Commune de CERZAT

Département de la Haute-Loire

ZONAGE DES EAUX PLUVIALES

Annexe de la notice explicative

Novembre 2025

Affaire n° 2023 – 07

C2EA
43 avenue de la Margeride
63 000 CLERMONT-FERRAND
Téléphone : 04 73 19 02 75

Les documents suivants sont des extraits des fiches inclues dans le Memento technique 2017 intitulé « Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées ».

Tableau 20 : Proposition de comparaison multicritères des différentes techniques

★★★ point fort de la technique ★★ plus performant que la moyenne des techniques alternatives ★ dans la moyenne des techniques alternatives ° moins performant que la moyenne des techniques alternatives	Bénéfices environnementaux (hors qualité des eaux)	Sujétions d'entretien	Visibilité	Sécurité	Simplicité de conception	Facilité d'adaptation à différents contextes	Coût / bénéfice
Toiture Terrasse végétalisée intensive	★★★	★★	★★	★	°	★	★★
Toiture Terrasse végétalisée extensive	★★	★★★	★★	★	★	★★	★★
Revêtement perméable	★	★	★★	★	★	★★★	★★
Jardin de pluie en pleine terre	★★★	★★	★★★	★★	★★	★	★★★
Fossé noue	★★★	★	★★★	★★	★★★	★	★★
Bassin d'infiltration	★★	★	★	★	★	★	★
Tranchée d'infiltration	★★	★	°	★★	★	★★	★
Caniveau Filtrant	★★	°	°	★★	★	★★	★
Puits d'infiltration	★	★	°	★★	★	★★	★
Toiture Terrasse non Végétalisée stockante	°	★★★	★★	★	★★	★★	★★
Bassin sec paysager	★★	★	★★	★	★	★	★★
Bassin en eau	★★★	★	★★★	°	°	°	★★
Espace inondable	★	★★	★★★	★★	★	★★	★★★
Chaussée à Structure Réservoir	★	★★	°	★★	★	★★	★
Bassin enterré	°	★	°	★★	★★	★★	★
Cuve de récupération EP[22]	★	°	★★	★	★★	★	°

TOITURES VEGETALISÉES

Description

Une toiture végétalisée est une toiture étanche, sur laquelle est implantée une végétation adaptée et permanente qui couvre la totalité ou la quasi-totalité de cette toiture. On parle de toiture végétalisée extensive lorsque le substrat est de faible épaisseur et lorsque la végétation est de très faible développement. On parle de toiture végétalisée semi-intensive lorsque le substrat devient plus épais et les plantes plus développées (strate arbustive possible). Une toiture végétalisée intensive, permet d'implanter sur un toit un « jardin suspendu » dont l'apparence, l'accessibilité et le développement des plantes rappellent ceux d'un jardin en pleine terre (jusqu'à la présence d'arbres).

Fonction

Selon leur conception les toitures végétalisées peuvent assurer deux fonctions hydrologiques :

- Le stockage temporaire des eaux pluviales
- L'évapotranspiration de tout ou partie des eaux stockées

Les eaux excédant la capacité d'évapotranspiration sont transférées vers l'aval.
Ce type de toiture peut souvent assurer d'autres fonctions.
Elle peut être décorative, visitable ou non par le public. Il peut même y être prévu de l'agriculture urbaine.
L'intérêt écologique de toitures végétalisées et des jardins suspendus (cf. § II.1.2) va de pair avec l'épaisseur du substrat. Un substrat plus épais présente ainsi de meilleurs services éco-systémiques, mais aussi des meilleures performances acoustiques et thermiques (lutte contre les îlots de chaleur)

Gamme d'utilisation

Toitures plates, inclinées voire à pente moyenne (35% soit 20°) pour mobiliser une capacité de stockage significative. Cette technique peut être utilisée sur des bâtiments neufs ou en rénovation. Pour cette dernière application, on considère que les techniques extensives ou semi-extensives (cf. infra) sont applicables sans difficulté à la plupart des structures existantes.

Principes de conception

Les Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (ADIVET; CSFE; SNPPA; UNEP, 2007), ainsi que les D.T.U., permettent aux maîtres d'œuvre de concevoir leurs toitures végétalisées.

Stockage
La fonction de stockage (cf. § III.6) est nécessaire pour assurer la survie de la végétation et pouvoir mobiliser l'évapotranspiration. Elle peut également être utile pour réguler les débits évacués vers l'aval mais cette option n'est pas très développée : les seuls exutoires généralement prévus sont l'atmosphère et le trop plein. Pour assurer le stockage il faut une épaisseur suffisante de matériau stockant et un niveau de trop-plein permettant la mobilisation effective de cette capacité. Il se développe des produits souvent préfabriqués qui ont une capacité de stockage spécifique (réservoir, alvéole, ...) plus élevée que les matériaux granulaires (porosité proche de 100 %).

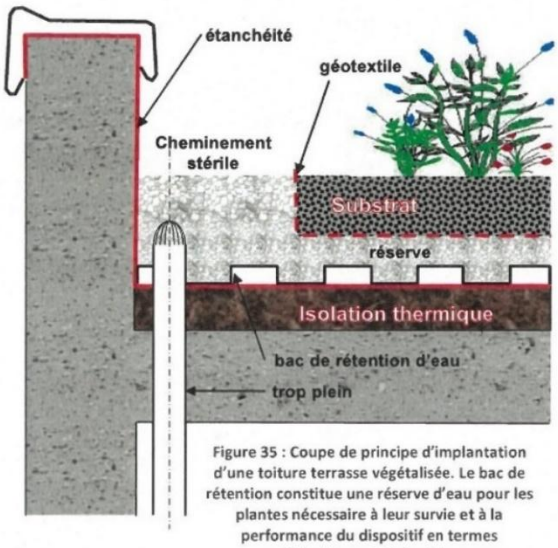

Figure 35 : Coupe de principe d'implantation d'une toiture terrasse végétalisée. Le bac de rétention constitue une réserve d'eau pour les plantes nécessaire à leur survie et à la performance du dispositif en termes d'abattement de la pluie.

Abattement volumique de la pluie

La capacité d'abattement volumique d'une toiture végétalisée dépend de sa capacité de stockage (qui elle-même dépend du substrat) et des conditions climatiques (caractérisées par la succession d'épisodes pluvieux et de phases d'évapotranspiration).

La capacité de stockage peut varier entre quelques millimètres et quelques dizaines de mm, selon la porosité et l'épaisseur du substrat et de sa couche de réserve.

L'évapotranspiration journalière varie entre 0 et 15 mm/j (cf. § III.3). A l'échelle annuelle les lames d'eau évaporables sont du même ordre de grandeur que les précipitations et un volume de stockage de l'ordre 10 mm suffit à éviter le transfert à l'aval d'une fraction importante de la pluie annuelle.

A titre d'exemple le tableau ci-après s'inspire des capacités d'abattement moyennes utilisées en région parisienne. Il intègre la capacité de stockage et le flux d'évaporation et doit être adapté en fonction des techniques et des conditions climatiques locales.

Tableau 21 : Exemple de bases de dimensionnement élaborées en fonction des séquences de pluie et d'évapotranspiration observées en région parisiennes

Type de toiture végétalisée horizontale ou de jardin	Epaisseur minimale du substrat	Capacité d'abattement volumique pour un évènement isolé
Extensive	5 cm à 10 cm	4 mm à 8 mm
Semi-intensive	15 cm à 20 cm	8 mm à 12 mm
Intensive - Jardin suspendu	25 cm à 80 cm	15 mm à 40 mm

Si on réussit à orienter les eaux de surfaces imperméables vers des surfaces végétalisées, avec les précautions qui s'imposent, une toiture végétalisée peut, par sa performance en matière d'abattement volumique, compenser l'imperméabilisation d'une autre partie de la toiture. La figure suivante montre ce « principe d'équivalence ».

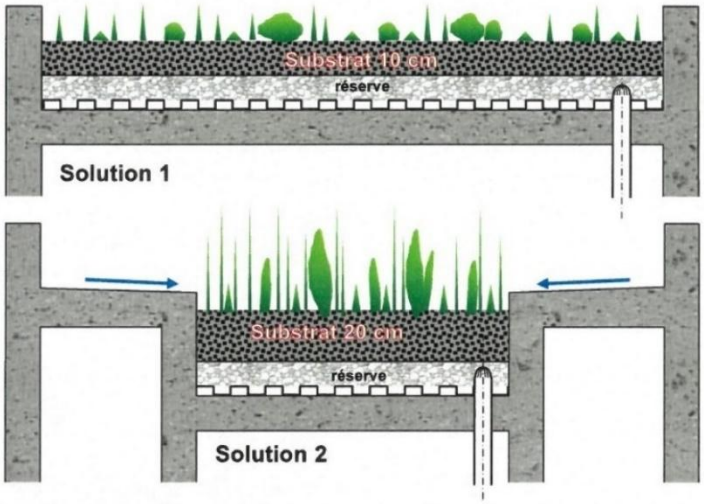

Figure 36 : Schémas illustrant le principe d'équivalence
Dans cet exemple, il s'agit au départ d'éliminer une lame d'eau de 8 mm tombant sur une surface bétonnée (toiture, cours ou circulation). La solution 1 consiste à couvrir 100% de cette surface d'une végétalisation sur un substrat de 10 cm. La solution 2 consiste à concentrer les eaux ruisselées de l'ensemble sur la moitié de la surface totale qui serait végétalisée avec un substrat de 20 cm, c'est-à-dire dont la capacité d'absorption locale est de 16 mm.

Choix des plantes

Sur les toitures végétalisées extensives, le choix des plantes se restreint aux espèces de strate herbacée pouvant supporter l'alternance de périodes sèches et humides. A ce titre les sédums sont particulièrement adaptés. Cependant il peut être possible d'enrichir la palette végétale, même sur les complexes extensifs, par des graminées, voire des mousses sur les toitures ombragées. Les conditions climatiques sur les toitures étant plus proches du climat méditerranéen, les espèces les mieux adaptées sont, soit des espèces méditerranéennes, soit des espèces locales mais présentes aussi dans les zones de climat méditerranéen.

Les toitures semi-intensives peuvent se voir ajouter une strate arbustive en plus de la strate herbacée. Les jardins suspendus peuvent recevoir tout type de plantation, y compris des arbres si l'épaisseur du substrat le permet.

Tableau 22 : Choix des plantes pour les toitures végétalisée

Toiture végétalisée	**extensive**	**semi-intensive**	**intensive ou Jardin suspendu**
Epaisseur substrat	5 à 20 cm	20 à 50 cm	Plus de 50 cm
Charge à saturation en eau	60 à 150 kg/m²	150 à 350 kg/m²	>350 kg/m²
Plantes	Strate herbacée *Sédums* *Graminées* *Plante herbacées supportant les variations hydriques.*	Strate herbacée *Libre* Strate arbustive *Plantes faible développement* *Arbustes*	Strate herbacée *Libre* Strate arbustive *Libre* Strate arboricole *Arbres adaptés*
Entretien	2 visites / an les premières années, puis une seul pour suppression des espèces non prévues ou nuisibles à la toiture et replantation des espèces mortes. Pas ou peu d'arrosage.	Visites régulières pour préserver l'aspect. Arrosage de secours en cas de sécheresse	La fréquence des visites et des arrosages doit être adaptée à l'usage et à l'aspect de la toiture.

Règles de gestion

L'entretien des toitures végétalisées extensives est semblable à l'entretien des toitures-terrasses classiques. Ayant une fréquence minimale d'une visite par an, avec éventuellement une seconde visite les deux ou trois premières années, il consiste principalement à la maîtrise du développement d'espèces adventices (plantes non prévues à l'origine) qui peuvent nuire à la pérennité du complexe et à la replantation des végétaux morts qui ne se renouvelleraient pas par essaimage. L'arrosage n'est pas à prévoir sauf éventuellement en période de longue sécheresse. L'expérience a montré que la toiture végétalisée demandant le moins d'entretien, est constitué d'un substrat d'une épaisseur de 15 cm, plantée de sédum et éventuellement de graminées, équipée d'une réserve d'eau d'au moins 2 cm. Un substrat d'une épaisseur inférieure peut s'avérer insuffisant pour créer un écosystème autonome et pérenne.

L'entretien des toitures végétalisées semi-intensives et des jardins suspendus est semblable à celui des jardins classiques, et est adapté aux plantes qui y sont cultivées. Un arrosage exceptionnel peut être nécessaire en cas de sécheresse.

Avantages	Inconvénients
👍 pour les toitures extensives, coût d'investissement faible rapporté au bâti. Pour les toitures intensives, le cout (dimensionnement mécanique de la toiture) est plus élevé, mais les bénéfices (hydraulique et thermique) également 👍 Interception de la pollution chronique 👍 Avantages pour l'habitat : esthétique, isolation phonique et thermique, protection de l'étanchéité 👍 S'insère en milieu urbain sans consommer d'espace supplémentaire 👍 Adaptabilité : peut être adaptée à la plupart des formes de toitures	👎 Peut venir en concurrence avec des dispositifs techniques implantés en toiture (VMC, panneaux solaires etc.) 👎 Entretien indispensable

REVÊTEMENTS PERMÉABLES

Description

Un revêtement perméable est un revêtement permettant l'infiltration immédiate des eaux de pluie.

Fonction

C'est un procédé **extensif** qui permet d'injecter les eaux de pluie directement dans le sol. C'est alors une technique alternative à part entière. Ce procédé peut aussi être utilisé pour admettre l'eau dans une capacité de stockage. C'est alors un élément constitutif d'une technique décrite par exemple dans les fiches « fossé/tranchée drainant » et « chaussée à structure réservoir ».

