode de pluie (décennal ou centennal par exemple). Il a un rôle d'étalement, d'écrêtement des eaux pluviales.

**L'évacuation** : L'eau est évacuée vers un exutoire (réseau, puits) à débit régulé ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque le rejet à l'exutoire est très limité, l'infiltration est nécessaire, à condition qu'elle soit possible.

Le bassin sec constitue le plus souvent, le lieu final d'une succession de mesures alternatives avant l'exutoire.

## TYPES DE BASSIN

La surface du bassin sec peut être végétalisée, engazonnée, plantée, renforcée (dalle gazon), ou revêtue (pavés à joints infiltrants, pavés poreux, revêtement bétonné, ...).

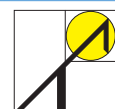
Lorsqu'il est vide, le bassin sec peut, selon la forme qui lui a été donnée, être exploité comme aire de jeux pour les enfants, etc.

Les plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.), utilisées aussi en épuration des eaux usées plantations, peuvent être choisies et plantées pour leur pouvoir remédiateur dans la dépollution des eaux de ruissellement potentiellement polluées (eaux de ruissellement d'un parking, de voiries, de toitures métalliques, ... contenant des matières organiques, des hydrocarbures, des métaux lourds, etc.).

Il existe plusieurs types de bassins secs en fonction des conditions d'infiltrabilité dans le sol :

### BASSIN SEC INFILTRANT

Dans le cas d'un sol considéré comme « infiltrable » (voir info-fiche n°2 « Dimensionnement »), la vidange par infiltration sera privilégiée par rapport à la vidange vers un exutoire à débit régulé. Le bassin sera alors de type engazonné, planté, prairie, ... Afin d'éviter que le fond du bassin sec ne soit humide trop souvent et/ou trop longtemps (flaques incompatibles avec l'éventuel usage des lieux), celui-ci peut être muni d'un enrochement (ou massif d'infiltration) sous sa surface au point le plus bas (protégé d'un géotextile mais sans drain d'évacuation).



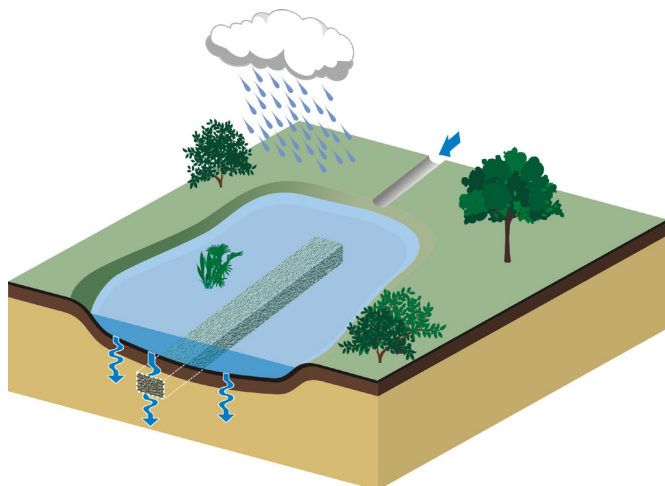


Figure 1: Bassin sec infiltrant - Source: Architecture et Climat



Figure 2: Bassin sec de rétention  
Photographie: Valérie Mahaut

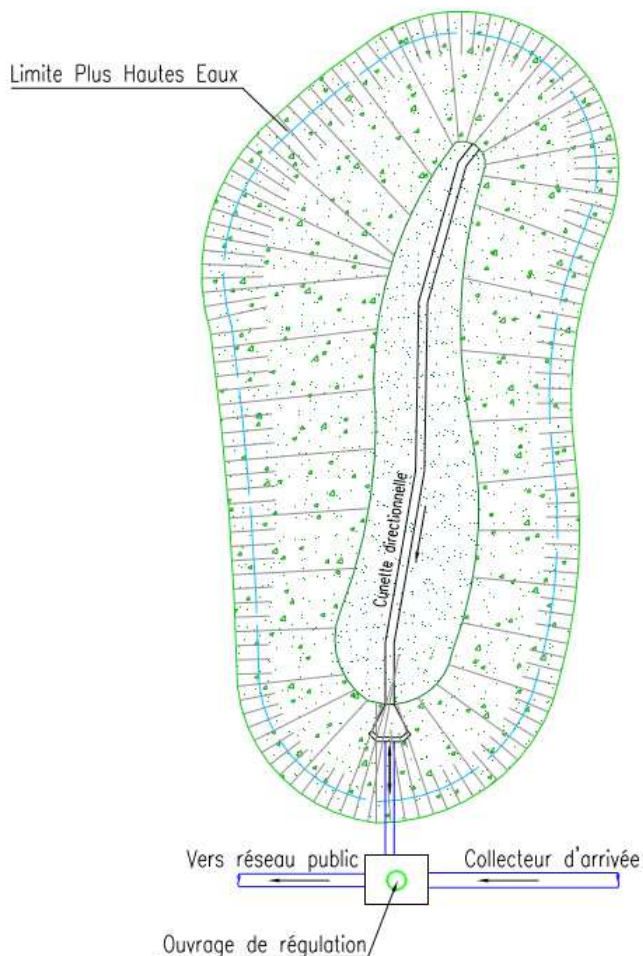


Figure 3: Vue en plan d'un bassin sec - Source: Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement

Par sa forme plus compacte que la noue qui est linéaire, l'enrochement du bassin sec est souvent plus ponctuel que linéaire.

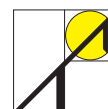
### BASSIN SEC DRAINANT ET/OU DE RETENTION

Lorsque le sol n'est pas suffisamment infiltrant ou lorsque l'infiltration est déconseillée, voire prohibée, pour des raisons légales, techniques et/ou environnementales (risque de pollution du sol ou de la nappe, risque de déplacement de la pollution existante, etc.), le bassin sec peut jouer le rôle de stockage avec évacuation de l'eau stockée à débit régulé :

- soit grâce à une évacuation en surface située au point bas du bassin sec. Dans ce cas, un petit canal au fond du bassin conduit les eaux vers le point d'évacuation,
- soit grâce à un système de drain(s) réalisé(s) sous le bassin sec.

L'imperméabilité du fond de l'ouvrage peut-être naturelle si le sol existant est naturellement imperméable ou rendu imperméable par la pose d'un film imperméable (géo-membrane). En présence de ce film, les plantations de bambous (à système racinaire de rhizomes traçant) sont fortement déconseillées suite au risque de perforation du film par les racines. La plantation de plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.) présente, au contraire, peu de risque de perforation.

L'imperméabilisation peut aussi être réalisée, si le sol n'est pas suffisamment étanche, par la mise en œuvre d'une couche d'argile (ou de terre argileuse) compactée sur 20 à 30 cm. Cette technique est acceptée en épu-



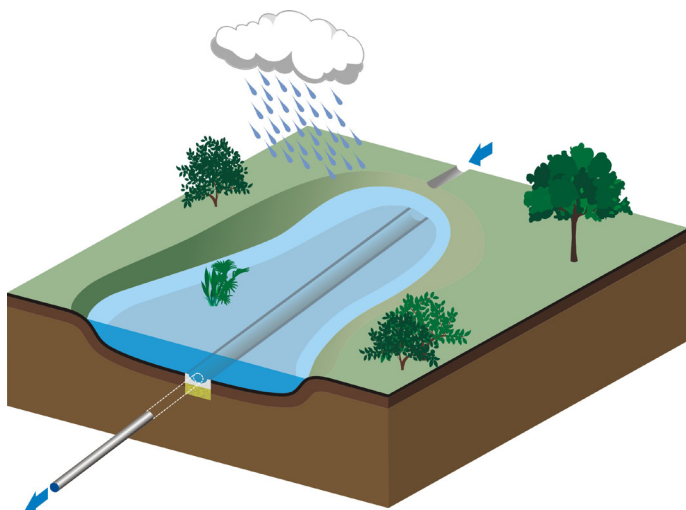


Figure 4: Bassin sec avec canal d'évacuation - Source: Architecture et Climat

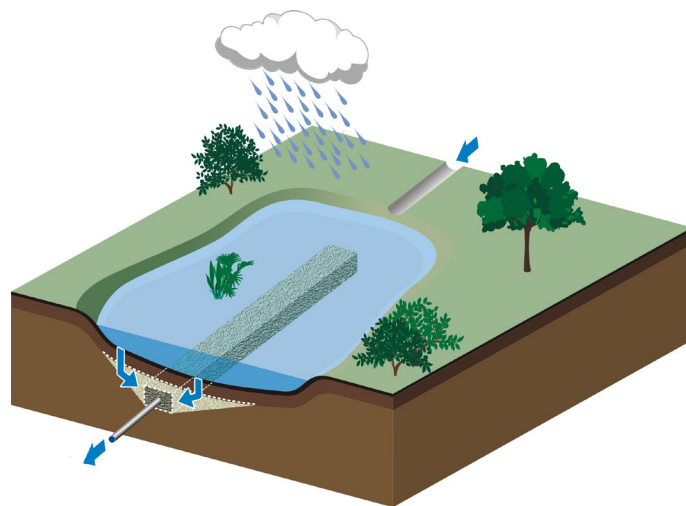


Figure 5: Bassin sec à enrochement sous la surface avec évacuation à débit régulé  
Source: Architecture et Climat

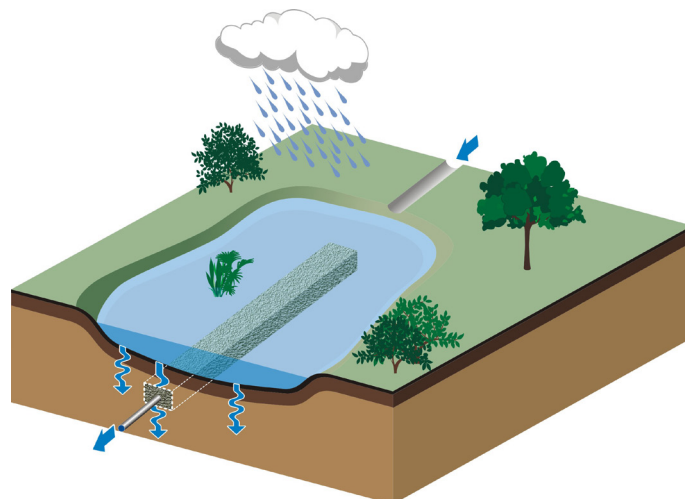


Figure 6: Bassin sec mixte, à la fois infiltrant et drainant à débit régulé vers l'exutoire.  
Source: Architecture et Climat

ration des eaux usées par voie naturelle (bassins plantés). Néanmoins, lorsque le sous-sol est pollué et afin de ne pas prendre le risque de déplacer cette pollution, il est nécessaire de se renseigner de la pertinence de cette technique auprès des administrations compétentes.

L'orifice d'évacuation du bassin sec à évacuation superficielle peut rapidement se boucher. Il est par conséquent très important de veiller à l'entretien régulier de cet orifice. Par contre, le bassin sec drainant se prévaut de ce risque de bouchage grâce à la filtration, par le sol lui-même, des matières en suspension et autres objets.

