



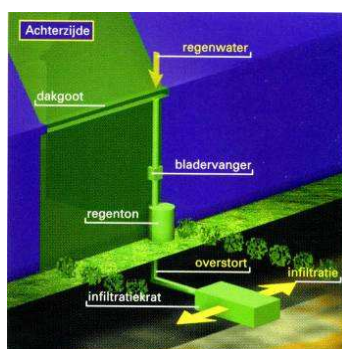
GUIDE PRATIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DURABLE DE PETITS BATIMENTS

- RECOMMANDATION PRATIQUE EAU01 -

## GERER LES EAUX PLUVIALES SUR LA PARCELLE

*Minimiser les surfaces imperméabilisées, récolter l'eau de pluie pour l'utiliser ou la restituer au milieu naturel par infiltration ou évaporation, ou encore la retenir et l'évacuer lentement vers le réseau d'égouts ou les eaux de surface.*

### PRINCIPES



La gestion des eaux pluviales sur la parcelle vise à compenser l'imperméabilisation des sols inhérente aux constructions et à l'aménagement de leurs abords.

Elle a pour objectif d'atténuer le ruissellement et d'alléger la charge des infrastructures collectives d'assainissement existantes (égouts, collecteurs, stations d'épuration).

Elle contribue à prévenir les inondations et la pollution des eaux de surface ainsi qu'à alimenter la nappe phréatique.

*Illustration : schéma de principe de la gestion des eaux pluviales dans le quartier « De Vliert » à s'Hertogenbosch aux Pays-Bas extrait d'un dépliant d'information édité par la commune.*

### DEMARCHE

La gestion des eaux pluviales sur la parcelle, appelée également assainissement « compensatoire » ou « alternatif », présente les caractéristiques suivantes qui la distinguent de l'assainissement traditionnel:

#### > La décentralisation.

La gestion des eaux pluviales est effectuée localement, le plus en amont possible, à la rencontre de la pluie et du sol ou des surfaces construites, ou directement à proximité...

*... là où l'assainissement traditionnel vise à concentrer les eaux pluviales pour les évacuer le plus rapidement possible par le seul raccordement aux égouts.*

#### > La séparation.

La gestion des eaux pluviales est effectuée séparément des eaux usées et donc en amont du réseau public d'assainissement principalement unitaire en Région de Bruxelles Capitale...

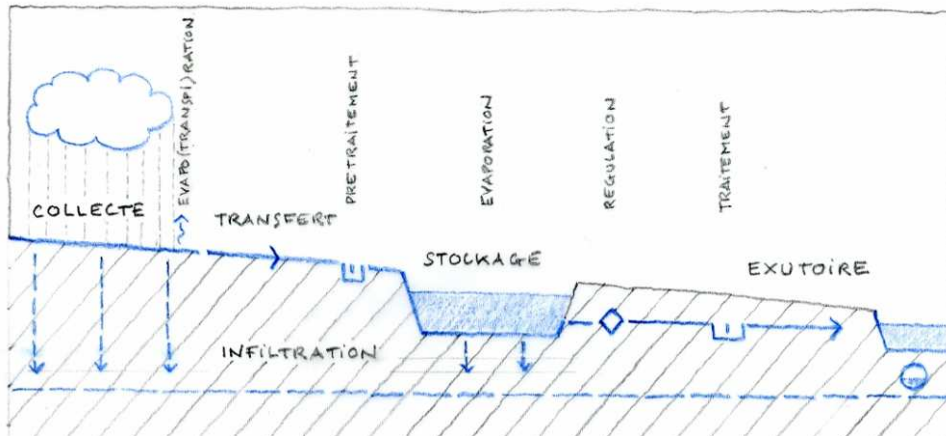
*... là où l'assainissement traditionnel est caractérisé par le tout à l'égout.*

#### > L'enchaînement de dispositifs

La gestion des eaux pluviales est effectuée au moyen d'un enchaînement de dispositifs qui assument suivant le cas les fonctions de collecte, de transfert et de ralentissement, de rétention ou de stockage, de soustraction par évaporation, évapotranspiration, infiltration, évacuation régulée (superficielle ou vers l'égout) sans oublier les dispositifs de dépollution (pré-traitement et traitement)...