Gamme d'utilisation

Ces procédés sont particulièrement bien indiqués pour abattre le volume des premières pluies voire même déconnecter les espaces de voirie, et d'un point de vue hydrologique ils s'apparentent à de l'espace laissé en pleine-terre.
Les revêtements poreux peuvent être utilisés sur tout type de voirie (chaussée, parking, trottoirs, placette etc.). Les enrobés et bétons poreux sont indiqués pour des chaussées urbaines à moyenne ou forte circulation automobile, à l'exception des zones de freinage, d'accélération ou de manœuvre (efforts tranchant). Pour ces revêtements, le colmatage est maximum sur les chaussées peu circulées et les secteurs boisés (colmatage par de la bourre végétale). Dans ces cas des pavés à joints larges, des revêtements à forte porosité à base de résine ou de liant en béton drainant à haute performance sont à préférer.

Figure 37 : Pavés à joints larges (Pierreetsol.com)

Figure 38 : Parking avec enrobés – Parking Saint Philibert, Lomme (Lille Métropole Communauté Urbaine 2012)

Principes de conception

Ces dernières années ont vu l'apparition de nombreux procédés de perméabilisation applicables aux espaces de voirie, qu'ils soient publics ou privés.
Parmi les revêtements de voirie perméables, on peut citer :

- Le stabilisé et le stabilisé renforcé sont de bons matériaux perméables, mais à réserver aux espaces piétons et pistes cyclables.
- Les enrobés drainant et les bétons drainants, présentent des avantages en voirie urbaine. Ils sont alors souvent associés à une structure réservoir. Ces revêtements sont cependant sujets au colmatage, on évite donc de les utiliser lorsque ces risques sont importants (marchés, rue arborée). Pour les parkings, il conviendra d'être vigilant sur les détournements d'usage : un parking en revêtement poreux ne peut servir de dépôt de matériaux sous peine d'être rapidement colmaté.
- Les pavés de chaussée étaient au départ posés sur du sable et non jointés. Aujourd'hui dans les aménagements urbains, les architectes proposent de plus en plus des pavés enherbés. Ces deux dispositifs permettent une infiltration de la pluie, dès lors qu'ils sont posés sur une structure perméable. Des pavés à joints larges, à ouverture de drainage ou poreux sont aussi proposés sur le marché.
- Des revêtements perméables haute performance sont proposés par certaines entreprises. A noter parmi eux les graves à liants synthétiques qui ont une très bonne perméabilité et une bonne résistance au colmatage du fait du fort indice de vide. Certains de ces dispositifs sont garantis pour un trafic routier léger et sont donc particulièrement adaptés pour les espaces ouverts privés (cours, parking, voirie pompier etc.)
- Les systèmes poreux de stabilisation-végétalisation des sols sont principalement utilisés dans les aires de stationnement, ils sont constitués d'une structure (dalle gazon en béton ou nid d'abeille par exemple) permettant l'implantation d'un substrat végétal (en général du gazon). La structure en nid d'abeille ne permet de rendre possible qu'une circulation automobile faible.

Le choix du procédé et son dimensionnement dépendent de l'usage prévu sur la voirie : résistance mécanique et risque de colmatage. Sa perméabilité nominale n'est jamais limitante et ne fait pas l'objet d'un dimensionnement particulier.

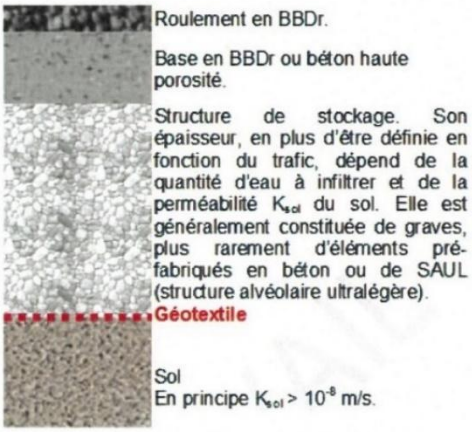

Figure 39 : Exemple de structure de chaussée infiltrante avec couche de roulement en béton bitumineux drainant (BBDr)

Règles de gestion

Dans le cas des chaussées avec un revêtement poreux, l'enjeu est d'éviter le colmatage.

- En préventif, la chaussée peut être nettoyée par une simple aspiration ou hydrocurage/aspiration sur toute sa largeur. Le balayage mécanique enchâsse les fines particules dans les aspérités et entraine un colmatage plus rapide : il est donc à proscrire.
- En curatif, le lavage à haute pression combiné à l'aspiration donne des résultats satisfaisant à un coût raisonnable.

La fréquence des entretiens varie selon le niveau de trafic. En première approximation, les voies et parking requièrent un entretien préventif à une fréquence annuelle ou bisannuelle, et un entretien curatif tous les 3 à 5

ans. Dans le cas des voies soumises à un trafic lourd, la fréquence de traitement préventif est de 1 fois tous les 6 mois, et 1 fois tous les 36 mois en curatif.
Les chaussées piétonnes ou à faible circulation automobile, sont moins vulnérables au colmatage et nécessitent un entretien similaire aux voiries piétonnes classiques.
Il est à noter, dans les secteurs urbains où les revêtements poreux sont implantés, une nécessité de réformer les usages de voirie afin de préserver ces revêtements du colmatage. Les reprises avec un matériau classique de saignées faites dans un enrobé drainant peuvent limiter l'infiltration, mais seulement sur des zones ponctuelles et ne remettent pas en cause l'efficacité de l'ensemble. En revanche il n'est plus question, lors d'un chantier, de stocker le sable à même le sol. De même par temps de neige ou verglas le sablage est à proscrire (privilégier le salage). Il est également conseillé de ne pas déverser les eaux polluées dans l'ouvrage (eaux de nettoyage des sols, des voitures ou des toitures contenant des agents chimiques par exemple), et de protéger le revêtement contre le colmatage en cas de travaux à proximité.
Pour ce qui est de la pollution accidentelle, selon sa nature, la solution peut consister à intervenir en décolmatage-aspiration en urgence (intervention d'un camion hydromécanique). Si cela n'est pas suffisant, une destruction-reconstruction du revêtement peut s'avérer nécessaire.

Avantages	Inconvénients
👍 Améliore le confort de l'usage en supprimant les flaques d'eau 👍 Adaptabilité : large éventail de techniques disponibles 👍 S'insère en milieu urbain sans consommer d'espace supplémentaire 👍 Peut diminuer les bruits de roulement 👍 Les enrobés poreux, utilisent le plus souvent des matériaux recyclés et sont ceux dont le recyclage en fin de vie est le moins coûteux 👍 Abattement de la pollution qui reste retenue à la surface de certains matériaux poreux 👍 Participe à la recharge des nappes lorsque l'ouvrage a pour objectif l'infiltration dans le sol. 👍 Surcout assez faible par rapport aux revêtements classiques (pavés, enrobé)	👎 Inspection et maintenance régulière requise pour éviter le colmatage (dans le cas d'un revêtement perméable) 👎 Risque de pollution de la nappe dans le cas où les eaux sont infiltrées et où le contexte est défavorable. 👎 La pollution accidentelle si elle n'est pas traitée en urgence, peut conduire à la destruction et à la reconstruction du dispositif et le cas échéant impliquer une dépollution du sous-sol 👎 Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle, de salage routier d'une part et d'autre part de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage).

JARDINS DE PLUIE

Description

Un jardin de pluie est une structure de rétention plantée favorisant l'évaporation des eaux collectées. C'est un jardin décaissé, de préférence en pleine terre, dans lequel on plante des végétaux pouvant supporter de fortes variations hydriques, et vers lequel sont orientés les flux d'eau de ruissellement d'une parcelle ou d'un espace public. Il se distingue de la toiture végétalisée intensive par son accessibilité et par sa position à l'aval de surfaces imperméabilisées. Certaines noues et bassins peuvent être assimilés à des jardins de pluie s'ils font l'objet d'un traitement paysager végétal.

Fonction

Ces aménagements combinent une fonction de rétention et une évacuation par évapotranspiration, combinée le plus souvent à de l'infiltration, et à une possibilité d'évacuation vers le réseau d'assainissement ou les milieux aquatiques superficiels.
On peut y adjoindre une fonction de dépollution par phytoremédiation.
Ils sont surtout utilisés avec des objectifs d'abattement des volumes mais peuvent aussi contribuer à réguler des débits transférés vers l'aval.

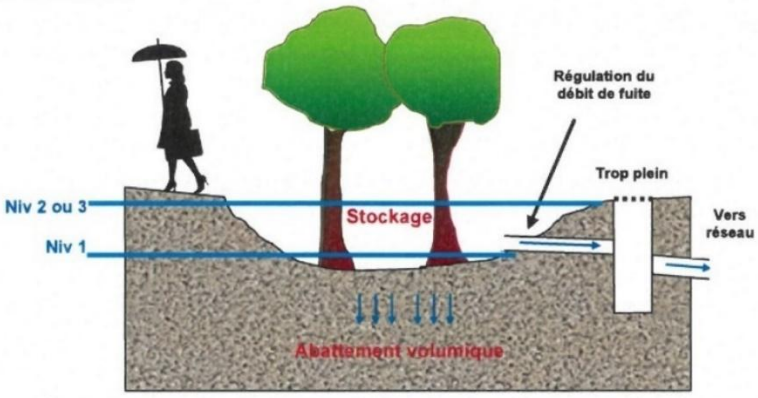

Figure 40 : Exemple de principe d'un jardin de pluie ayant les fonctions d'abattement volumique et de régulation du débit transféré vers l'aval

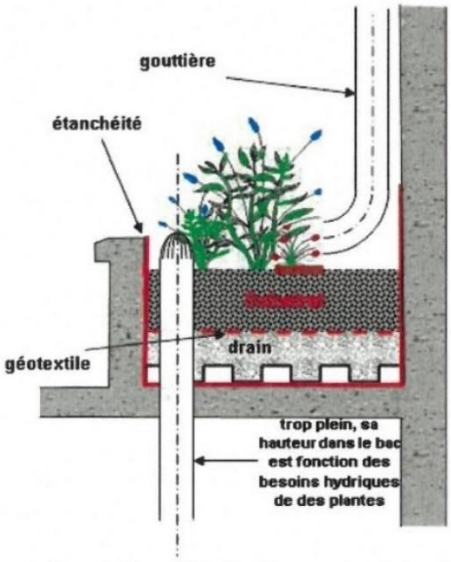

Figure 41 : Coupe de principe et illustration montrant une jardinière sur dalle dans lesquelles se jette la gouttière d'un immeuble

Gamme d'utilisation

Le jardin de pluie, peut convenir à des surfaces actives de toutes tailles.

Principes de conception

La conception du jardin relève du paysagiste ou du jardinier d'une opération. Cependant les volumes à stocker doivent être déterminés en fonction de la pluie à traiter de la perméabilité du substrat et du débit de fuite imposé, avec un décaissement de l'ordre de 10 à 40 cm. (cf. § III.6). L'évapotranspiration réelle est difficile à estimer avec précision et constitue la réserve de capacité et de fiabilité du système à condition de prévoir des végétaux adaptés (cf. § III.3). Certaines parties du jardin de pluie peuvent être gardées en eau permanente pour former des « zone humides ». Enfin il convient de s'assurer que le jardin de pluie ne reçoit que des eaux pluviales.

Règles de gestion

Les règles de gestion sont inhérentes à sa fonction première d'espace vert. Il reste à assurer une surveillance d'un éventuel système de régulation du débit de fuite et de la perméabilité du substrat.

Avantages	Inconvénients
Pas de surcoût par rapport à un jardin Dépollution efficace des eaux pluviales par fixation des particules mais aussi grâce à des processus biologiques. Minimise la possibilité de remise en suspension des sédiments. Très bonne intégration paysagère. Possibilité de recréer un écosystème (cf. § II.1.2 du guide), permettant de limiter la prolifération de moustiques, ... Lutte contre les îlots de chaleur Sensibilisation du public à la gestion des eaux pluviales Participe à la recharge des nappes	Importante emprise foncière la plupart du temps. Possibilité de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux,...) par défaut de réalisation ou manque d'entretien. Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle, ou de salage routier d'une part et d'autre part de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage)

FOSSÉS et NOUES PAYSAGERS

Description

Les fossés et noues sont des ouvrages linéaires de collecte et/ou de stockage des eaux pluviales et de ruissellement.
Le fossé est généralement destiné à la collecte et à l'évacuation des eaux pluviales. Il peut être assez profond avec des pentes de talus plus ou moins abruptes.
La noue est un fossé large et peu profond, avec des pentes de talus faibles. Son intégration paysagère est plus facile que pour un fossé classique (cf. § II.1.2 du guide).

Figure 42 : Fossé du lotissement Villabois Rue du Lac à Bruges (Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014)

Figure 43 : Noue a redents (Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014)

Fonction

On distingue deux types de noues ou de fossés :

- les noues ou fossés d'infiltration : l'évacuation de l'eau se fait par infiltration dans le sol, dans ce cas, on peut parler de rétention/infiltration.
- les noues ou fossés de rétention : l'évacuation de l'eau se fait par un exutoire en bout d'ouvrage ou de tronçon d'ouvrage.

Une combinaison des deux est également possible, par exemple quand la perméabilité du sol n'est pas suffisante pour gérer l'ensemble des eaux par infiltration dans un temps raisonnable (généralement < 24 heures).

Gamme d'utilisation

Ces ouvrages peuvent être implantés en bordure de chaussée, d'un bâtiment ou intégrés dans les espaces verts. Ils sont généralement non étanches, ainsi, une partie de l'eau peut être directement infiltrée dans le sol. Les noues et fossés sont généralement végétalisés mais peuvent aussi être traités en habillage minéral (revêtement de galets, gabions, ...).

