

2. LES SOLUTIONS A LA PARCELLE

L'entretien pour ce type de technique est nul de part l'absence de pollution contenue dans les eaux pluviales de toitures.

2.1 LES CUVES DE STOCKAGE

2.1.1 Les cuves non enterrées

Description

Le stockage des eaux de toiture peut être effectué au niveau de cuves non enterrées. Ces dernières sont positionnées sous les descentes de gouttières. Les cuves servent alors de réserve d'eau pour l'arrosage et, par temps de pluie, l'eau excédentaire déborde des cuves et s'infiltre au niveau de la parcelle ou peut être évacuée vers les réseaux d'assainissement via un débit de fuite régulé.

Concrètement, les communes intéressées par cette politique devront réaliser une importante information auprès des riverains. Les arguments sont une économie sur les dépenses de la Ville car les techniques alternatives peuvent, dans certains cas, permettre un coût moindre pour un résultat identique.

Coût

En moyenne, une habitation présente une surface imperméabilisée de 100 m² répartis sur 2 pans de toiture. Les coûts moyens de réalisation se répartissent comme suit :

Fourniture et pose de 2 vasques	440 € HT
Obturation des gouttières et fourniture de coudes PVC	180€ HT
TOTAL	620 € HT

Ce montant de 620 € HT équivaut à l'infiltration de la toiture d'une maison possédant deux gouttières soit **310 € HT par gouttière**. Pour 100 m², la rétention d'eau ne rejoignant pas les réseaux d'assainissement correspond, pour une pluie de 35.96 mm (pluie 10 ans, 200 minutes), à 3.6 m³ soit **172 € HT par m³**.

NB : Si l'eau déversée s'infiltre dans le sol au niveau des habitations, **l'apparition de moisissures est possible sur les murs**. Ce phénomène pourrait alors inciter le riverain à rebrancher ces gouttières sur son réseau d'eaux usées et **les efforts et les investissements seraient vains**.

2.1.2 Les cuves enterrées

Description

Pour les cas réellement spécifiques : parcelles sans jardin, sous-sols extrêmement imperméables..., les communes pourront choisir, si elles désirent créer des infiltrations à la parcelle, de réaliser des aménagements par cuves enterrées.

Ces dernières permettent le stockage des eaux de toiture et donc leur éventuelle utilisation pour l'arrosage par exemple. L'évacuation de l'eau dans le sol ou vers le réseau d'assainissement est effectuée à l'aide d'orifices calibrés.

Cette technique est intéressante car elle permet de soulager les collecteurs unitaires et pluviaux de la surface imperméabilisée des toitures.

Coût

Les coûts moyens de réalisation se répartissent comme suit :

Réalisation du trou pour loger la cuve de 5 m ³	2750 € HT
Fourniture et pose de la cuve de 5 m ³	1100 € HT
Réalisation d'une tranchée de 0,2 m de profondeur pour ramener les gouttières sur la cuve (16,5 € x 20 m)	330 € HT
Fourniture et pose d'un tuyau de 100 mm sur 20 mètres (10 € x 20 m)	200 € HT
Fourniture de coudes PVC, (forfait)	110 € HT
Remblaiement et remise en état sur 20 mètres (11 € x 20 m)	220 € HT
TOTAL	4 710 € HT

Pour 100 m² de toiture (surface moyenne), la rétention d'eau ne rejoignant pas les réseaux d'assainissement correspond, pour une pluie de 35.96 mm (pluie 10 ans, 200 minutes), à 3.6 m³ soit **1308 € HT / m³**.

NB : Les Maîtres d'Ouvrages veilleront à ce que les cuves soient enterrées loin des habitations (le devis prévoit 20 mètres de tuyau). En effet, la solution est intéressante mais si les cuves sont trop proches des habitations et qu'elles provoquent des moisissures ou de l'humidité chez les particuliers, ceux-ci rebrancheront illicitement leurs gouttières dans le réseau d'assainissement.