*...là où l'assainissement traditionnel est basé sur un réseau de canalisations ayant pour fonction unique l'évacuation.*





Les principales fonctions de la gestion de l'eau sur la parcelle - B. Thielemans - ceraa.

## > La composition architecturale.

Pour peu qu'il soit possible de la réaliser à ciel ouvert, la gestion des eaux pluviales sur la parcelle constitue une opportunité à saisir pour exprimer *les chemins de l'eau* comme élément de composition et de valorisation des abords. Dans ce sens, en plus de répondre à des nécessités techniques et environnementales, elle assume des fonctions éducatives, sociales, esthétiques, et devient un élément de composition...

...là où l'assainissement traditionnel apporte une réponse purement technique et dissimulée.

## > La simplicité.

Les dispositifs d'assainissement alternatif sur la parcelle n'ont de sens que s'ils conservent un caractère simple, font appel à des moyens techniques de base et sont facile à entretenir...

## > Actions par ordre de priorité:

- Minimiser les surfaces imperméables.
- Soustraire définitivement les eaux pluviales du ruissellement.
- Retenir les eaux pluviales et les évacuer lentement

## INDICATEURS

Deux indicateurs sont utiles pour la gestion de l'eau pluviale sur la parcelle :

- Le **coefficient d'imperméabilisation** qui exprime le rapport de la surface imperméabilisée sur la surface totale de la parcelle.
- Le **volume d'eau à absorber** qui exprime la quantité d'eau recueillie sur l'entièreté de la parcelle pour un épisode pluvieux donné (caractérisé par une quantité et une durée).

Le débit de fuite à l'exutoire de la parcelle constitue également un indicateur pertinent, mais requiert des calculs plus élaborés qui ne sont pas abordés dans le présent guide.

## OBJECTIFS

- \* **Minimum :**  
Satisfaire au RRU (voir mise en œuvre - programmation)
- \*\* **Conseillé :**  
Satisfaire au RRU et absorber l'entièreté d'un évènement pluvieux (intense et de courte durée) de 50 mm sur une période 60 minutes.
- \*\*\* **Optimum :**  
Absorber l'entièreté des eaux de pluie sur la parcelle pour tout type d'épisode pluvieux et la soustraire définitivement du ruissellement par infiltration, évapo(transpi)ration, et/ou utilisation domestique et en déduisant les quantités nécessaires au rinçage du réseau.

NB : Le dispositif envisagé doit pouvoir absorber deux épisodes pluvieux en 24 heures. On en tiendra compte dans le dimensionnement selon les possibilités de vidange.













## LES DISPOSITIFS DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le tableau ci-dessous reprend de façon très synthétique les critères d'orientation du choix d'un dispositif de gestion des eaux pluviales. Pour une appréciation plus fine on se référera aux « éléments du choix durable ».

Les dispositifs sont classés en trois catégories au regard de leur efficacité hydraulique dans la lutte contre les inondations occasionnées par les pluies de forte intensité et de courte durée.

Pour chaque caractéristique :  ● signifie que le dispositif y satisfait fortement  
● signifie que le dispositif y satisfait faiblement  
- signifie que le critère n'est pas pertinent pour ce dispositif

LES DISPOSITIFS DE GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LA PARCELLE	FONCTIONS hydrauliques et hydrologiques						ASPECTS TECHNIQUES			ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX			ASPECTS SOCIO-CULTURELS		ASPECTS ECONOMIQUES		
	Collecte	Transfert (ralentissement)	Rétention, stockage	Infiltration	Evacuation superficielle	Evaporation	Evapotranspiration	Adapté à la ville verte	Adapté à la ville dense	Requiert une étude spécifique du site	Dépollue les eaux de ruissellement	Réalimente la nappe phréatique	Favorise à la biodiversité	Offre un potentiel de composition	Répond à plusieurs usages	Coûte à l'investissement	Nécessite un entretien spécifique
<b>1. Dispositifs minimisant les surface imperméables</b>																	
Sol naturel planté 	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●
Aires durcies perméables 	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<b>2. Dispositifs soustrayant définitivement les eaux pluviales du ruissellement</b>																	
Bassins d'infiltration 	●	-	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Puits d'infiltration 	-	-	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●	-	-	-	●	●
Massifs d'infiltration 	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bassins en eau / biotope 	●	-	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Citerne d'eau de pluie 	-	-	●	-	-	-	●	●	-	●	-	-	-	-	●	●	●
<b>3. Dispositifs de rétention et d'évacuation à débit régulé</b>																	
Toitures vertes 	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	-	●	●	●	●	●
Caniveaux et canaux 	●	●	-	-	-	●	-	●	●	-	-	-	●	●	●	●	●
Massifs drainants 	●	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



