Les techniques alternatives en assainissement pluvial : descriptif et exemples de réalisation

➢ *Pourquoi ?*

L'urbanisation florissante des villes a conduit à l'augmentation du risque d'inondation et à la réduction de l'alimentation des nappes souterraines. Il est aujourd'hui indispensable d'intégrer la gestion des eaux de pluie dans tous les projets d'aménagements. Les objectifs premiers des techniques alternatives sont, d'une part, l'épuration des eaux et la régulation des débits dans les réseaux (par rétention) et d'autre part, la réduction des volumes s'écoulant vers l'aval (par infiltration).

➢ *Contexte réglementaire*

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) du 23/10/2000 :

Elle fixe des objectifs de résultats en termes de qualité écologique et chimique des eaux pour les Etats Membres. Ces objectifs sont entres autres, les suivants :

- mettre en œuvre les mesures nécessaires pour prévenir de la détérioration de l'état de toutes les masses d'eau,
- protéger, améliorer et restaurer toutes les masses d'eau de surface afin de parvenir à un bon état des eaux de surface en 2015.

Code de l'environnement :

- *Article R214-1, rubrique 2.1.5.0*

Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

- Supérieure ou égale à 20 ha : autorisation
- Supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha : déclaration

- *Article L214-53*

Régularisation du rejet d'eaux pluviales du réseau pluvial antérieur à 1992 : déclaration d'existence

Code Général des Collectivités territoriales :

- *Article L2224-10*

Les communes délimitent, après enquête publique :

- les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement
- les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement

SDAGE Loire-Bretagne :

Le nouveau Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux du bassin Loire-Bretagne, adopté le 15 octobre 2009 par la Commission Loire-Bretagne, couvre la période 2010-2015. Il souligne la nécessité de maîtriser les rejets d'eaux pluviales :

- *Disposition 3D de l'orientation « Réduire la pollution organique »*

« La maîtrise du transfert des effluents peut reposer sur la mise en place d'ouvrages spécifiques (bassins d'orages). Mais ces équipements sont rarement suffisants à long terme. C'est pourquoi il est

nécessaire d'adopter des mesures de prévention au regard de l'imperméabilisation des sols, visant la limitation du ruissellement par le stockage et la régulation des eaux de pluie le plus en amont possible tout en privilégiant l'infiltration à la parcelle des eaux faiblement polluées. Dans cette optique, les projets d'aménagement devront autant que possible faire appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées…).

➢ *Les moyens d'application*

Le document d'urbanisme :

- *La carte de zonage d'assainissement pluvial (en annexe du document d'urbanisme) :*

Elle délimite les zones où l'imperméabilisation est limitée et/ou des mesures de stockage sont nécessaires.

- *Le règlement du document d'urbanisme : Ex Bordeaux article 4 du règlement de PLU*

« Lorsque le réseau est établi, le débit pouvant être rejeté dans celui-ci ne pourra être supérieur à celui correspondant à une imperméabilisation de 30% de la surface du terrain. »

Le règlement d'assainissement :

Il fixe les conditions et les modalités auxquelles sont soumis les branchements et déversement des eaux dans les ouvrages de la commune. Il précise le document d'urbanisme. Non obligatoire, mais opposable à l'usager.

- *Extrait tiré de celui de Saint Denis :*

« seul l'excès de ruissellement peut être rejeté aux réseaux publics après qu'ont été mises en œuvre, sur la parcelle privée, toutes les solutions susceptibles de limiter et d'étaler les apports pluviaux. Le cas échéant, la convention de branchement et de déversement fixe le débit maximum à déverser dans l'ouvrage public, compte tenu des particularités de la parcelle à desservir et du réseau récepteur »

Les règlements des Zones d'Aménagement Concertés
Les règlements de lotissement
La délivrance du permis de construire

➢ *Par qui ?*

Les techniques alternatives sont promues entre autres par l'Adopta (Association Douaisienne pour la Promotion des Techniques Alternatives en matière de gestion des Eaux Pluviales) qui met à disposition de l'information technique, recense les retours d'expérience sur différents aménagements-test. Ainsi, les collectivités peuvent s'appuyer sur des documents techniques et visites sur sites pour leurs projets d'urbanisme.

➢ *Comment ?*

- Techniques alternatives (fonction de rétention et/ou infiltration) :

- Fiche 1 : Noues et fossés
- Fiche 2 : Tranchées drainantes
- Fiche 3 : Puits d'infiltration
- Fiche 4 : Chaussées à structure réservoir
- Fiche 5 : Toits stockants
- Fiche 6 : Bassin de rétention enterré

- Dispositifs complémentaires :

- Fiche 7 : Toitures végétalisées
- Fiche 8 : Filtres plantés de roseaux
- Fiche 9 : Récupération des eaux de pluie (usage domestique)

Fiche n°1 : NOUES ET FOSSÉS

➢ *Définition*

Les noues sont des fossés larges et peu profonds. Elles apportent un avantage paysager certain.

➢ *Principe de fonctionnement*

1. Introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite ;
2. Stockage des eaux recueillies à l'air libre ;
3. Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

Avantages	*Inconvénients*
• Contribuent à une meilleure délimitation de l'espace • Bon comportement épuratoire • Bonne intégration dans le site • Utilisation éventuelle en espaces de jeux et de loisirs, de cheminement piéton par temps sec • Solution peu coûteuse (gain financier à l'aval car diminution des réseaux à l'aval) <u>Cas particulier de l'infiltration</u> • Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable • Alimentation de la nappe phréatique	• Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles,…) • Nuisance liée à la stagnation éventuelle de l'eau • Colmatage possible des ouvrages. • Emprise foncière importante dans certains cas • Cas particulier de l'infiltration • Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

➢ *Conditions à respecter :*

- Respect des dimensions et des pentes longitudinales
- Pour éviter la stagnation d'eau : vérification des pentes, réalisation d'une cunette en béton ou d'une tranchée drainante dans le fond de la noue
- Enherbement des berges pour éviter l'érosion, voire enrochements localisés.
- Contre le bouchage des orifices : mise en place d'un drain sous la noue

<u>Cas de l'infiltration :</u>

- sol perméable : $10^{-5}<K<10^{-2}$, avec K= perméabilité du sol en m/s
- distance minimale (≈1 m) entre les plus hautes eaux de la nappe souterraine et le bas talus
- non localisée dans une zone d'infiltration réglementée

- pas d'apports de fines des surfaces drainées

➢ *Conception (cf. annexe 1)*

► *Noue plantée d'iris*

- Où ?

Le long des voies de circulation, dans une parcelle le long d'une limite de propriété…

- Comment ?

· Dans la mesure du possible : perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable pour obtenir un volume utile de rétention suffisant
· Pente des talus < 30%
· Pente du fond de noue : faible < 0.2 - 0.3%
· Plus la pente est faible, plus l'entretien est facilité.

- Avec quoi ?

· Végétation : gazon résistant à l'eau et l'arrachement (Herbe des Bermudes, Pueraire Hirsute, Pâturin des près, …), arbres et arbustes (stabilisant les berges)
· Massif drainant en fond de noue : béton, pierre sèche, briques…

➢ *Dimensionnement :*

► Exemple d'une noue enherbée

► Exemple d'une noue avec cloisons

1. <u>Cas d'une noue de rétention, l'infiltration étant négligeable :</u>

Les dimensions de la / des noue(s) doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

- Dimensions : L x l x h/2 = Volume de rétention
- Diamètre de l'orifice de vidange :

$$m \times V \times S = Q$$

Avec : Q : débit de fuite ; m= 0,62 (coefficient de Borda) ; V : vitesse en m/s, exprimée par $(2gh)^{0.5}$; h : hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice ; S : section de l'orifice, donné par $Pi \times r^2$

2. <u>Cas de l'infiltration :</u>

Le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique permettant d'évaluer la perméabilité du sol et ensuite d'en déduire le volume utile de rétention.

➢ *Coût :*

- terrassement : ≈ de 5 à 20 €HT/m^3
- engazonnement : ≈ 2 €HT/m²
- pose et matériel pour le massif drainant : 60 à 100 €HT/ ml
- pose et matériel des canalisations d'entrée des propriétés : ≈ 30 €HT/ ml
- Entretien : ≈ 3€HT/ml

➢ *Entretien :*

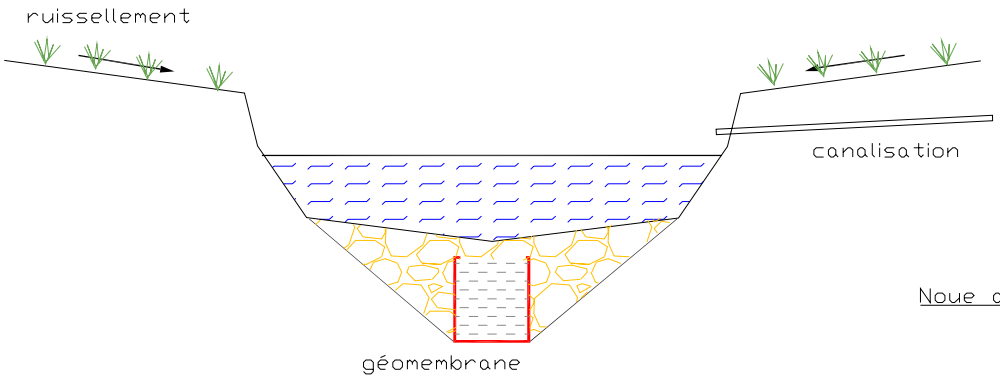
Similaire à ceux des espaces verts : tonte, ramassage des feuilles mortes et des détritus, curage des orifices de vidange.