### BASSIN EN EAU MIXTE

Lorsque la perméabilité du sol est moyenne (capacité d'infiltration comprise entre 1 et 20 mm/h), le bassin sec mixte peut cumuler les possibilités de vidange : cette dernière peut s'effectuer à la fois par infiltration dans le sol et par évacuation à débit régulé. L'infiltration sera possible mais lente et l'évacuation à débit de fuite régulé permettra la vidange complète de l'ouvrage en un temps raisonnable. Ce drainage peut, de plus, évacuer les eaux de la nappe si elle est affleurante, conserver toute la capacité à vide de l'ouvrage avant l'orage

## QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS

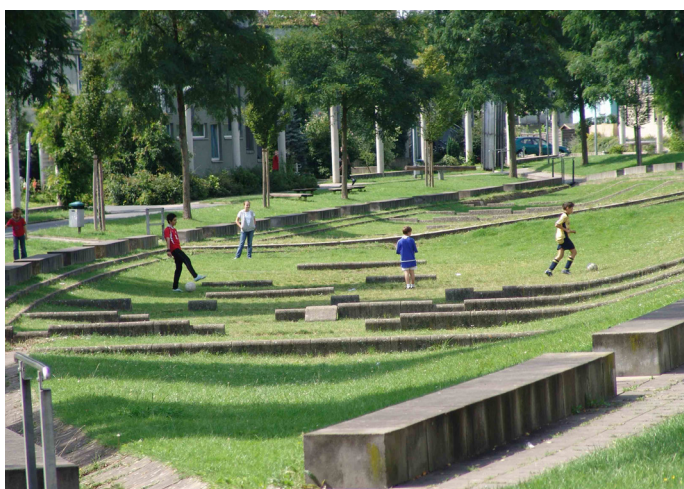
les illustrations ci-après s'appliquent à l'échelle du quartier mais les principes de réalisation sont transposables



**Figure 7:** Bassin sec au pied des parkings de la plage des Martigues, Marseille, France  
Photographie: Valérie Mahaut



**Figure 8:** Bassin sec minéralisé en gravier, quartier du Kronsberg, Hanovre, Allemagne  
Photographie: Valérie Mahaut



**Figure 9:** Bassin sec et terrain de jeu au coeur du quartier de la Kupperbuschstrasse, Gelsenkirchen, Allemagne  
Photographie: Valérie Mahaut



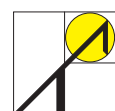
**Figure 10:** Bassin sec engazonné, fauché selon l'humeur du jardinier. Quartier du Scharnhäuserpark, Stuttgart, Allemagne.  
Photographie: Valérie Mahaut



**Figure 11:** Bassin sec dans la cour de récréation de l'école du quartier Scharnhäuserpark, Stuttgart, Allemagne  
Photographie: Valérie Mahaut



**Figure 12:** Bassin sec devant l'école du quartier Scharnhäuserpark, Stuttgart, Allemagne. Les eaux de pluie de la toiture s'écoulent librement dans une partie revêtue à l'entrée du bassin.  
Photographie: Valérie Mahaut



à l'échelle de la parcelle privée. Les bassins secs à l'échelle de la parcelle privée sont plus petits, de l'ordre de quelques mètres carrés le plus souvent.

## DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement d'un bassin sec consiste à déterminer, pour une pluie de projet avec un temps de retour déterminé, son volume de stockage et, dans le cas d'un bassin sec infiltrant ou mixte, à déterminer sa surface d'infiltration minimale. Celle-ci dépend de la capacité du sol à infiltrer l'eau et du temps maximal requis pour vidanger la noue.

Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement».

Il est également à noter que le volume de stockage peut se scinder en deux ou plusieurs parties afin de limiter



Figure 13: Bassin sec à compartiments dimensionnés en fonction du temps de retour de pluies de projet  
Source: Architecture et Climat

la fréquence de submersion de certaines parties et donc de permettre l'exploitation de la surface qui n'est pas encore remplie (aire de jeux ou autre) : en effet, les bassins secs sont mieux perçus s'ils ne sont pas trop souvent humides et impraticables. On réservera donc une partie du bassin aux submersions plus fréquentes (par exemple dimensionnée pour une pluie d'occurrence mensuelle ou bisannuelle) et une autre pour les submersions plus rares.

## CONSEILS DE CONCEPTION / REALISATION

### CONCEPTION

- Prévoir un engazonnement suffisant, à réaliser avant la mise en service et avec une bonne épaisseur de sol de bonne qualité (20 cm).
- Si le bassin sec est aussi une aire de jeux ou si les tondeuses sont de poids important, prévoir un renforcement de la pelouse (type terrain de foot).
- Prévoir l'accès au fond du bassin sec d'engins pour l'entretien de l'ouvrage (rampe, ...). Le fond du bassin doit pouvoir supporter le passage d'engins d'exploitation.
- Il doit être possible d'effectuer le tour du bassin pour son entretien : un accès suffisant doit être prévu entre le sommet de la berge et la clôture éventuelle ou tout autre obstacle.
- Veiller à ce que la pente des surfaces de récolte des eaux de ruissellement soit correctement dirigée vers le

bassin sec.

- Veiller à concevoir et réaliser le bassin sec de sorte qu'il n'y ait pas d'eau stagnante : pentes suffisantes, bien réalisées, avec un renforcement du fond, une cunette ou un enrochement au point bas si nécessaire.
- Les plantations (arbres, arbustes, ...) permettront une meilleure infiltration de l'eau grâce à leurs racines qui aèrent la terre et qui se nourrissent de l'eau. Elles joueront aussi un rôle dans la régulation de l'eau par l'évapotranspiration. Dans le cas où le temps de séjour de l'eau dans le bassin sec est important, il sera préférable de planter des espèces adaptées aux milieux humides.
- De manière générale, toute plantation dans ou à proximité d'un ouvrage doit être étudié en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel et de la place disponible dans l'éventuel volume imperméabilisé ou à l'extérieur de celui-ci. Les bambous sont prohibés dans le cas d'une imperméabilisation par géo-membrane. Certaines plantations à proximité d'un enrochement risquent de le colmater par les racines. Dans ce cas, il vaut mieux planter à une certaine distance de l'enrochement.
- Les plantations dans ou à proximité d'un ouvrage à ciel ouvert génèrent un entretien plus conséquent à cause du ramassage des feuilles mortes. Les bassins secs peuvent être mis en communication avec le réseau pluvial par un ouvrage commun de remplissage et de vidange situé au point bas du bassin. Ceci évite que les faibles débits ne transitent par le bassin, son remplissage s'effectuant par surverse.
- Selon l'origine des effluents stockés et la nature du milieu récepteur, la nécessité d'un dispositif de protection contre les hydrocarbures sera examinée.
- Afin d'assurer la sécurité des personnes, si cela s'avère nécessaire suivant la morphologie (pente des talus ou profondeur du bassin trop importante) et l'implantation du bassin, des solutions devront être mises en œuvre (clôtures, prévention, information sur le fonctionnement...).

## REALISATION / MISE EN OEUVRE

### Collecte des eaux et alimentation :

La collecte des eaux pluviales en amont et l'alimentation du bassin sont réalisées par :

- des canalisations ;
- un système de « dégrillage » et/ou des pièges à flottants ;
- une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité) ;
- des bouches d'injection ;
- et un aménagement, ou un accompagnement des eaux afin d'éviter toute érosion prématurée.

### Structure du bassin

Les travaux de terrassements et de nivellement de terrain intégreront la réalisation des pentes des talus. On choisira une pente la plus faible possible qui facilitera par la suite l'entretien du bassin. Pour des pentes plus importantes, on privilégiera le profil emboîté (marches d'escalier).

Après les travaux de terrassement et de nivellement de terrain, la mise en œuvre du bassin inclut :

- la mise en place d'un géotextile et/ou une géomembrane en fonction de la destination du bassin et du type d'eau retenue ;
- la stabilisation des talus par végétalisation ou autre méthode (géogrilles, dispositifs antibatillage, enrochements, tunage, rondins, ...) ;
- la mise en place d'une rampe d'accès jusqu'en fond de bassin pour assurer un entretien mécanique ;
- l'intégration de systèmes de mise à l'air et clapet de décharge.

### Evacuation et « ré-essuyage » des eaux

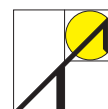
L'évacuation de la totalité des eaux collectées est assurée par la mise en œuvre :

- de système de drainage des eaux stockées au point bas par noue, caniveau, cunette ou drain d'évacuation pour assurer l'absence d'eau stagnante après vidange,
- d'une faible pente en fond de bassin afin de rassembler les eaux vers le système de drainage.

### Exutoire

L'exutoire est composé d'une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité), d'un organe ou orifice de régulation et d'une surverse de sécurité.

### Revêtements et aménagement du fond et des berges



L'aménagement du bassin peut être réalisé en végétalisant l'ouvrage ou par divers matériaux.

Au niveau des végétaux, on utilisera du gazon résistant à l'eau et à l'arrachement (Herbe des Bermudes, Pueraire hirsute, Pâturin des prés, Brome inerme,...), des arbres et arbustes pouvant s'adapter à la présence plus ou moins abondante d'eau pour garantir une bonne stabilité, et végétaux dont le système racinaire permet une stabilisation du sol (pivotants, fasciculés ou charnus).

Les autres matériaux de type «minéral» sont le béton, l'enrobé, les géotextiles, les géomembranes imperméables et les dalles bétonnées.

Chaque revêtement nécessitera une mise en oeuvre particulière.

## ENTRETIEN

L'entretien d'un bassin sec se résume à l'entretien d'un espace vert dans le cas d'un bassin sec engazonné ou planté, ou simplement au balayage dans le cas d'un bassin sec revêtu. Il est utile de prévoir l'accès d'engins pour l'entretien des bassins secs. Le bassin sec est un lieu privilégié pour permettre le développement de la biodiversité. Un fauchage tardif plutôt qu'une tonte régulière est généralement recommandé notamment afin de permettre le développement de zones refuges (herbes hautes).

En fonction de l'utilisation du dispositif, si le bassin sec est, par exemple, utilisé pour le jeu, la tonte régulière sera nécessaire. Un bassin sec demande un entretien régulier classique comme un espace vert :

- tonte ou fauchage régulier des rives engazonnées : fauchage 2x/an, tonte 20x/an,
- arrosage les végétaux lors des sécheresses,
- ramassage des éventuels feuilles et détritiques (qui risquent de colmater la surface d'infiltration).

Par ailleurs, il importe de veiller à :

- Evacuer les dépôts de boues de décantation lorsque leur quantité est telle qu'elle induit une modification du volume utile de rétention.  
Heureusement, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes de boues générés sont très faibles. Le curage ne fera donc que tous les 5 à 10 ans environ. L'extraction des décantats est réalisée par voie hydraulique ou à sec (pompage, balayage, pelletage, etc.). Leur évacuation peut se faire vers un dispositif de traitement pour une filière de valorisation ou, suivant leur composition, vers un dépôt définitif. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.
- Curer régulièrement les orifices d'arrivée et d'évacuation à débit régulé ou par surverse.
- Rénover partiellement ou complètement du bassin au terme de sa durée de vie (liée en général au colmatage de sa surface et/ou de son enrochement).

## COÛT

Prix hors taxes, comprenant déblais, remblais, matériaux, main d'œuvre, évacuations éventuelles, raccord des trop-pleins à une chambre de visite, mise à niveau des terres et engazonnement. Les valeurs ci-dessous résultent d'estimations pour des bassins secs de petites dimensions, applicables à l'échelle de la parcelle, de l'ordre de quelques m<sup>3</sup> d'eau stockée. Ils donnent une fourchette de prix dépendant des conditions d'accès, de la situation existante, des possibilités de revalorisation des terres évacuées, etc. Les pourcentages (\*) indiquent une moyenne de la part des fournitures (géotextile, géo-membrane, enrochement) et des frais de décharge des terres. Le solde relève de la main d'œuvre.

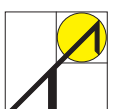
A COMPLETER

## ENVIRONNEMENT

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation de bassins secs sont soit de l'engazonnement accompagné



de plantations et de végétaux qui sont des ressources naturelles renouvelables, soit un revêtement imperméable et minéral qui sont des ressources naturelles non renouvelables mais généralement locales et présentes en quantité importante. On retrouve également et selon le type de bassin:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés (enrochement):** ces ressources sont des matières premières naturelles non renouvelables mais présentes en quantité importante dans le sous-sol et extraites localement (Belgique). Les graviers naturels peuvent être remplacés par des granulats recyclés issus du concassage de déchets inertes.
- **géotextile:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **drain en matière plastique:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **membrane EPDM:** produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).

### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des noues sont soit

- un engazonnement accompagné de plantations et de végétaux qui, entretenus, ont des durée de vie importante (entre 50 et 100 ans). Arrivé en fin de vie, les plantations et végétaux sont considérés comme des déchets «verts» de classe 2.
- un revêtement imperméable et minéral qui a une durée de vie relativement longue (entre 30 et 50 ans). Arrivé en fin de vie, le revêtement minéral est considéré comme un déchet «inerte» de classe 3, pouvant être recyclé.

Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés:** les graviers ont une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, les graviers sont considérés comme des déchets inertes de classe 3. Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (Source : Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999)
- **géotextile:** le géotextile en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **drain en matière plastique:** le drain en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **membrane EPDM:** la membrane EPDM a une durée de vie relativement courte, entre 10 à 30 ans. Arrivée en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.

### REEMPLOI - RECYCLAGE

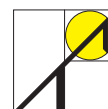
Les principaux matériaux utilisés pour la réalisation des noues sont principalement des plantations et des végétaux qui, en tant que déchet, peuvent être compostés.