## ELEMENTS DU CHOIX DURABLE

Le choix d'un dispositif de gestion des eaux pluviales sur la parcelle requiert une bonne connaissance du site. On s'intéressera aux aspects qui suivent :

### ASPECTS TECHNIQUES

#### > L'espace disponible

En raison de leur emprise au sol relativement importante, les dispositifs de stockage à ciel ouvert sont des ouvrages principalement adaptés à la **ville verte** (urbanisme en ordre ouvert, milieux péri-urbain ou ruraux, zones de recul, jardins, zone de recul, parcs).

Dans la **ville dense**, la fréquentation et l'occupation du sol sont des contraintes fortes. Les aménagements portant sur la surface de collecte et les dispositifs de stockage enterrés seront privilégiés.

#### > L'encombrement du sous-sol

Dans tous les cas, une attention particulière sera portée au sous-sol : canalisations et impétrants divers, fondations, constructions enterrées, caves, citernes, puits etc. sont autant d'éléments à prendre en considération.

On anticipera les interventions ultérieures pour qu'elle ne perturbent pas le fonctionnement des dispositifs et que la continuité de l'écoulement soit toujours assurée.

*Connaissance du site :*

- Relever l'emprise au sol des bâtiments et la présence de caves ou constructions enterrées.
- Vérifier la protection des constructions contre l'humidité

#### > Les contraintes climatiques : les épisodes pluvieux

La prise en compte des épisodes pluvieux, de leur intensité en fonction de leur durée, constitue le point de départ de la mise en oeuvre d'un système d'assainissement quel qu'il soit. On distingue les épisodes pluvieux d'hiver, longs et continus, des orages d'été, soudains, intenses, et généralement de courte durée. (voir mise en oeuvre).

#### > La topographie du site

L'eau s'écoulant par gravité, la topographie de la parcelle est d'une grande importance.

En présence de pentes, en particulier pour les dispositifs se développant en longueur ou en surface (noues, tranchées, bassins, ...) on réalisera des ouvrages étagés fonctionnant en cascade par débordement.

*Connaissance du site :*

- Etudier la topographie de la parcelle : les pentes et dépressions, les obstacles à l'écoulement des eaux, les exutoires (par où les eaux de ruissellement sortent de la parcelle)
- Ne pas perdre de vue que l'eau s'écoule par gravité...

#### > La perméabilité du sol

Les possibilités d'infiltration dépendent de la perméabilité du sol. Le sol naturel étant généralement couvert d'une couche de remblai d'épaisseur et de nature variable il est indispensable d'évaluer la perméabilité de ce dernier au moyen d'un test réalisé à cet effet sur le terrain à l'emplacement du futur dispositif d'infiltration (voir mise en oeuvre)

*Connaissance du site :*

- Examiner les cartes géologique et pédologique de Bruxelles pour une première approche des sols en présence (généralement sableux et limoneux).
- Réaliser un test sur le site.

#### > Les possibilités d'exutoire

Les dispositifs de gestion de l'eau sur la parcelle sont destinés à alléger la charge des réseaux d'égout, mais un exutoire reste dans la plupart des cas indispensable.

Il peut s'agir du réseau d'égout ou des eaux superficielles. On évitera dans tous les cas que l'eau de pluie ne déborde sur les parcelles voisines ou sur la voie publique.



Si aucune possibilité d'exutoire n'existe, il faudra opter pour une technique d'infiltration de grande capacité avec un volume de stockage important (puits filtrant).

