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 ruissellent 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 ruissellent pas : elles sont réceptionnées par un revêtement poreux qui infiltre directement les eaux vers la structure granulaire sousjacente. 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.

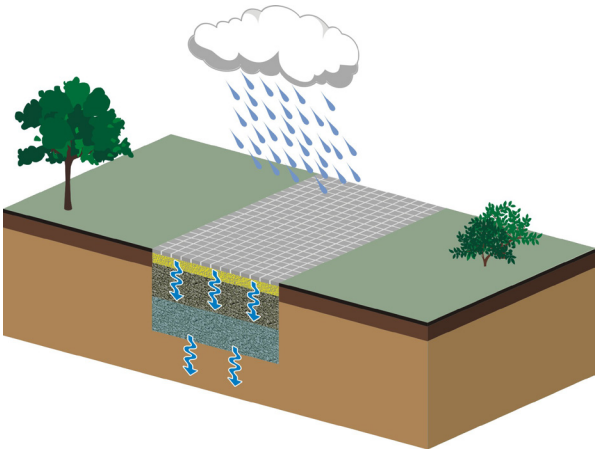


Figure 1: *Massif en gravier infiltrant à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de pluie n'ayant pas ruisselé. Source : Architecture & Climat.*

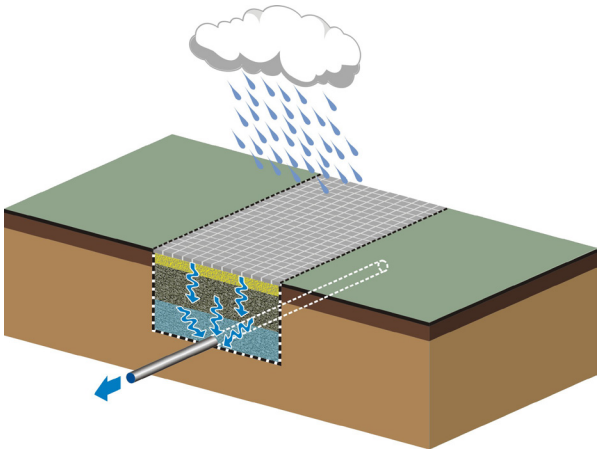


Figure 2: *Massif en gravier drainant dont le fond est imperméabilisé mais dont la surface supérieure est poreuse, ce qui permet l'infiltration des eaux de pluie n'ayant pas ruisselé. Les eaux sont ensuite récoltées par un drain inférieur et évacuées à débit limité vers un exutoire. Source : Architecture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

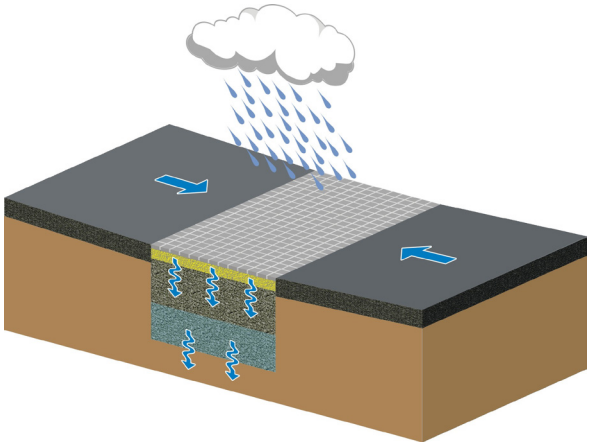


Figure 3: *Massif en gravier infiltrant à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de ruissellement des surfaces adjacentes. Source : Architecture & Climat.*

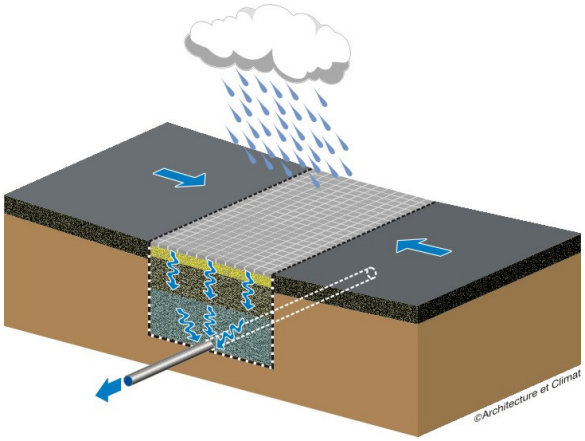


Figure 4: *Massif en gravier drainant imperméabilisé à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de ruissellement des surfaces adjacentes. Les eaux sont ensuite récoltées par un drain inférieur et évacuées à débit limité vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.*