Les autres matériaux:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés:** les graviers peuvent être réutilisés en tant que tels ou introduits dans la fabrication de certains produits et/ou matériaux. De nombreuses filières de réemploi existent en Région Wallonne.
- **géotextile:** le géotextile en matière synthétique peut être recyclé par downcycling et/ou valorisé thermiquement (la plupart du temps).
- **drain en matière plastique:** le drain en matière plastique, s'il est propre, peut être recyclé par downcycling (broyage en poudre) et réintroduit dans des cycles de production. Cependant, il est couramment valorisé thermiquement.
- **membrane EPDM:** la membrane EPDM, si elle est propre, peut être recyclée par downcycling et réintroduite dans des cycles de production. Cependant, elle est couramment valorisée thermiquement.

### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

#### QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT



Amélioration de la qualité des eaux de ruissellement par décantation des matières en suspensions et, le cas échéant, amélioration de la qualité des eaux infiltrées par interception dans le sol durant la filtration.

#### QUALITE DES SOLS

Dans le cas des bassins secs infiltrants et mixtes, un faible risque de pollution du sol existe à long terme par concentration du dépôt des pollutions présentes dans les eaux de ruissellement. Dans le cas des bassins secs drainants, le sous-sol n'est pas exposé à une modification de qualité.

#### ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

Les bassins secs infiltrants et mixtes contribuent à réalimenter les nappes phréatiques mais présentent le risque de pollution de cette même nappe si les eaux de ruissellement sont polluées et si la nappe n'est pas assez profonde. Les bassins secs drainants imperméabilisés n'ont pas d'impact sur la qualité des nappes.

#### QUALITE DE L'AIR

Les bassins secs végétalisés ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). Les pollutions atmosphériques (poussières, ...) peuvent être en partie fixées par la végétation.

#### BIODIVERSITE

Les bassins secs végétalisés plantés sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées

#### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Lorsque le risque de pollution est trop important, comme le long d'une autoroute ou à proximité d'un parking, l'infiltration directe est prohibée.

L'ouvrage ne sera utilisé que pour sa fonction de rétention avant rejet vers un exutoire.

Les eaux de ruissellement de voiries ou de parking pourraient être infiltrées moyennant une dépollution préalable de préférence par voie extensive via une noue, un bassin sec, un fossé ou un massif plantés étanches (par une couche d'argile compactée) qui collectent et dépolluent les eaux de ruissellement le long des voiries et les acheminent à débit régulé vers une zone d'infiltration. Ce choix de technique d'épuration extensive est généralement plus efficace que le choix de séparateurs d'hydrocarbures branchés sur avaloirs car on constate que ces derniers sont rarement entretenus, que la performance des séparateurs d'hydrocarbures est souvent plafonnée à la concentration en hydrocarbures des eaux y arrivant et que la vitesse d'arrivée des eaux ne permet généralement pas une bonne décantation.

Rejeter les eaux de pluie et de ruissellement dans le réseau d'égout n'est certainement pas la priorité : le rejet à l'égout n'est nécessaire que si les eaux sont polluées ou si l'on ne peut pas infiltrer éventuellement dans une zone de la parcelle propice à l'infiltration ou encore s'il n'existe pas un réseau d'eau de surface (exutoire naturel : ruisseau, talweg menant à un cours d'eau, pièce d'eau naturelle, ...). Pour ces derniers, les normes de rejet sont toutefois beaucoup plus strictes ; une attention particulière y sera donc portée.

Enfin, le rejet de l'eau de pluie directement vers une station d'épuration est à éviter dans la mesure du possible car ces stations fonctionnent généralement moins bien avec l'apport d'une eau diluée à grand volume (en cas d'orage). Si nécessaire, on mettra en place une géo-membrane qui protégera le sol de toute pollution. Par-dessus, on placera éventuellement du gazon (ou un autre revêtement) afin de conserver la valeur esthétique du bassin sec.

En cas d'accident, on limitera la zone polluée en isolant les zones du bassin en fermant les orifices et en pompant la pollution déversée. Il faudra ensuite évacuer les terres polluées et réhabiliter le bassin sec.

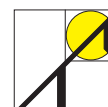
## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

#### INTEGRATION PAYSAGERE

L'intégration paysagère des bassins secs est facilitée par leur plurifonctionnalité. Ils trouvent leur place dans les abords, les jardins et les zones de recul. Un bassin sec peut être réalisée en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur site industriel, sur des parcelles publiques ou privées.

#### PLURIFONCTIONNALITE

Les bassins secs, en plus de leur fonction hydraulique, sont de véritables espaces accessibles par temps sec.



La conception de leur surface peut être adaptée pour accueillir certaines fonctions particulières : les bassins secs engazonnés sont des espaces verts potentiels, des aires de détente, des terrains de jeux, etc. Les bassins secs revêtus peuvent devenir des espaces de jeux, pistes de skate ou roller, des terrains de sport, des parkings, des cours d'école, ... Leur fréquence d'utilisation hydraulique doit être assez faible et les durées de submersion pas trop longues.

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation d'un bassin sec est possible par phases, selon les besoins de stockage.

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

La sensibilisation des habitants est rendue possible par la visualisation directe du problème de la gestion des eaux pluviales en cas d'orage.

### EMPRISE FONCIERE

L'emprise foncière d'un bassin sec n'est pas négligeable et peut s'avérer contraignante en milieu urbain. Cependant, en plus de sa fonction de gestion de l'eau, elle assume souvent plusieurs fonctions (espaces verts, espaces de jeux,...) dans le but de rentabiliser le coût foncier.

### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est présent si de l'eau stagne au fond du bassin sec. Par conséquent, il est impératif veiller à une bonne conception et réalisation des pentes, ainsi qu'à un entretien régulier.

L'érosion des sols dépend de leur nature et des pentes du bassin sec. La conception et l'entretien régulier peuvent limiter l'érosion.

### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

Il est nécessaire d'adapter la profondeur du bassin sec en fonction des usagers. Dans certains cas, il peut être utile de prévoir une information sur la fonction hydraulique du système et sur le risque de la présence potentielle d'eau afin qu'il soit mieux compris, ce qui limitera les accidents.

### TOPOGRAPHIE

Si le terrain naturel est en pente, il est opportun de créer les digues nécessaires pour augmenter le volume de stockage ou de compartimenter le bassin en terrasses successives.

### STABILITE DES BATIMENTS

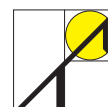
Le risque dû aux techniques d'infiltration d'eau dans le sol sur la stabilité de bâtiments voisins n'existe que dans le cas des sols pulvérulents (sables) si le débit d'infiltration est élevé. En effet, le mouvement de l'eau peut à moyen terme déplacer les grains de sable, provoquant un entrainement des particules qui compactera le sol et pourra provoquer d'éventuels tassements de sol.

La géomorphologie du sous-sol peut également modifier l'écoulement vertical d'eau dans le sol et rediriger les eaux vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple). Afin d'éviter ces désagréments, il est utile, dans le cas de sols sableux, de :

- faire un essai de sol au droit de l'ouvrage d'infiltration,
- prévoir une distance suffisante entre le fond de la surface d'infiltration et les bâtiments,
- éloigner le plus possible des bâtiments l'arrivée d'eau dans l'ouvrage infiltrant,
- ne pas infiltrer dans les remblais autour des bâtiments,
- prévoir un fond engazonné en terre arable (perméable mais moins que le sable) qui permet de réduire le débit d'infiltration à un taux acceptable

## RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS

Critères	Avantages	Inconvénients
Dimensionnement		Emprise au sol non négligeable mais compensée par un plurifonctionnalité



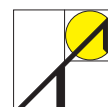
<b>Réalisation</b>	Simple à réaliser	
<b>Entretien</b>	Entretien facile grâce soit aux pentes douces soit à la pente d'accès qui permettent un accès aisé aux machines.	
<b>Coût d'installation</b>	Bonne rentabilisation de l'espace par un usage multiple: bassin de rétention, plaine de jeux, espace de détente...	
<b>Environnement</b>	Bonne intégration paysagère. Sensibilisation des habitants à la gestion des eaux pluviales facilitée par la visuation directe de l'eau dans la noue en cas d'épisode pluvieux. Améliore la qualité des eaux de pluie par décantation et filtration des polluants <u>Bassin sec végétalisé:</u> - améliore la qualité de l'air de l'environnement immédiat - améliore la qualité des eaux pluviales - favorise la biodiversité	Risque de nuisance s'il y a stagnation des eaux Risque de chute et de noyade, selon la hauteur d'eau possible dans la noue.
<b>Bassin sec infiltrant</b>		
<b>Réalisation</b>	Réalisable par phasage selon les besoins de stockage	
<b>Environnement</b>	<u>Bassin infiltrant simple:</u> Peu d'impact négatif sur l'environnement large. Alimente les nappes phréatiques	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques Peut entraîner des problèmes de stabilité des bâtiments en fonction du type de sol
<b>Bassin sec drainant</b>		
<b>Réalisation</b>		Phasage plus délicat à cause des membranes (géotextile et membrane EPDM)
<b>Environnement</b>	<u>Bassin sec de rétention simple:</u> Peu d'impact négatif sur l'environnement large.	
<b>Bassin sec mixte</b>		
<b>Réalisation</b>	Possibilité de phasage dans la réalisation de ce type de noue	
<b>Environnement</b>	Alimente les nappes phréatiques Améliore la qualité des eaux pluviales par filtration et décantation	Risque de pollution des sols et des nappes phréatiques. Peut entraîner des problèmes de stabilité des bâtiments en fonction du type de sol

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007.
- [4] Bruxelles Environnement, 2009, Comparaison des mesures alternatives pour la gestion des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle – Fiche informative « Mesures compensatoires », Bruxelles, juin 2009
- [5] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [6] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Tou-



- louse, service Assainissement, version janvier 2006.
- [7] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010
- [10] Biodiversité Positive, 2011, Biodiversité et gestion de l'eau à la parcelle : les noues et fossés, <http://www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Biodiversit%C3%A9-et-gestion-de-leau-%C3%A0-la-parcelles-noues-et-foss%C3%A9s-4-Mai.pdf>
- [11] Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014, Guide des solutions compensatoires d'assainissement pluvial, <http://eau.bordeaux-metropole.fr/pdf/Guide-solutions-compensatoires.pdf>
- [12] Communauté Urbaine Grand Lyon, 2008, Guide pratique : Aménagement et eaux pluviales, [http://www.grandlyon.com/fi\\_leadmin/user\\_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021\\_gl\\_guidepratique\\_amenagementeauxpluviales.pdf](http://www.grandlyon.com/fi_leadmin/user_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021_gl_guidepratique_amenagementeauxpluviales.pdf)
- [13] Lille Métropole, 2012, Guide de gestion durable des eaux pluviales - Fiches techniques, [http://www.lillemetropole.fr/fi\\_les/live/sites/Imcu/fi\\_les/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques\\_dec2012.pdf](http://www.lillemetropole.fr/fi_les/live/sites/Imcu/fi_les/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques_dec2012.pdf)





# LE PUIT

## PUITS D'INFILTRATION CLASSIQUE PUITS D'INJECTION PUITS D'INFILTRATION INTÉGRÉ

*Un puits est un dispositif de plusieurs mètres, voire plusieurs dizaines de mètres, de profondeur qui permet le transit du ruissellement vers un sous-sol perméable pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuel. Il est souvent choisi dans le cas d'un sol dont les couches de surface sont peu perméables mais possédant un sous-sol perméable. Il draine souvent de grandes surfaces (jusqu'à quelques milliers de mètres carrés) et ne nécessite pas d'autre exutoire que le sous-sol.*

### PRINCIPES HYDRAULIQUES:

**Collecte:** les eaux pluviales sont collectées par l'intermédiaire de canalisations ou rigoles. Les eaux sont éventuellement prétraitées puis stockées à ciel ouvert en amont du puits ou dans le puits.

**Le puits:** la fonction essentielle du puits est d'amener les eaux de ruissellement vers un sol très perméable. L'eau s'infiltré dans le sol par le fond du puits et éventuellement par les parois latérales s'il est conçu pour cela. Il peut aussi servir de stockage et, bien que d'une faible surface, il peut retenir beaucoup d'eau.

**L'évacuation:** les eaux pluviales sont évacuées par infiltration vers le sous-sol perméable.

Le puits est souvent associé à des techniques de stockage de type chaussée réservoir, tranchée drainante, fossé ou même bassin de rétention, dont il recueille le débit de fuite. Il est alors l'exutoire ultime d'un système à ciel ouvert ou en massif. Il peut également fonctionner comme « système de secours » en cas de pluies exceptionnelles. Il est possible, par ailleurs, d'accroître l'infiltration de fossés à ciel ouvert en jalonnant leur parcours de puits filtrants

### TYPES DE PUIT:

Le puits infiltrant ne peut être réalisé que dans le cas où le sol est considéré comme « infiltrable ».