2.2 LES PUITES D'INFILTRATION

Description

Cette solution est quasiment identique à la précédente si ce n'est l'absence de cuve qui est remplacée par un volume de sable qui sert au stockage des eaux pluviales avant leur infiltration dans le sol. La collecte des eaux sur la parcelle s'effectue à l'aide de canaux alvéolés, nid d'abeille ou matériau à forte porosité. Ces puits fonctionnent en terrain peu perméable.

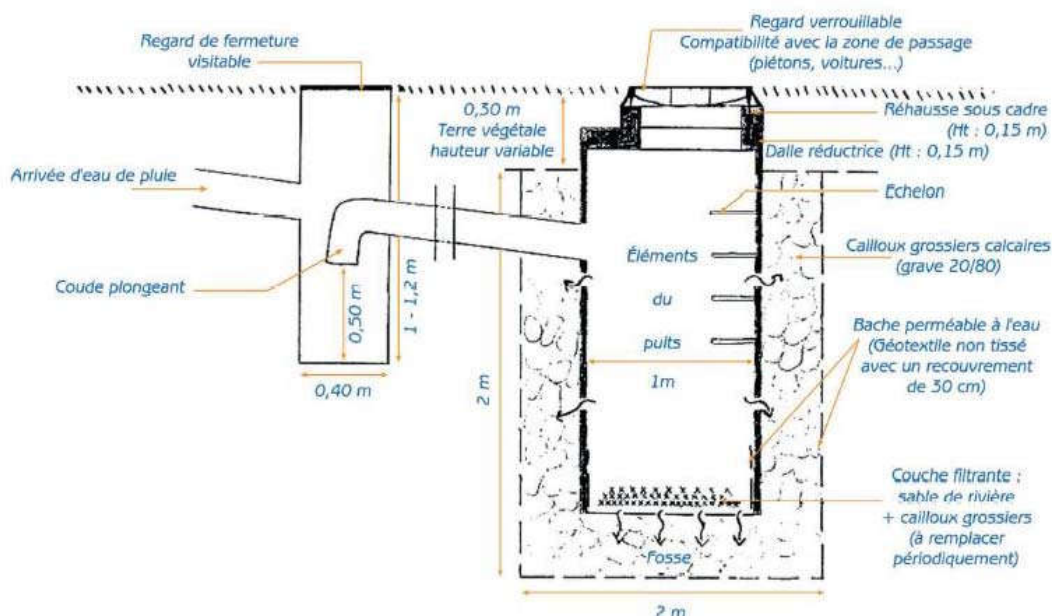


Figure 1 : Puits pour infiltration à la parcelle

Coût

Le coût des travaux s'établit comme suit :

Réalisation d'un trou de 5 m ³ pour les 2 descentes de gouttières	2750 € HT
Fourniture et pose de sable (5 m ³)	330 € HT
Fourniture de coudes PVC, (forfait)	110 € HT
Fourniture et pose d'un tuyau de 100 mm sur 40 mètres (10 € x 40 m)	400 € HT
TOTAL	3 590 € HT

Pour une surface moyenne de toiture de 100 m² et pour une pluie de 35.96 mm (pluie 10 ans, 200 minutes), la rétention d'eau, qui ne rejoint pas les réseaux d'assainissement, correspond à 3.6 m³, soit un coût de **997 € HT par m³**.

2.3 AMENAGEMENTS FAVORISANT L'INFILTRATION

Ce paragraphe aborde des aménagements simples et peu onéreux à adapter à chaque parcelle. Le but est de diriger les eaux pluviales vers des zones de la parcelle où elles pourront s'infiltrer : allée plantée, haie, surface engazonnée,

Description

Dans les secteurs urbanisés sur des sols perméables, les travaux consisteront en une modification des descentes de gouttières.

Coût

Les coûts moyens de débranchement de 2 gouttières se répartissent comme suit :

Fourniture/pose d'un tuyau de 100 mm sur 20 mètres (10 € x 20)	200 € HT
Remblaiement et remise en état sur 20 mètres (11 € HT x 20)	220 € HT
Fourniture de coudes PVC, (forfait)	70 € HT
Travaux complémentaires : dalle, modification des gouttières	110 € HT
TOTAL	600 € HT

Pour une surface moyenne de toiture de 100 m² et pour une pluie de 35.96 mm (pluie 10 ans, 200 minutes), la rétention d'eau, qui ne rejoint pas les réseaux d'assainissement, correspond à 3.6 m³, soit un coût de **167 € HT par m³**.