➢ *Remarque*

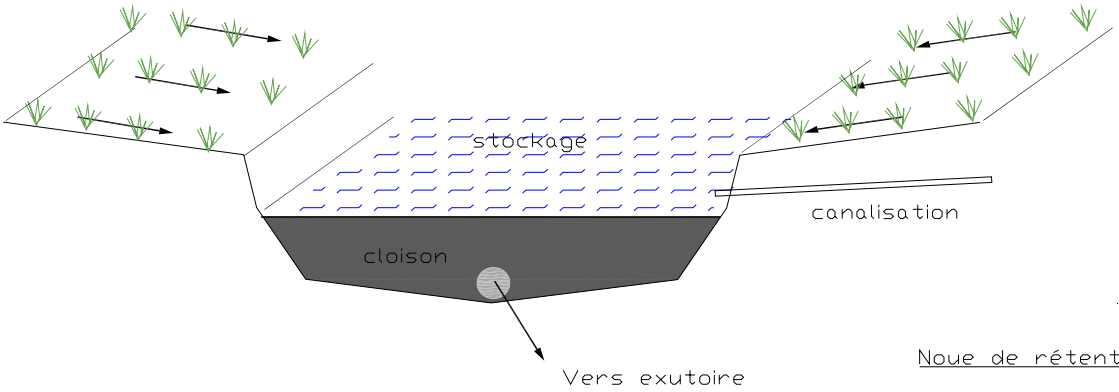
Combinaison avec une tranchée drainante possible (voir fiche n°2)

► *Noues paysagères*

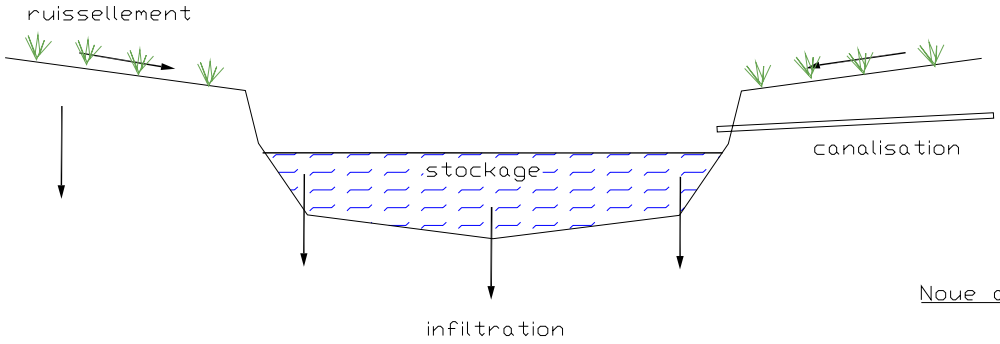
➢ *Schéma de principe*



Noue avec massif drainant



Noue de rétention



Noue d'infiltration

Fiche n°2 : TRANCHÉES DRAINANTES

➢ *Définition*

Espaces linéaires et superficiels remplis de matériaux granulaires permettant un stockage des eaux.

➢ *Principe de fonctionnement*

1. Introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite ;
2. Stockage des eaux recueillies dans un ouvrage linéaire rempli de matériaux poreux ;
3. Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

Avantages	*Inconvénients*
• Diminution des réseaux à l'aval • Peu coûteux • Mise en œuvre facile • Bonne intégration paysagère • Solution peu coûteuse (gain financier à l'aval car diminution des réseaux à l'aval) <u>Cas particulier de l'infiltration</u> • Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable (sauf en cas de trop-plein) Alimentation de la nappe phréatique	• Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles,…) • Contrainte dans le cas d'une forte pente (cloisonnement nécessaire) • Colmatage possible des ouvrages. • Contraintes liées à l'encombrement du sous-sol • Emprise foncière importante dans certains cas <u>Cas particulier de l'infiltration</u> • Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

➢ *Conditions à respecter :*

- Tranchées le long des voies circulées : sous trottoirs ou en limite de parking, rejet vers un exutoire à prévoir au moyen d'un drain (phénomène de colmatage important).
- Les tranchées autour des bâtiments pour les eaux de toiture : l'infiltration suffit, la mise en place d'un drain permettra de répartir les eaux dans toute la tranchée.
- Vérification de l'absence de zone de protection de la nappe et eaux collectées de bonne qualité
- Perméabilité du sol suffisante
- <u>Tranchée de rétention</u> : prévoir un exutoire avec un ouvrage de limitation du débit de fuite.

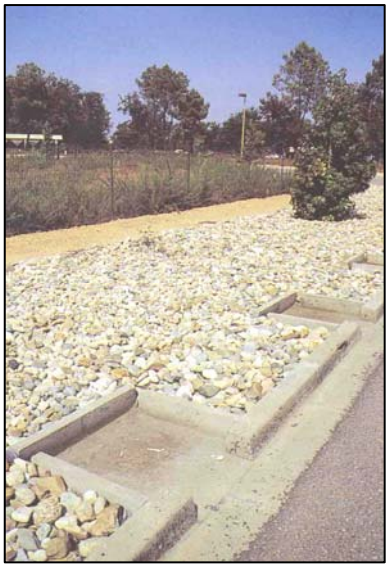
➢ *Conditions à respecter :*

► *Tranchées d'infiltration*

Lors de la réalisation :

- Les apports de terre vers la tranchée doivent être évités, tranchées à réaliser dans les dernières étapes du projet en séparant les surfaces productrices de fines des surfaces drainées.
- Les matériaux utilisés doivent avoir une porosité utile suffisante et doivent être propres pour éviter tout colmatage prématuré.
- Un contrôle de fin de réalisation consiste à vérifier la capacité de stockage et de vidange par des essais de remplissage.

➢ *Conception (cf. annexe 2)*



► *Tranchées le long de la voirie*

- Où ?

Le long des voies de circulation, le long d'un bâtiment, dans une parcelle le long d'une limite de propriété…

- Comment ?

· Dans la mesure du possible : perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable pour obtenir un volume utile de rétention suffisant
· Pente des talus < 30%
· Pente du fond : nulle en cas d'infiltration, faible < 0.2 - 0.3% pour de la rétention

Plus la pente est faible, plus l'entretien est facilité.

- Avec quoi ?

· *Revêtement de surface* : gazon, galets, dalles, sable (en sous couche), …
  - Pas de revêtement poreux
  - Peut être non recouverte si les eaux sont peu polluées
· *A l'intérieur* : graves (porosité>30%), matériaux alvéolaires (porosité>90%) ;
· *Cas de l'infiltration* : mise en place d'un géotextile pour éviter l'introduction de fines
· *Le drain* : tuyau PVC localisé au fond (rétention) ou en haut (infiltration)

➢ *Dimensionnement*

1. Cas d'une tranchée de rétention, l'infiltration étant négligeable :

Les dimensions de la / des tranchée(s) doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

- Dimensions : h x l x L x porosité du matériau = Volume de rétention

- Diamètre de l'orifice de vidange :

$$m \times V \times S = Q$$

Avec : Q : débit de fuite ; m= 0,62 (coefficient de Borda) ; V : vitesse en m/s, exprimée par $(2gh)^{0.5}$; h : hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice ; S : section de l'orifice, donné par Pi x r^2

2. Cas de l'infiltration :

Le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique permettant d'évaluer la perméabilité du sol et ensuite d'en déduire le volume utile de rétention.

➢ *Coût*

Coût de réalisation : de 40 à 50 €/m3 terrassé, pour un ouvrage simple
Coût d'entretien : 1€/m²/an

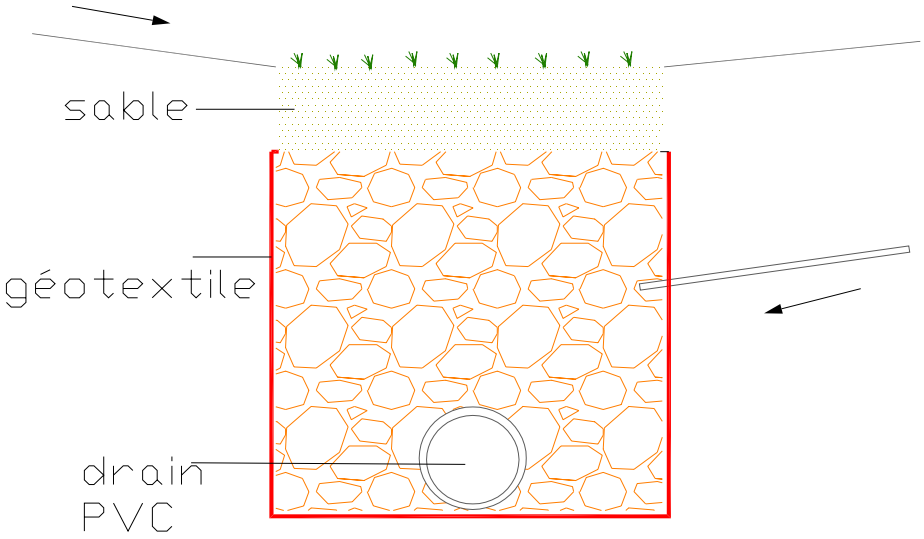
➢ *Entretien*

- Ramasser régulièrement les déchets ou les débris de végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale comme les orifices entre bordures ou les avaloirs et à entretenir le revêtement drainant de surface.
- Le géotextile de surface doit être changé en cas de colmatage.
- Pour mesurer l'efficacité de l'ouvrage et vérifier qu'il n'existe aucune pollution due à l'infiltration des eaux de ruissellement, installer un piézomètre en amont et en aval de l'ouvrage.

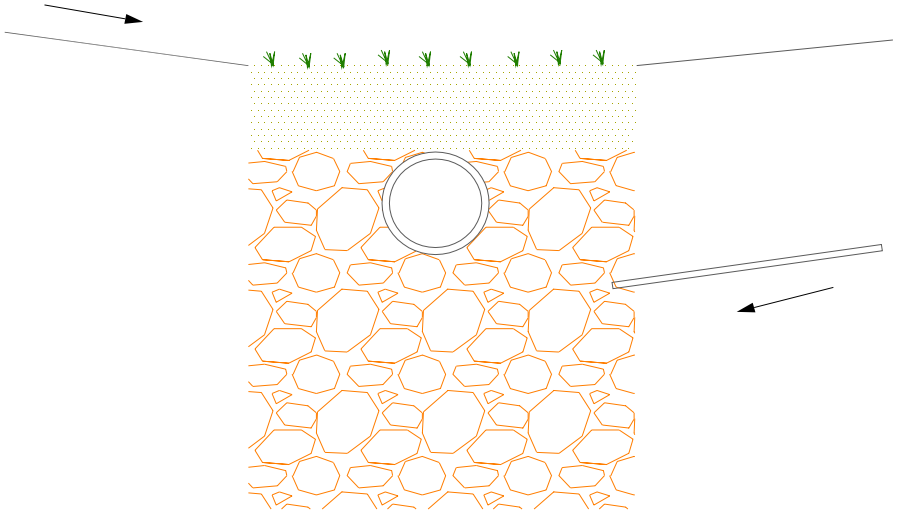
► *Tranchées sous toit*

Tranchées drainantes récolant les eaux de parking (Saint Jacques de la lande, 35)

➢ *Schéma de principe*



Tranchée de rétention



Tranchée d'infiltration

Fiche n°3 : PUITS D'INFILTRATION

➢ *Définition*

Ouvrage de profondeur variable, permettant un stockage et une évacuation directe vers le sol des eaux pluviales (préférentiellement issues des toitures).