Cette technique est de type extensif, avec des ratios de l'ordre de 10 à 30 m^2 imperméable par m^2 d'ouvrage. A ce titre il est adapté à l'infiltration dans des terrains relativement peu favorables. Selon que ces techniques sont mises en œuvre pour réaliser du stockage ou du transfert, et qu'elles sont utilisées seules ou en combinaisons, elles sont adaptées à la gestion des eaux pluviales d'opérations de densité plus ou moins élevées : de densités faibles de type lotissement pour des ouvrages de stockage recueillant toutes les eaux pluviales, à des densités élevées pour des ouvrages de transfert ou utilisés en combinaisons avec d'autres ouvrages de régulation (toitures végétalisées par exemple).

Principes de conception

Dimensionnement : le volume de stockage est évalué par la méthode des pluies décrite au paragraphe III.6.

La conception des noues et fossés doit tenir compte de plusieurs paramètres :

- une pente importante n'est pas rédhibitoire : la mise en place de cloisons ou redents est nécessaire pour maintenir un volume de stockage suffisant et limiter les vitesses d'écoulement,
- à l'inverse une pente minimale de 0,5 % est souhaitable, en particulier pour les ouvrages de transport. En cas de pente inférieure (0,2 à 0,3 %) et de terrain peu perméable, un aménagement de cunette en béton ou une tranchée drainante peut être réalisé en fond d'ouvrage pour en améliorer les conditions de vidange,
- l'emprise au sol disponible : la noue ou du fossé peut être triangulaire ou trapézoïdale. La section peut être variable pour s'adapter aux contraintes d'encombrement et s'intégrer au mieux dans son environnement. Il est déconseillé d'implanter une noue dans l'emprise de réseaux concessionnaires.
- la nature du sol et la hauteur de la nappe : en dehors des zones d'infiltration réglementées (périmètres de protection des captages) ou de risques importants de pollution accidentelle, l'infiltration est à privilégier. Dans ce cas, la perméabilité du sol et la hauteur de la nappe doivent être définis (cf. § III.4, V.1.3 et II.3.3.1.5 du guide, respectivement intitulés « calcul d'un débit d'infiltration » et « critères de faisabilité de l'infiltration »).

Les pentes transversales doivent rester, dans la mesure du possible, faibles (pentes 3/1 ou 4/1 par exemple) afin de faciliter l'entretien ultérieur, mais aussi pour une meilleure intégration paysagère.

Par ailleurs, il est tout à fait possible de planter des arbres dans la noue. Les arbres, par leur développement racinaire, permettent d'améliorer l'infiltration et participent également à la régulation de l'eau par évapotranspiration (cf. § III.2 du guide). Il est alors préférable de planter des espèces adaptées aux milieux humides.

Règles de gestion

L'entretien des noues dépend de son environnement et de la fonctionnalité de la noue ou du fossé (espace vert accessible ou non au public). Il est généralement similaire à celui d'un espace vert : tonte du gazon une à deux fois par mois (avec évacuation des produits de tonte), arrosage, ramassage des feuilles, des débris et des déchets en limitant l'usage de fertilisant et en interdisant les désherbants chimiques.

L'éventuel organe de régulation de débit doit également être surveillé et entretenu périodiquement.

Par ailleurs, il est recommandé de ne pas tasser ou compacter le sol des noues d'infiltration au risque de diminuer la capacité d'infiltration.

Avantages	Inconvénients
👍 Coût de réalisation relativement faible 👍 Conception simple 👍 Entretien simple 👍 Très bonne intégration paysagère et aspect plurifonctionnel 👍 Avantages de l'exutoire sol lorsque l'ouvrage n'est pas étanché (« zéro rejet » possible, participe à la recharge des nappes) 👍 Dépollution des EP par décantation et par des processus biologiques 👍 Sensibilisation du public à la gestion des eaux pluviales	👎 Difficile à mettre en place en site urbain très dense 👎 Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle, ou de salage routier d'une part et d'autre part de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage)

LES BASSINS D'INFILTRATION

Description

Le bassin d'infiltration est un ouvrage de régulation des eaux pluviales et de ruissellement conçu pour stocker temporairement un volume d'eau et le restituer en totalité suite à un épisode pluvieux.
Ils peuvent prendre plusieurs formes :

- Bassins à ciel ouvert secs : de l'eau n'y pénètre que lors des événements pluvieux. Par temps sec, ils peuvent avoir un autre usage (zone piétonne, jardin ou aire de jeu).
- Bassins à ciel ouvert en eau et mares : étanchéifiés en partie basse, ils se caractérisent par un niveau d'eau conservé en permanence. Ils peuvent éventuellement être aménagés comme écosystèmes (cf. § II.1.2 du guide). Lors d'événements pluvieux, le niveau d'eau s'élève temporairement et le bassin déborde sur une zone prévue à cet effet pour retenir et infiltrer les eaux de ruissellement.
- Bassins enterrés : cette option est à réserver aux contextes de fortes contraintes foncières et constitue un des domaines d'application des SAUL

Figure 44 : Marre d'infiltration (Rombaut, 2010)

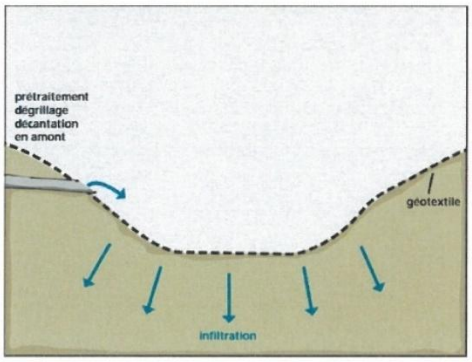

Figure 45 : Schéma de bassin d'infiltration (Conseil régional Rhones-Alpes, 2006)

Fonction

La principale fonction du bassin d'infiltration est de stocker puis d'évacuer l'eau vers le sol.

Gamme d'utilisation

Ce type de technique s'adapte à différentes tailles de projet (parcelle individuelle, lotissement, ZAC, zone industrielle ou commerciale).

Principes de conception

Alimentation

Ces ouvrages peuvent être directement alimentés par un réseau pluvial (collecteur ou réseau de surface) ou par ruissellement direct. Ils peuvent aussi être implantés en dérivation du réseau pluvial. Dans ce dernier cas, le bassin n'est alimenté que par surverse, ce qui évite la sollicitation systématique du bassin pour les faibles débits.

Stockage

Les fiches « bassins en eau à ciel ouvert», « bassins secs » et « bassins enterrés » donnent des préconisations relatives à la fonction de stockage.

Evacuation

Par définition la vidange s'effectue par infiltration. Le dimensionnement de la surface d'infiltration se fait en relation avec la capacité de stockage sur les bases détaillées aux paragraphes III.5 et V.1.4.

Dispositions diverses

Bassins à ciel ouvert en eau ou mares :

- Les végétaux plantés doivent supporter des périodes de submersion et des périodes sèches ;
- Il faut limiter les implantations de plantes invasives de type Renouée du Japon qui conduisent à l'obstruction des équipements, et éviter la présence d'arbres à feuilles caduques. Les prairies sont résistantes et demandent peu d'entretien.
- Les pentes de l'ouvrage doivent être faibles (3 m en longueur pour 1 m en hauteur) ;
- Pour éviter le colmatage prématuré de l'ouvrage, il faut éviter le tassement du fond lors des travaux et procéder au décompactage une fois les terrassements terminés ;
- Le compactage des berges doit également être évité afin de conserver leur capacité d'infiltration. Celle-ci peut être favorisée par l'installation de massifs drainants ;

Bassins à ciel ouvert secs :

- La plupart des prescriptions des bassins en eau restent applicables
- Des zones boueuses peuvent se former en fond de bassin. Il convient alors de prévoir un horizon drainant, qui permet également être une meilleure répartition des flux infiltrés. Dans le cas d'un bassin d'infiltration, il n'y a pas lieu de prévoir d'exutoire spécifique à ce système drainant : le sol constitue l'exutoire principal du bassin

Bassins enterrés :

- Il faut prévoir un accès pour l'entretien (regard à l'amont de chaque travée dans les SAUL)

Règles de gestion	
Les éléments de gestion propres à la fonction d'infiltration centralisée portent une attention particulière à la qualité des eaux admises pour retarder le colmatage, par exemple en prévoyant un ouvrage de décantation à l'amont. Un entretien régulier est nécessaire pour éviter la prolifération d'espèces indésirables comme les moustiques. Les plantes doivent être éclaircies annuellement. Un décapage de surface par des moyens légers est nécessaire tous les 10 ans. L'usage d'engins lourds est à prohiber afin d'éviter tout tassement préjudiciable à la perméabilité. Il faut éviter les déversements les eaux polluées (eaux de nettoyage des sols, des voitures ou des toitures contenant des agents chimiques par exemple) dans l'ouvrage.	
Avantages	**Inconvénients**
👍 Avantages de l'exutoire sol (« zéro rejet » possible, participe à la recharge des nappes…) 👍 Bonne intégration paysagère possible 👍 Surcoût négligeable par rapport à la fonction de stockage, de toute façon nécessaire	👎 Difficile à mettre en place en site urbain dense 👎 Ouvrage centralisé nécessitant en général un réseau de collecte en amont 👎 Risques de nuisances (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux,…) par défaut de réalisation ou manque d'entretien 👎 Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle, de salage routier d'une part et d'autre part de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage)

LES TRANCHÉES D'INFILTRATION/FOSSÉ DRAINANT

Description

Tout comme les noues ces structures sont des ouvrages linéaires de régulation de débit, mais ils sont remplis de matériaux poreux.

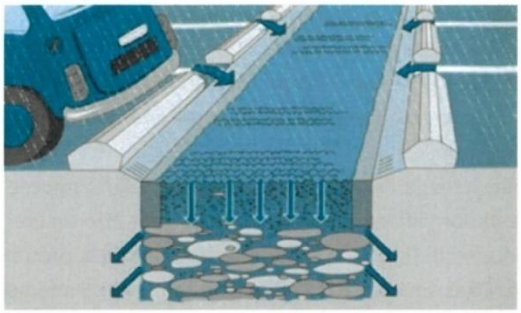

Figure 46 : Exemples de tranchées d'infiltration (Région Rhône-Alpes, 1994)

Figure 47 : tranchée d'infiltration, ZAC des chênes, Corbas (Communauté Urbaine du Grand Lyon, 2008)

Fonction

Ils permettent de stocker temporairement les eaux de ruissellement avant évacuation dans le sol ou vers l'aval.

Gamme d'utilisation

Par leur faible emprise au sol, ces techniques sont parfaitement adaptées aux zones urbaines, et peuvent répondre aux besoins de différents types d'espaces :

- A proximité d'une maison (base de murs, espace entre les bandes de roulement d'une descente de garage), à condition que les fondations de celle-ci ou un éventuel sous-sol soient bien protégés d'un excès d'humidité
- En bordure de parcelle
- En bordure ou même sous voirie (piétonne ou trafic léger).

Il est conseillé d'éloigner l'ouvrage à une distance minimale de 3 mètres des arbres ou des arbustes, afin d'éviter la pénétration de racines.

Principes de conception

Les matériaux de surface peuvent être un revêtement étanche ou drainant (lorsque des véhicules y circulent), des galets ou des graviers ou encore un revêtement enherbé.
La tranchée peut être remplie de graves ou de matériaux alvéolaires.

Alimentation

L'alimentation diffuse peut s'effectuer par infiltration des eaux de ruissellement à travers le revêtement poreux. Sur les voiries légères peuvent être utilisés des matériaux poreux non jointifs.
L'alimentation localisée peut se faire par avaloir ou par des drains diffuseurs issus d'un regard placé à l'amont. Elle peut également se faire par caniveaux drainants. Ce type d'alimentation permet également de raccorder des apports extérieurs.
L'impossibilité de curer ces tranchées (à l'exception de certaines SAUL) impose un prétraitement efficace des eaux infiltrées. Pour une alimentation diffuse, ce prétraitement peut être assuré par la couche de surface ce qui se traduit par un colmatage progressif. Pour une alimentation localisée le prétraitement est intégré aux avaloirs ou aux caniveaux d'infiltration. Dans tous les cas l'efficacité de ces prétraitements s'accompagne de sujétions d'entretien, nécessitant une accessibilité des ouvrages.

Stockage

Le stockage s'effectue dans les vides des matériaux poreux. Ces derniers peuvent être de différents types. Ils doivent être choisis en fonction des contraintes mécaniques horizontales ou verticales qu'ils auront à subir, c'est à dire de l'aménagement en surface. Le volume de stockage à prévoir dépend de l'impluvium raccordé et du débit de vidange (cf. § III.6). Il est déterminé par la porosité et l'épaisseur du matériau, qui constitue le principal paramètre de dimensionnement.
Si la **pente du terrain** est trop importante (>1%), l'eau risque de s'accumuler dans les points bas et de déborder, ce qui limite le volume utile de stockage. Il est possible d'augmenter la capacité de stockage en mettant en place des cloisons. A l'inverse, il est souhaitable de donner de légères pentes (≤1%) pour limiter la durée de vidange si celle-ci se fait par transfert vers un exutoire aval. Les pentes nulles ne posent aucun problème pour une vidange par infiltration et sont même recommandées pour assurer une distribution uniforme des débits infiltrés...
Il est recommandé de disposer un géotextile sur les parois de l'ouvrage afin de faire obstacle aux matériaux fins susceptibles de pénétrer dans la tranchée et de la colmater.

Evacuation

La vidange de la tranchée à débit régulé peut s'effectuer selon deux modes :

- ✓ par des drains placés au fond, conduisant vers un exutoire aval. L'ouvrage s'appelle alors une tranchée drainante ;
- ✓ soit par infiltration des eaux dans le sol. L'ouvrage s'appelle alors une tranchée d'infiltration.