Description

Dans les secteurs urbanisés sur des sols moins perméables, en plus des sommes décrites ci-dessus, des travaux devront être réalisés afin de créer un puits filtrant de 3.6 m³.

Coût

Les coûts moyens de débranchement d'une maison se répartissent comme suit :

Prestations précédentes	600 € HT
Réalisation d'un trou de 3.6 m ³	660 € HT
Fourniture et pose de 3.6 m ³ de sablon	200 € HT
TOTAL	1460 € HT

Pour 100 m², la rétention d'eau ne rejoignant pas les réseaux d'assainissement correspond, pour une pluie de 35.96 mm (pluie 10 ans, 200 minutes), à 3.6 m³ soit **406 € HT par m³**.

2.4 TOITURES ET TERRASSES.

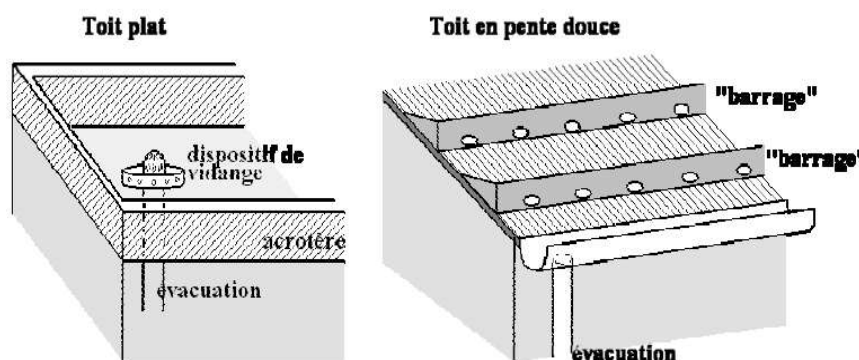
Description

Les toitures sont dimensionnées pour supporter des charges de neige. Elles peuvent donc stocker temporairement une quantité importante de pluie. C'est le moyen de stockage le plus facile mais il n'est possible que pour des constructions neuves et les toits de faible pente (< 5%).

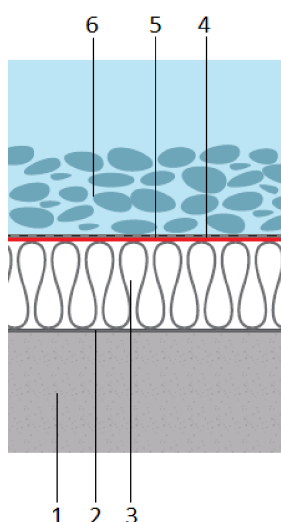
Les différents stockages s'effectuent au niveau des toitures terrasses planes (gravillonnée) et les cunettes placées longitudinalement en travers de la pente du toit. Les toitures terrasses planes ont un effet tampon important. En effet les abattements des débits de pointe sont de 30 à 70 % en fonction de l'importance des pluies. L'abattement est maximum pour les pluies brèves et intenses.

L'effet est amplifié par la pose de dispositifs appropriés :

- évacuation par des orifices calibrés et barrage de gravillons en travers de l'écoulement,
- le stockage peut se faire en citerne en partie basse des habitations, voire en ceinture sur le toit.



Principe de stockage d'eau en toiture d'après [STU, 1982b] (source : Techniques alternatives en assainissement pluvial Y Azzout et al.)



En général, une toiture terrasse est composée de :

- l'élément porteur (1)
- le pare vapeur (2) qui évite la migration de l'eau à l'intérieur du bâtiment
- l'isolant thermique (3)
- un système de liaisonnement (4) entre l'isolant thermique et le revêtement d'étanchéité constitué de couches (5)
- la protection contre les chocs et les UV (6) (ex : engravillonnage)

S'ajoute à ces éléments le muret en bords de toiture et qui sert d'appui au relevé d'étanchéité.