La forme d'un puits peut être quelconque. Néanmoins, il est très souvent constitué d'éléments cylindriques en béton formant une cavité de stockage sous laquelle se trouvent les couches perméables du sous-sol. Il existe deux principaux types de puits en fonction du remplissage ou non de sa cavité de stockage :

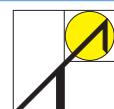
#### PUITS D'INFILTRATION CLASSIQUE (CAVITE VIDE)

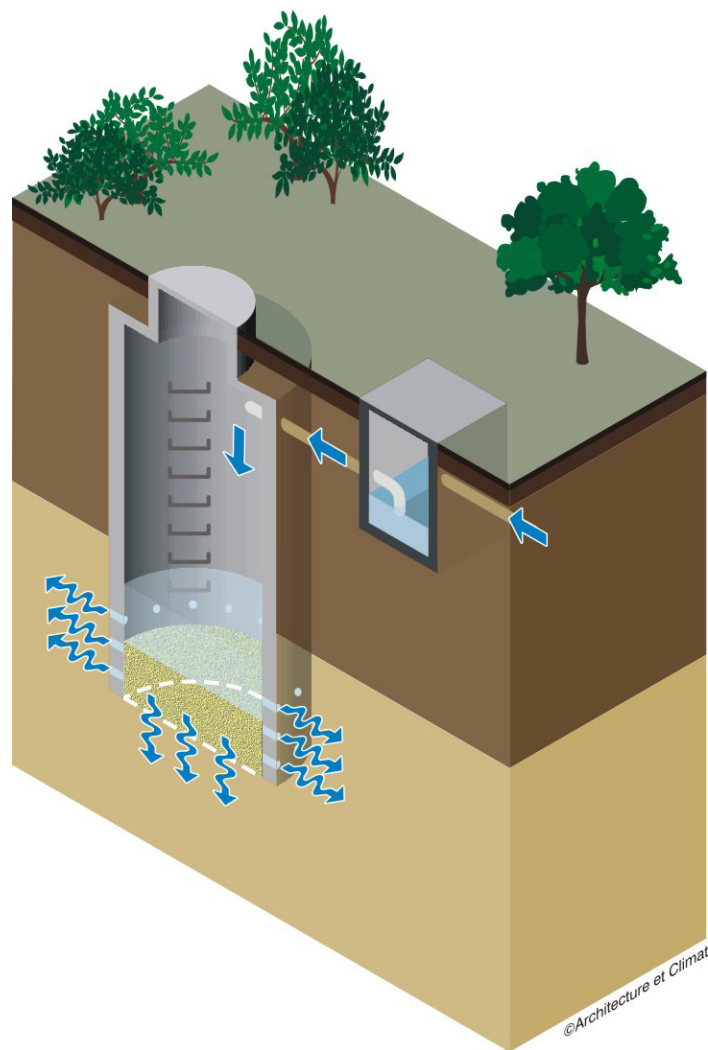
La cavité de stockage est vide, libre de tout matériau de remplissage. Pour des raisons évidentes de sécurité, le puits est recouvert d'un regard de visite en fonte, verrouillé, compatible avec l'usage de la surface (piétons, voitures, ...). Des échelons donnant accès au fond du puits doivent être prévus sur ses parois intérieures (parfois, les échelons sont prévus directement dans les éléments préfabriqués constitutifs des parois). Afin de protéger le sous-sol et la nappe phréatique d'une pollution éventuelle, le puits est précédé d'un ou plusieurs dispositifs destinés à retenir les déchets, boues, objets flottants, etc. : décanteur, déshuileur et/ou puisard de décantation avec raccordement siphoné.

Une couche filtrante est disposée au fond du puits. Elle est constituée de sable de rivière et de cailloux grossiers recouverts d'un feutre géotextile pour éviter le colmatage. Ce feutre peut être changé, ou nettoyé et réutilisé.

#### PUITS D'INFILTRATION INTEGREE (CAVITE REMPLIE)

La cavité de stockage des puits d'infiltration intégrés est généralement remplie d'un matériau très poreux (gravier

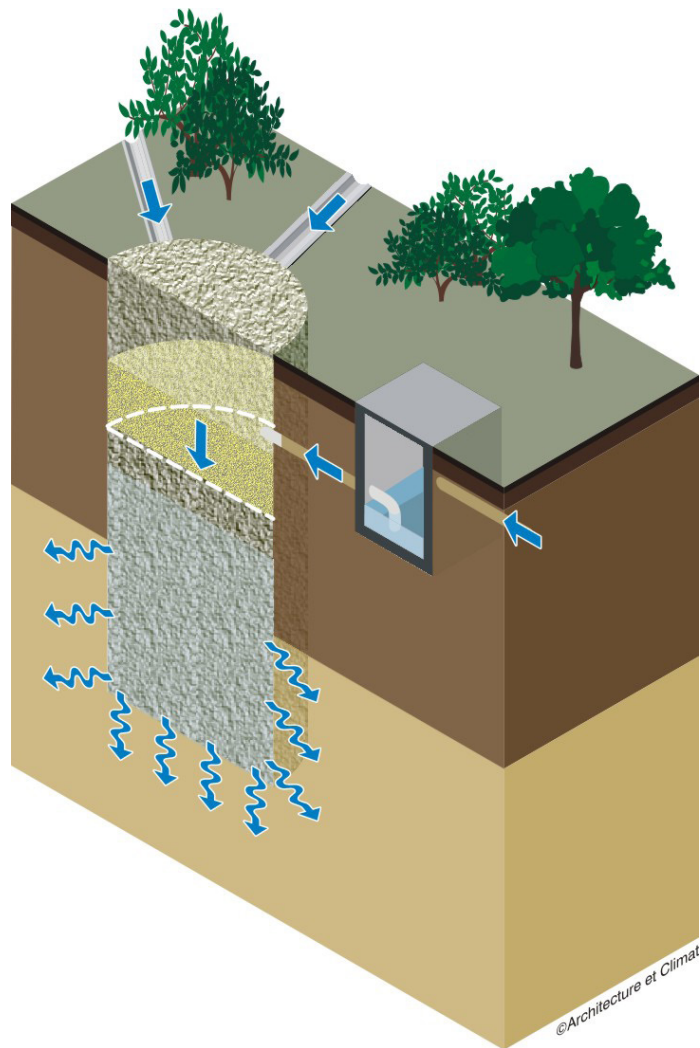




*Figure 1: Puits classique, traversant une couche de sol imperméable pour atteindre la couche perméable sous-jacente. Avant l'arrivée de l'eau dans le puits, une chambre de visite sert également de chambre de décantation. Un lit de sable sur un géotextile (en pointillés) tapisse le fond du puits et filtre les eaux de pluie avant l'infiltration dans le sol. Source: Architecture et Climat*

de grosse granulométrie) qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement. Le puits filtrant intégré est placé au point bas d'une surface durcie ou imperméabilisée dont il recueille les eaux de ruissellement au travers d'un revêtement poreux placé en surface avant de les infiltrer dans la structure de remplissage et ensuite vers le sous-sol. La surface supérieure d'un puits intégré peut être plantée de plantes semi-aquatiques (massettes, roseaux, iris, etc.), utilisées aussi en épuration des eaux usées pour leur pouvoir remédiateur dans la dépollution des eaux de ruissellement potentiellement polluées (eaux de ruissellement d'un parking, de voiries, de toitures métalliques, ... contenant des matières organiques, des hydrocarbures, des métaux lourds, etc.).

Attention, le puits d'injection, plus connu sous le terme de «puits perdant», est semblable au puits d'infiltration classique si ce n'est que le fond du puits baigne directement dans la nappe phréatique, au moins durant la période de l'année où les eaux de la nappe sont les plus hautes (printemps). L'infiltration à travers le sol et l'épuration qui en découle est inexistante. C'est pourquoi, la mise en place de ce type de puits doit être évitée dans les zones de protection et dans tous les cas présentant un risque de pollution.



*Figure 2: Puits intégré, traversant une couche de sol imperméable pour atteindre la couche perméable sous-jacente. Avant l'arrivée de l'eau dans le puits, une chambre de visite sert également de chambre de décantation. Les eaux de ruissellement peuvent également arriver librement à la surface du puits et s'infiltrer à travers un lit de graviers. Les eaux s'infiltrent dans le remplissage, passent à travers une couche de sable et un géotextile*

## DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement dépendra de la perméabilité du sol, du volume à stocker et de la porosité du matériau de remplissage éventuel. L'optimisation sera le résultat d'un stockage qui tient compte d'un débit de fuite limité à la capacité d'infiltration du sol dans la partie perméable du sous-sol.

Les calculs de dimensionnement des différentes mesures de gestion alternative des eaux pluviales sont développés dans la fiche informative n°02 «Dimensionnement»

## CONSEILS DE CONCEPTION

### CONCEPTION

Lors de la conception d'un puits, on sera attentif aux aspects suivants:

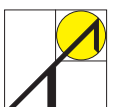
- Si des particules à faible granulométrie (fines, sables, ...) sont présentes dans l'environnement immédiat du puits, il faut veiller à filtrer les eaux de ruissellement qui risqueraient d'en être chargées.
- De manière générale, toute plantation dans ou à proximité d'un ouvrage doit être étudiée en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel. Certaines plantations à proximité du remplissage d'un puits intégré risquent de le colmater par les racines. Dans ce cas, il vaut mieux planter à une certaine distance de l'enroche-

ment.

- On ne peut opter pour un puits d'infiltration que dans le cas où la nappe est suffisamment profonde (niveau de fluctuation le plus élevé à minimum 1m sous le niveau d'infiltration).
- Implantation : installer le puits dans la partie basse du terrain et à une distance des habitations au moins égale à la profondeur du puits.
- Dans le cas de constructions neuves, construire le puits à la fin des travaux pour éviter le colmatage de ce dernier par les eaux de ruissellement du chantier davantage chargées en particules fines.
- Ne pas implanter de puits (classique ou intégré) sur des surfaces très polluées ou pouvant l'être par des pollutions accidentelles (parking poids lourds, station d'essence, certaines zones agricoles, aire de stockage de produits chimiques, ...).
- Ne pas implanter de puits classique recevant les eaux de ruissellement des surfaces en contact avec les voitures (parking, voiries, etc.).
- Les matières en suspension peuvent entraîner à long terme le colmatage et imposent alors le nettoyage voire le remplacement du massif poreux de surface. L'emploi d'un géotextile à faible profondeur permet de retenir ces matières. Dans le cas d'un puits comblé, même si le colmatage est plus « réparti », le matériau de remplissage lui-même peut être chargé en fines.
- En terrain karstique, les puits sont fortement déconseillés, voire dangereux. Ils peuvent provoquer des effondrements, des fuites d'eau (et donc des transferts de pollution) à travers les diaclases.
- Un risque de dissolution existe aussi par exemple en terrain gypseux.
- L'avis préalable des services de l'environnement est requis.

## REALISATION

Un exemple de puits d'infiltration est donné à la Figure 3. Un tube percé sur toute sa hauteur est ancré au niveau du substrat molassique (roche sédimentaire) dont la profondeur aura été déterminée au préalable par une étude de sol. Un granulat roulé 20/40 enrobe la buse de 1 mètre de diamètre sur une épaisseur de 20 cm afin de stabiliser l'ouvrage et faciliter l'évacuation de l'eau. L'arrivée d'eau est munie d'un dégrilleur afin de retenir les matières et déchets volumineux.