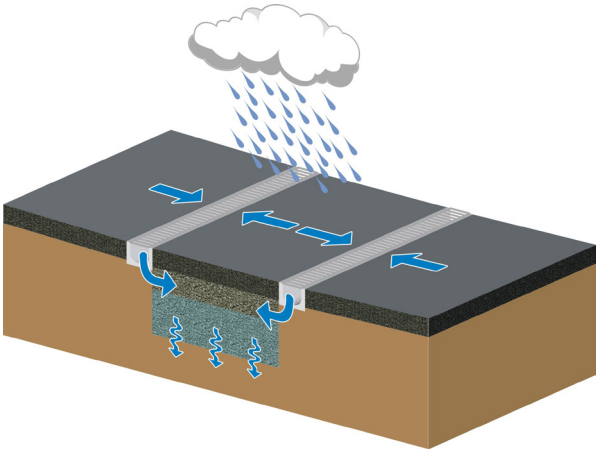


Figure 5: *Massif en gravier infiltrant à surface imperméable. Les eaux de ruissellement des surfaces adjacentes sont récoltées et injectées par des avaloirs (bouches d'injection). Source : Architecture & Climat.*

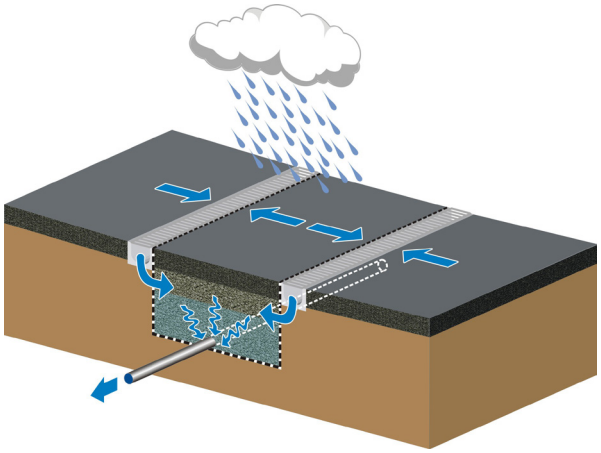


Figure 6: *Massif en gravier drainant* ***Système de « dégrillage » :*** système permettant de retenir les objets flottant dans l'eau
à surface imperméable. Les eaux de ruissellement des surfaces adjacentes sont récoltées et injectées par des avaloirs (bouches d'injection). Les eaux sont ensuite récoltées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

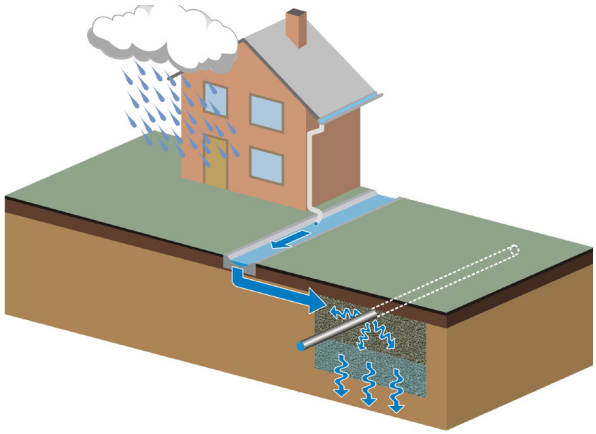


Figure 7: *Massif en gravier infiltrant. Les eaux de ruissellement sont injectées dans le massif grâce à un drain de dispersion supérieur. Source : Architecture & Climat.*

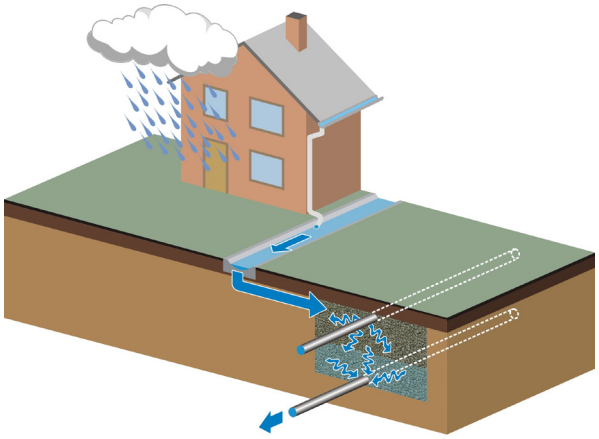


Figure 8: *Massif en gravier drainant imperméabilisé. Les eaux de ruissellement sont injectées dans le massif grâce à un drain de dispersion supérieur. Les eaux sont ensuite récoltées par un drain inférieur et évacuées à débit limité vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.*

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.