L'étanchéité doit être continue sur toute la surface de la toiture.

La technique n'engage pas de surcoût pour son installation, mais nécessite deux inspections par an : en automne pour vérifier que les feuilles mortes ne bouchent pas l'évacuation et en été pour vérifier le fonctionnement de l'éventuel système de drainage.



Photo 1 : Exemple de toiture stockante (DEA 93 – Rosny-sous-Bois(93))

2.5 SYNTHESE

Solutions	Avantages	Inconvénients
Cuve non enterrée	Peu onéreux (172 €/m ³). Recharge la nappe si caractéristiques du sol favorables (infiltration de l'eau en excédent).	Esthétique contestable.
Cuve enterrée	Recharge la nappe si caractéristiques du sol favorables (infiltration de l'eau en excédent).	Plus onéreux (1308 €/m ³).
Puits d'infiltration	Recharge la nappe si caractéristiques du sol favorables.	Coût élevé (997 €/m ³).
Aménagement favorisant l'infiltration	Recharge la nappe si caractéristiques du sol favorables.	Coût non négligeable selon le type de sol (de 167 €/m ³ à 406 €/m ³).
Toitures et terrasses	Aucun encombrement de la parcelle.	Non adapté aux toitures pentues ou peu étanches. A prévoir à la construction de la maison.

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des différentes techniques de limitation du ruissellement à la parcelle

3. LES SOLUTIONS A REALISER AU NIVEAU DE LA VOIRIE

Les **solutions ci-dessous ne peuvent pas être réalisées partout** car, en plus des problèmes de bouchage dus aux matières s'accumulant sur la voie publique, certaines voies très fréquentées ou à risque (zone industrielle) pourraient voir l'**accumulation de matières toxiques qui pénétreraient directement dans la nappe phréatique**.

Par contre, elles sont **financièrement intéressantes et adaptées** à la réduction des surfaces imperméabilisées telles que **parkings peu fréquentés, voiries de lotissements, édifices publics (gymnase, salle des fêtes,)**.

3.1 PUITS D'INFILTRATION

Description

Ce type de solution est décrit dans le paragraphe précédent. Pour une utilisation sur la voirie publique, des dispositifs préservant la qualité du sous-sol et la protection des puits vis à vis des colmatants doivent être installés.

L'entretien des puits se fait par la maintenance des dispositifs à l'amont et l'injection de substances dépolluantes dans les puits (ajout de chlore).

Coût

Le coût d'un puits d'infiltration est, en général, de l'ordre de 11 €/m² de surface assainie. L'entretien et le nettoyage représentent 0,3 €/m² et 305 €/puits tous les deux ans.

Ce type d'installation est à réaliser et à chiffrer au cas par cas.

3.2 TRANCHEES DRAINANTES

Description

Elles doivent être situées à l'aval immédiat d'une surface imperméabilisée.

Les eaux de ruissellement alimentent la tranchée par la partie supérieure maintenue poreuse (engazonnement ou revêtement perméable) ou par des avaloirs.

Elles sont utilisées pour faciliter l'infiltration des eaux et les drainer vers un exutoire à vitesse réduite. Il faut connaître le débit de sortie admissible à l'aval de la tranchée afin de prévoir le dispositif de régulation.

L'entretien consiste à maintenir en bon état de fonctionnement les dispositifs d'injection de l'eau dans la tranchée.