En dehors des zones d'infiltration réglementée (périmètres de protection des captages) ou de risques importants de pollution accidentelle, l'infiltration est à privilégier. Dans ce cas, la perméabilité du sol et la hauteur de la nappe doivent être définis (cf. fiche technique « bassin d'infiltration et paragraphes III.5 et V.1.4).
Le débit de vidange est fonction des capacités d'infiltration des parois du fond.

Règles de gestion
L'entretien consiste principalement à maintenir en état les dispositifs d'alimentation : ✓ alimentation à travers le revêtement poreux : nettoyage ou remplacement des matériaux colmatés, le cas échéant entretien de la végétation ✓ alimentation par drain issu de regards : nettoyage des regards ; ✓ le géotextile doit être changé lorsqu'il est colmaté ; ✓ en cas de pollution accidentelle, les matériaux doivent être remplacés. Il est conseillé de ne pas déverser les eaux polluées dans l'ouvrage (eaux de nettoyage des sols, des voitures ou des toitures contenant des agents chimiques par exemple), et de protéger la tranchée contre le colmatage en cas de travaux à proximité.

Avantages	Inconvénients
👍 Faible emprise au sol (exige moins de surface qu'une noue) 👍 Avantages de l'exutoire sol lorsque l'ouvrage n'est pas étanché: • « zéro rejet » possible • Participe à la recharge des nappes 👍 Coût relativement peu élevé 👍 Mise en œuvre relativement simple 👍 contrôle visuel possible de l'état de l'ouvrage notamment au niveau du regard du drain d'injection, ou en cas de stagnation en surface 👍 Adaptée à la gestion individuelle et collective	👎 Entretien des ouvrages de prétraitement et contrôle régulier du colmatage 👎 Une réfection peut être nécessaire en cas de colmatage généralisé ou de pollution accidentelle. 👎 Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle, ou de salage routier d'une part et d'autre part de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage)

LES CANIVEAUX FILTRANT INFILTRANT / FILTRANT ETANCHES

Description

Il s'agit d'ouvrages linéaires combinant la collecte des eaux pluviales et leur traitement par filtration à travers un matériau poreux artificiel (substrat). Plusieurs constructeurs proposent des produits présentant des similitudes d'encombrement.

Figure 48 : Exemple de caniveau filtrant infiltrant (Funke)

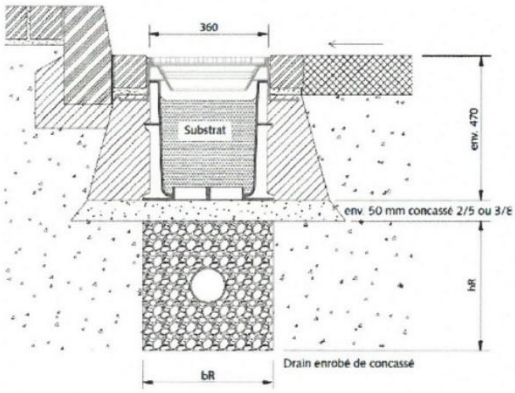

Figure 49 : Exemple de mise en œuvre (Funke)

Fonction

Ils permettent de traiter et, au besoin de stocker temporairement, les eaux de ruissellement avant évacuation dans le sol, soit directement sur place (caniveau filtrant infiltrant) soit déportée à l'aval (caniveau filtrant étanche).

Gamme d'utilisation

Par leur faible emprise au sol et leur capacité à supporter des charges roulantes, ces techniques sont adaptées aux zones urbaines, jusqu'aux chaussées à trafic intense : parkings, cours, zones d'activités, ...
Les caniveaux filtrant étanches, du fait de leur étanchéité, acceptent la proximité des arbres ou des arbustes, ne craignant pas la pénétration de racines.

Principes de conception

Il s'agit d'un ensemble cohérent d'éléments préfabriqués : grilles de surface, éléments d'extrémités, dispositif de trop-plein, et bien sûr caniveaux proprement dits :

- les caniveaux filtrant étanches ont un compartiment contenant le substrat qui surmonte une partie libre pour l'écoulement ;
- lorsqu'elle est présente, une partie libre située au-dessus du substrat permet un stockage temporaire. Un trop-plein permet d'évacuer les débits de ruissellement excédant le débit de filtration.

La grille en surface peut être retirée, en secteur non carrossable, ce qui permet la plantation de végétaux directement dans le substrat.

Alimentation

L'alimentation diffuse peut s'effectuer par collecte des eaux de ruissellement à travers la grille puis filtration dans le substrat traitant. Le cas échéant, un dispositif de trop-plein assure l'écoulement des eaux excédentaires en cas d'orage. Les constructeurs déclarent une capacité d'alimentation de 10 à 20 m²/ml. Le dimensionnement est fait en fonction des occurrences de pluies devant être traitées (par exemple 2 ans) et des capacités d'infiltration du sol.

Certains constructeurs intègrent un bac de sédimentation piégeant les solides grossiers, avant le passage sur le substrat traitant. Il conviendra alors de le nettoyer régulièrement.

Stockage

Selon les modèles, la capacité de stockage varie de 3 à 110 litres/ml ! S'agissant de produits préfabriqués, il faut se rapprocher des constructeurs pour le dimensionnement.

Evacuation

La vidange du caniveau peut s'effectuer selon deux modes :

- ✓ par la partie libre sous le substrat traitant, éventuellement constituée d'un simple drain et conduisant vers un exutoire aval. L'ouvrage s'appelle alors un caniveau filtrant étanche ;
- ✓ par infiltration des eaux dans le sol sous l'ouvrage, qui s'appelle alors un caniveau filtrant infiltrant. En dehors des zones d'infiltration réglementée (périmètres de protection des captages) ou de risques importants de pollution accidentelle, l'infiltration est à privilégier. Dans ce cas, la perméabilité du sol et la hauteur de la nappe doivent être définies (cf. fiche technique « bassin d'infiltration » et § III.4 et V.1.4). Le débit de vidange est alors fonction des capacités d'infiltration du fond de l'ouvrage.

Règles de gestion

En phase chantier, le substrat doit être protégé par un géotextile pour éviter sa contamination (colmatage) jusqu'à l'achèvement des dernières constructions.

L'entretien consiste principalement à maintenir en état les dispositifs d'alimentation :

- ✓ alimentation via un bac de décantation (amovible) : dépose, nettoyage et repose du bac ;
- ✓ alimentation directement sur le substrat : nettoyage ou remplacement des matériaux colmatés, le cas échéant entretien de la végétation ; les constructeurs évoquent des durées de 10 à 15 ans sans intervention ;
- ✓ en cas de pollution accidentelle, les matériaux doivent être remplacés. Plus généralement, il est conseillé de ne pas déverser les eaux polluées dans l'ouvrage (eaux de nettoyage des sols, des voitures ou des toitures contenant des agents chimiques par exemple), et de protéger le caniveau contre le colmatage en cas de travaux à proximité.
- ✓

Avantages	Inconvénients
👍 Faible emprise au sol et en profondeur (exige moins de surface et moins de distance à la nappe qu'une noue ou une tranchée drainante) 👍 Traitement des micropolluants (métaux lourds, hydrocarbures) 👍 Avantages de l'exutoire "sol" lorsqu'il s'agit de caniveaux filtrant infiltrant : • « zéro rejet » possible • Participe à la recharge des nappes 👍 Mise en œuvre relativement simple 👍 contrôle visuel possible de l'état de l'ouvrage 👍 Adapté à la gestion individuelle et collective	👎 Entretien des ouvrages, contrôle régulier du colmatage et remplacement du substrat 👎 Une réfection peut être nécessaire en cas de colmatage généralisé ou de pollution accidentelle. 👎 Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle ou de salage routier, et de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage), dans le cas du caniveau filtrant infiltrant. 👎 Coût relativement élevé

LES PUITS D'INFILTRATION

Description

Le puits d'infiltration, ou puits filtrant, est un ouvrage conçu pour infiltrer sur une emprise restreinte tout ou partie des eaux pluviales ou de ruissellement. Sa profondeur (en moyenne comprise entre 2,5 m et 5 m) permet d'atteindre des couches plus perméables que la couche de sol superficiel

Il peut être alimenté par le réseau pluvial (collecteur ou réseau de surface) ou par ruissellement direct. Il est souvent associé à des techniques de stockage de type chaussée-réservoir, tranchée drainante, noue ou même bassin de retenue (voir fiches correspondantes), dont ils assurent alors le débit de fuite.

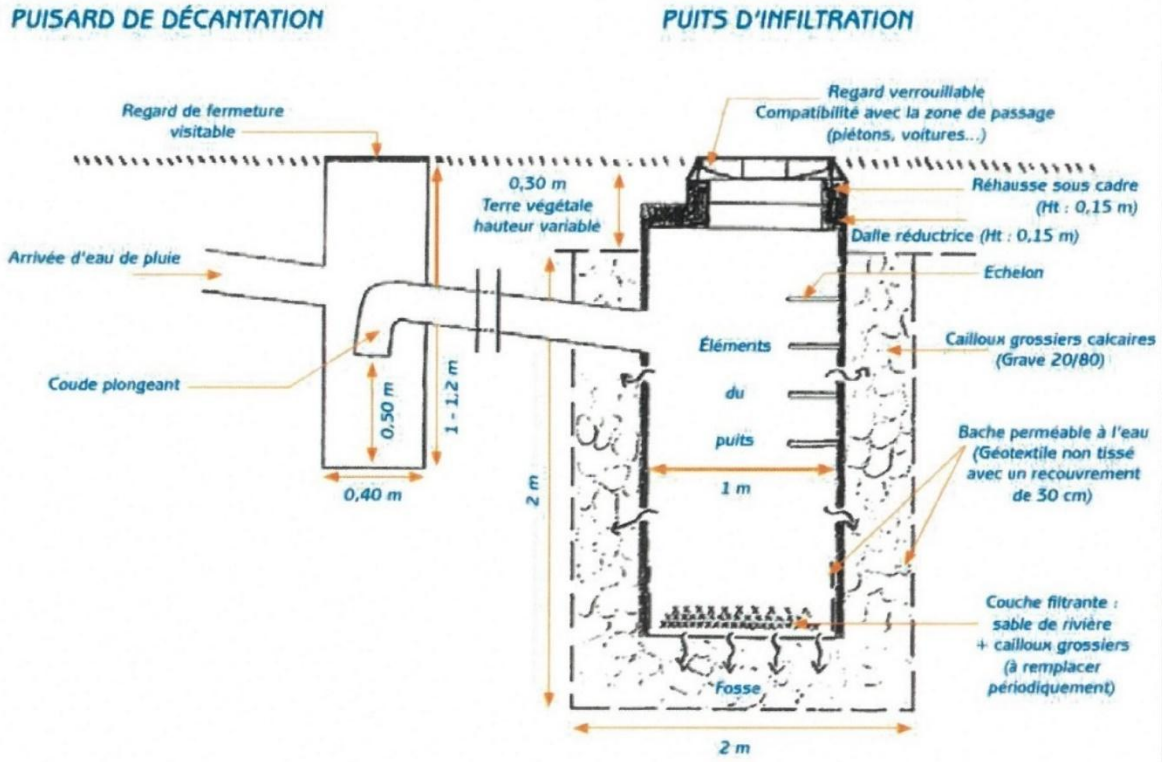

Figure 50 : Schéma d'un puits d'infiltration (ADOPTA, 2006)

Fonction

Les puits filtrants sont des ouvrages ponctuels qui ont pour fonction principale l'infiltration des eaux dans le sol. Ils ont une capacité de stockage propre. Elle est généralement insuffisante et doit être complétée par une capacité supplémentaire.

Gamme d'utilisation

Les puits filtrants sont utilisés pour retenir et infiltrer les eaux pluviales s'écoulant de bassins versants de tailles diverses (parcelle individuelle, lotissement, ZAC, zone industrielle ou commerciale). Les mécanismes en jeu sont comparables à ceux pour des bassins et tranchées d'infiltration (voir fiches correspondantes) mais ils s'en distinguent par leur facteur de charge plus élevé.

Principes de conception

Alimentation

Les puits filtrants sont dimensionnés pour répondre au besoin de la zone collectée et alimentés soit directement par ruissellement, soit par des drains ou collecteurs.

Les eaux collectées doivent être de bonne qualité (fines et risque de pollution). En général, il faut éviter de construire des systèmes d'infiltration sur un remblai, sous les aires de stationnement ou sous les aires à usages multiples. Dans le cas d'un système d'infiltration qui draine une aire de stationnement, il faut utiliser un système de prétraitement raccordé en amont du système d'infiltration, de manière à maximiser la durée de vie utile de ce dernier et éviter qu'il se bouche.

Dans le cas où le puits dessert une surface limitée, toiture par exemple, il faut prévoir d'équiper le puits d'infiltration ou le puisard d'un filtre pour limiter l'entrée de solides et de débris dans le système. Il faut poser, si possible, un tuyau de trop-plein en amont du filtre.

- Un regard décanteur peut être installé en amont du puits lorsque celui-ci draine un bassin versant plus important, ces deux éléments étant raccordés par un siphon pour retenir déchets et autres flottants. Le puits est alors alimenté à partir du regard décanteur par surverse.

Stockage

Dans la majorité des cas, les parois sont autoportantes et ne nécessitent pas un remplissage de la cheminée par un matériau poreux qui viendrait diminuer la capacité de stockage. Dans ce dernier cas, ce matériau de remplissage doit être de bonne qualité (ex. pierres de 50mm bien lavées pour minimiser les risques de colmatage) et protégé par un géotextile approprié.

Le volume utile de la cheminée doit être établi par la méthode des pluies (cf. § III.6). Le volume total est obtenu en se fondant sur la porosité réelle du matériau de remplissage (que l'on considère voisine de 35 %).