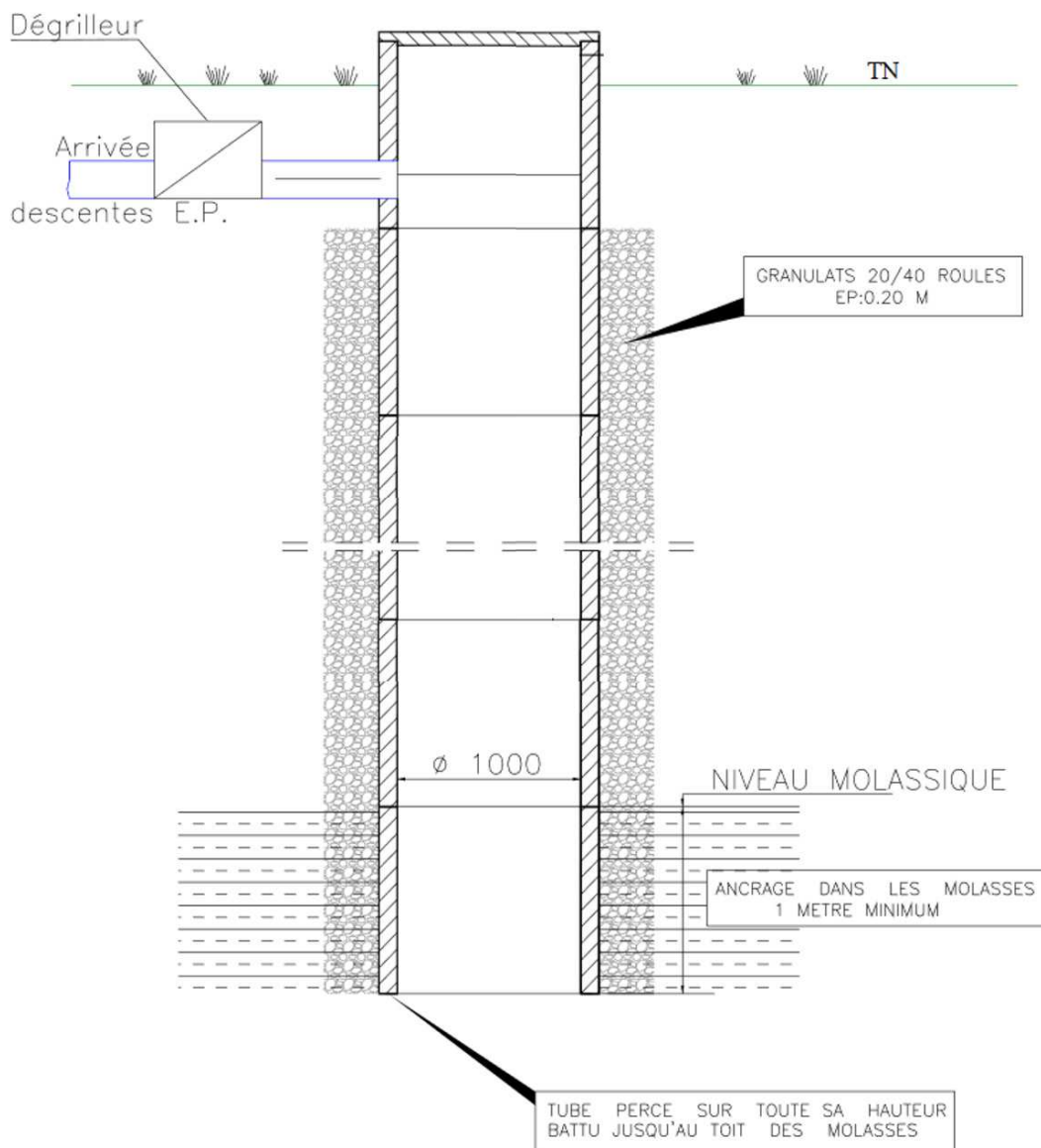


Figure 3: Coupe de principe dans un puits d'infiltration classique pour une parcelle privée - Source: Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement

## ENTRETIEN

Le puits doit rester facilement accessible pour un contrôle périodique et un entretien régulier.

De manière préventive, l'entretien d'un puits consiste à réduire le risque de colmatage. Il se résume :

- au nettoyage annuel des éléments de prétraitement : filtres, dégrillage, regard de décantation,
- à renouveler périodiquement la couche filtrante (sable, gravier) lorsque la capacité d'infiltration du sous-sol est faible (permanence d'eau dans le puits de décantation 24 heures après une pluie),
- au curage du fond et au nettoyage de l'intérieur du puits deux fois par an (de préférence après la chute des feuilles),
- à l'évacuation des dépôts de boues de décantation lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention. Heureusement, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes générés sont très faibles. Ce curage se fera donc tous les 5 à 10 ans environ. L'extraction des décantats est réalisée par voie hydraulique ou à sec. Leur évacuation peut se faire vers un dispositif de traitement pour une filière de valorisation ou, suivant leur composition, vers un dépôt définitif. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.

De manière curative, l'entretien consiste à un curage et un pompage lorsque le puits ne fonctionne plus ou

déborde fréquemment. L'évacuation des décantats suit le principe décrit ci-dessus.

## COÛT

Prix hors taxes.  
A COMPLETER

## ENVIRONNEMENT

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX «LARGES»

#### MATIERES PREMIERES UTILISEES

Le principal matériau utilisé pour la réalisation de puits est le béton préfabriqué qui est produit à partir de ressources naturelles minérales non renouvelables mais généralement locales et présentes en quantité importante. On retrouve également et selon le type de puits:

- **graviers roulés (remplissage)**: ces ressources sont des matières premières naturelles minérales non renouvelables mais présentes en quantité importante dans le sous-sol et extraites localement (Belgique). Les graviers naturels peuvent être remplacés par des granulats recyclés issus du concassage de déchets inertes.
- **géotextile**: produit à partir de sous-produits de l'industrie pétrochimique. Ces ressources sont des ressources synthétiques non renouvelables, présentes en quantité limitée dans le sous-sol et extraites en Europe ou dans le Monde (hors frontières belges).
- **sable**: cette ressource est une matière première naturelle minérale non renouvelable mais présente en quantité importante dans le sous-sol et extraite localement (Belgique).

#### DUREE DE VIE ET TYPE DE DECHET

Le principal matériau utilisé pour la réalisation de puits est le béton préfabriqué qui a une durée de vie importante (au-delà de 50 ans). Arrivé en fin de vie, le béton préfabriqué est considéré comme un déchet «inerte» de classe 3 et peut être recyclé par concassage (granulat recyclé de béton).

On retrouve également et selon le type de puits:

- **graviers roulés (remplissage)**: les graviers ont une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, les graviers sont considérés comme des déchets inertes de classe 3. Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (Source : Directive 1999/31/CE du conseil du 26 avril 1999 - JOCE du 16 juillet 1999)
- **géotextile**: le géotextile en matière synthétique a une durée de vie relativement courte, inférieure à 30 ans. Arrivé en fin de vie, ce type de matériau est considéré comme un déchet «plastique» de classe 2.
- **sable**: le sable a une durée de vie relativement longue, au-delà de 100 ans. Arrivé en fin de vie, le sable est considéré comme un déchet inerte de classe 3 (si non contaminé). Il pourra être réutilisé et/ou recyclé.

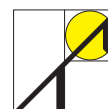
#### REEMPLOI - RECYCLAGE

Le principal matériau utilisé pour la réalisation de puits est le béton préfabriqué qui sera recyclé en granulats de béton dans les centres de concassage wallons. Ces granulats recyclés seront réintroduits dans la fabrication d'autres bétons (cas idéal) ou utilisés comme sous-couche de fondation de routes ou de bâtiments (cas le plus courant).

On retrouve également et selon le type de puits:

- **graviers roulés et/ou graviers concassés**: les graviers peuvent être réutilisés en tant que tels ou introduits dans la fabrication de certains produits et/ou matériaux. De nombreuses filières de réemploi existent en Région Wallonne.
- **géotextile**: le géotextile en matière synthétique peut être recyclé par downcycling et/ou valorisé thermiquement (la plupart du temps).
- **sable**: le sable peut être réutilisé comme tel ou introduits dans la fabrication d'autres produits et/ou matériaux

### IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT



**QUALITE DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT**

Amélioration de la qualité des eaux de ruissellement par décantation des matières en suspensions et filtration par interception dans les matériaux poreux à l'entrée du puits, dans la structure de remplissage et dans le sous-sol.

**QUALITE DES SOLS**

Le risque de pollution du sol existe à long terme par concentration du dépôt des pollutions présentes dans les eaux de ruissellement au fond du puits. Ce risque est minimisé par le respect de conditions de mise en œuvre et par le respect d'un entretien adéquat.

Dans le cas du puits intégré, par la présence de son remplissage, le sous-sol est moins exposé à une modification de qualité

**ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES**

Le puits contribue à réalimenter les nappes phréatiques mais présente le risque de pollution de cette même nappe si les eaux de ruissellement sont polluées et si la nappe n'est pas assez profonde.

Dans le cas du puits intégré, par la présence de son remplissage faisant office de filtre, la nappe est un peu moins exposée à une modification de qualité.

**QUALITE DE L'AIR**

Les puits étant des ouvrages enterrés, ils n'ont pas d'impact particulier sur la qualité de l'air. Les puits intégrés peuvent éventuellement être plantés en surface.

**BIODIVERSITE**

Les puits étant des ouvrages de faible surface au sol et enterrés, ils n'ont pas d'impact particulier sur la biodiversité.

**RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE**

Lorsque le risque de pollution est trop important, comme le long d'une autoroute ou à proximité d'un parking, l'infiltration est prohibée.

Un système de prétraitement en amont du puits peut limiter le risque de pollution accidentelle.

En cas d'accident, il faut pomper la pollution déversée après avoir vidé le puits de ses matériaux. Il faudra ensuite évacuer les terres polluées et réhabiliter le puits.

**AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON****INTEGRATION PAYSAGERE**

L'intégration paysagère des puits est aisée dans le tissu urbain et sa surface peut être réutilisée de plusieurs manières : parking, espace collectif, aires de jeux, ...

Un puits peut être réalisé en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur site industriel (pour autant que les eaux soient peu chargées en polluants), sur des parcelles privées (dans ce cas, ces puits sont généralement peu profonds), collectives ou publiques.

**PLURIFONCTIONALITE**

L'espace en surface d'un puits peut accueillir de multiples fonctions : aire de jeu, parking, ... mais sa surface étant très limitée, la réelle plurifonctionnalité d'un puits est à relativiser par rapport aux autres mesures compensatoires.

**FLEXIBILITE DE PHASAGE**

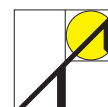
La réalisation d'un puits n'est pas possible par phasage.

**PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION**

La sensibilisation des habitants est fortement limitée puisque la gestion des eaux pluviales n'est pas directement visible, l'eau étant directement stockée et infiltrée dans le puits.

**EMPRISE FONCIERE**

L'emprise foncière d'un puits est extrêmement faible. De plus, la réutilisation de sa surface par une autre fonction rentabilise le coût foncier éventuel. La possibilité de réalisation d'un puits est néanmoins tributaire de l'encombrement du sous-sol.



**RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)**

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est présent si de l'eau stagne au fond du bassin sec. Par conséquent, il est impératif veiller à une bonne conception et réalisation des pentes, ainsi qu'à un entretien régulier.

L'érosion des sols dépend de leur nature et des pentes du bassin sec. La conception et l'entretien régulier peuvent limiter l'érosion.

**DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)**

Dans le cas d'un puits intégré ou d'un puits classique correctement fermé par un regard de visite en fonte verrouillée, il n'y a aucun danger de chute ou de noyade pour les habitants. Cependant, le risque de chute est réel lors de l'entretien d'un puits classique.

**TOPOGRAPHIE**

Le puits est une technique indépendante des contraintes topographiques. Il est bien adapté aux terrains plats où l'assainissement est difficile à mettre en œuvre. Il est également adéquat en terrain à forte pente.

**STABILITE DES BATIMENTS**

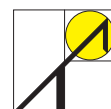
Le risque dû aux techniques d'infiltration d'eau dans le sol sur la stabilité de bâtiments voisins n'existe que dans le cas des sols pulvérulents (sables) si le débit d'infiltration est élevé. En effet, le mouvement de l'eau peut à moyen terme déplacer les grains de sable, provoquant un entrainement des particules qui compactera le sol et pourra provoquer d'éventuels tassements de sol.

La géomorphologie du sous-sol peut également modifier l'écoulement vertical d'eau dans le sol et rediriger les eaux vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple). Afin d'éviter ces désagréments, il est utile, dans le cas de sols sableux, de :

- faire un essai de sol au droit de l'ouvrage d'infiltration,
- prévoir une distance suffisante entre le fond de la surface d'infiltration et les bâtiments,
- éloigner le plus possible des bâtiments l'arrivée d'eau dans l'ouvrage infiltrant,
- ne pas infiltrer dans les remblais autour des bâtiments,
- prévoir un fond en matériau légèrement moins perméable que le sable qui permet de réduire le débit d'infiltration à un taux acceptable.