➢ *Principe de fonctionnement*

1. Alimentation par ruissellement ou par conduites
2. Décantation sommaire dans un ouvrage spécifique en amont du puits
3. Stockage temporaire dans le puits
4. Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol

Avantages	*Inconvénients*
• Faible emprise au sol • Conception simple • Bonne intégration dans le site • Pas d'exutoire à prévoir (ou uniquement un trop-plein) • Intéressant dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable • Contribue à l'alimentation de la nappe • Pas de contrainte topographique majeure	• Phénomène de colmatage possible • Entretien régulier spécifique indispensable • Colmatage possible des ouvrages. • Capacité de stockage limité • Risque d'accident en période de remplissage • Faisabilité tributaire de la nature du sol • Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

➢ *Conditions à respecter*

- Vérification de l'absence de zone de protection de la nappe et eaux collectées de bonne qualité
- Perméabilité du sol suffisante
- Localisation au point bas, à 3 m de tout arbre ou arbuste, à 5 m de tout bâtiment et fond de l'ouvrage doit être au minimum à 2 m au dessus du niveau de nappe haute
- Installation d'un regard décanteur en amont du puits, raccordé par siphon, pour empêcher l'intrusion de flottants et graisses

➢ *Conception (cf. annexe 3)*

► *Puits d'infiltration sur voirie (à éviter)*

- Où ?

A proximité des bâtiments

- Comment ?

· Accès sécurisé : regard en fonte, dalle béton…

- Avec quoi ?

· *Matériaux à l'intérieur du puits* : vide, cailloux, gravier, granulats concassés (attention à la porosité des matériaux)

· *Matériaux délimitant le puits* : crépine ou buses empilées et perforées (800 à 2000mm). Ils doivent être perforés sur au moins la moitié inférieure de la hauteur du puits : l'infiltration est en effet plus efficace sur les côtés du fait du colmatage rapide du fond du puits.

► *Exemple de buse béton perforée*

➢ *Dimensionnement*

Le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique permettant d'évaluer la perméabilité du sol et ensuite d'en déduire le volume utile de rétention.

➢ *Coût*

Coût de réalisation : 5€/m² de surface assainie ; 1500€ pour un puits de 2m/2m

Pour l'entretien, le nettoyage : 3 €HT/m² de surface assainie par an ; 80 €/an (curage) pour un entretien satisfaisant ou 300 € HT tous les 2 ans

➢ *Entretien*

Nettoyage des décanteurs et des dispositifs filtrants ; Vérification du système de trop-plein ; Entretien des espaces verts environnants

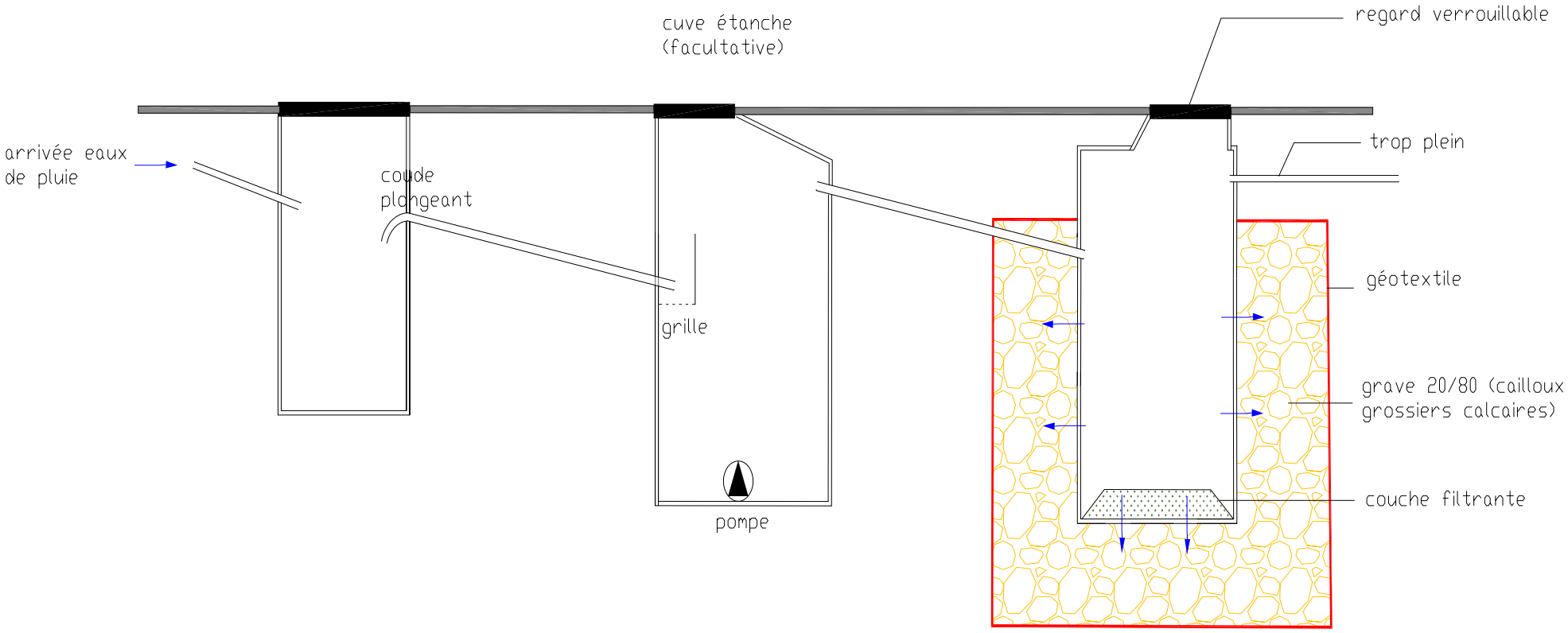
► *Fond d'un puits*

➢ *Remarque*

· Les puits d'injection sont à proscrire car ils présentent trop de risques de pollution de la nappe.

· Une cuve étanche placée en amont du puits peut être utilisée pour les particuliers en vue de récupération d'eaux de pluie (cf. annexe 3).

➢ *Schéma de principe*



Fiche n°3 : Puits d'infiltration

Fiche n°4 : CHAUSSÉES A STRUCTURE RÉSERVOIR

➢ *Définition*

Chaussée qui comporte une couche d'au moins 10 cm d'épaisseur et constituée d'un matériaux poreux ou drainant dont la porosité est supérieure à 15%. Ces aménagements supportent la circulation et sont majoritairement réalisés dans des ZAC ou des lotissements. Le **revêtement** peut être **classique** ou **poreux**.

➢ *Principe de fonctionnement*

1. Stockage temporaire des eaux de ruissellement recueillies dans le corps de la structure
2. Si le revêtement est poreux : infiltration directe dans la structure ; Si le revêtement est étanche : injection par l'intermédiaire d'avaloirs
3. Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

Avantages	*Inconvénients*
• Aucune emprise supplémentaire nécessaire • Filtration des polluants <u>Revêtement drainant</u> • Meilleur confort de conduite par temps de pluie • Amortissement des bruits de roulement (pour les vitesses >50km/h) <u>Cas particulier de l'infiltration</u> • Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable (sauf en cas de trop-plein) • Alimentation de la nappe phréatique	• Structure tributaire de l'encombrement du sous-sol • Sensibilité au gel <u>Revêtement drainant</u> • Sensibilité au colmatage, nécessite un entretien régulier spécifique • Orniérage (utilisation exclue dans les giratoires, les zones de décélération) • Contrainte liée à l'encombrement du sous-sol • Formation de verglas plus rapide et impossibilité de sablage <u>Cas particulier de l'infiltration</u> • Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

➢ *Conditions à respecter*

- Doit être intégré dans le projet d'aménagement le plus tôt possible
- Une attention particulière devra être apportées à : granulométrie, pose des drains, diamètre des drains adaptés.
- Contre le colmatage, il faut éviter tout dépôt de terres ou de sables.
- Conception bien étudiée et réalisation consciencieuse (interventions difficiles après construction)

➢ *Conception (cf. annexe 4)*

► Préparation de la structure réservoir – DDE 34

- *Où ?*

Voiries à faible pente, éviter les ronds-points et les routes à fort traffic, en dehors de tout risque d'apport boueux.

- *Comment ?*

· Interfaces : géotextile entre la couche de formation et le sol support.
· Un drainage interne ventilé favorise la respiration de la structure.- Drain PVC situé au fond (rétention) ou en haut (infiltration).
· Prévoir des évents.
· Prévoir des cloisons si la pente est trop importante.
· Un grillage avertisseur doit être mis au dessus de la structure pour signaler sa présence.

- *Avec quoi ?*

Couche de surface :
· Revêtement classique: enrobé et béton drainants, pavés et dalles, revêtement étanche
· Revêtement poreux : béton, pavés, enrobé poreux

Couche de stockage :
· Matériaux naturels : roulé, concassé, galets (porosité>30%)
· Matériaux préfabriqués : structures alvéolaires, en nid d'abeille, en casier, …

Interface :
· Géotextile (pas d'infiltration dans le sol)

➢ *Dimensionnement*

3. Cas d'une structure de rétention, l'infiltration étant négligeable :

Les dimensions de la / des tranchée(s) doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

- Dimensions : h x l x L x porosité du matériau = Volume de rétention
- Diamètre de l'orifice de vidange : m x V x S = Q

Avec :Q : débit de fuite ; m= 0,62 (coefficient de Borda) ; V : vitesse en m/s, exprimée par $(2gh)^{0.5}$; h : hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice ; S : section de l'orifice, donné par Pi x r^2

4. Cas de l'infiltration :

Le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique permettant d'évaluer la perméabilité du sol et ensuite d'en déduire le volume utile de rétention.

➢ *Coût*

- - Réalisation :

Chaussée classique 240€ à 290€/Ml
Chaussée poreuse : 270 € à 450€/mL

- - Entretien :

Lavage simple : 1€/m²/an
Lavage simple et changement de couche de roulement : 3€/m²/an

➢ *Entretien*

- *Revêtement classique :*

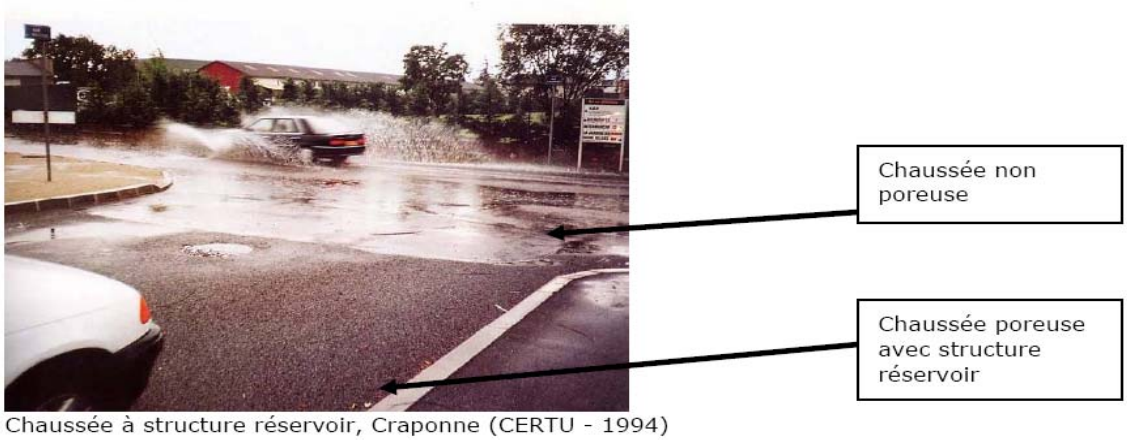
- Curage (occasionnel) et contrôle par inspection caméra des drains (diamètre et longueur des drains doivent être appropriés)
- 1 curage/semestre des bouches d'injection, des avaloirs, des regards
- 1 changement de filtre/an

- *Revêtement poreux :*

- Traitement préventif (hydrocurage/aspiration sous moyenne pression, balayage à proscrire)
- Traitement curatif (hydrocurage/aspiration à haute pression) du colmatage
- Sablage interdit, mais quantité de sel à répandre plus importante

➢ *Remarque :*

- Dans le cas d'un revêtement poreux, des tests de perméabilité doivent être effectués en fin de travaux.