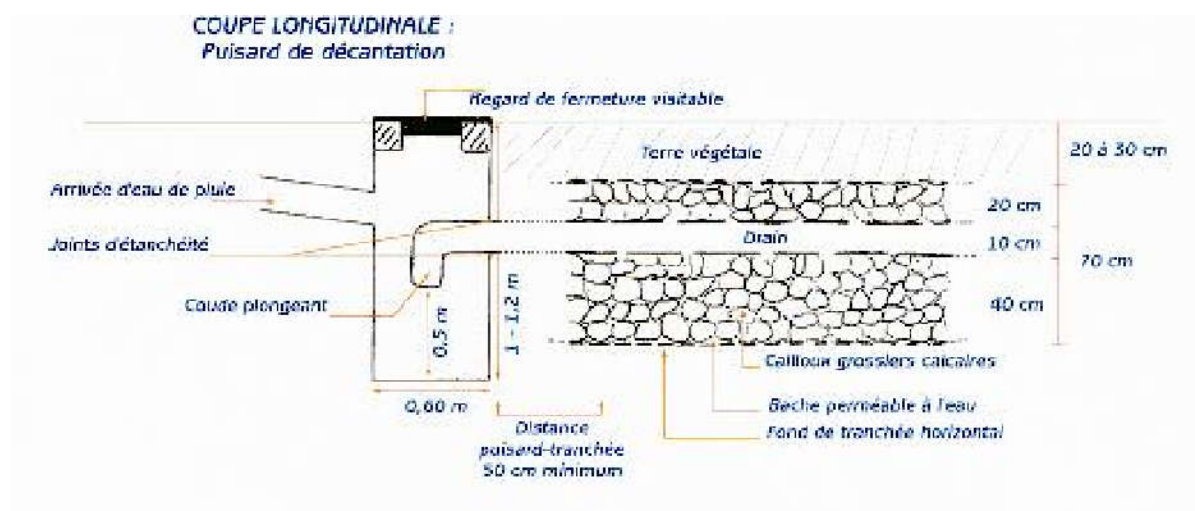


Figure 2 : Tranchées drainantes

Coût

Le coût d'une tranchée drainante est de 14 €/m³ environ, plus 3 €/m² d'engazonnement éventuel ou 2 à 90 €/u de plantation.

L'entretien et le nettoyage représentent 1 €/m²/an

3.3 TRANCHEES D'INFILTRATION OU ABSORBANTES

Description

Cette technique est applicable si la perméabilité du sol est suffisante ($K > 10^{-4}$ m/s) ou si le niveau de la nappe phréatique n'est pas au-dessus du fond de la tranchée.

Elles sont équipées d'un orifice calibré vers le réseau d'eaux pluviales en cas de saturation de la nappe.

3.4 NOUES

Description

Il s'agit de fossés larges et peu profonds situés sur les espaces verts collectifs. La capacité de stockage est importante. Ils peuvent, soit se vidanger par le sol, soit être régulés par un dispositif à leur aval permettant une vidange.

L'entretien consiste en un curage de fond, une tonte du gazon, une lutte contre la prolifération des mauvaises herbes et un entretien des ouvrages d'entrée et de sortie.

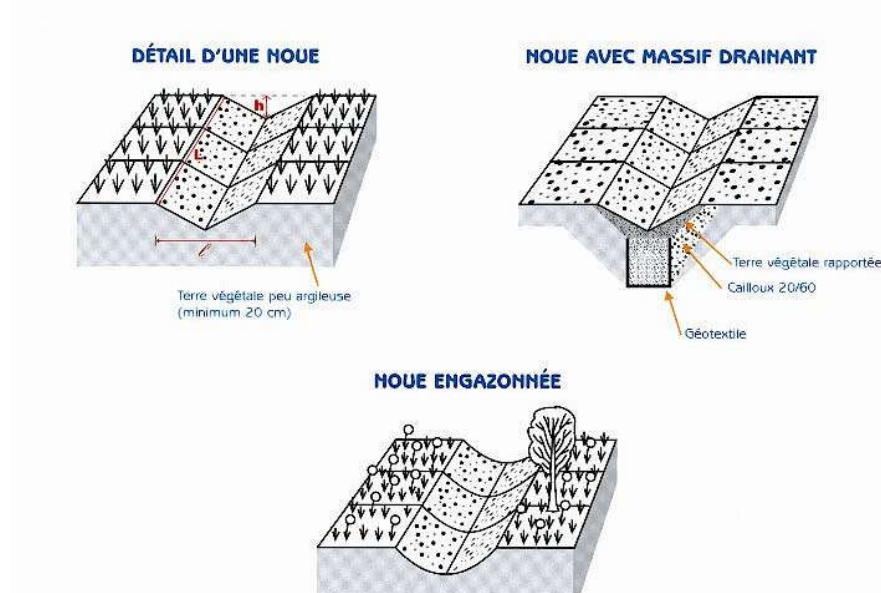


Figure 3 : Nœues

Coût

Outre le déplacement forfaitaire d'engin estimé à 495 €, le coût des nœues est de 20 à 35 €/m². Le curage est à prévoir tous les 3 à 10 ans.