**RECAPITULATIF : AVANTAGES / INCONVENIENTS**

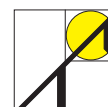
Critères	Avantages	Inconvénients
<b>Réalisation</b>	Réalisation indépendante des contraintes topographiques. Le puits est une mesure adaptée au terrain plat comme au terrain en pente	Phasage des travaux impossible
<b>Entretien</b>		Sensible au manque d'entretien risque de colmatage
<b>Coût d'installation</b>	?	?
<b>Environnement</b>	Emprise en surface faible Peu voire pas de risques de nuisances vu sa position sous le sol Alimente les nappes phréatiques	Tributaire de l'encombrement du sous-sol Plutôt monofonctionnel (sauf surface sur le sol) Peu ou pas de sensibilisation du public à la gestion des eaux pluviales (pas de visualisation directe) Risque de pollution du sol par concentration de dépôts.
<b>Puits d'infiltration classique</b>		
<b>Entretien</b>	Plus facile à entretenir que le puits intégré. En cas de colmatage, il suffit de replacer le massif filtrant.	



Environnement		Risque élevé de pollution des sols et des nappes phréatiques
Puits d'infiltration intégré		
Environnement	Pas de risque de noyade ou de chute Améliore la qualité des eaux pluviales par filtration dans des matériaux poreux	Risque de pollution des nappes phréatiques.

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : Gérer les eaux pluviales sur la parcelle, Bruxelles Environnement, octobre 2007.
- [2] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : Récupérer l'eau de pluie, Bruxelles Environnement, décembre 2008.
- [3] Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007.
- [4] Bruxelles Environnement, 2009, Comparaison des mesures alternatives pour la gestion des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle – Fiche informative « Mesures compensatoires », Bruxelles, juin 2009
- [5] Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux) - Fiche Gérer localement les eaux pluviales sur le site, Région Wallonne, 2009.
- [6] Adopta, 2006, Fiches techniques n°1 : Le puits d'infiltration, <http://www.adopta.fr/fiches/fiche1.pdf>
- [7] Communauté de Commune Epernay Pays de Champagne, La gestion des eaux pluviales par des techniques alternatives, <http://www.pierry-sud-developpement.fr/doc%20pdf/Fiches%20techniques%20gestion%20eaux%20pluviales.pdf>
- [8] Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement, version janvier 2006.
- [9] Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et usées en aménagements*, Mémoire de projet de fin d'étude, Ecole d'ingénieur INSA Strasbourg, 2010
- [10] Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014, Guide des solutions compensatoires d'assainissement pluvial, <http://eau.bordeaux-metropole.fr/pdf/Guide-solutions-compensatoires.pdf>
- [11] Communauté Urbaine Grand Lyon, 2008, Guide pratique : Aménagement et eaux pluviales, [http://www.grandlyon.com/fileadmin/user\\_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021\\_gl\\_guidepratique\\_amenagementeauxpluviales.pdf](http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/eau/assainissement/20081021_gl_guidepratique_amenagementeauxpluviales.pdf)
- [12] Communauté Urbaine Grand Lyon, 2010, Les ouvrages enterrés de gestion des eaux pluviales, [http://www.grandlyon.com/fileadmin/user\\_upload/media/pdf/voirie/referentiel-espaces-publics/20091201\\_gl\\_referentiel\\_espaces\\_publics\\_ouvrages\\_enterres\\_gestion\\_eaux\\_pluviales.pdf](http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/voirie/referentiel-espaces-publics/20091201_gl_referentiel_espaces_publics_ouvrages_enterres_gestion_eaux_pluviales.pdf)
- [13] Lille Métropole, 2012, Guide de gestion durable des eaux pluviales - Fiches techniques, [http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques\\_dec2012.pdf](http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LM-FichesTechniques_dec2012.pdf)





# LES REVÊTEMENTS DE SOL PERMEABLES

*Un revêtement de surface de sol dit «perméable » désigne tout revêtement de sol laissant s'infiltrer une partie plus ou moins importante des précipitations incidentes. Les revêtements perméables répondent ainsi à l'objectif de minimisation des surfaces imperméables. Le ratio entre le volume de pluie infiltré et ruisselé de la surface dépendra de ses propriétés de perméabilité. Un large choix de matériaux de construction existe, permettant de concevoir des revêtements perméables adaptés aux différents usages extérieurs et suivant un esthétisme recherché. Pensez y dans tout projet d'aménagement de terrasse, de sentier, de parking, etc.*

Toute eau infiltrée en amont n'est plus à gérer en aval.

L'aménagement des surfaces de sol au moyen de revêtements perméables permet d'agir localement, à la source, en infiltrant les eaux pluviales afin de réduire le volume d'eau de ruissellement généré par les surfaces bâties.

Les revêtements perméables permettent en même temps de diversifier le paysage urbain et constituent un environnement semi-naturel qui accueille micro-organismes, plantes, mousses et invertébrés.

Généralement très sollicités et entretenus par l'activité anthropique ces milieux restent des écosystème pauvres mais, à l'opposé des surfaces imperméables, ils contribuent à limiter la fragmentation des habitats naturels.

## PRINCIPE HYDRAULIQUE

**Réception et ralentissement** : en fonction de sa superficie, le revêtement perméable collectera un certain volume de pluie. La structure superficielle du revêtement permet de ralentir considérablement le ruissellement par rapport à une surface imperméable lisse.

**Stockage** : certains revêtements perméables particuliers présentent une capacité de stockage. Le stockage s'effectue dans la partie inférieure (sous-fondation) afin de limiter l'impact sur la portance générale de la fondation.

**Evacuation** : les eaux pluviales s'infiltrent ensuite progressivement dans le sol suivant la capacité d'infiltration du revêtement. Si le revêtement est trop peu perméable, une évacuation supplémentaire via un tuyau de drainage régulé installé dans la sous-fondation est possible. Les revêtements perméables végétalisés accentuent également l'évacuation par évapotranspiration.

## TYPES DE REVÊTEMENT

Le choix d'un revêtement perméable doit être établi en fonction de son usage et du type de sol qu'il recouvre.

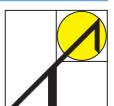
On retrouve deux catégories de revêtements de sol perméables :

- Les sols de pleine terre non construits (plantés ou minéralisés) ;
- Les revêtements perméables en dur.

### SOL DE PLEINE TERRE NON CONSTRUIT (PLANTÉ OU MINÉRALISÉ)

Il s'agit d'un sol de pleine terre recouvert de végétation ou de granulats (gravier, dolomie,...).

Une couverture végétale et/ou granulaire sur sol de pleine terre limite fortement le ruissellement du fait de l'égout-



tement, de l'évaporation, de l'évapotranspiration (variable selon le type de végétation) et de la percolation.





Ainsi sur une surface engazonnée seulement 20% de la pluie incidente ruisselle alors que sur une surface imperméable (route, terrasse, toiture...) 90% du volume incidente ruisselle.

Dans le cas de sols recouverts de végétation, le système racinaire améliore la perméabilité du sol et joue un rôle important de filtre en absorbant, par exemple, une partie des matières azotées en excès. La part du ruissellement est d'autant plus réduite que la végétation est abondante et structurée.

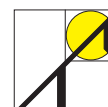
Ces types de revêtement ne nécessitent pas de couches de pose, de fondation et de sous-fondation et se retrouvent principalement dans :



- l'aménagement des jardins, aires de jeux et de détente, zones de recul et abords;
- la gestion différenciée des pelouses;
- les cheminements piétons, sentiers didactiques, parcours de santé
- l'amélioration des performances d'un système d'infiltration à ciel ouvert.

On retrouve plus particulièrement:

Revêtement	Illustration	Description
<b>Pleine terre</b>  <b>Gazon</b>		<p>La pleine terre ou le gazon peuvent être utilisés dans les jardins, les parcs et certains espaces sportifs.</p> <p>La perméabilité du gazon dépendra du sol sur lequel il est implanté.</p> <p>Ce revêtement est utilisé pour les aires de détente et a une résistance limitée à la circulation et au passage de véhicules.</p> <p>Il demande un entretien régulier: tonte, ...</p>
<b>Ecorce ou copeaux de bois</b>		<p>Les écorces sont fréquemment utilisées pour revêtir les aires de jeux car leur texture est plus agréable que celle des copeaux (surface rugueuse mais exempte d'écharde).</p> <p>Les copeaux de bois sont davantage destinés aux cheminements piétonniers.</p> <p>Ce type de revêtement est peu coûteux à réaliser mais il demande, dans les zones fortement sollicitées, un entretien et une recharge régulière de matériau.</p>
<b>Mulch</b>		<p>On peut également utiliser comme revêtement du bois haché, comme celui qu'on utilise pour recouvrir le sol entre les plantations.</p> <p>Il est principalement utilisé pour des chemins de jardin et assimilés et ne supporte pas le trafic automobile.</p> <p>S'agissant d'un produit naturel qui se dégrade, il faut régulièrement le renouveler.</p>
<b>Gorrh</b>  <b>Terre battue</b>		<p>Le gorrh est un matériau issu du concassage de roche granitique (rhyolite). Sa couleur rouge naturelle est stable dans le temps et apporte une chaleur à la matière.</p> <p>La terre battue est plus généralement un matériau composé soit de sable de pierre naturelle, soit de brique pilée, dont la granulométrie est de Ø 0 à 30 mm.</p> <p>Ils peuvent être utilisés pour les espaces publics, les surfaces de détente et de sport et les cheminements piétonniers.</p> <p>La couleur du gorrh est son principal atout. Sa perméabilité dépend surtout de son entretien. L'élimination des feuilles mortes et autres déchets verts tombés sur la surface est primordiale pour la pérennité de ce revêtement, car la décomposition de ces matériaux engendre des particules fines qui, sous l'action de l'infiltration des eaux de surfaces vont colmater les espaces libres, et réduire progressivement la perméabilité du revêtement.</p>

<p><b>Limanat</b> <b>Matière argilo-calcaire</b></p>		<p>La matière argilo-calcaire est issue de roche calcaire broyée. Le Limanat, plus riche en calcaire, est le résidu de tamisage de la roche en phase de préparation à la production de plâtre. Ces matières sont riches en éléments fins cohérents qui ont la fonction de «liant». La matière argilo-calcaire ou le Limanat forment la couche de finition d'une superposition de différentes couches portantes.</p> <p>La matière argilo-calcaire et le Limanat sont généralement utilisés pour les chemins piétonniers, les pistes cyclables secondaires, les chemins de parcs, les allées forestières et les chemins ou places en milieu naturel.</p> <p>La stabilité de ce type de revêtement étant limitée, l'utilisation par des véhicules ne devrait être qu'occasionnelle.</p> <p>En général, ce type de revêtement a une résistance limitée aux influences climatiques, telles que le gel ou l'humidité.</p>
<p><b>Agrégat de carrière</b></p>		<p>Par agrégat de carrière, on entend un matériau minéral brut issu d'une carrière tel qu'il est extrait du gisement. Ce matériau brut a une granulométrie allant de 0 à 250mm environ.</p> <p>Ils sont principalement utilisés dans les chemins forestiers.</p> <p>En général, les surfaces en agrégat de carrière ont une résistance limitée à certaines influences climatiques, tels que gel ou humidité. Sa mise en œuvre est facile.</p>
<p><b>Gravier</b></p>		<p>Le revêtement est constitué de graviers de pierre naturelle ou de graviers roulé lavé. L'épaisseur du revêtement et sa granulométrie dépendent de la charge à supporter. Ils peuvent être utilisés pour les espaces publics, les allées de parcs, les surfaces de détente et les cheminements piétonniers.</p> <p>Le gravier est simple à mettre en œuvre et bon marché. Les trous formés par le passage régulier de véhicules peuvent être remplis simplement par un nouvel apport de gravier. Le gravier ne supporte pas un trafic intense.</p>
<p><b>Gravier-gazon</b> <b>Mélange terre/pierre</b></p>		<p>Le gravier-gazon se compose de la même manière qu'un revêtement en gravier concassé sauf qu'on ajoute de la terre végétale au gravier (10 à 30% de terre végétale pour 70 à 90% de gravillon ou de gravier concassé).</p> <p>Il peut être utilisé pour les places de stationnement voitures, les cheminements piétonniers et les voies de circulation pour véhicules d'entretien. Il est peu recommandé pour les pistes cyclables.</p> <p>Ce type de revêtement a une très bonne perméabilité. La végétation qui s'y développe contribue sur le long terme à la stabilité de la surface. Le passage régulier de véhicules peut créer des ornières qu'il faudra le cas échéant recharger.</p>
<p><b>Gravier concassé stabilisé (chaille)</b></p>		<p>Les revêtements en chaille sont constitués de graviers concassés de granulométrie variable et dont la provenance est souvent régionale.</p> <p>Ils peuvent être utilisés pour les espaces publics, les jardins privés, les places de stationnement d'appoint, les cheminements piétonniers ou à charge réduite de véhicules.</p> <p>Sous l'action de l'infiltration des eaux de pluie et le compactage par les véhicules, les particules fines vont colmater les espaces libres, ce qui va progressivement réduire la perméabilité du revêtement. Ces revêtements nécessitent peu d'entretien, si ce n'est une recharge périodique.</p>