Evacuation

Il est essentiel d'évaluer correctement les conditions de sol locales, de vérifier préalablement que l'ouvrage ne se situe pas dans une zone à infiltration réglementée (ex : protection des nappes d'alimentation en eau potable, zone karstique, etc.), d'évaluer le taux de percolation aux différentes profondeurs par des essais préalables, avant d'utiliser des systèmes d'infiltration sur une grande échelle. La configuration d'un puits dépend de la configuration du lot et du taux d'infiltration potentiel (cf. § III.5 et V.1.4). La profondeur de la cheminée doit être maximisée par rapport à son diamètre pour assurer une distribution uniforme et minimiser la remontée de nappe. Des calculs de remontée de nappe peuvent d'ailleurs être nécessaires dans certains cas pour s'assurer notamment, dans le cas où le traitement des eaux usées se fait localement par le sol (assainissement non collectif par exemple), que l'infiltration des eaux pluviales ne vient pas interférer avec les installations septiques.

- La surface d'infiltration requise (surface du fond et/ou des parois) pour drainer le système en l'espace de 24 heures est calculée en fonction du taux de percolation continu en 24 heures. En fin de chantier, il est recommandé de vérifier la capacité de vidange du puits d'infiltration par des essais d'injection
- La distance entre le fond du puits et le niveau le plus élevé de la nappe phréatique doit être suffisamment importante : une couche non saturée sous-jacente d'un à deux m est nécessaire, en fonction de l'importance de la zone drainée.

Les points dont il faut généralement tenir compte lorsqu'on conçoit un système d'infiltration sur le terrain sont les suivants :

Le puits est installé dans la partie basse de parcelle. Il est implanté à une distance minimale de 3 m par rapport à tout végétal arbustif ou arborescent (risque de dégradation de l'ouvrage par le système racinaire) et à plus de 5 m des bâtiments. Pour une implantation plus proche, par exemple en sous-sol, une étude spécifique est nécessaire.

Il est recommandé de prévoir un accès à l'ouvrage (regard) pour l'entretien et la vérification du bon fonctionnement.

Règles de gestion	
L'entretien ne pose pas de problème particulier. Il doit être réalisé avec une fréquence semestrielle ou annuelle. Le puits doit donc être facilement accessible. L'entretien courant concerne : le nettoyage du regard décanteur (le vider de ses boues) et des dispositifs filtrants, la vérification du système de trop plein (s'il existe) et l'entretien des espaces verts environnants. Dans le cas d'une alimentation directe des eaux de ruissellement il faut vérifier les revêtements : entretien de la végétation, vérification de la capacité d'infiltration de la terre végétale en surface (tassement), voire changement. Si le puits est garni de matériaux poreux (galets ou structures alvéolaires), il faut procéder à la vérification et le cas échéant au renouvellement du matériau de remplissage.	
Avantages	**Inconvénients**
👍 Compacité 👍 Participe à la recharge des nappes	👎 Surveillance et entretien réguliers indispensables pour limiter les risques de colmatage et de stagnation des eaux 👎 Ouvrage souvent centralisé nécessitant un réseau de collecte en amont 👎 Contraintes strictes sur la qualité des eaux collectées 👎 Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle, ou de salage routier d'une part et d'autre part de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage)

TOITURES STOCKANTES NON VEGETALISÉES

Description

Une toiture stockante non végétalisée est une toiture terrasse classique dont l'évacuation est équipée d'un régulateur qui limite le débit de vidange. Ce dispositif est complété par un trop plein situé à une hauteur suffisante pour permettre le stockage.

Fonction

Cette technique consiste à profiter des surfaces offertes par les toitures pour aménager un volume consacré au stockage temporaire des eaux de pluie. L'objectif est donc de réguler le débit de ruissellement issu de la parcelle où se situe le bâtiment concerné.
Cette technique présente des similitudes avec les toitures stockantes végétalisées qui présentent également une capacité de stockage. Ces dernières permettent de plus une réduction importante du volume d'eaux déversées au réseau, ce qui n'est pas le cas des toitures non végétalisées.

Gamme d'utilisation

Cette technique se montre tout à fait adaptée aux zones urbaines denses, et peut être utilisée sur des bâtiments neufs ou en rénovation.

Figure 51 : Toiture-terrasse stockante (Communauté Urbaine du Grand Lyon, 2008)

Principes de conception

La toiture terrasse stockante se caractérise par une surface plane ou légèrement inclinée (0,1 à 5 %) bordée d'acrotères, c'est à dire de murets de quelques dizaines de centimètres de hauteur. Ainsi, par sa morphologie, elle constitue un réceptacle adapté à la rétention des eaux de pluie. La lame d'eau à stocker est déterminée par la méthode exposée au paragraphe III.6.
La hauteur d'eau correspondante est obtenue en tenant compte de la porosité de la couche drainante (30% pour du gravier). Pour mobiliser cette capacité de stockage il faut limiter le débit d'évacuation en disposant des régulateurs sur les descentes d'eau. La capacité de ces régulateurs dépend de la surface desservie mais elle est toujours très faible (de l'ordre de 1l/mn) ce qui peut poser des problèmes de fiabilité.
Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de Documents Techniques Unifiés propre à la fonction de rétention des toitures terrasses. Par contre, sont parues des "règles professionnelles pour la conception et la réalisation des toitures terrasses destinées à la retenue temporaire des eaux pluviales". Ces règles n'ont pas force de loi, mais ont obtenu l'agrément des assureurs. Selon ces règles, édictées par la Chambre Syndicale Nationale de l'Étanchéité (CSNE) :

Evacuation

Le dispositif d'évacuation doit permettre de réguler le débit tout en limitant l'accumulation, feuilles et autres débris, grâce à un dégrilleur.

Certains dispositifs permettent de limiter le débit jusqu'à un certain seuil, puis font ensuite office de trop-plein (voir ci-dessous), tandis que d'autres n'assurent que la fonction de régulation. Il est préférable d'employer des régulateurs préfabriqués, spécifiquement adaptés et calibrés pour des débits très faibles.

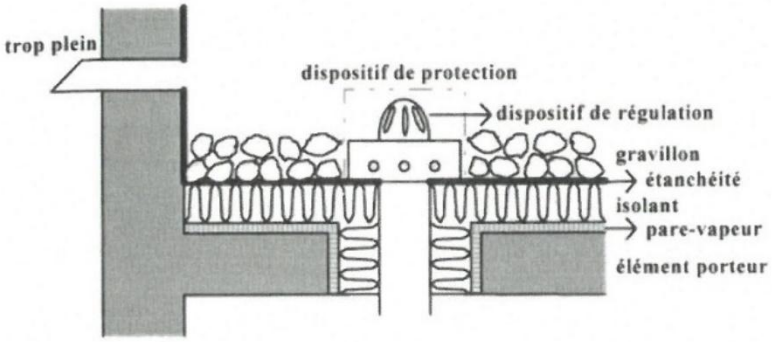

Figure 52 : Exemple de constitution d'une toiture terrasse stockante (Azzout Y., 1994)

Règles de gestion

L'entretien des toitures stockantes, comme pour toute autre toiture terrasse, consiste en une visite régulière afin de veiller au bon état des évacuations et limiter les accumulations intempestives (feuilles, papiers, etc.). Les règles édictées par le CNSE préconisent pour les toitures stockantes deux visites annuelles réalisées par un professionnel qualifié, l'une après l'automne pour enlever les feuilles mortes et l'autre avant l'été. Par ailleurs, les mousses doivent être retirées (par des moyens mécaniques) tous les trois ans en moyenne au niveau du dispositif de régulation.

Dans le cadre de ces visites, il importe que la végétation parasite qui se développe soit arrachée ; cela pour éviter l'extension de la végétation et, indirectement, lors du dépérissement des végétaux, le colmatage des évacuations.

Il faut éviter d'utiliser des produits chimiques pour le traitement de la végétation pour ne pas polluer l'eau.

Avantages	Inconvénients
Surcoût négligeable par rapport à une toiture terrasse classique	Peu d'abattement. Régulation des débits avec facteur de charge de 1/1.
Pas d'emprise foncière supplémentaire	Entretien régulier (2 visites d'entretien par an d'après la chambre syndicale d'étanchéité)
Bonne intégration dans le tissu urbain	Nécessité d'une réalisation soignée faite par des entreprises qualifiées
Adaptable aux toitures terrasses traditionnelles	Non adaptée aux toits de pente supérieure à 2%

LES BASSINS SECS PAYSAGERS

Description

Le bassin sec paysager est un ouvrage de régulation à ciel ouvert des eaux pluviales et de ruissellement conçu pour stocker temporairement un volume d'eau et le restituer en totalité suite à l'épisode pluvieux. Le volume de stockage est égal au volume utile du bassin auquel il faut ajouter le volume mort (par exemple, volume non disponible au-dessus du radier de l'arrivée).

Après stockage, les eaux pluviales sont soit évacuées à débit régulé vers un exutoire superficiel (bassin de rétention), soit infiltrées dans le sol (bassin de rétention-infiltration).

Le bassin sec est vide la majeure partie du temps et sa durée d'utilisation hydraulique est très courte, de l'ordre de quelques heures.

Il est aménagé en espace multi-usages pour favoriser son intégration dans l'environnement urbain. Un bassin sec peut également être revêtu en cas de sensibilité particulière du sol (géomembrane, béton, ...) ou de risque important de pollution des eaux pluviales.

Ces ouvrages peuvent être alimentés par le réseau pluvial (collecteur ou réseau de surface) ou par ruissellement direct. Ils peuvent aussi être implantés en dérivation du réseau pluvial. Dans ce dernier cas, le bassin n'est alimenté que par surverse, ce qui évite la sollicitation systématique du bassin pour les faibles débits.

Figure 53 : Bassin Lagorce, Rue de Grattecap à Blanquefort (Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014)

Figure 54 : Bassin étanche, avenue de la Libération, Ambarès-et-Lagrave (Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014)

Fonction

La principale fonction du bassin sec paysager est de stocker puis d'évacuer l'eau à débit régulé soit vers un exutoire de surface, soit vers le sol (cf. fiches relatives aux équipements d'infiltration).
L'ouvrage peut avoir des fonctions secondaires comme la dépollution des eaux pluviales par décantation ou filtration. Cette fonction dépend principalement de la forme et de la conception du bassin.
Le bassin à ciel ouvert paysagé peut également être valorisé dans l'aménagement en ouvrant l'ouvrage au public (cf. § II.1.2 du guide) : espaces verts inondables, parc, zone de loisir...moyennant une conception adaptée aux contraintes de sécurité. Il s'agit alors d'un espace public inondable (voir la fiche correspondante).

Gamme d'utilisation

Ce type de technique s'adapte à différentes tailles de projet (parcelle individuelle, lotissement, ZAC, zone industrielle ou commerciale).
Toutefois, s'agissant d'un ouvrage collectif, il est plus particulièrement adapté aux grandes surfaces imperméabilisées.

Principes de conception

La conception du bassin se fait en fonction des contraintes propres à chaque site (topographie, hydrogéologie, occupation du sol, type d'activité sur le bassin de collecte, ...) et de l'usage qui en est fait (ouverture au public, dépollution, ...). Un certain nombre de préconisations faites pour les bassins en eau sont directement transposables aux bassins secs.

Alimentation
Le mode d'alimentation du bassin définit sa position et donne des indications sur les paramètres à contrôler lors de sa conception et de sa réalisation :

- Alimentation par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau) : le bassin est un vase d'expansion du réseau pluvial.
- Alimentation par ruissellement direct des surfaces vers le bassin : ne peut être mis en œuvre que pour des petits bassins versants. Il permet de limiter, voire de supprimer le réseau pluvial classique.

Dans tous les cas, il faut vérifier l'altimétrie de raccordement entre le fil d'eau en sortie d'ouvrage et celui de l'exutoire final (réseau public, milieu hydraulique superficiel).
On doit de façon générale limiter le nombre d'entrées au bassin pour faciliter la gestion de l'ouvrage (contrôles de fonctionnement, entretien des zones d'admission)
Lors de la conception des bassins ouverts au public, il est nécessaire de prévoir un prétraitement en amont (dégrillage, dessablage,...) afin de limiter les pollutions visuelles.

Zone de stockage
Dimensionnement : le volume de stockage est évalué par la méthode des pluies décrite au paragraphe III.6.
De façon générale, les principes à respecter sont les suivants :

- son implantation est à privilégier en point bas de l'aménagement,
- les pentes des talus doivent être les plus faibles possibles pour assurer leur stabilité mais aussi pour faciliter leur entretien. Des talus de faible pente (4 en horizontal pour 1 en vertical au maximum) associées à de faibles hauteurs d'eau favorisent également l'intégration paysagère et l'ouverture au public,
- un drainage efficace du fond de bassin (pente de 1 à 2 % minimum sur géomembrane, drain, cunette, caniveau) est impératif afin d'éviter les stagnations d'eaux propices aux développements d'odeurs et de

moustiques.

- une protection contre l'érosion de type enrochement peut s'avérer nécessaire au débouché du réseau de collecte dans le bassin,
- un accès pour l'entretien des talus et du fond du bassin est indispensable. Cet accès peut se matérialiser par une rampe (pente de 10 à 15%) ou bien par des talus très doux permettant la descente d'engins.
- Une signalétique adaptée peut sensibiliser le public aux fonctions de l'ouvrage (hydraulique, paysage etc.) et aux précautions qui lui sont associées (sécurité, propreté etc.).
- La vidange des eaux de crue du bassin de rétention en eau, doit être effectuée dans un laps de temps suffisamment court (généralement < 24 h maximum) pour que le bassin puisse être fonctionnel lors d'évènements pluvieux successifs, ainsi que pour des raisons de sécurité des riverains et de salubrité (risques liés à un volume de stockage plus important)

La topographie du site peut imposer la mise en œuvre de digues ou encore un barrage en terre pour la constitution du bassin. Dans ce cas, il convient de respecter certaines règles strictes de conception et de réalisation afin d'assurer la sécurité de l'ouvrage et des riverains (pente des talus, ancrage, matériau, étanchéité, trop-plein…).