Photo 2 : Exemple de noue enherbée (Ville de Villemomble (93))

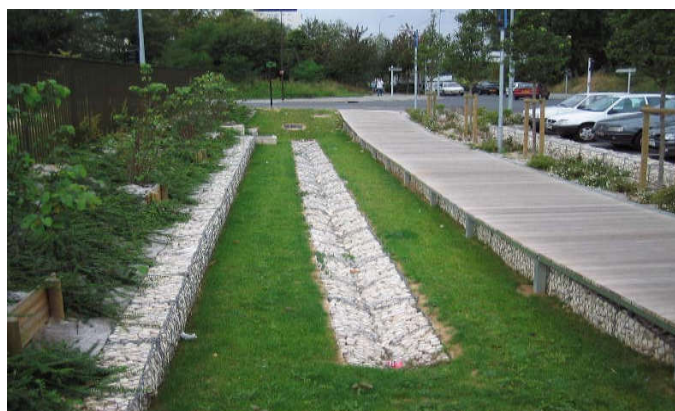


Photo 3 : Exemple de noue (Ville de Clichy-sous-Bois (93))

3.5 CHAUSSÉES POREUSES.

Description

Cette solution est indiquée mais son coût élevé la confine à des secteurs fortement urbanisés et qui connaissent de gros problèmes de débordement. De plus, cette technique n'est utilisable qu'en réseau pluvial séparatif. Une chaussée poreuse est le résultat de la mise en place de trois couches successives de matériaux.

- une couche de roulement en enrobé drainant constitue la couche superficielle.
- une couche en matériau drainant ou imperméable (pour des raisons de portance) forme la couche de base.
- une couche de fondation en concassé (porosité de 20 à 30 %) permet de stocker l'eau de pluie.

La couche de base permet le passage de l'eau entre la couche de roulement et la couche de fondation mais peut être également utilisée comme volume de stockage quand elle est perméable. L'eau stockée au niveau de la couche de fondation est restituée au sol par infiltration ou au réseau par des orifices calibrés. Ces structures font partie intégrante de la chaussée. Le stockage de l'eau n'impose donc pas de surépaisseur de la structure.

L'eau pénètre dans ce réservoir :

- à travers un matériau perméable de surface permettant d'évacuer rapidement les eaux de surface,
 - par les avaloirs ou les caniveaux (permettant une décantation et un dégrillage).
- Cette solution est préférable lorsque la circulation n'est pas suffisante pour empêcher le colmatage de la couche superficielle (cas des parkings par exemple).

Dans le cas de structures en pente, il faudra augmenter l'épaisseur du matériau dans la partie amont, et mettre en place des séparations étanches afin d'obtenir plusieurs réservoirs fonctionnant en cascades. Le débit est régulé par des orifices calibrés permettant la circulation entre les différents réservoirs.

Les surfaces poreuses sont doublées par un système d'alimentation (avaloirs et drains ou caniveaux poreux). Cela permet de palier un colmatage total de la chaussée, mais cela entraîne une incidence sensible sur le coût des chaussées.

De plus le dimensionnement des chaussées se fait en fonction des poids lourds. Il faut donc écarter les classes de trafic T0 et T1 car l'épaisseur de la chaussée deviendrait trop importante.