<b>Gravier rond (gravillons)</b>		<p>Les revêtements en gravier rond (gravillons) sont bien adaptés aux surfaces non carrossables. Ils sont fréquemment utilisés dans les jardins historiques ou les parcs. La provenance de ces matériaux est généralement lacustre et régionale. Ils peuvent être utilisés dans les espaces publics, les jardins privés et les jardins historiques.</p> <p>La nature et la forme de ces matériaux (forme arrondie et absence de particules fines) leur confère une très bonne perméabilité. Ces revêtements ne doivent pas être utilisés pour des surfaces de circulation automobile car les véhicules creusent des ornières qu'il faut régulièrement égaliser. Un ratissage régulier permettra d'éliminer les débris de végétaux. L'entretien traditionnel de ce type de revêtement consiste à rassembler les gravillons en tas pour l'hiver.</p>
<b>Dolomie</b>		<p>Un revêtement perméable en dolomie est constitué d'un mélange de dolomie de granulométrie grossière (le mieux 5/15 ou 2/20), de ciment, d'eau de gâchage et éventuellement de chaux. Un géotextile empêche le mélange entre les couches et l'apparition de plantes. La dolomie ne supporte pas un trafic automobile fréquent.</p>









### LES REVÊTEMENTS CONSTRUITS PERMEABLES EN DUR

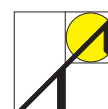
Les revêtements de sol perméables en dur sont constitués de matériaux formant une couche poreuse, soit par leur structure propre, soit par leur mode d'assemblage. Ils permettent de réaliser des aires de foulées stabilisées, hors eau, praticables par les piétons et les véhicules.




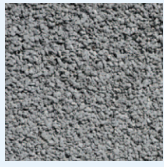
Ces revêtements prennent la forme de pavements à larges joints, pavement perméables, dalles gazon en béton, en polyéthylène ou autres, ... On les retrouve principalement dans l'aménagement des chemins et voies carrossables d'accès, des aires de stationnement, des cours, des terrasses, des chemins de jardin, etc.

On retrouve plus particulièrement:

Revêtement	Illustration	Description
<b>Platelage en bois</b>		<p>L'utilisation du bois pour l'aménagement de places ou de passerelles piétonnes apporte au lieu une ambiance chaleureuse.</p> <p>Bien que les variétés exotiques de bois soient souvent privilégiées dans les aménagements extérieurs, le bois indigène offre des qualités esthétiques et de résistance au temps tout aussi intéressantes. Cependant, ce matériau n'est pas recommandé pour la circulation de véhicules lourds.</p> <p>Les platelages en bois sont à partir de 100€/m<sup>2</sup>.</p> <p>La durée de vie du platelage bois est d'environ 15 ans.</p>
<b>Pavement à larges joints</b>		<p>Les pavés de béton ou de pierres naturelles ou terre cuite dont les joints relativement larges (2 à 3,5 cm) sont réalisés à l'aide d'écarteurs et remplis avec du gravier fin ou du sable grossier pour garantir une perméabilité suffisante. La perméabilité diminue si de la végétation occupe les joints. Le pavement doit être exécuté avec une pente transversale de telle sorte que l'eau excédentaire puisse être infiltrée sur l'accotement.</p> <p>Les pavés coûtent entre 70 et 150€/m<sup>2</sup> suivant la nature du pavé.</p>
<b>Pavé à joints élargis gravillonnés</b>		<p>L'infiltration des eaux de précipitation s'effectue à travers des joints élargis. Les points doivent représenter entre 7 et 25% de la surface.</p> <p>Les pavés coûtent entre 70 et 150€/m<sup>2</sup> suivant la nature du pavé.</p>

<p><b>Pavé à joints élargis engazonnés</b></p>		<p>L'infiltration des eaux de précipitation s'effectue à travers des joints élargis.</p> <p>Les pavés coûtent entre 70 et 150€/m<sup>2</sup> suivant la nature du pavé.</p>
<p><b>Evidement (grilles de gazon)</b></p>		<p>L'infiltration des eaux de précipitation s'effectue à travers les évidements. En règle générale, ces évidements sont remplis d'un mélange sable/gravier et humus et ensuite ensemencés de gazon. Les joints représentent 15 à 40% de la surface.</p>
<p><b>Pavés perméables (pavés drainants, pavés filtrants)</b></p>		<p>Par leur conception en béton à texture caverneuse, les pavés filtrants (pavés de drainage), absorbent directement les eaux pluviales. Ils montrent une capacité d'infiltration de l'ordre de 2x10<sup>-5</sup>m/s.</p> <p>Les pavés perméables coûtent entre 25 et 50€/m<sup>2</sup>.</p>
<p><b>Pavements perméables (pavés avec ouverture de drainage)</b></p>		<p>Pavés perforés et présentant en dessous des petits canaux qui évacuent l'eau. Les trous éventuellement bouchés peuvent être dégagés avec un nettoyeur à haute pression. Il existe aussi des pavés très poreux qui se laissent traverser par l'eau, mais ils sont moins porteurs et particulièrement sensibles au gel. Le pavement doit être exécuté avec une pente transversale de telle sorte que l'eau excédentaire puisse être infiltrée sur l'accotement.</p> <p>Les pavés perméables coûtent entre 20 et 40€/m<sup>2</sup>.</p>
<p><b>Dalles pavés</b></p>		<p>Il s'agit d'une combinaison entre une dalle support et des pavés béton de remplissage.</p> <p>La marque TTE multidrain présente des coefficients d'infiltration de 3,3x10<sup>-2</sup> m/s</p>
<p><b>Dalles gazon en béton</b></p>		<p>Les dalles gazon sont ajourées et remplies avec du terreau dans lequel on sème de semences d'herbe. Elles reposent sur une sous couche (p. ex : terreau + billes d'argile expansée) et une fondation de gravier. Suivant le modèle le gazon occupe 35 à 65 % de la surface. Elles sont particulièrement adaptées pour les montées et les places de stationnement. L'herbe doit évidemment être tondue. Les dalles alvéolées sont des dalles en béton préfabriquées, ménageant des espaces plus ou moins grands qui permettent la croissance de la végétation. Il peut être utilisé pour les places de stationnement pour voitures, les voies d'accès à un garage, les voies d'accès pour véhicules pompiers ou petits véhicules de transport. Les dalles alvéolées sont des dalles en béton ou en plastique (PEBD ou PEHD) préfabriquées présentant des espaces qui peuvent être remplies de gravier, de sable ou de terre végétale. La végétalisation est alors rendue possible. Il existe même des solutions livrées pré-engazonnées. Il peut être utilisé pour les places de stationnement pour véhicules légers, voies d'accès à un garage, voies d'accès aux véhicules d'entretien, cheminements piétonniers ou voies cyclables peu fréquentées.</p> <p>Les dalles gazon en béton coûtent 150€/m<sup>2</sup>.</p> <p>Ces dalles forment des surfaces perméables de faible entretien. Malgré une forte proportion de béton, la végétation s'y développe bien car dans les alvéoles la base des plantes est protégée. Néanmoins, l'aspect de la végétation est souvent peu homogène.</p>
<p><b>Dalles gravillonnées en béton</b></p>		<p>La dalle en béton gravillonnée est un carré de béton dans lequel sont insérés des gravillons de taille différente, du plus gros au plus fin. Assemblées entre elles, ces dalles forment des revêtements de sol pour piscine, jardin ou terrasse. Les dalles alvéolées sont des dalles en béton ou en plastique (PEBD ou PEHD) préfabriquées présentant des espaces qui peuvent être remplies de gravier, de sable ou de terre végétale. Les dalles en béton coûtent 150€/m<sup>2</sup>.</p>
<p><b>Dalles gazon / gravier en polyéthylène</b></p>		<p>Les dalles en polyéthylène sont fabriquées au moyen de polyéthylène recyclé de haute densité. Attachées entre elles à la partie inférieure, elles forment une nappe alvéolée que l'on remplit de gravier ou de terre dans laquelle l'herbe pousse. Les ouvertures constituent 95% de la surface, de telle sorte que les dalles deviennent quasiment invisibles. Les éléments de dalle gazon sont particulièrement légers et robustes, ce qui rend leur pose aisée. Ils supportent un trafic léger (stationnement).</p>



<p><b>Résine drainante</b></p>		<p>La résine drainante résulte de l'association d'une résine de couleur neutre et d'un gravillon roulé ou concassé. La résine étant neutre, c'est la coloration du gravillon qui donnera l'aspect final du produit. On peut alors obtenir des couleurs de revêtement très diversifiées.</p> <p>Il est très confortable pour l'ensemble des usagers, notamment pour les personnes à mobilité réduite, il est à réserver toutefois aux zones de faible trafic véhicules.</p> <p>La résine drainante coûte entre 50 et 70 €/m<sup>2</sup>.</p> <p>Le nettoyage est mécanisé : il se fait par un jet d'eau haute pression. Le remplacement et la réparation du matériau sont aisés et rapides. On peut remplacer partiellement ou totalement une surface en décollant la partie concernée.</p> <p>A l'usage, on risque de noter une dégradation de l'aspect du matériau. La durée de vie de de la résine drainante est variable. Elle est liée à l'usage qu'elle supporte. Elle est notamment diminuée par le passage de véhicule à moteur et par les manœuvres. La résine drainante, après traitement, pourra être réutilisée en remblais.</p>
<p><b>Stabilizer</b></p>		<p>Le Stabilizer est un liant d'origine végétale qui agglomère des matériaux d'origine minérale pour stabiliser une surface tout en garantissant sa perméabilité.</p> <p>Il peut être utilisé pour les places de stationnement pour voiture, les espaces publics, les cheminements piétonniers et cyclistes ou les voies de circulation pour trafic léger.</p> <p>Facilement réparable, les frais d'entretien sont réduits. La croissance des mauvaises herbes est limitée. Il demande moins d'entretien qu'un revêtement stabilisé traditionnel.</p> <p>Il est stable dans le temps et réutilisable en fin de vie.</p>
<p><b>Enrobé poreux et bitume à liant végétal</b></p>		<p>Ces procédés en dur ont l'aspect d'un bitume classique mais leur structure poreuse leur permet confère au revêtement une perméabilité supérieure à un revêtement en graviers.</p> <p>Il peut être utilisé pour les stationnements et les voiries VL-PL, les chemins piétons ou les voies cyclables, les espaces publics, les jardins.</p> <p>Il est sensible à l'apparition de verglas et donc nécessite un salage précoce. Les réparations sont légèrement plus coûteuses.</p> <p>Il évite la stagnation de l'eau sur la chaussée et ainsi limite les risques d'aquaplaning et limite les fissures et déformations liées à la stagnation de l'eau. Il limite les effets sonores routiers, la réduction du bruit est de 4 à 8 décibels en moyenne. Il améliore la conduite de nuit en limitant les effets de reflets et d'éblouissement par temps de pluie. Les granulats ne sont pas « enfoncés » dans la chaussée : la chaussée peut donc s'user plus facilement.</p>
<p><b>Béton poreux (béton drainant)</b></p>		<p>Le béton drainant diffère du béton traditionnel par son pouvoir hautement perméable. En effet, il possède jusqu'à 35% de porosité.</p> <p>Avec ces qualités, le béton drainant peut être utilisé pour les jardins, le contour des maisons, les terrasses et les tours de piscines.</p> <p>Pour le béton uniquement, fourni et posé, il faut compter entre 50 et 65€/m<sup>2</sup> (dégressif suivant le surface). Il faut rajouter à ce montant le prix de la préparation des sols qui varie beaucoup selon le cas.</p>

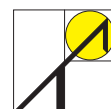
## DIMENSIONNEMENT

### INFILTRATION ET COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Tout revêtement de surface peut être caractérisé par un coefficient de ruissellement. Celui ci caractérise le rapport entre le volume d'eau infiltré et ruisselé par la surface au passage d'une pluie donnée. Il détermine donc le volume d'eau qui sera à gérer en aval de la surface et entre donc dans le calcul du volume de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux de ruissellement (Cfr. fiche info n°2 : « dimensionnement des ouvrages d'infiltration et de rétention »).