Pour les bassins en déblais, un cheminement des eaux en surface doit être prévu vers l'aval en cas de saturation de l'ouvrage pour des pluies exceptionnelles (NS 3).

Au cours des phases de stockage, un abattement d'une partie des eaux par évapotranspiration est envisageable (cf. § III.3).

Si l'étude révèle un sol favorable à l'infiltration, le bassin mis en œuvre est conçu comme un bassin d'infiltration (cf. fiche technique « bassin d'infiltration et paragraphes III.5 et V.1.4).

A propos de la décantation, le lecteur peut se reporter au paragraphe VI.3.4.2.

Ouvrages d'évacuation et de régulation

Ils comportent :

- une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité),
- un organe ou orifice de régulation,
- une surverse de sécurité.

Il y a plusieurs types de mécanismes de contrôle et d'aménagement possibles à la sortie d'un bassin sec. Généralement, il est préférable que les ouvrages soient localisés dans la digue et dans une chambre pour faciliter l'accès et les activités d'entretien. Un déversoir d'urgence doit être prévu au cas où il y aurait colmatage des autres orifices. La conduite de sortie de la chambre doit par ailleurs être de dimensions suffisantes pour accepter les débits maximaux.

Une vanne d'isolement doit systématiquement être mise en place pour confiner toute pollution accidentelle. La restitution des eaux au milieu naturel, se fait après dépollution préalable dans un bassin de rétention.

Règles de gestion
L'entretien des bassins secs est indispensable pour assurer leur pérennité et permettre une meilleure acceptation par le public. A défaut, un bassin peut rapidement devenir inesthétique, inopérationnel et source de nuisances. L'entretien doit être en relation avec l'utilisation du bassin (multifonctionnalité ou pas), sa fréquence de sollicitation et l'efficacité des ouvrages de protection entrée/sortie (dessableur, dégrillage,...). Les opérations d'entretien préventif consistent en : • une vérification des ouvrages d'alimentation (incluant le ou les dégrilleurs) après chaque pluie importante, • une tonte une à deux fois par mois (avec évacuation des produits de tonte) et un entretien de type espace vert (tonte, arrosage, ...), en limitant l'usage de fertilisant et en interdisant les désherbants chimiques, pour les bassins paysagés ouverts au public, • un balayage et raclage de la surface pour les bassins revêtus, • le ramassage des flottants et autres déchets une à deux fois par mois, • le curage et l'entretien des ouvrages de prétraitement et de régulation de débit, • l'entretien des abords (accès, clôture éventuelle, ...). En curatif (intervalle de quelques années), il convient de prévoir l'enlèvement et l'évacuation des sédiments accumulés en fond d'ouvrage. Les bassins paysagers ouverts au public présentent un grand intérêt car cet usage secondaire permet en général de fiabiliser l'entretien de l'ouvrage et de rentabiliser le coût des acquisitions foncières. Il faut toutefois veiller à ce que cette utilisation ne se fasse pas au détriment de l'usage premier de régulation des eaux pluviales.

Avantages	Inconvénients
👍 Coût de réalisation relativement faible 👍 Conception assez simple 👍 Important retour d'expérience 👍 Possibilité de bonne intégration paysagère et aspect plurifonctionnel (réutilisation des surfaces pour d'autres usages) 👍 Sensibilisation du public à la gestion des eaux pluviales 👍 Dépollution efficace par décantation (dépend toutefois de la conception) 👍 Participe à la recharge des nappes lorsque l'ouvrage n'est pas imperméabilisé	👎 Emprise foncière importante, difficile à mettre en place en site urbain dense 👎 Ouvrage centralisé nécessitant en général un réseau de collecte en amont 👎 Risque d'accident en cas de profondeur importante, notamment pour les ouvrages en remblai 👎 Risque de pollution de la nappe (en cas de pollution accidentelle, de salage routier d'une part et d'autre part de perméabilité très importante du sol ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage)

MEMENTO TECHNIQUE 2017
- CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET DE COLLECTE DES EAUX USEES -

LES BASSINS DE RÉTENTION EN EAU

Description

Le bassin de rétention en eau est un plan d'eau permanent dans lequel sont déversées les eaux de pluie et de ruissellement générées par l'urbanisation ou l'aménagement d'un site au cours d'un épisode pluvieux. Il peut jouer plusieurs fonctions : hydraulique, qualitative, paysagère, mais aussi sociale.
Cette fiche présente le bassin de rétention en eau strict : son dimensionnement se fait sans prendre en compte une éventuelle infiltration des eaux collectées.

Fonction

Quelle que soit sa taille, le bassin de rétention en eau abrite toujours un « écosystème » aquatique dont l'équilibre dépend des variations de volume et de qualité dues aux apports pluviaux. Il est le plus souvent utilisé comme un plan d'eau permanent et paysager susceptible d'accueillir des activités de loisir variées.
D'un point de vue hydraulique le marnage (variation de niveau) du plan d'eau permet de stocker les eaux de pluie et de ruissellement pour restituer un débit d'évacuation régulé vers un exutoire (le réseau public, le milieu hydraulique superficiel ou un système d'infiltration). Le maintien en eau permanent ne contribue en rien à cette fonction hydraulique mais il permet d'assurer le piégeage de la plupart des polluants associés au ruissellement urbain.

Figure 55 : Bassin de rétention (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2013)

Figure 56 : Bassin Lucatet à Mérignac (Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014)

Gamme d'utilisation

Un bassin avec retenue d'eau permanente peut s'utiliser dans plusieurs types de contexte comme dans le cadre d'aménagements résidentiels de densités variables, ou de secteurs industriels ou commerciaux, pour lesquels il peut remplir les fonctions citées ci-dessus (hydraulique, qualitative, voire paysagère et/ou sociale). Il peut tout à fait s'insérer dans un cadre urbain relativement dense : la surface foncière nécessaire (fonction de la hauteur de marnage, souvent limitée pour être compatible avec des usages récréatifs évoqués au § II.1.2 du guide) peut être valorisée par des fonctions non hydrauliques.
Leur taille varie en fonction de leurs usages et du volume de rétention nécessaire. Elle peut varier de la petite mare en fond de jardin jusqu'au lac accueillant des activités nautiques. Leur dimension conditionne le type d'utilisation et d'exploitation.

Principes de conception

Les bassins de rétention en eau sont principalement constitués de trois parties : un ouvrage d'alimentation, une zone de stockage et un ouvrage de régulation (garantissant le débit de fuite).

Alimentation
Le mode d'alimentation du bassin définit sa position et donne des indications sur les paramètres à contrôler lors de sa conception et de sa réalisation :

- Alimentation par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau) : le bassin est un vase d'expansion du réseau pluvial.
- Alimentation par ruissellement direct des surfaces vers le bassin : ne peut être mis en œuvre que pour des petits bassins versants. Il permet de limiter, voire de supprimer le réseau pluvial classique.

Dans tous les cas, il faut vérifier l'altimétrie de raccordement entre le fil d'eau en sortie d'ouvrage et celui de l'exutoire final (réseau public, milieu hydraulique superficiel).
On doit de façon générale limiter le nombre d'entrées au bassin pour faciliter la gestion de l'ouvrage (contrôles de fonctionnement, entretien des zones d'admission)
Ce type de bassin ayant vocation à être accessible au public, il est nécessaire de prévoir un prétraitement en amont afin de limiter les pollutions visuelles. Cette cellule de prétraitement doit comprendre un système de dégrillage (piège à flottants) et une zone plus profonde (1 m min.) renforcée par de l'enrochement pour minimiser l'érosion et la remise en suspension des particules. Elle doit être séparée du reste du bassin par une berme en matériau granulaire afin de confiner les produits décantés. Le fond de la cellule doit être en béton ou avec un autre type de matériau relativement lisse et résistant, de façon à faciliter l'enlèvement des sédiments. Si la berme est submergée (ce qui est recommandé pour ne pas inciter les personnes à y accéder), son sommet doit être de 150 à 300 mm sous le niveau de la retenue permanente. Les conduites installées dans la berme doivent par ailleurs avoir leur radier au moins 0,6 m au-dessus du fond de la cellule.

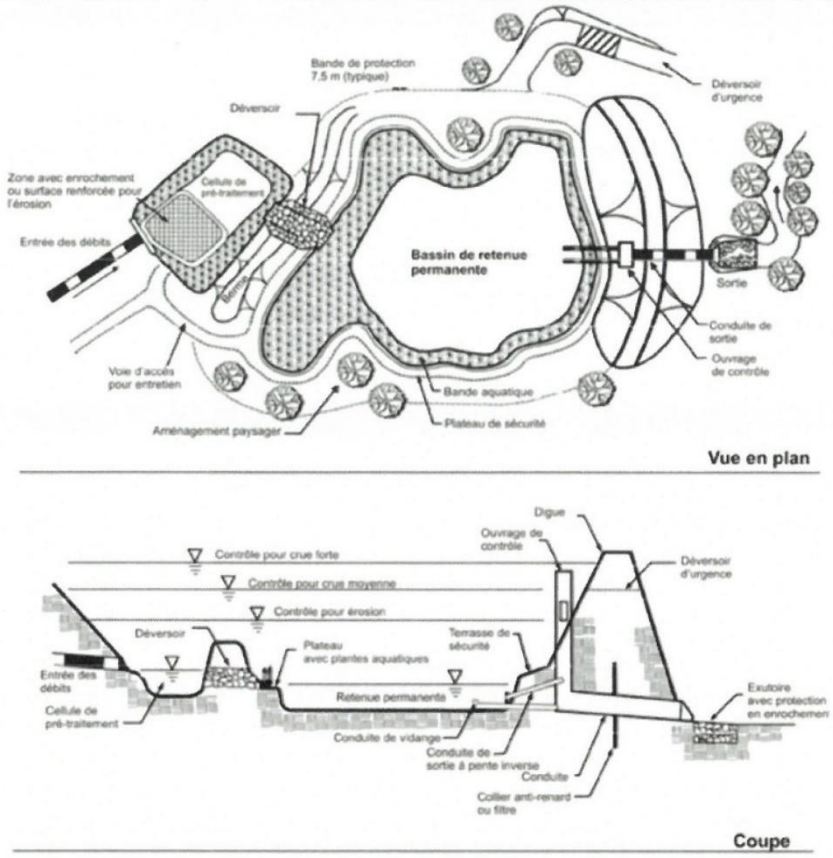

Figure 57 : Bassin avec retenue permanente (Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et le Ministère des Affaires Municipales , des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) du Québec)

Zone de stockage

Dimensionnement : le volume de stockage est évalué par la méthode des pluies décrite au paragraphe III.6

La conception ainsi que la qualité des eaux ruisselées conditionnent l'état du bassin ainsi que la fréquence de son entretien. Des conditions favorables permettent :

- D'éviter des nuisances visuelles (déchets flottants suite à l'événement pluvieux),
- De faire s'accumuler le moins possible de boues de décantation,
- D'éviter une eutrophisation rapide avec l'apparition d'algues néfastes,
- D'éviter l'apparition de nuisances olfactives,
- De développer un écosystème, permettant de limiter la prolifération de moustiques, grenouilles,…

Le maintien d'une hauteur minimale d'eau (de 1 à 1.5 m) doit limiter ou éviter le phénomène d'eutrophisation. Lorsque cela s'avère possible, une mise en contact avec les eaux de nappe permet une circulation, un renouvellement des eaux présentes dans le bassin. La profondeur d'eau moyenne pour la retenue permanente doit être de 1 à 2 m, avec un maximum de 3 m incluant tous les volumes de stockage. Il est préférable que la hauteur maximale pour la tranche au-dessus de la retenue permanente soit par ailleurs être limitée à 2 m. Une revanche minimale de 300 mm doit être prévue entre le niveau maximal de conception et le niveau de débordement du bassin. Un déversoir d'urgence doit également être prévu et on doit évaluer au besoin les conséquences d'un débordement pour les secteurs environnants.