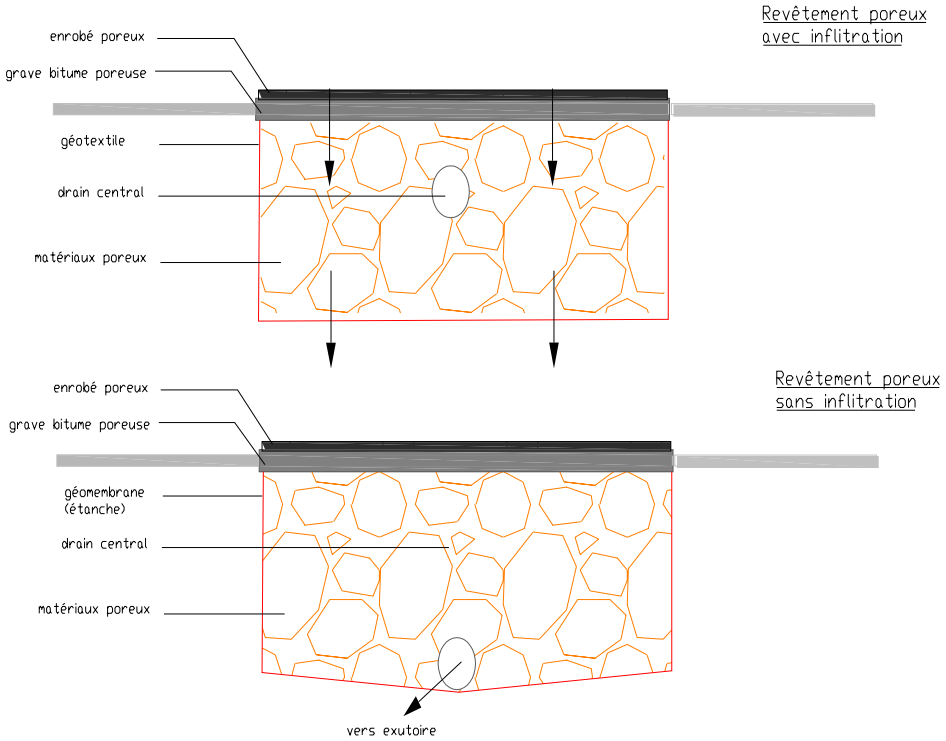


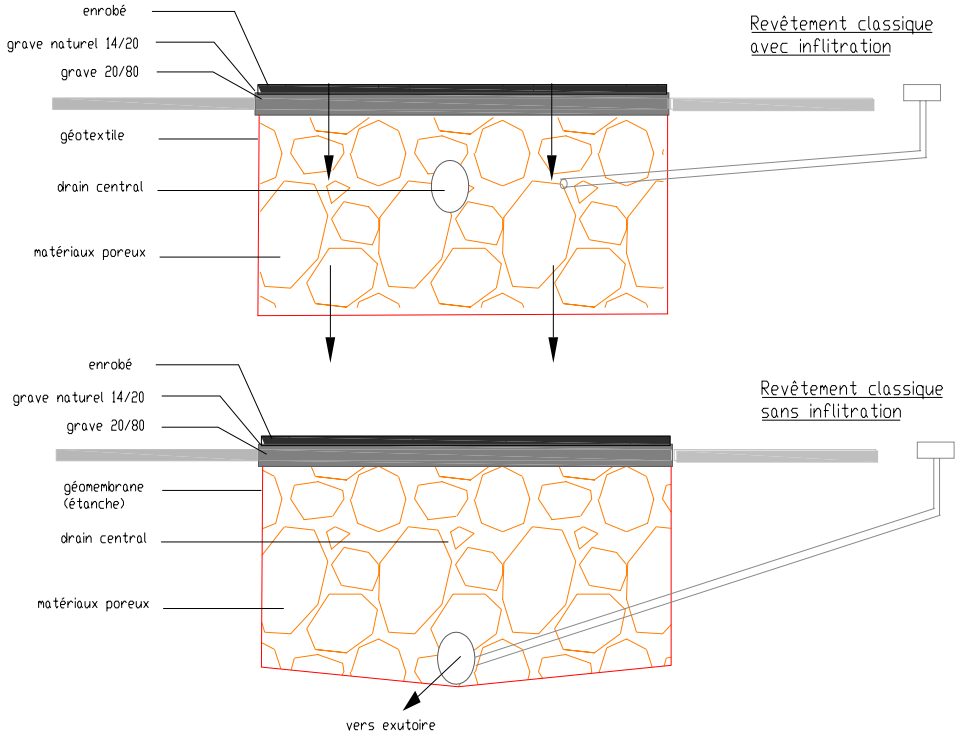
Chaussée à structure réservoir, Craponne (CERTU - 1994)

Les techniques alternatives en assainissement pluvial

Fiche n°4 : Chaussées à structure réservoir

➢ *Schéma de principe*





Fiche n°5 : TOITS STOCKANTS

➢ *Définition*

Aussi appellées « toitures terrasses », ce sont des toits plats de pente nulle ou faible, aménagés avec des parapets sur le pourtour permettant un stockage temporaire des eaux de pluie.

➢ *Principe de fonctionnement*

Stocker provisoirement les eaux de pluie et les restituer au réseau en assurant un débit régulé grâce à un dispositif de vidange.

Avantages	*Inconvénients*
• réduction du débit de pointe → réduction du réseau en aval • bonne intégration dans le tissu urbain • conception simple • pas d'emprise foncière et peu d'espace nécessaire • pas de surcoût par rapport à une toiture « normale »	• Entretien régulier • A utiliser avec précautions sur une toiture existante (vérification de la stabilité et de l'étanchéité) • Difficile à mettre en place sur toiture en pente (> 2%) • Léger surcoût dans certains cas • Réalisation soignée par entreprises spécialisées (étanchéité) • Possibilité de problèmes liés au gel • Méthode inadaptée aux terrasses, aux toitures terrasses comportant des locaux techniques (chaufferie, monte charge…) • Risque de pollution des eaux dans le cas d'un toit jardin à cause des produits chimiques utilisés

➢ *Conditions à respecter*

- Pente inférieure à 5%
- Vérification de la stabilité sur les constructions existantes
- Mise en œuvre de l'étanchéité particulièrement soignée, respect des préconisations du DTU 43.1
- Dispositifs de vidange :
  - ²Système de régulation par le biais d'orifices calibrés
  - Trop-pleins de sécurité (hauteur d'eau limitée)
- Pas d'installations électriques
- Les toitures terrasses comportant des installations techniques ne peuvent pas être utilisés : Chaufferies, VMC, Machineries, capteur solaires…
- Evaluation de la hauteur d'eau à stocker : doit permettre une bonne régulation tout en assurant la sécurité de la structure (trop-plein à 10 cm max)

➢ *Conception (cf. annexe 5)*

► *Réalisation de Chantier avec système WATEROOF - SIPLAST*

- *Où ?*

Sur les toits existants (vérification de la stabilité et de l'étanchéité auparavant) ou neufs ; Pas un climat de montagne (< 900m d'altitude)

- *Comment ?*

· Etude hydraulique et mécanique
· Calcul de la charge en eau
· Pente nulle :dispositif de régulation et trop pleins de sécurité (protégés par des grilles)

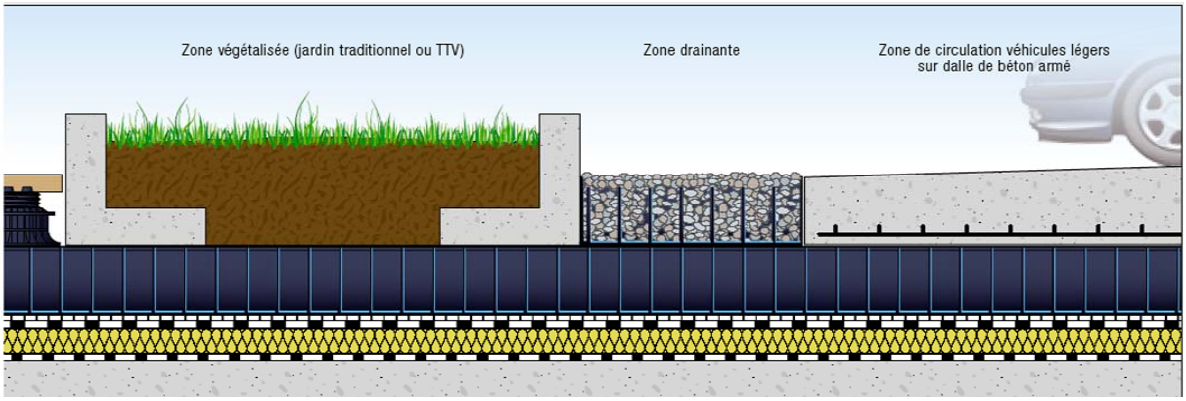
- *Avec quoi ?*

· Elément porteur : béton, bois, acier
· Pare vapeur et isolant thermique
· Pente nulle : reliefs en béton armé de 25 cm de haut au-dessus de la protection (barrages)
· Protection d'étanchéité placée sous des gravillons ou dalles béton ou bois

➢ *Dimensionnement*

· Les descentes : nombre fixé par le DTU 60.11 : Tout point d'une terrasse est au maximum à 30 m d'une descente et toute bouche draine un surface maximale de 700 m²

· Le dispositif de vidange (orifice de régulation): informations constructeurs



► *Exemple d'utilisation système WATEROOF – SIPLAST pour toits stockants*

➢ *Entretien*

La chambre syndicale nationale d'étanchéité préconise un minimum de deux visites annuelles

- l'une après la période automnale pour enlever les feuilles mortes
- l'autre avant la période estivale.

L'entretien est à la charge des propriétaires. Des préconisations d'entretien peuvent être introduites au niveau du règlement de copropriété.