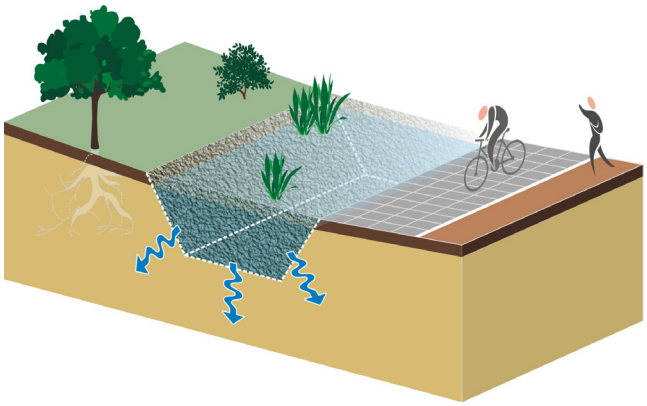


Figure 9: *Tranchée remplie de structure granulaire de type «gravier» sans couche superficielle particulière: le gravier reste apparent à la surface du jardin. L'eau est acheminée en surface depuis les surfaces de ruissellement adjacentes à la tranchée. Source : Architecture & Climat.*

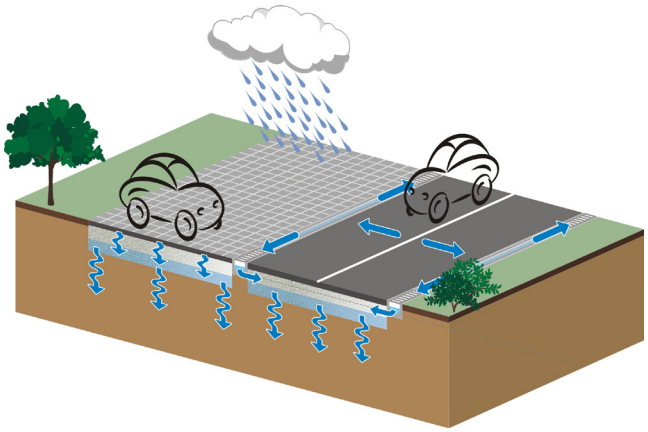


Figure 10: *Massifs infiltrants : à gauche, parking poreux ; à droite, chaussée réservoir à injections d'eau latérales. Source : Architecture & Climat.*

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 remédiatif 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.

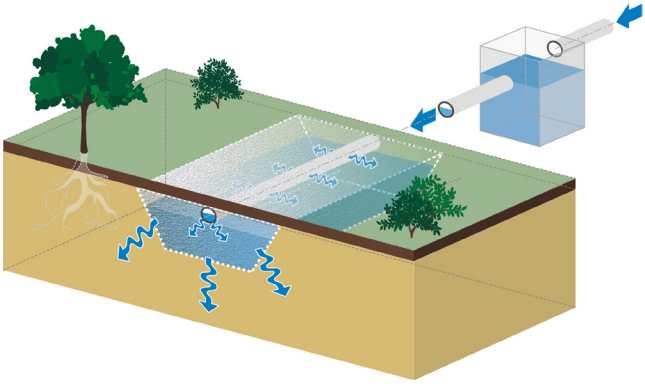


Figure 11: *Tranchée infiltrante recouverte de terres arables, invisible dans le jardin. L'eau est injectée à l'aide d'un drain de dispersion supérieur provenant d'une chambre de visite de décantation. Le massif de gravier est protégé des terres par un géotextile sur toute sa surface de contact. Source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

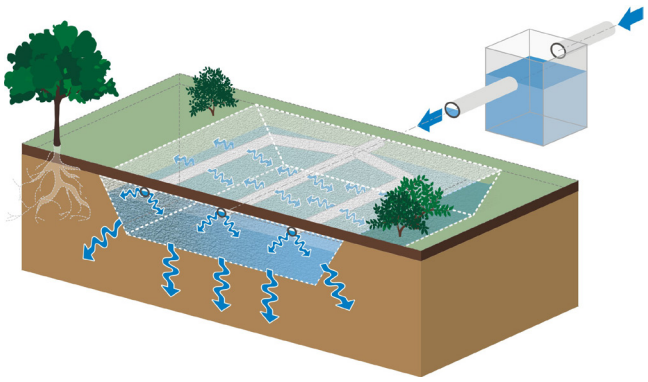


Figure 12: *Massif infiltrant de grande surface avec plusieurs rangées de drains dispersant. Source : Architecture & Climat.*