Une des différences fondamentales avec un bassin sec est que l'on doit avoir un approvisionnement continuel en eau et maintenir le volume retenu en rendant imperméable au besoin le fond du bassin (utilisation d'une

géo-membrane, coulage de béton, ...). Une étude hydrogéologique comprenant des analyses de bilan hydrique afin de s'assurer que le débit d'étiage dépasse les pertes par évapotranspiration (cf. § III.3) et exfiltration et un suivi de nappe afin de déterminer le niveau de « basses eaux » doit donc être réalisée. Si l'étude révèle un sol favorable à l'infiltration, il est préférable de mettre en œuvre un bassin d'infiltration (cf. fiche technique « bassin d'infiltration et (cf. § III.5 et V.1.4). Naturellement, afin d'empêcher tout débordement non désiré on s'assure que le niveau des plus hautes eaux (niveau de surverse) atteint dans le bassin est inférieur au point de collecte des eaux de pluie et de ruissellement le plus bas (au niveau du terrain).
Dimensionnement : le volume de stockage est évalué par la méthode des pluies décrite au paragraphe III.6.
Durant la phase de conception, on s'assure que les paramètres suivant sont respectés :

- Idéalement, le rapport longueur/largeur du bassin doit être le plus élevé possible et l'entrée du bassin doit être en principe la plus éloignée possible de la sortie pour éviter les cheminements préférentiels nuisibles à l'efficacité en dépollution. L'utilisation de bermes ou de digues, produisant un parcours sinueux, peut aider à allonger le temps de parcours.
- La vidange des eaux de crue du bassin de rétention en eau, doit être effectuée dans un laps de temps suffisamment court (généralement < 24 h maximum) pour que le bassin puisse être fonctionnel lors d'évènements pluvieux successifs, ainsi que pour des raisons de sécurité des riverains et de salubrité (risques liés à un volume de stockage plus important)
- Afin d'assurer la sécurité des riverains, si cela s'avère nécessaire suivant la morphologie (pente des talus ou profondeur du bassin trop importante) et l'implantation du bassin, des solutions doivent être mises en œuvre (clôtures, prévention, information sur le fonctionnement...),
- Il faut prévoir un mécanisme pour vider au besoin le bassin et une rampe d'accès jusqu'en fond de bassin pour assurer un entretien mécanique (passage suffisant et étudié en fonction du bassin et du type d'engin assurant l'entretien). La mise en œuvre de l'ouvrage, l'accès permettant son entretien doit être fonctionnel.
- Les pentes latérales d'un bassin en eau doivent être idéalement de 4:1 ou plus douces pour faciliter l'entretien et pour la sécurité du public. Pour des pentes de talus importantes, privilégier le profil emboîté (marches d'escalier). Il est conseillé de stabiliser les talus par végétalisation ou toute autre méthode (géogrilles, dispositifs anti-batillage, enrochements, planches, rondins,...).

Ouvrages d'évacuation et de régulation

Ils comportent :

- une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité),
- un organe ou orifice de régulation,
- une surverse de sécurité.

Il y a plusieurs types de mécanismes de contrôle et d'aménagement possibles à la sortie d'un bassin avec retenue permanente. Généralement, il est préférable que les ouvrages soient localisés dans la digue et dans une chambre pour faciliter l'accès et les activités d'entretien. Un système avec conduite à pente inversée peut être utilisé pour acheminer l'eau dans une chambre, où les différents mécanismes de contrôle peuvent comprendre une conduite perforée installée verticalement ou un petit orifice dans un mur pour le contrôle des plus petits débits (qualité et érosion) et d'autres orifices et déversoir pour le contrôle des débits plus importants ou d'autres. Un déversoir d'urgence doit être prévu au cas où il y aurait colmatage des autres orifices. La conduite de sortie de la chambre doit par ailleurs être de dimensions suffisantes pour accepter les débits maximaux.
Une vanne d'isolement doit systématiquement être mise en place pour confiner toute pollution accidentelle. La restitution des eaux au milieu naturel, se fait après dépollution préalable dans un bassin de rétention.

Règles de gestion
L'entretien des bassins en eau est indispensable pour assurer leur pérennité et permettre une meilleure acceptation par le public. A défaut, un bassin peut rapidement devenir inesthétique, inopérationnel et source de nuisances. L'entretien doit être en relation avec l'utilisation du bassin (multifonctionnalité ou pas), sa fréquence de sollicitation et l'efficacité des ouvrages de protection entrée/sortie (dessableur, dégrillage,...). Les opérations d'entretien préventif consistent en : • une vérification des ouvrages d'alimentation (incluant le ou les dégrilleurs) après chaque pluie importante, • une tonte une à deux fois par mois (avec évacuation des produits de tonte) et un entretien de type espace vert (tonte, arrosage, ...), en limitant l'usage de fertilisant et en interdisant les désherbants chimiques, pour les bassins paysagés ouverts au public, • un balayage et raclage de la surface pour les bassins revêtus, • le ramassage des flottants et autres déchets une à deux fois par mois, • le curage et l'entretien des ouvrages de prétraitement et de régulation de débit, • l'entretien des abords (accès, clôture éventuelle, ...). En curatif (intervalle de quelques années), il convient de prévoir l'enlèvement et l'évacuation des sédiments accumulés en fond d'ouvrage. Les bassins paysagés ouverts au public présentent un grand intérêt car cet usage secondaire permet en général de fiabiliser l'entretien de l'ouvrage et de rentabiliser le coût des acquisitions foncières. Il faut toutefois veiller à ce que cette utilisation ne se fasse pas au détriment de l'usage premier de régulation des eaux pluviales.

Avantages	Inconvénients
Volumes de stockage adaptable à de nombreux contextes. Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation des particules mais aussi grâce à des processus biologiques. Bonne intégration paysagère Possibilité de créer un écosystème équilibré, Minimise la possibilité de remise en suspension des sédiments. L'aménagement d'un plan d'eau déjà existant ne demande que peu d'investissement. Participe à la recharge des nappes lorsque l'ouvrage n'est pas totalement imperméabilisé	Difficile à mettre en place en site urbain dense Conception à soigner pour assurer la pérennité du plan d'eau, l'intégrer dans un aménagement urbain, assurer la sécurité... Contraintes strictes sur la qualité des eaux collectées d'où la nécessité d'avoir un réseau séparatif strict, de mettre en œuvre un système de prétraitement. Assurer une gestion appropriée et donc un entretien régulier afin de prévenir l'eutrophisation du bassin, Ouvrage centralisé nécessitant en général un réseau de collecte en amont

LES ESPACES PUBLICS INONDABLES

Description

C'est un espace public conçu de manière à pouvoir assurer temporairement la rétention des eaux pluviales, par son inondabilité partielle ou totale.
Il s'agit d'une déclinaison particulière du bassin sec et à ciel ouvert, qui permet de superposer la fonction de gestion des eaux pluviales à un espace public fréquentable. Ils sont généralement sollicités à partir du niveau de service 3.
Il peut s'agir d'un espace vert d'agrément, d'une aire de jeux, d'un terrain de sport, d'une place publique ou d'un parking, selon les opportunités et les nécessités d'aménagement.
Ces ouvrages peuvent être alimentés par le réseau pluvial (collecteur ou réseau de surface) ou par ruissellement direct. Ils peuvent aussi être implantés en dérivation du réseau pluvial. Dans ce dernier cas, le bassin n'est alimenté que par surverse, ce qui évite la sollicitation systématique du bassin pour les faibles débits.
Espaces publics inondables de Seine-Saint-Denis notamment (photographies copyright Antoine Rabb) :

Figure 58 : La place du carrefour Pleyel à Saint-Denis (Arene Ile-de-France, 2011)

Figure 59 : Le square des Acrobates de la ZAC Landy Pleyel à Saint-Denis (Arene Ile-de-France, 2011)

Figure 60 : Les espaces verts et terrains de sport de la Cité Floréal à Saint-Denis (Arene Ile-de-France, 2011)

Figure 61 : Le parvis du collège Lucie Aubrac à Villetaneuse (Arene Ile-de-France, 2011)

Figure 62 : Le parc Jean Mermoz à Villemonble (Arene Ile-de-France, 2011)

Figure 63 : Centre d'activités de la Haute-Borne, Clichy-Sous-Bois (CAUE93, 2003)

Fonction

La principale fonction de l'espace public inondable est de stocker puis d'évacuer l'eau à débit régulé soit vers un exutoire de surface, soit vers le sol par infiltration (voir alors fiche technique « bassin d'infiltration et les paragraphes III.5 et V.1.4).

Gamme d'utilisation

De par sa nature même, il peut être utilisé dans tous les types d'environnement urbain (du pavillonnaire peu dense au centre urbain très dense) et à toutes les échelles (de quelques m² à plusieurs hectares).
Dans les zones urbaines très denses, il peut être une alternative ou un complément particulièrement intéressant à l'ouvrage de rétention enterré.
En revanche son utilisation peut être rendue impossible en cas d'incompatibilité de la qualité des eaux collectées et de la vocation du site.

Principes de conception

La réflexion sur la gestion des eaux pluviales doit être intégrée très en amont, dès le début de la conception de l'opération. L'espace public inondable doit être associé à des ouvrages, à l'air libre ou enterrés, permettant la gestion des pluies courantes, afin que l'inondation de l'espace public ne reste qu'épisodique.

Alimentation

Le mode d'alimentation du bassin définit sa position et donne des indications sur les paramètres à contrôler lors de sa conception et de sa réalisation :

- Alimentation par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau) : le bassin est un vase d'expansion du réseau pluvial.
- Alimentation par ruissellement direct des surfaces vers le bassin : ne peut être mis en œuvre que pour des petits bassins versants. Il permet de limiter, voire de supprimer le réseau pluvial classique.
- La topographie et les pentes doivent être étudiées et choisies très précisément de manière à assurer une inondation et une évacuation progressives

Dans tous les cas, il faut vérifier l'altimétrie de raccordement entre le fil d'eau en sortie d'ouvrage et celui de l'exutoire final (réseau public, milieu hydraulique superficiel).

On doit de façon générale limiter le nombre d'entrées au bassin pour faciliter la gestion de l'ouvrage (contrôles de fonctionnement, entretien des zones d'admission)

Il est nécessaire de prévoir un prétraitement en amont (dégrillage, dessablage,...) afin de limiter les pollutions visuelles.

Zone de stockage

Dimensionnement : le volume de stockage est évalué par la méthode des pluies décrite au paragraphe III.6.

De façon générale, les principes à respecter sont les suivants :

- Son implantation est à privilégier en point bas de l'aménagement,
- Une signalétique adaptée peut sensibiliser le public aux fonctions de l'ouvrage (hydraulique, paysage etc.) et aux précautions qui lui sont associées (sécurité, propreté etc.). Un dispositif d'information des usagers sur l'inondabilité du site et sur la fréquence et les caractéristiques des inondations doit être prévu.
- La conception doit être réalisée en concertation étroite avec les différents acteurs impliqués (urbanistes, architectes, paysagistes, VRD...). La concertation doit notamment porter sur les caractéristiques acceptables des inondations compte tenu des autres usages, en termes de fréquence et de hauteurs de submersion (une hauteur maximale de stockage de 40cm est généralement adoptée)
- Les matériaux et les plantations doivent être compatibles avec la présence temporaire d'eau

Ouvrages d'évacuation et de régulation

Ils comportent :

- une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité),
- un organe ou orifice de régulation,
- une surverse de sécurité.

Il y a plusieurs types de mécanismes de contrôle et d'aménagement possibles à la sortie d'un espace public inondable. Généralement, il est préférable que les ouvrages soient localisés dans la digue et dans une chambre pour faciliter l'accès et les activités d'entretien. Un déversoir d'urgence doit être prévu au cas où il y aurait colmatage des autres orifices. La conduite de sortie de la chambre doit par ailleurs être de dimensions suffisantes pour accepter les débits maximaux.

Une vanne d'isolement doit systématiquement être mise en place pour confiner toute pollution accidentelle. La restitution des eaux au milieu naturel, se fait après dépollution préalable dans un bassin de rétention.

La question des accès et de la circulation en cas d'inondation doit également être anticipée.

Règles de gestion
Une concertation étroite est nécessaire entre les différents gestionnaires potentiels de l'ouvrage, de manière à définir clairement les interventions à réaliser (par exemple sur les espaces verts d'une part et sur les organes hydrauliques d'autre part), à préciser la répartition des rôles, et à coordonner l'ensemble. Une visite d'entretien (une à deux fois par an et après chaque pluie importante) peut être nécessaire pour permettre : • une vérification des ouvrages d'alimentation (incluant le ou les dégrilleurs) après chaque pluie importante, • le curage et l'entretien des ouvrages de prétraitement et de régulation de débit, • l'entretien des abords (accès, clôture éventuelle, ...). Une question essentielle doit également être débattue et clarifiée : la sécurisation des accès à certaines parties de l'espace et les responsabilités du propriétaire et du gestionnaire en cas d'accident, en considérant les risques liés autant à la présence d'eau qu'aux talus, murets et installations de vantellerie diverses dont il convient d'écarter tout ou partie du public. En l'absence de réponse claire à ces questions, la réalisation de ce type d'ouvrage risque de se heurter à la prudence légitime du maître d'ouvrage et/ou des élus. L'entretien doit être en relation avec l'utilisation du bassin (multifonctionnalité ou pas), sa fréquence de sollicitation et l'efficacité des ouvrages de protection entrée/sortie (dessableur, dégrillage,...).

Avantages	Inconvénients
👍 Permet de gérer le niveau de service NS3 👍 Très bonne intégration paysagère et aspect plurifonctionnel (réutilisation des surfaces pour d'autres usages) 👍 Les coûts des travaux et de l'entretien sont diminués car partagés entre les différents usages. 👍 La fréquentation du site par des personnes rend l'entretien de l'ouvrage obligatoire et garantit ainsi sa pérennité (l'ouvrage ne risque pas d'être oublié). 👍 Sensibilisation du public à la gestion des eaux pluviales 👍 Participe à la recharge des nappes lorsque l'aménagement n'est pas imperméabilisé	👎 Etude topographique et réalisation à soigner 👎 Contraintes strictes sur la qualité des eaux collectées d'où la nécessité d'avoir un réseau séparatif strict, ou de mettre en œuvre un système de prétraitement. 👎 Ouvrage centralisé nécessitant en général un réseau de collecte en amont

CHAUSSÉE A STRUCTURE RÉSERVOIR

Description

Les chaussées à structure réservoir sont des ouvrages dont la fonction est double : en tant que chaussées, elles supportent la circulation ou le stationnement des véhicules ; en tant que réservoir, elles retiennent temporairement les eaux de ruissellement sous la surface.
Les chaussées à structure réservoir diffèrent des tranchées d'infiltration dans la mesure où elles doivent offrir une résistance mécanique compatible avec la circulation de véhicules, même si celle-ci reste occasionnelle (véhicules de secours par exemple).