➢ *Coût*

Coût : Léger surcoût par rapport à une toiture classique (étanchéité soignée, structure adaptée) : de 7 à 30€/m² selon les aménagements prévus

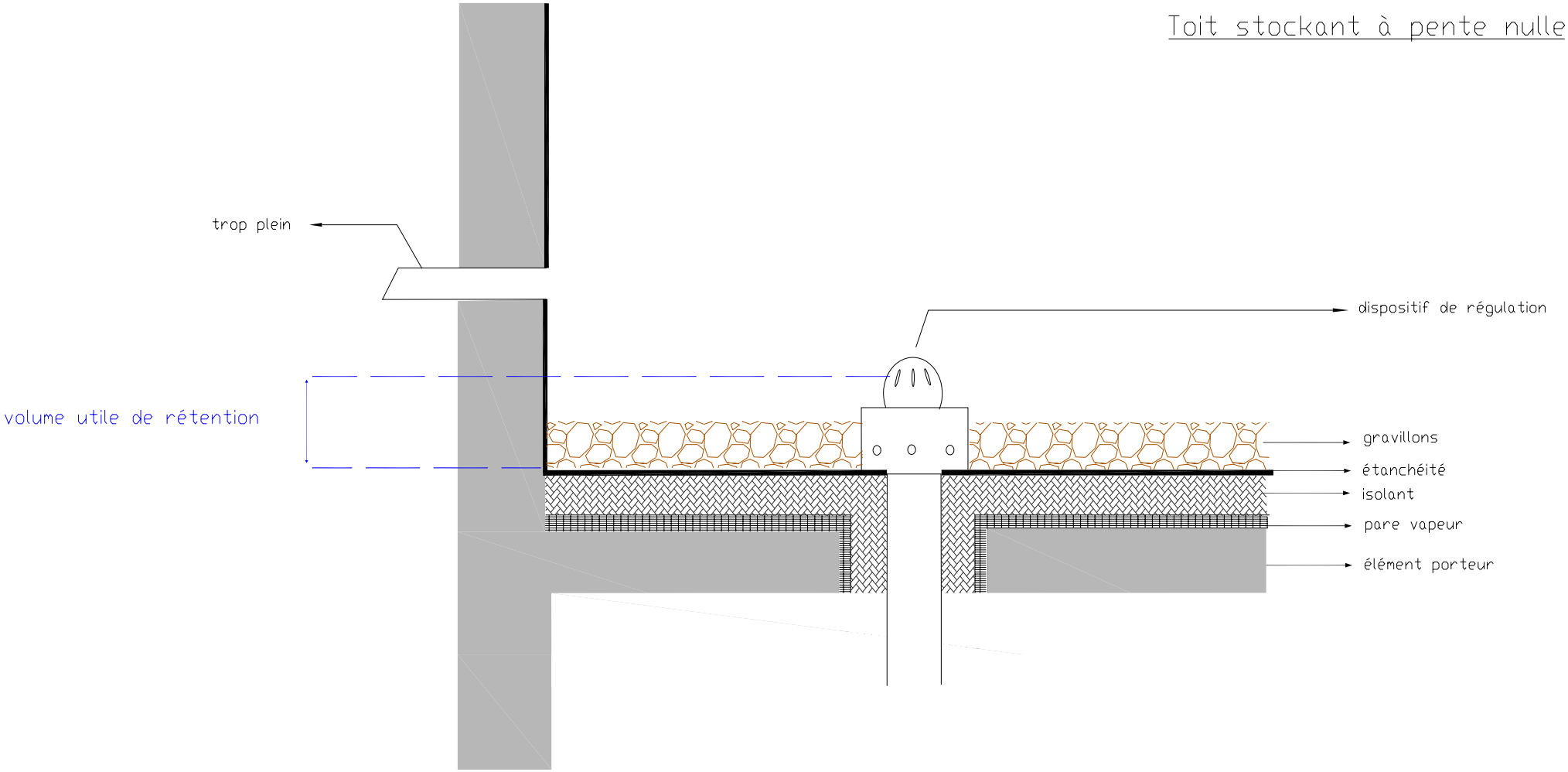
➢ *Remarque*

- La Chambre syndicale nationale de l'étanchéité de 1992 donne de nombreuses directives quant à la mise en place des toitures stockantes (norme NF 84-204/DTU 43-1)
- Des tests de fin des travaux doivent être réalisés : dimensionnement, revêtement, fonctionnement des organes de vidange corrects

Toiture-terrasse multi-usage avec stockage temporaire d'eau de pluie de 56 m³

►Toiture-terrasse multi-usage avec stockage temporaire eau de pluie de 56 m3

➢ *Schéma de principe*



Fiche n°6 : LES BASSINS DE RÉTENTION ENTERRES

➢ *Définition*

Ouvrage souterrain de stockage des eaux de pluie, avec un système de vidange régulée. Pour une utilisation à grande échelle (lotissement, ZAC…) sous des espaces verts, des voiries ou des parkings, ou pour la rétention de petits volumes chez les particulers (dans ce cas le volume utile peut englober, en plus du volume de stockage , un volume de réutilisation).

➢ *Principe de fonctionnement*

Les eaux sont stockées puis évacuées vers un exutoire en garantissant débit régulé. Trois fonctions se combinant les unes aux autres peuvent lui être attribuées : stockage pour réutilisation, volume tampon, infiltration (si le sol est perméable).

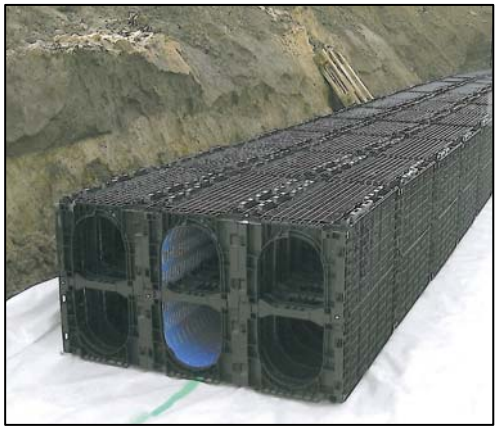
Avantages	*Inconvénients*
• Surface au sol inchangée, possibilité de valoriser l'espace en surface • Multitude de techniques et de choix de matériaux, donnant une liberté de forme de volume et de réalisation • <u>Cas particulier de l'infiltration</u> • Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable (sauf en cas de trop-plein) • Alimentation de la nappe phréatique	• Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable des ouvrages de prétraitement amont (décanteur, débourbeur, déshuileur) • Signalisation de surface pour éviter les surcharges roulantes si non acceptées • Etude approfondie nécessaire sur l'encombrement, l'indice de vide et la portance du sol • <u>Cas particulier de l'infiltration</u> • Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

➢ *Conditions à respecter*

- La position des ouvrages de décantation et de traitement et leur dimensionnement doivent être réfléchis de façon à ce que leur entretien puisse être réalisé facilement et, dans la mesure du possible, avec le matériel habituel dont le gestionnaire dispose.
- Il peut être utile de prévoir un dispositif de mesure du débit sortant : pour vérifier les hypothèses retenues pour le dimensionnement du débit de fuite, et ajuster au besoin le débit de fuite au moyen de la vanne.

➢ *Conception (cf. annexe 6)*

►Système D-Raintank® Chantier à Vannes



►Structure alvéolaire ultralégères hydro-curable pour rétention et infiltration (RAUSIKKO®- BOX - REHAU)

►Rétention EP visitable sous voirie SPIREL®- TURBISIDER

- *Où ?*

· Conditions de faisabilité : étude géotechnique, présence d'eau souterraine, charges statiques et dynamiques, prise en compte des types de surface drainées et des apports potentiels en éléments solide.

- *Comment ?*

· Choix du procédé : prise en compte de l'indice des vides, du risque de colmatage, du mode de remplissage par le haut ou par le bas, place disponible, facilité d'entretien, accessibilité, trop-plein.

· Respecter les recommandations des fabricants, notammant pour la mise en place du lit de pose lorsque celui-ci est nécessaire.

- *Avec quoi ?*

· Conduites béton/acier/PVC surdimensionnées, Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) visitables et curables. Eviter le remplissage avec des graviers (faible indice de vide et non visitable).

· Mise en place de système d'aération (pour éviter la mise en pression ou dépression)

· Ouvrage de décantation en amont et système de régulation en aval

· Prévoir un séparateur hydrocarbures si nécessaire

· Géotextile (bassin d'infiltration) ou géomembrane (bassin étanche)

➢ *Dimensionnement*

Les dimensions du bassin enterré doit permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

- Dimensions : L x l x h x porosité du matériau = Volume de rétention

- Diamètre de l'orifice de vidange :

$$m \times V \times S = Q$$

Avec : Q : débit de fuite ; m= 0,62 (coefficient de Borda) ; V : vitesse en m/s, exprimée par $(2gh)^{0.5}$; h : hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice ; S : section de l'orifice, donné par Pi x r^2

Tranchée d'infiltration (tunnels GRAF)
Galati (Roumanie)

►Exemples de chantiers GRAF

➢ *Coût*

La multitude de procédés et de techniques pouvant être utilisées ne permet pas d'estimer un coût précis : 300 à 1000 € HT /m3 stocké (ouvrages visitables et curables)

➢ *Entretien*

- Entretien annuel (mise en place d'un carnet d'entretien)
- Inspection après un épisode pluvieux
- Efficacité de l'entretien si une signalisation complète est présente (borner son emcombrement et éviter les surcharges accidentelles)

➢ *Remarque*

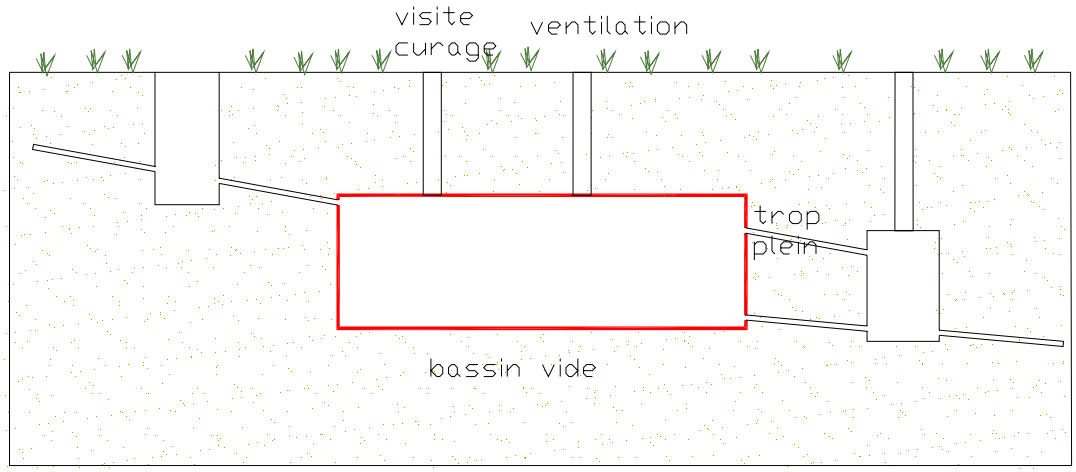
Technique conseillée lorsque peu d'espace est disponible et si le coût foncier le justifie.