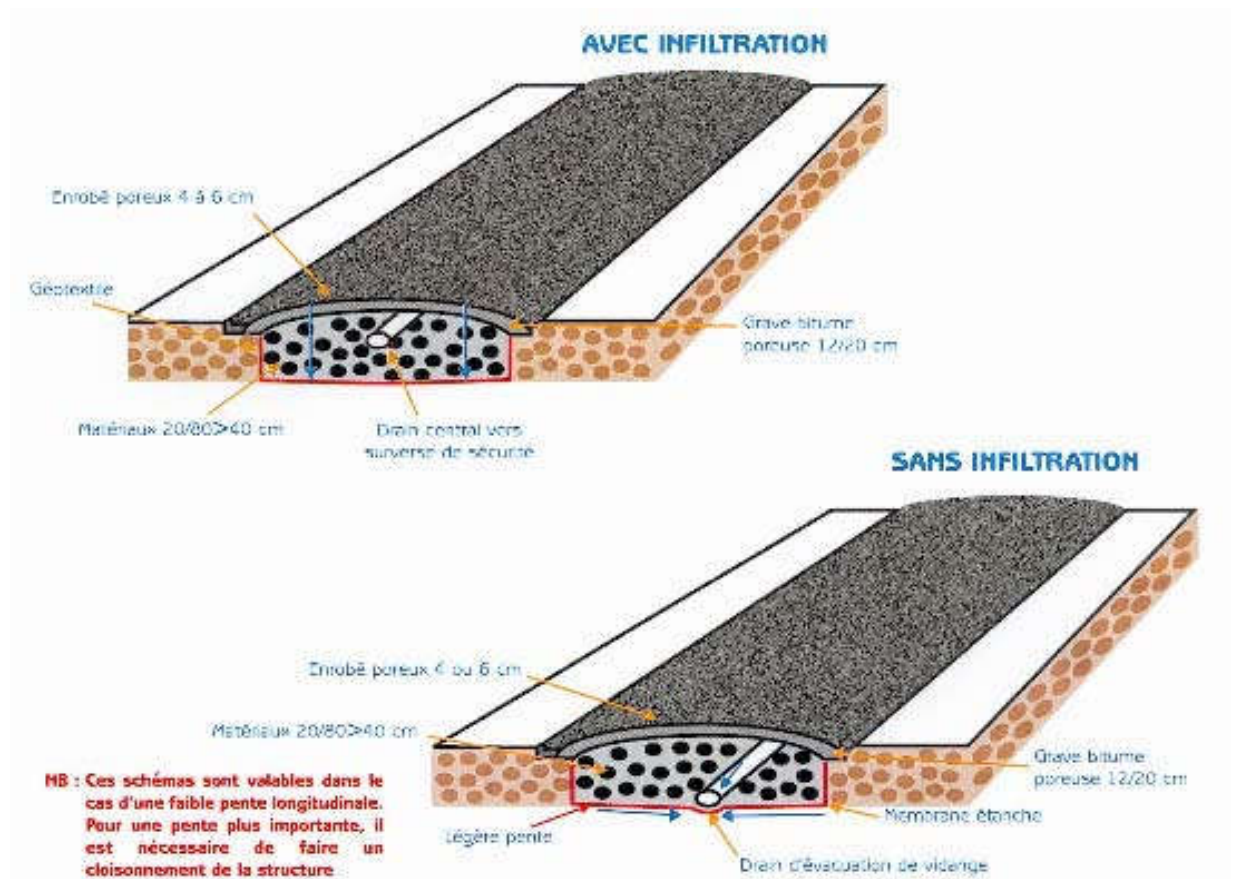


Figure 4 : Chaussées poreuses

Coût

Le coût de ce type de chaussée est de 440 à 550 € HT / m³ selon le volume à mettre en place et l'importance des réseaux existants sous la chaussée.

Leur entretien et leur nettoyage représentent 15 à 20 €/m²/an. Leur durée de vie est de 6 ans environ.

3.6 LES STRUCTURES ALVEOLAIRES.

Description

Le coût élevé de cette technique la confine à des secteurs fortement urbanisés et qui connaissent de gros problèmes de débordement. De plus, cette technique n'est utilisable qu'en réseau pluvial séparatif.