Figure 64 : Chaussée à structure réservoir - photo : (Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, 2013)

Figure 65 : Chaussée avec enrobés imperméables à structure réservoir – photo : (Lille Métropole Communauté urbaine, 2012)

Fonction

La fonction hydraulique d'une chaussée à structure réservoir est de stocker temporairement les eaux de ruissellement avant évacuation dans le sol ou vers l'aval.

Gamme d'utilisation

Compte tenu de son encombrement nul, ce type de dispositif est parfaitement adapté à une utilisation en milieu urbain. Sa mise en place dépend à la fois des caractéristiques intrinsèques du terrain et de son usage.
Ce type de structure est particulièrement adapté pour les surfaces importantes (parking, zone commerciales…) et dans ce cas il est souvent associé à une surface perméable (cf. fiche « revêtements perméables » pour les limites d'utilisation)
Cette technique reste compatible avec un sol encaissant significativement affecté par la présence d'eau.

Principes de conception

Alimentation

Deux techniques peuvent être utilisées pour conduire l'eau à l'intérieur de la structure de stockage.

La surface peut être poreuse, constituée d'un revêtement de surface drainant ou de pavés poreux, auquel cas l'infiltration s'effectue de façon répartie, directement depuis la surface. Cette solution est assez souvent mise en œuvre, à tel point que l'enrobé drainant est souvent considéré comme partie intégrante d'une chaussées à structure réservoir.

Il n'en est rien : la surface d'une structure réservoir peut être classique, imperméable. L'eau est alors collectée par un système d'avaloirs puis répartie dans le corps de la chaussée par des drains. A la différence de la précédente cette solution permet de gérer non seulement l'impluvium propre de la chaussée (facteur de charge égal à 1), mais aussi des apports extérieurs, issus par exemple de propriétés riveraines.

Les avaloirs d'alimentation doivent être conçus pour assurer une décantation de manière à ne pas boucher les drains de l'ouvrage.

La conception avec un revêtement imperméable est préconisée pour les zones à forte pollution ou susceptibles de charrier des matériaux fins car elle permet de s'affranchir des problèmes de colmatage qui menaceraient un revêtement perméable. Elle est également adaptée aux zones de manœuvres de véhicules, qui peuvent être incompatibles avec la résistance mécanique de revêtements perméables.

Stockage

Cette fonction de stockage est en général obtenue en utilisant des matériaux à granulométrie discontinue (graves poreuses) ou de petits éléments creux préfabriqués en béton pour constituer le corps de chaussées. Dans certains cas on peut avoir recours à des Structure Alvéolaire Ultra-Légère (SAUL) si on ne dispose que d'une épaisseur limitée pour réaliser le stockage.

Dans sa version de base, une chaussée à structure réservoir gère son propre impluvium. Le dimensionnement est alors très simple : il suffit de diviser la hauteur d'eau à stocker (déterminée par la méthode des pluies cf. § III.5 du guide, et convertir en mm en divisant par la surface de la chaussée) par la porosité du matériau (de l'ordre de 20 à 30% pour des graves) pour obtenir l'épaisseur du corps de chaussée correspondant à la fonction hydraulique. Il convient alors de vérifier cette épaisseur vis-à-vis de sa fonction mécanique.

On peut également raccorder à une chaussée à structure réservoir des apports extérieurs (toitures) au moyen de regards et de drains d'injection. Le dimensionnement doit alors tenir compte des surfaces supplémentaires raccordées.

Si la **pente du terrain** est trop importante (>1%), l'eau risque de s'accumuler dans les points bas et de déborder, ce qui limite le volume utile de stockage. Il est possible d'augmenter la capacité de stockage en mettant en place des cloisons. A l'inverse, il est souhaitable de donner de légères pentes (≤1%) pour limiter la durée de vidange si celle-ci se fait par transfert vers un exutoire aval. Les pentes nulles ne posent aucun problème pour une vidange par infiltration et sont même recommandées pour assurer une distribution uniforme des débits infiltrés...

Il est recommandé de disposer un géotextile sur les parois de l'ouvrage afin de faire obstacle aux matériaux fins susceptibles de pénétrer dans la chaussée et de la colmater.

Evacuation

La vidange à débit régulé de la structure réservoir peut s'effectuer selon deux modes :

- soit par des drains placés au fond, conduisant vers un exutoire aval.
- soit par infiltration des eaux dans le sol.

En dehors des zones d'infiltration réglementée (périmètres de protection des captages) ou de risques importants de pollution accidentelle, l'infiltration est à privilégier. Dans ce cas, la perméabilité du sol et la hauteur de la nappe doivent être définies (cf. fiche technique « bassin d'infiltration et paragraphes III.5 et V.1.4). Le débit de vidange est fonction des capacités d'infiltration du sol.

Lorsque le risque de pollution est fort, l'infiltration est à proscrire ; la sous-couche doit être protégée par une géomembrane et l'évacuation de l'eau doit e faire vers un autre exutoire. Par ailleurs, des dispositifs d'épuration et de prétraitement peuvent être installés sur l'exutoire.

Règles de gestion

Dans le cas d'un revêtement étanche, l'entretien consiste en un curage des bouches d'injection, regards et avaloirs (1 curage/semestre ; 1 remplacement de filtre/an). Un curage occasionnel est recommandé sur les drains.

Dans le cas des chaussées avec un revêtement poreux, l'enjeu est d'éviter le colmatage.

- En préventif, la chaussée peut être nettoyée par une simple aspiration ou hydrocurage/aspiration sur toute sa largeur. Le balayage entraine un colmatage plus rapide, et est donc à proscrire.
- En curatif, le lavage à haute pression combiné à l'aspiration donne des résultats satisfaisant à un coût raisonnable.

La fréquence des entretiens varie selon la qualité des eaux de ruissellement et le niveau de trafic. En première approximation, les voies et parking requièrent un entretien préventif à une fréquence annuelle ou bisannuelle, et un entretien curatif tous les 3 à 5 ans. Dans le cas des voies soumises à un trafic lourd, la fréquence de traitement préventif est de 1 fois tous les 6 mois, et 1 fois tous les 36 mois en curatif.

Les reprises avec un matériau classique de saignées faites dans un enrobé drainant peuvent limiter l'infiltration, mais seulement sur des zones ponctuelles et ne remettent pas en cause l'efficacité de l'ensemble.

Il est conseillé de ne pas déverser les eaux polluées dans l'ouvrage (eaux de nettoyage des sols, des voitures ou des toitures contenant des agents chimiques par exemple), et de protéger la chaussée contre le colmatage en cas de travaux à proximité.

Avantages	Inconvénients
👍 S'insère en milieu urbain sans consommer d'espace supplémentaire 👍 Avantages de l'exutoire sol lorsque l'ouvrage n'est pas étanché • « zéro rejet » possible • Participe à la recharge des nappes 👍 Cette technique est souvent associée à un revêtement perméable et dans ce cas elle • peut diminuer les bruits de roulement • Améliore le confort de l'usage en supprimant les flaques d'eau • Abattre la pollution qui reste retenue à la surface des matériaux poreux	👎 Manque de visibilité et d'accessibilité de la capacité de stockage 👎 Inspection et maintenance régulière requise pour éviter le colmatage (dans le cas d'un revêtement perméable) 👎 Risque de pollution de la nappe si l'ouvrage n'est pas étanché (en cas de pollution accidentelle et de perméabilité très importante du sol et/ou de proximité de la nappe avec le fond de l'ouvrage 👎 La pollution accidentelle peut nécessiter la destruction et la reconstruction du dispositif et impliquer une dépollution du sous-sol

LES BASSINS ENTERRÉS

Description

Dans le cadre des techniques alternatives, ce sont des volumes de stockage conçus pour intercepter l'eau pluviale au plus près de la parcelle (contrairement aux bassins de rétention classiques et aux bassins d'orage qui stockent de façon centralisée les effluents après leur collecte par le réseau).
Enterrés, ils visent à s'intégrer dans l'aménagement de façon transparente.
Ces stockages peuvent prendre des formes très diverses : canalisations de grand diamètres, ouvrages cadres, cuves en béton, graves poreuses, Structures Alvéolaires Ultra-légères (SAUL), petits éléments creux préfabriqués en béton ...présentant des capacités de stockages spécifiques variant entre 30% (graves) et 100% (canalisations et ouvrages cadres).

Figure 66 : Lotissement rue de Béguey – Artigues-près-Bordeaux (Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014)

Figure 67 : Bassin enterré – Photo (Communauté Urbaine de Bordeaux, 2014)

Fonction

La fonction première de ce type d'ouvrage est la régulation hydraulique. Les eaux pluviales sont stockées avant d'être restituées au réseau à un débit contrôlé. Cette régulation permet d'écrêter les débits injectés et ainsi de prévenir des insuffisances dans le réseau d'assainissement en aval (inondations et déversements).
L'impact sur les volumes transités est nul lorsque les bassins ne sont pas conçus pour l'infiltration.
Le stockage des effluents a par ailleurs un effet indirect sur la qualité de l'eau. En effet, au cours de la période de stockage, une part non négligeable de particules peut sédimenter (dépend toutefois de la conception). Les substances polluantes qui y sont adsorbées se retrouvent donc immobilisées en fond de bassin.

Gamme d'utilisation
L'utilisation des bassins enterrés est adaptée pour la gestion des eaux pluviales des projets urbains ou périurbains (lotissement, ZAC, parking...), où l'enjeu est de conserver un maximum de surface disponible. En effet, ces ouvrages permettent de maintenir l'usage de la surface pour diverses activités : selon la structure choisie, la surface peut être exploitée par un parking, un élément de voirie, un stade ou un jardin.
Principes de conception
Le dimensionnement des stockages enterrés par la méthode des volumes est fonction des choix en termes de débit de fuite (cf. § III.6). Ceux-ci sont définis sur la base des objectifs de protection et des contraintes hydrauliques. **Alimentation** Le mode d'alimentation du bassin définit sa position et donne des indications sur les paramètres à contrôler lors de sa conception et de sa réalisation : • Alimentation par le réseau pluvial : le bassin constitue un stockage en ligne. • Alimentation par ruissellement direct des surfaces vers le bassin : ne peut être mis en œuvre que pour des petits bassins versants. Il permet de limiter le réseau pluvial classique. • Tous les ouvrages, et notamment les ouvrages non visitables doivent être équipés de regards amont et aval permettant la surveillance et l'entretien, et de prétraitements (grilles, filtres, regard de décantation...) permettant de limiter l'entrée de matières solides dans l'ouvrage et de réduire les risques de colmatage, • Les regards d'accès doivent être fermés par des dispositifs de fermeture lourds ou verrouillés afin de réduire les risques pour les habitants On doit de façon générale limiter le nombre d'entrées au bassin pour faciliter la gestion de l'ouvrage (contrôles de fonctionnement, entretien des zones d'admission) A propos de la décantation, le lecteur peut se reporter au paragraphe VI.3.4.2. **Zone de stockage** De façon générale, les principes à respecter sont les suivants : • Un ou plusieurs évents doivent être installés pour éviter la mise en pression/dépression lors du remplissage/vidange • Le radier doit être en pente (5mm/m) et les cunettes des couloirs doivent être aménagées pour favoriser l'autocurage du fond de bassin • La vidange des eaux doit être effectuée dans un laps de temps suffisamment court (généralement < 24 h maximum) pour que le bassin puisse être fonctionnel lors d'évènements pluvieux successifs, ainsi que pour des raisons de salubrité • On privilégie les ouvrages inspectables et/ou curables (bassins, certaines SAUL) • Une piste doit permettre aux engins d'exploitation d'accéder aux différents regards de visite du bassin et des ouvrages annexes, • Prévoir la résistance aux charges roulantes dans le dimensionnement **Ouvrages d'évacuation et de régulation** Le cas échéant un organe de régulation du débit de fuite peut être nécessaire, et est alors installé dans un regard spécifique. Cet équipement doit être facilement accessible pour être contrôlé et entretenu régulièrement.

Matériaux de remplissage

En cas de stockage dans des matériaux de remplissage, les produits utilisés doivent avoir été caractérisés pour leurs performances dans leur domaine d'emploi ; par ailleurs, ils ne doivent pas relarguer de substances polluantes dans l'eau.

Règles de gestion

L'entretien des bassins enterrés est nécessaire pour prévenir les dégagements d'odeurs (nuisances pour les habitants). Sa fréquence dépend de l'alimentation du bassin. L'entretien est contraignant en raison de l'accessibilité réduite et du confinement. Le curage peut être manuel ou automatique.

Dans le cas où des équipements complémentaires ont été installés, une part de l'entretien consiste à intervenir annuellement sur les systèmes de décantation et/ou débourbage et/ou déshuilage et/ou régulation. Une visite de contrôle à l'issue des événements pluvieux significatifs est également conseillée afin, notamment, de vérifier les ouvrages d'alimentation (incluant le ou les dégrilleurs) et de régulation du débit de vidange après chaque pluie importante.
En curatif (intervalle de quelques années), il convient de prévoir l'enlèvement et l'évacuation des sédiments accumulés en fond d'ouvrage.

Avantages	Inconvénients
Compacité –possibilité d'implantation dans les bâtiments ou de valorisation de la surface : parking, jardins	Nettoyage fréquent nécessaire
Volumes de stockage généralement importants	Coût élevé. Utilisation justifiée essentiellement en zone urbaine dense
Conception simple	Implantation dépendante de l'encombrement du sous-sol et du niveau de la nappe
Bon retour d'expérience (quand la régulation se fait gravitaire ment et non par pompage)	Ouvrage invisible pouvant poser des problèmes d'entretien en cas de défaut d'accessibilité
Dépollution par décantation (dépend toutefois de la conception)	
Grand choix de techniques et de matériaux (béton, graves, structure porteuse légère et modulaire –SAUL…) donnant une grande liberté de forme, de volume et d'implantation de l'ouvrage	