➢ *Exemple d'application à la parcelle*

Dimension : pour une surface de toiture raccordée de 100 m², volume de stockage nécessaire de 1,5 m3 pour un débit de fuite de 0,5L/s.
Coût : Prix fourniture « Eau2pluie » 2100€TTC pour une cuve 4000L

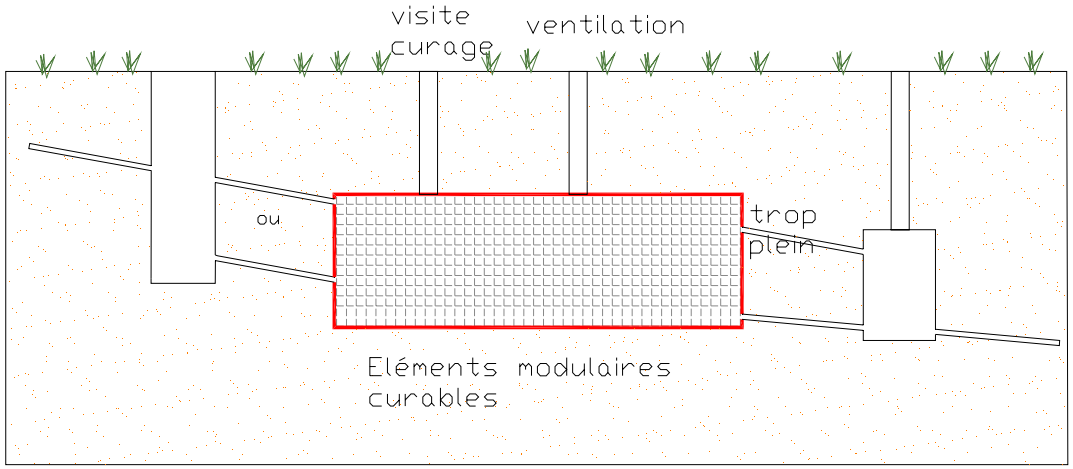
►Cuve de rétention CARAT Sté GRAF

➢ *Schéma de principe*



bassin de rétention enterré visitable

(buses ou cuves béton ou métalliques)



bassin de rétention enterré curable

(éléments modulaires en plastique)

Fiche n°7 : LES TOITURES VÉGÉTALISÉES

➢ *Définition*

Aussi appellées « toitures vertes », ce sont des toitures recouvertes de végétation et de diverses couches permettant le dévelopement de celle-ci. Même si elles parcticipent à la réduction des volumes d'eau ruisselés et au laminage des débits de pointe, elles ne constituent pas une mesure de rétention des eaux pluviales : en cas de saturation en eau de la toiture et face à un nouvel épisode pluvieux, ces derniers auront un comportement identique à celui d'une toiture classique.

➢ *Caractéristiques*

Les toitures vertes remplissent une fonction d'isolation et d'esthétique, en plus de leur fonction de limitation des ruissellements.

Les **toitures végétalisées** (extensives (mousse, sédums, plantes vivaces) ou semi-intensives (vivaces, graminés)) retiennent +/- 30% des eaux de pluies sur une année.

Les **toitures jardins**, constituées d'une végétation intensive (gazon, plantes basses, arbustes, …), ont une capacité de rétention de presque 50%.

Avantages	*Inconvénients*
• réduction du débit de pointe • bonne intégration paysagère • conception simple • pas d'emprise foncière et peu d'espace nécessaire • confort thermique et acoustique • réduction des coûts énergétiques	• entretien régulier : risque de nuisances olfactives et d'obstruction des évacuations • inadapté aux toitures pentues • faible volume stocké • sécurité (toit difficile d'accès) • conception précise (étanchéité indispensable)

➢ *Conditions à respecter, conception et dimensionnement : (cf. fiche n°5 et annexe 7)*

- Comment ?

· Etude hydraulique et mécanique, calcul de la charge en eau
· Couche drainante nécessaire si la pente<5%
· Zone « stérile » à mettre en place (largeur > 40 cm)
· Pente nulle :dispositif de régulation et trop pleins de sécurité (protégés par des grilles)

- Avec quoi ?

· Elément porteur : béton, bois, acier
· Pare vapeur et isolant thermique
· Protection d'étanchéité : membrane bitumeuse traitée antiracines ou asphalte coulé

►Association de plantes aromatiques et de vivaces florifères Ecovégétal®

- Couche drainante: agrégats minéraux poreux, matériaux alvéolaires, argile expansée…
- Couche filtrante : matériaux en polyester ou polyéthylène
- Substrat : éléments organiques (tourbe, compost, …) avec des minéraux (pierre de lave, pierre ponce,…) ; terreau pour les toitures jardin
- Végétation : extensive : 4 à 5 cm ; semi-intensive : 12 à 30 cm ; intensive : >30 cm

➢ *Efficacité*

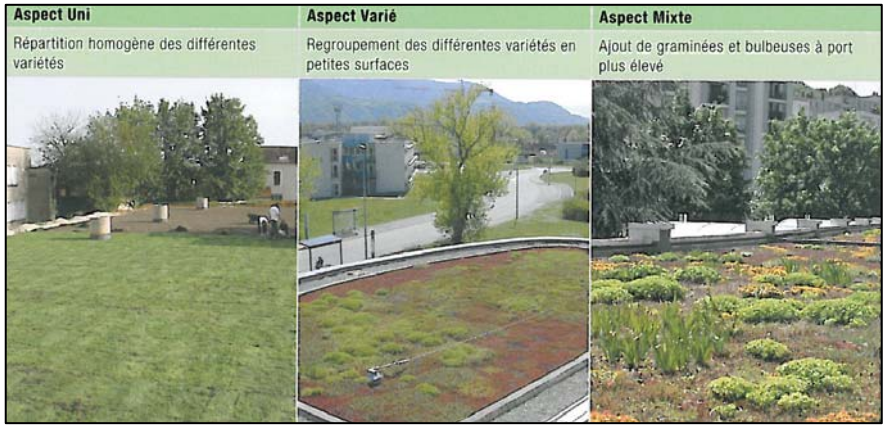
►Végétalisation extensive pour toiture légère Ecovégétal®

Campagne de mesure du CSTC de juin 2002 à décembre 2003 :

- Volume d'eau ruisselé diminué
- Effet retardataire sur l'écoulement mais pas de diminution posssible des systèmes d'évacuation (en cas de saturation : fonctionnement comparabla à une toiture classique))
- D'un point de vue de la qualité des eaux rejetées, effet positif non démontré : Augmentation des matières en suspension, coloration…
- Plus le substrat est épais, plus les effets sont amplifiés

➢ *Entretien*

2 visites annuelle par an (après l'automne et avant l'été), Contrat d'entretien avec les professionnels efficace. Arrosage, taille, tonte, desherbage



➢ *Coût*

Toiture de 1000 m² hors élement porteur et étanchéité :

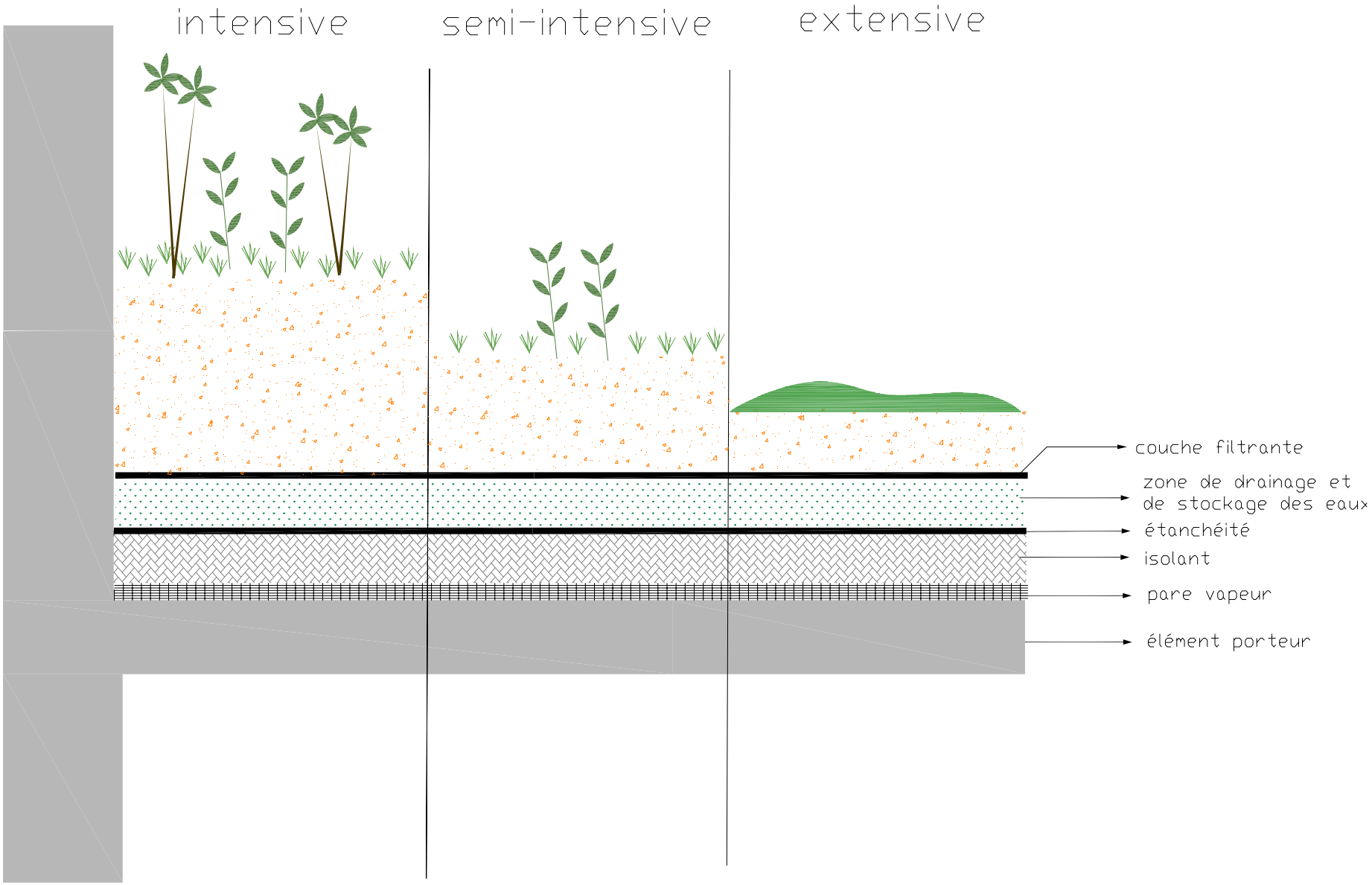
- végétalisée extensive : 40 à 70€ /m²
- jardin : 100 €/m²

►Siplast

➢ *Remarque*

- La Chambre syndicale nationale de l'étanchéité de 1992 donne de nombreuses directives (norme NF 84-204/DTU 43-1)
- A combiner avec d'autres techniques : puits d'infiltration, tranchée drainante, …

➢ *Schéma de principe*



Les techniques alternatives en assainissement pluvial

Fiche n°7 : Les toitures végétalisées

Fiche n°8 : FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX

➢ *Définition*

Pour un traitement qualitatif plus poussé des eaux pluviales et pour la valorisation de l'espace aménagé : application du principe de filtre planté de roseaux aux eaux de ruissellement. Plantation de roseau effectuée sur des graviers utilisée en prétraitement pour dépolluer les eaux de pluies qui ont ruisselé sur les surfaces.