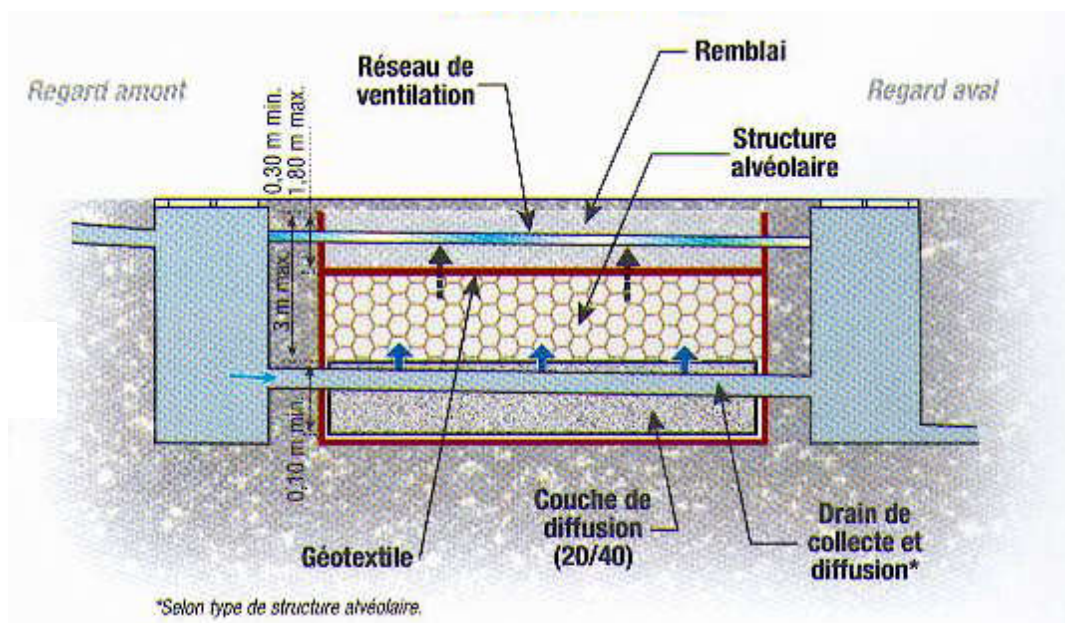


Figure 5 : Structures alvéolaires

*Les structures alvéolaires peuvent remplacer le concassé dans les tranchées ou les fossés drainants lorsqu'on rencontre des problèmes d'encombrement du sous sol.
L'alimentation se fait par le dessous dans une couche de matériau drainant dans laquelle sont noyés les drains de collecte et de dispersion.
L'évacuation se fait soit par infiltration soit par une vidange vers le réseau par un système de régulation de débit.*

Coût

Le coût est d'environ 475 € HT par m³.

NB : Le colmatage de ces ouvrages s'effectue sur des collecteurs pseudo-pluviaux présentant des débits d'eaux usées.

3.7 SYNTHESE

Solutions	Avantages	Inconvénients
Puits d'infiltration	Recharge la nappe si caractéristiques du sol favorables. Coût modéré.	Capacité de stockage limitée et nécessité de surdimensionner à cause de l'absence d'exutoire pour les événements exceptionnels. Curage obligatoire et régulier.
Tranchées drainantes	Encombrement au sol minimal. Dépollution si les avaloirs sont équipés de système de décantation et de dégrillage.	Risque de pollution de la nappe. Risque d'infiltration de fines. Implantation de plantation profonde.
Tranchées d'infiltration	Augmentation des surfaces d'espaces verts. Coût modéré.	Risque de colmatage. Nécessité d'un nettoyage soigné du sol en surface.
Noues	Bonne intégration dans l'espace urbain. Coût modéré.	Curage obligatoire et régulier. Nécessité d'un entretien des surfaces enherbées.
Chaussées poreuses	Pose de collecteurs de plus petit diamètre. Gain financier à l'aval de la zone assainie. Elimination de l'aquaplaning et des éclaboussures. Abaissement du niveau sonore.	Mise en œuvre délicate. Risque de colmatage. Durée de vie plus courte de l'enrobé drainant par rapport au classique. Risque de pollution de la nappe. Coût élevé.
Structures alvéolaires	Faible encombrement du sous-sol.	Coût élevé. Risque de colmatage. Utilisable sur réseaux EP stricts.

Tableau 2 : Avantages et inconvénients des différentes techniques de limitation du ruissellement

(source : Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie-JP Tabuchi et F Valiron 1992.)