Attention, l'installation d'un revêtements très perméables sur une sous-fondation peu perméable n'est pas intéressant. C'est la couche la moins perméable qui doit être prise en compte pour l'évaluation du volume de ruissellement.

Dans le cas de revêtements non construits (gravier gazon, dolomie, etc.), c'est généralement le sol sous-jacent qui sera limitant pour l'infiltration. On prend alors la capacité d'infiltration du type de sol en place. Une première estimation, avant essai de sol, peut être réalisée via le tableau suivant :



Texture du sol	m/s
Sable	1,40E-05
Limon sableux	7,00E-05
Limon	3,60E-06
Limon argileux	2,20E-06
Argile	1,70E-07

Tableau 1 : infiltrabilité des sols en fonction de leur texture

Les revêtements en dalles à joints engazonés présenteront une limitation supplémentaire à l'infiltration. En fonction du rapport entre les dalles et les joints qui les séparent, ceux-ci montrent une capacité d'infiltration comprise entre  $10^{-4}$  et  $10^{-5}$  m/s. Les sols limoneux et argileux restent donc généralement le facteur limitant. Les revêtements de gravier ( $10^{-2}$  m/s) et les bétons poreux drainant ( $5 \cdot 10^{-2}$ ) présentent également une infiltrabilité plus grande que le sol. Les résines stabilisatrices peuvent par contre présenter une perméabilité plus contraignante ( $10^{-7}$  m/s). Renseignez vous sur les caractéristiques exactes des matériaux utilisés.

### EPAISSEUR DES COUCHES

Le revêtement de sol se compose de plusieurs couches d'épaisseurs variables. La présence de ces couches est fonction du type de revêtement et de son usage :

- la couche d'usure est la couche visible et en contact avec l'utilisateur. Elle est constituée d'un type de matériau choisi ou d'une composition de différents matériaux.
- une couche de pose du revêtement de finition, dans le cas de surfaces pavées ou de dalles alvéolées, elle se compose d'une épaisseur fine (3-5cm) et de grains fins (sables 0/6mm ou gravillons 3/6mm)
- une couche de réglage qui permet d'ajuster finement le niveau de la surface. On préconisera l'utilisation de gravier 0/30mm sur une épaisseur de 5cm.
- la couche de fondation porteuse dont la résistance est adaptée à l'usage qui sera faite de la surface. Un matériau filtrant de type gravier concassés 2/20 sur une épaisseur de 10-15cm sera préconisé.
- la couche de sous-fondation composée de graviers plus grossiers ou de grat peut être nécessaire (~40 à 60 cm)
- La pose d'un géotextile perméable en surface du sol, sous la couche de fondation, permet d'augmenter la stabilité en évitant le mélange des graviers avec le sol et évite l'enherbement éventuel du revêtement superficiel.

La fréquence et le type de circulation (piétonne, cycliste, véhicule à moteur...) déterminera l'épaisseur des couches de fondation et le matériau à valoriser pour assurer la capacité de portance nécessaire. Deux exemples sont données en exemple ci-dessous.

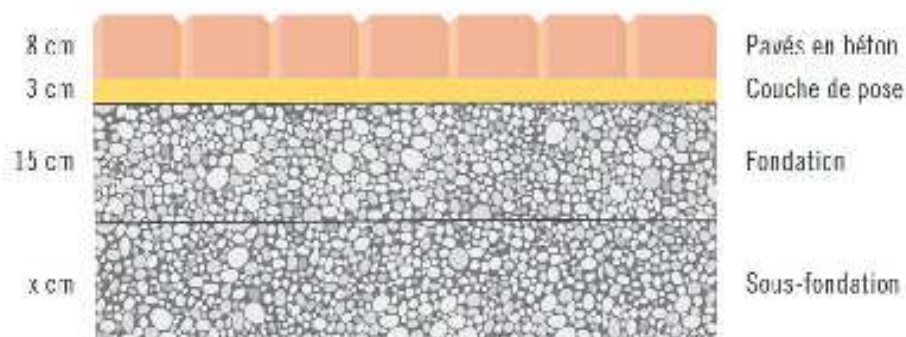


Figure 1 : Succession des couches pour la position d'un revêtement perméable en pavés béton, Source [www.stradusinfra.be](http://www.stradusinfra.be)

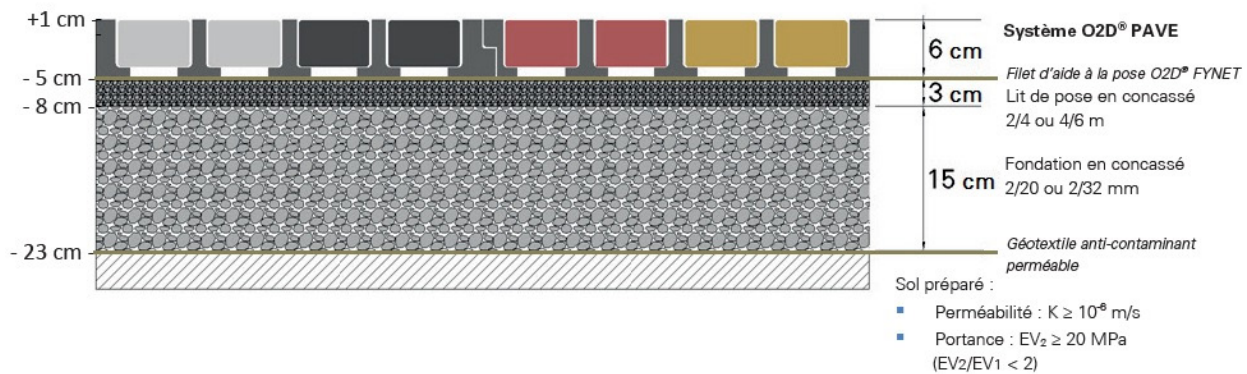


Figure 2 : Succession des couches pour la position d'un revêtement perméable de dalles pavées infiltrantes, Source O2d-environnement

La capacité d'infiltration d'un revêtement sera influencée par son épaisseur et par le nombre et le type de couches superposées. Il ne faut pas se limiter à prendre en compte la couche superficielle mais bien la couche de perméabilité la plus limitante (Cfr Dimensionnement).

## CONCEPTION

### INTEGRATION PAYSAGERE

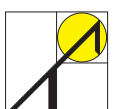
- Dans un projet d'aménagement, le choix des matériaux de construction des différents revêtements perméables doit se faire au regard du cadre historique et paysager du lieu. Il est souhaitable de garder une unité avec le patrimoine construit et naturel environnant. L'aménagement d'un chemin en gravillons aura un impact visuel très différents d'un chemin en pavés de bétons.
- Quels sont les matériaux de construction déjà établis? De quel époque date le bâti? Quelles sont les couleurs et rugosités souhaitables? Des professionnels sont là pour vous aiguiller (paysagistes, architectes, services urbanistiques, etc.)

### ADAPTATION A LA FONCTION

- Il est important d'accorder le type de revêtement à l'usage qui en sera faite. Les propriétés de résistance physique de la surface doivent être particulièrement étudiée pour l'usage qui en sera faite (piétons ou véhicules, fréquence de passage,...). Le passage de véhicule lourds a pour effet de compacter le sol et d'en diminuer la perméabilité. Le choix du revêtement est à adapter en conséquence.
- Si l'utilisation de la surface engendre des risques de pollutions (fuites de fuel, ...) une surface imperméable avec récupération et traitement des eaux sera plus adaptée.

### RECOMMANDATIONS ADDITIONNELLES

- La fondation doit être adaptée à la fonction d'infiltration. Il ne sert à rien d'installer une couche perméable sur une fondation imperméable.
- L'aire doit être établie en pente vers une évacuation complémentaire (infiltration dans l'accotement, tranchée filtrante ou drainante).
- Lorsque le sol est très perméable ( $> 200$  mm/h), on peut laisser ruisseler une surface imperméable vers une surface perméable.
- Le niveau de la nappe phréatique doit se trouver à une profondeur suffisante (minimum 0,7 m sous le niveau d'infiltration).
- En présence d'un sol sensible au gel, les revêtements de sol perméables ne sont envisageables que dans le cas où leur fondation descend sous le pied de gel (0,80 m sous le niveau du sol) et la nappe se situe à plus de 1,40 m.



## EXEMPLES DE REALISATIONS



Figure 3 : Cité jardin alliant habitat durable et végétalisation d'espaces à Templeuve. Source : o2d-environnement



Figure 4 : Accès pompiers gazon et pavés ou chemin de promenade : une double fonction pour cette résidence Séniors. Source : o2d-environnement

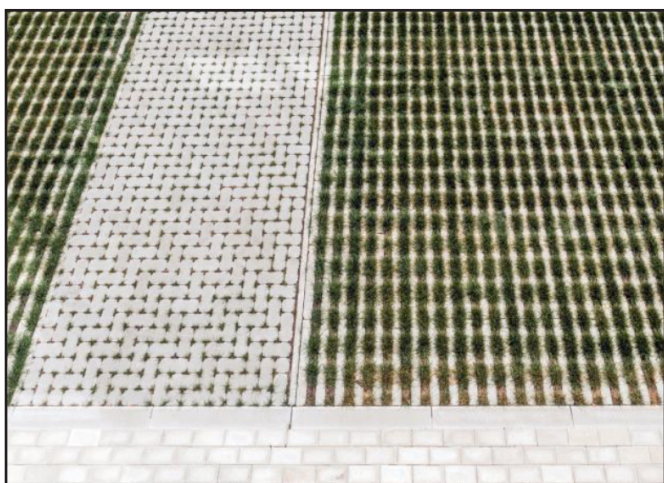


Figure 5 : Dalles gazon. Sources : Ebema Stone & Style



Figure 6 : Dalles circulaires à joints engazonnés. Sources : Ebema Stone & Style



Figure 7 : Parking pour engins lourds réalisé en dalles gazo



Figure 8 : Pavements à larges joints. Sources : Ebema Stone & Style

## ENTRETIEN

- Le type de revêtement et son usage déterminent considérablement l'entretien requis.
- Les surfaces vertes doivent être tondues et désherbées afin de maintenir la dominance des espèces recherchées. Certaines surfaces minérales doivent être nettoyées selon leur usage afin d'éviter leur verdoisement et restaurer une bonne perméabilité.
- Le désherbage entre les dalles est important et ne peut surtout pas être réalisé à l'aide de produits phytosanitaires qui se retrouveraient rapidement dans les eaux d'infiltration et de ruissellement. Le désherbage mécanique par pyrolyse ou jet presseurisé est conseillé. L'étude d'un rejointoiement adéquat et de la compaction de la fondation aide à limiter la croissance des herbres adventices.
- La fiche technique associée à votre matériau de choix contient généralement les informations détaillées d'entretien.

## COÛT

Le coût est très variable en fonction des revêtements envisagés. A titre d'exemple, la pose d'un bitume drainant varie entre 50 et 70€/m<sup>2</sup>. Les dalles pavées coûtent entre 70 et 150€/m<sup>2</sup>. Les dalles gazon en béton coûtent 150€/m<sup>2</sup>. Les pavés perméables entre 25 et 50€/m<sup>2</sup>.

## AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES REVÊTEMENTS PERMEABLES

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne gestion des eaux de pluie</li> <li>• Amélioration de la qualité de l'eau par réduction du ruissellement</li> <li>• Réduction potentielle des nuisances sonores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entretien potentiellement plus contraignant</li> <li>• Complexité technique de mise en oeuvre               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surcoût potentiel de mise en oeuvre</li> </ul> </li> </ul>

## SOURCES

Véronique Guiné, Pascal Boivin et Lionel Chabbey, *Revêtements perméables, diversités et performances*, Journée technique Revêtement perméable, Plantes & Cités Suisse, Laboratoire Sols et Substrats – hepia Agronomie.

Centre de recherches routières, *Revêtements drainants en pavés de béton*, Annexe au Bulletin CRR n° 77 Trimestriel: octobre – novembre – décembre 2008

Guide Nature en villes, *Les revêtements perméables, Conseils pour la réalisation et l'entretien*, Neuchatel à l'Avenir, 2004

Guide pratique pour la construction et la rénovation durable de petits bâtiments, *Gérer les eaux pluviales sur la parcelle*, juillet 2010

O2-environnement, conception de parking écologiques, [www.o2d-environnement.com](http://www.o2d-environnement.com)

Ebema Stone & Style, producteur de matériaux en béton, [www.stone-style.be/fr](http://www.stone-style.be/fr).