➢ *Principe de fonctionnement*

Filtration verticale naturelle: le système racinaire des roseaux associés au substrat (sable et gravier) forment un milieu propice au développement de micro-organismes qui permettent la dégradation des polluants.

Avantages	*Inconvénients*
• filtration naturelle • réduction du débit de pointe • bonne intégration paysagère • conception simple • forte diminution des polluants dans le sol • méthode la plus aisée pour l'élimination des matières organiques et métaux lourds • pas de colmatage • éviter les inondations (rôle de rétention)	• entretien régulier : risque de nuisances olfactives • espace nécessaire

➢ *Conception (cf. annexe 8)*

- Où ?

Zones de pollution urbaines des eaux de ruissellement importante (trafic dense, zones d'activité, …)

- Comment ? - cas du filtre de Neydens -

En amont :

- Ouvrage de décantation pour la filtration des grosses particules
- Cloison siphoïde pour la séparation des hydrocarbures

Le système :

- Drain pour alimenter le filtre
- Surverse pour les fortes pluies en direction d'un bassin tampon par exemple.

- Avec quoi ?

- *Roseaux :* plante macrophyte (aquatique et visible à l'œil nu) et héliophyte (enracinés dans l'eau et tiges et feuilles aériennes)

- *Couche filtrante* : sable et gravier fin
- *Couche drainante* : drain en PVC par exemple

➢ *Efficacité*

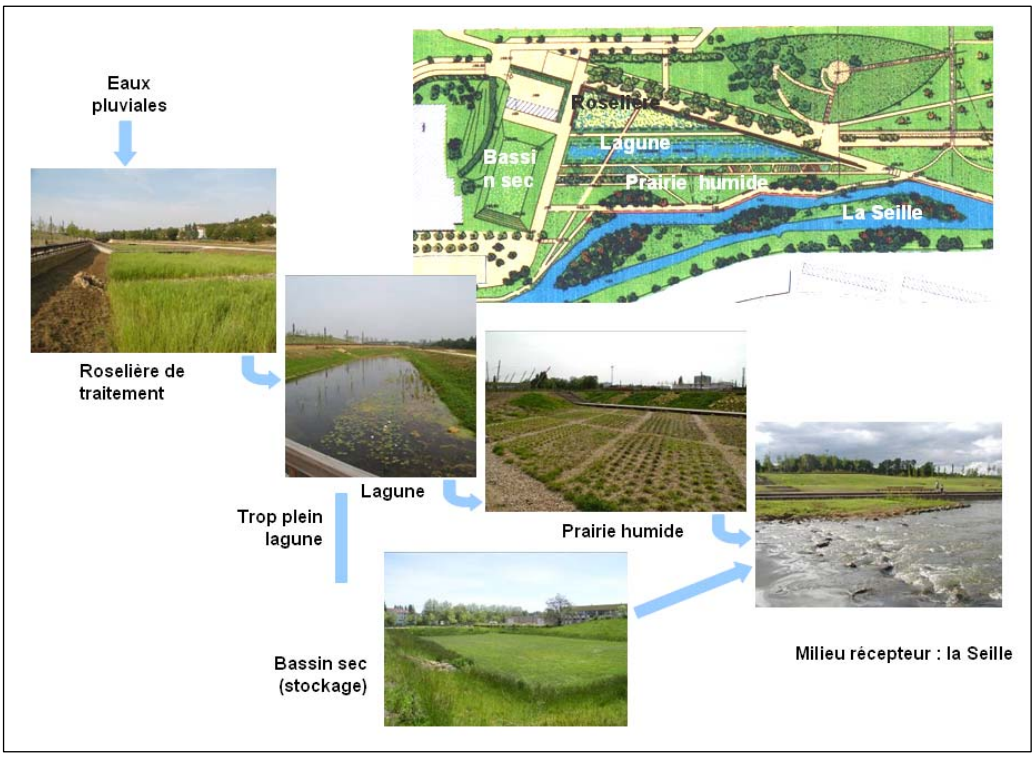
Résultats des tests sur le filtre de Neydens (source : NOVATECH'2007) :

Polluants	Rendement	Effets des roseaux
MES	95 %	Pas de colmatage
DCO	69 %	Oxygénation du massif filtrant par les rhizomes
Zinc	78 %	Formes solubles éliminées par précipitation : meilleur gradient redox à l'interface racines/sédiments
Plomb	81 %	
Cadmium	25 %	
Hydrocarbures	82 %	Développement de microorganismes qui dégradent les hydrocarbures

- Moins efficace sur les métaux lourds dissouts (cadmium) lors de faibles pluies (moins chargées en polluants)
- Participe au laminage des débits de pointe

➢ *Remarque*

- Efficace pour le traitement de pollutions variables
- Combinaison efficace avec un bassin de rétention en amont ou en aval
- Manque de retour d'expérience concernant l'efficacité à long terme (longévité du système)

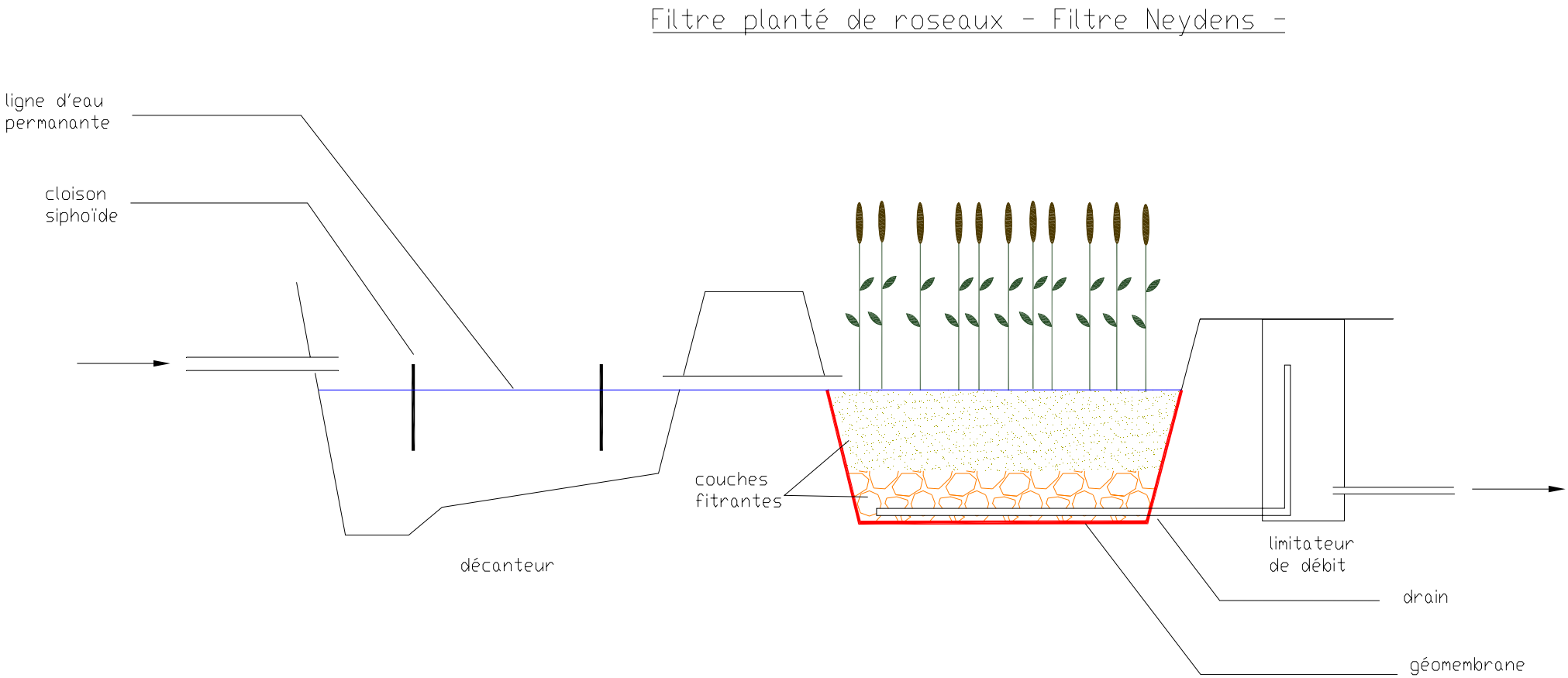


►Réalisation SINBIO :

Parc Urbain (45 ha) des bords de Seille à Metz

- *2000 m² de roselière*
- *8000 m3 d'eau stockée (pluie décennale)*
- *Intégration paysagère au sein du parc*

➢ *Schéma de principe*



Fiche n°8 : Les filtres plantés de roseaux

Fiche n°9 : REUTILISATION DES EAUX DE PLUIE

➢ *Définition*

Le principe de la récupération d'eau de pluie permet de réduire la consommation d'eau potable lorsqu'elle n'est pas nécessaire, préservant ainsi la ressource en eau. Elle est possible via la mise en place de cuves de stockage enterrées ou aériennes. Elles sont devenues obligatoires dans certaines communes et à la demande de certains lotisseurs.

➢ *Aspect règlementaire*

- *Arrêté du 21 août 2008 :*

Dans le cadre de cet arrêté, les seuls usages autorisés sont :

- Usages extérieurs (arrosage, lavage des véhicules, etc.) ;
- Alimentation des chasses d'eau de WC et lavage des sols ;
- À titre expérimental, lavage du linge, sous réserve d'un traitement adapté ;
- Usages professionnels et industriels, à l'exception de ceux requérant l'usage d'une eau potable.

L'utilisation d'eau de pluie est interdite à l'intérieur de certains ERP (santé, écoles…).