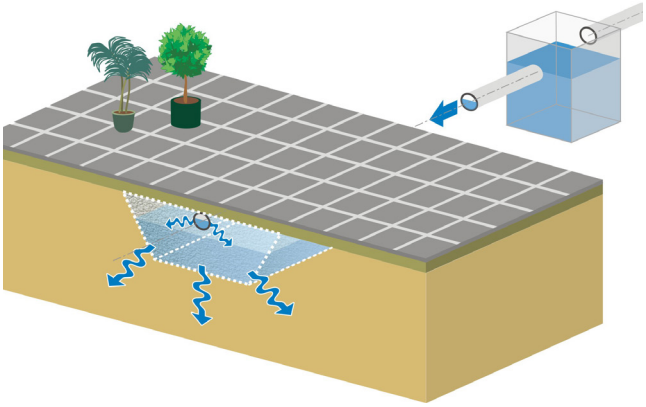


Figure 13: *Tranchée infiltrante recouverte d'un revêtement minéral. L'eau est injectée de la même manière que dans le cas ci-dessus. Source : Architecture & Climat.*

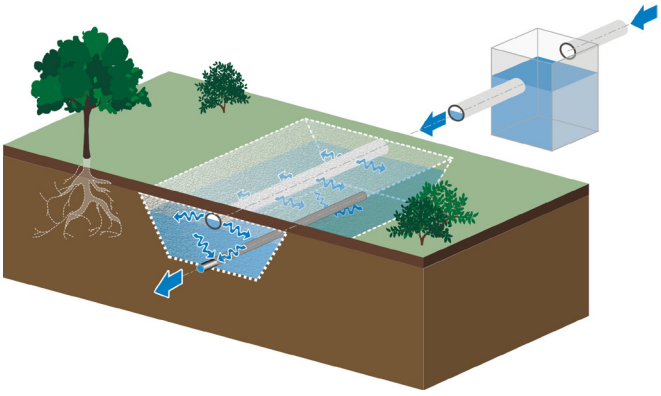


Figure 14: *Tranchée drainante dans un sol imperméable. L'eau est injectée dans la tranchée par un drain de dispersion supérieur, tandis qu'un drain inférieur permet l'évacuation de l'eau stockée dans la porosité de la structure granulaire, à débit régulé vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.*

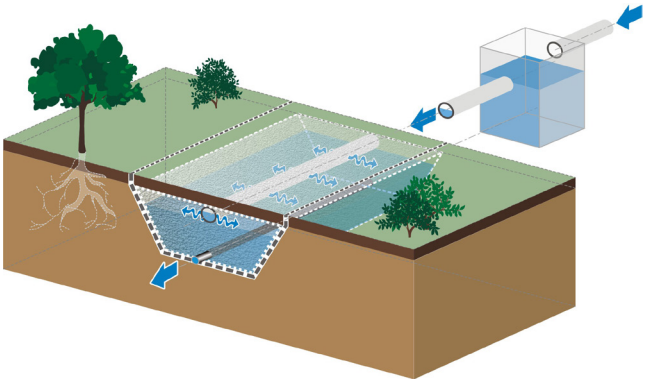


Figure 15: *Tranchée drainante imperméabilisée par géomembrane. Source : Architecture & Climat.*

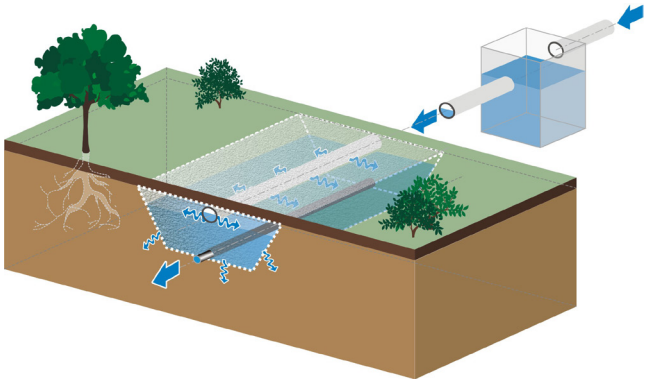


Figure 16: *Tranchée mixte à infiltration et à drainage à débit régulé. Source : Architecture & Climat.*

QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRES

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

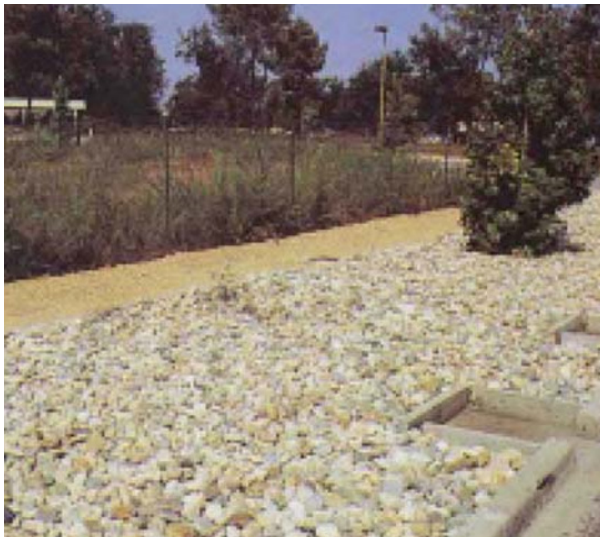


Figure 18 - Tranchée le long d'un trottoir de l'avenue de la Grande Lande à Gradignan, France

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 :

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

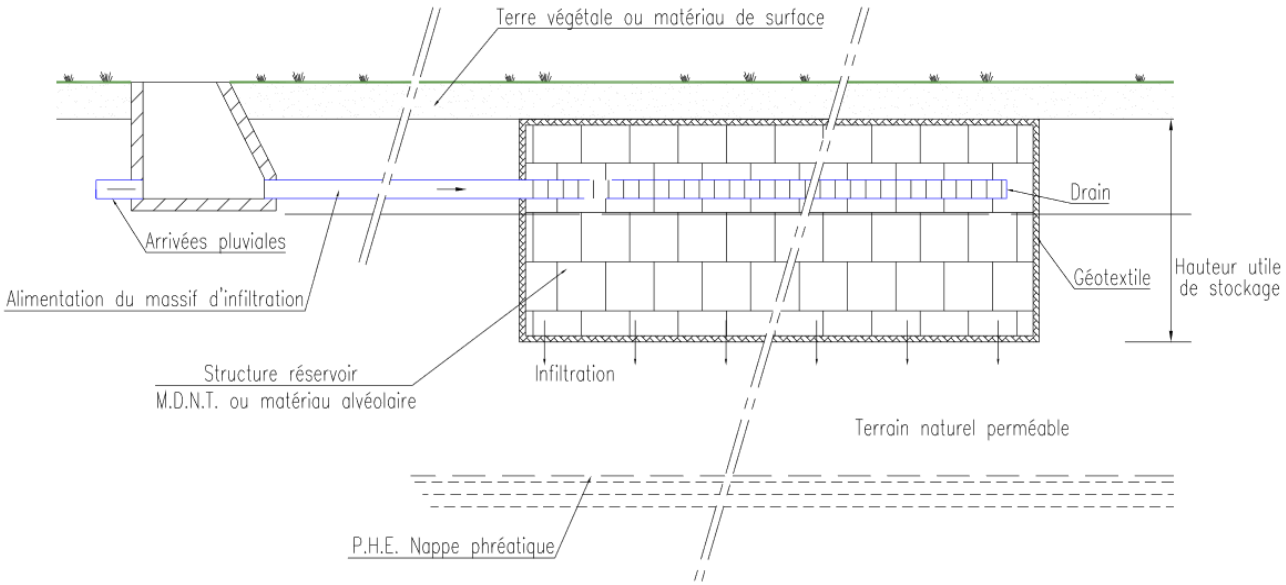
REALISATION

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.

COUT 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 themriquement (la plupart du temps).
- **drain en matière plastique:** le drain en matière plastique, s'il est propre, peut être recyclé par dowcycling (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 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

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 remédiatif.
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 pollués 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.

PLURIFONCTIONALITE

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 élévée 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 *Massif à revêtement végétalisé:* *- 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) *Massif à revêtement minéral:* *- 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 entrainer des problèmes de stabilité de sbâtiment 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 entrainer des problèmes de stabilité de sbâtiment 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 egestion 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://leau.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

[11] Lille Métropole, 2012, Guide de gestion durable des eaux pluviales - Fiches techniques, http://www.lillemetropole.fr/fi les/live/sites/lmcu/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