Autres contraintes :

- Déclaration en mairie effectuée par le propriétaire.
- Contrôle de l'installation par le service public de distribution d'eau potable possible (arrêté du 17décembre 2008 relatif au contrôle des installations).

➢ *Conception (cf. figure suivante)*

Les règles à respecter sont :

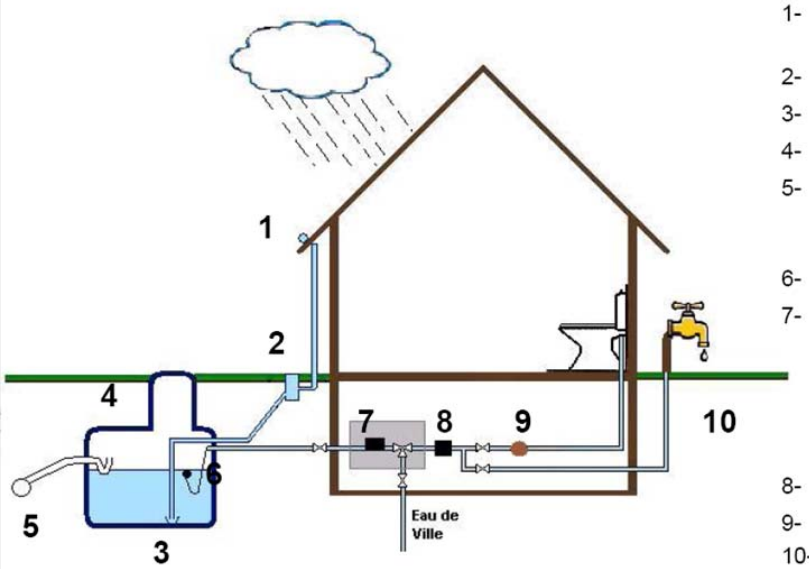
- L'installation de grilles anti-moustiques et d'une crapaudine en haut de chaque descente de gouttière acheminant l'eau vers le stockage ;
- d'un dispositif de filtration par dégrillage, démontable pour nettoyage, placé en amont du stockage ;
- Il est interdit de raccorder le réseau d'eau de pluie récupérée au réseau d'eau destinée à la consommation humaine. Les deux réseaux doivent être bien distinguables (repérés de façon explicite par un pictogramme « eau non potable ») ;
- une disconnexion physique entre ces deux réseaux (type surverse), afin d'éviter toute rétro contamination, dans le cas où l'eau potable est utilisée en appoint du système de récupération d'eau de pluie, et cela conformément à la norme EN 1717 ;
- l'installation d'un compteur d'eau relié à la cuve de récupération d'eau de pluie obligatoire. La collectivité locale peut exiger une taxe assainissement [code des communes]. ;
- la facilité d'accès aux réservoirs ;
- étanchéité vérifiable en tout temps ;

- l'accès sécurisé aux réservoirs ;
- la pose de grilles anti-moustiques et de crapaudines ;
- une filtration inférieure ou égale à 1 mm placée en amont de la cuve ;
- les robinets de soutirage d'eau de pluie interdits dans l'habitation à l'exception des caves, sous-sol et autres pièces annexes. L'ouverture de ces points de puisage se fait à l'aide d'un outil spécifique, non lié en permanence au robinet. Une plaque de signalisation est apposée à proximité de tout robinet de soutirage d'eau de pluie et au-dessus de tout dispositif d'évacuation des excrétas. Elle comporte la mention « eau non potable » et un pictogramme explicite.
- De nouvelles exigences ont été adossées depuis le 21 août 2008, aux précédentes pour les nouveaux usages intérieurs :

· l'entretien annuel (nettoyage des filtres - vidange, nettoyage et désinfection des cuves – manœuvre des vannes et robinets de soutirage),
· la tenue à jour d'un carnet sanitaire, avec notamment la date des vérifications réalisées et le détail des opérations d'entretien, le relevé mensuel de ses rejets dans le réseau de collecte des eauxusées : une taxation sur les rejets est à prévoir.

- *Avec quoi ?*

· Cuve aérienne : PEHD (opaque pour bloquer les UV) ou béton (cylindrique, rectangulaire, colonne romaine, …)
· Cuve entérrée : plastique (le moins onéreux) ou béton (reminéralisation des eaux de pluie)



1- Crapaudine pour stopper les feuilles avant l'entrée dans la gouttière.
2- Système de filtration (< 80 microns).
3- Entrée en cuve « eau tranquille ».
4- Cuve de stockage eau de pluie (3 à 6 m^3).
5- Trop-plein vers réseau d'évacuation eau pluviale ou puisard, avec clapet anti-retour et grille anti-rongeurs.
6- Prise d'eau avec une crépine flottante.
7- Groupe avec pompe, disconnecteur et vanne 3 voies raccordée au réseau d'eau de ville (le passage se fait quand le niveau d'eau est trop bas dans la cuve grâce à un détecteur de niveau permettant ainsi une alimentation continue)
8- Système de filtration (+/- 10 microns)
9- Compteur d'eau
10- Réseau d'eau récupérée spécifique (arrosage du jardin et WC)

Schéma d'installation type d'un système de récupération d'eau de pluie

►Source Info-énergies, « Les Fiches pratiques – La récupération d'eau de pluie »

➢ *Coût*

Cuve enterrée : 4000 à 6000 €TTC (pose et main d'œuvre incluses).
Cuve aérienne : 35 à 1500 €TTC (à monter soi-même)

- *Aides :* Subventions des collectivités possibles, crédit d'impôt… (article 49 de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006)
- *Quelles économies sur la facture :* Pour une utilisation complète (lavage de la voiture, arrosage du jardin, lessivage des sols et sanitaires) soit 1/3 de la facture d'eau, l'économie est de 40 à 50 m3, soit 140 à 180 €/an. Or Le coût d'un système de récupération d'eau de pluie avec cuve enterrée est de l'ordre de 4 000 à 6 000 €TTC pour une installation complète (pose et main-d'œuvre incluses). Soit un retour sur investissement de plus de vingt ans (hors aides).

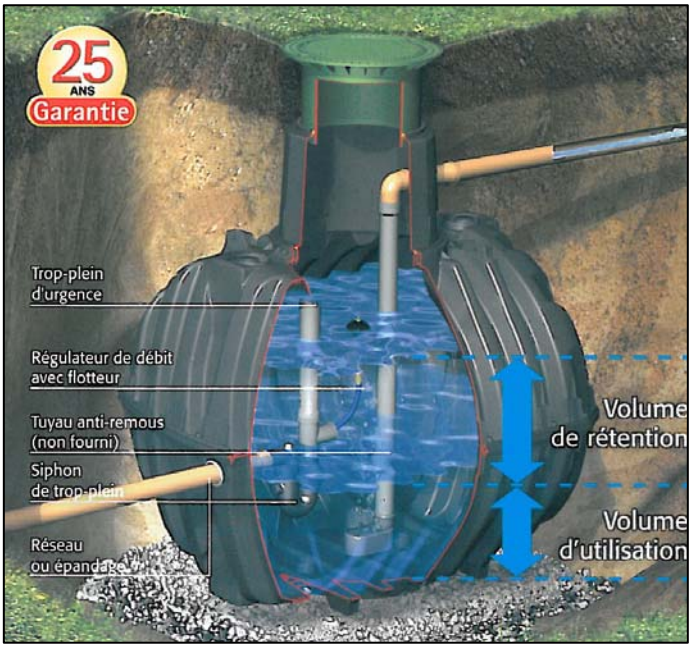
➢ *Entretien*

- Nettoyer régulièrement les récupérateurs (faciles à retirer)
- Les cuves aériennes doivent être vidées ou mises en intérieur l'hiver (éviter le gel)

➢ *Pour en savoir plus*

- Voir la loi du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques et la publication de l'arrêté au JO du 5 mai 2007, du 29 août 2008 et du18 octobre 2008.
- Sur le site du Ministère : « Systèmes d'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment - Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs »

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/DGALN_plaquette_systemes eau_pluie_batiment_aout 2009.pdf



►Cuve de rétention CARAT Sté GRAF

Pour combiner régulation et utilisation

Bibliographie

- COMMUNAUTÉ DE L'AGGOLMÉRATION DU GRAND TOULOUSE– Service Assainissement, *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement*, 2006
- INSA LYON, AGENCE DE L'EAU, CERTU, LCPC, LA GRAIE, *Techniques alternatives en assainissement pluvial***,** Tec et Doc, 1994
- CHAIB J., *Les eaux pluviales – Gestion intégrée*, Sang de la Terre, 1997
- ASTEE, *Bassins d'orage : conception, entretien et gestion*, TSM (Techniques Sciences Méthodes) n°6, 2009
- COMMUNAUTÉ URBAINE DU GRAND LYON, *Aménagement et eaux pluviales, 2008*
- CSTC, Les dossiers du CSTC, *Toitures vertes : évacuation des eaux pluviales,* mars 2006 corrigé le 19/09/2007, cahier n°2
- ADOPTA (Association Douaisienne pour la Promotion des Techniques Alternatives), *Techniques alternatives,* 2009. Disponible sur
< http://www.adopta.fr/site/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid > [consulté le 19.04.2011]
- GIROUD V., ESSER D., FOURNET L., DAVOLI F., Les filtres plantés de roseaux pour le traitement des eaux pluviales : Notion d'efficacité, Congrès Novatech', 2007
- BATIPRODUITSMAISON, *Récupération des eaux de pluie : quelles solutions ?*, 2010, Disponible sur
<http://www.batiproduitsmaison.com/guide/recuperation-eaux-pluie-quelles-solutions-_1506588310_Vert > [consulté le 29/04/2011]

Photographies

1 - Noue enherbée : Saint Gilles Croix de Vie, rue de la Chênelière
2 - Tranchée drainante le long d'un espace piéton
3 - Puits d'infiltration: DERNIÈRES NOUVELLES D'ALSACE, *L'eau du Ciel retourne vers la Terre*, 5 août 2010
4 - Chaussée drainante et absorbante : ADOPTA, expérimentation sous forte pluie : la pluie est absorbée sur la partie centrale de la route, le trottoir et les places de parking
5 - Toit stockant: SYSTÈME WATEROOF – SILPLAST
6 - Bassin de rétention enterrés : SYSTÈME D-RAINTANK®, Vannes
7 - Toit végétalisé : Pôle Sud de Nantes Métropole, Bouguenais
8 - Filtre planté de roseaux: SINBIO, Roselière-Zone humide – Traitement des eaux pluviales, La Chapelle Thouarault
9 – Enfouissement de cuves en béton préfabriquées pour le stockage d'eau de pluie. Disponible sur le site <http://www.ecosources.info/dossiers/Recuperation_eau_de_pluie > [consulté le 31/05/2011]