*Connaissance du site :*

- *Repérer le réseau d'égout existant : localisation, niveau, type (unitaire ou séparatif)*
- *Connaître la situation de la parcelle en zone égoutée ou non égoutée*
- *Relever la présence éventuelle d'eaux de surface.*
- *Repérer la situation relative de la parcelle dans le bassin versant. (carte topographique de Bruxelles)*

## > La hauteur de la nappe

C'est le paramètre le plus important pour toutes les solutions par infiltration. Le niveau le plus haut de la nappe peut être déterminé, soit directement par piézométrie au printemps, soit par observation des signes de stagnation de l'eau dans le sol dans une tranchée d'observation pédologique.

Pour bien fonctionner, les dispositifs d'infiltration doivent se situer en milieu non saturé, au minimum mètre au-dessus du niveau de la nappe.. Dans le cas contraire, les forces de succion deviennent nulles, entraînant la stagnation de l'eau.

*Connaissance du site :*

- *Repérer la position de la nappe phréatique et ses variations (décennale et cinquantennale)*
- *Compléter, le cas échéant, les essais de sol par la pose de piézomètres.*

## ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

### > La biodiversité et la qualité de l'air

A des degrés divers, les dispositifs à ciel ouvert contribuent tous à la biodiversité au contraire des installations d'assainissement purement techniques. La présence végétale contribue également à la qualité de l'air en l'humidifiant par évapotranspiration. Une gestion appropriée à chaque dispositif permet d'éviter de créer les conditions propices au développement non contrôlé de populations d'insectes.

### > La qualité des eaux de ruissellement et les risques de pollution accidentelle

Les eaux pluviales sont généralement peu polluées. Toutefois, lorsqu'elles ruissellent, elles se chargent de particules rencontrées sur leur chemin. Si un risque réel de pollution existe sur une surface de collecte, il est nécessaire de prévoir un ouvrage de prétraitement à l'aval, avant l'infiltration ou la restitution dans les eaux de surface. (Décanteur, déssableur, débourbeur, séparateur à hydrocarbure, déshuileur ou dégraisseur selon le type de pollution ; ces appareils ne sont pas traités dans la présente recommandation).

*Connaissance du programme:*

- *Evaluer le risque de déversement de substances polluantes sur les sols : stationnement de véhicules (hydrocarbures), aire de chargement et stockage de produits (alimentaires, agricoles, chimiques, toxiques, ...)*

### > La dépollution

La gestion des eaux pluviales à la parcelle, privilégiant le ralentissement, la rétention, l'infiltration et l'intégration paysagère assure également un rôle de dépollution au travers de trois mécanismes :

- **La décantation** dans les dispositifs de rétention qui permet de décharger l'eau de la plus grande partie des polluants ;
- **La filtration** au travers des systèmes dégrilleurs, des couches de matériaux drainants et des sols qui permet d'intercepter des plus grosses particules aux plus petites;
- **La phytoremédiation** qui permet par le biais de certaines plantes d'éviter une accumulation de polluants (notamment les métaux lourds et la matière organique) sur et dans le sol qui garde ainsi sa composition et sa structure. On privilégiera les dispositifs d'infiltration où l'eau filtrera au travers d'une couche d'humus.



## ASPECTS ECONOMIQUES

### > L'entretien

La question de l'entretien des dispositifs de gestion de l'eau de pluie sur la parcelle est primordiale pour en assurer l'efficacité et doit être intégrée dès la conception. Il doit pouvoir se faire aisément et dans le cas d'immeubles de logements collectifs ou tertiaire sa charge doit être clairement définie.

Une attention toute particulière sera portée au maintien des performances hydrauliques.

### > Les coûts

La question des coûts est délicate sans étudier le contexte local de l'aménagement. Il manque également de réalisations de référence en RBC.

D'une manière générale assainir sans tuyau ou avec le moins de tuyaux possible sera généralement plus économique tout comme les solutions rustiques, tirant parti du contexte. Mais ce qui est vrai à l'échelle du quartier ou du lotissement n'est pas forcément transposable à la parcelle.

L'économie se situe davantage dans la multiplicité des usages des dispositifs comme les dalles gazon permettent le stationnement des véhicules, l'amélioration de l'ambiance (visuelle, respiratoire, acoustique) en plus de limiter le ruissellement.

### Remarque importante :

Les coûts indiqués ci-dessous sont renseignés à titre indicatif. Ils correspondent à des ouvrages réalisés à une plus grande échelle que ceux concernés par le présent guide. Ils donnent néanmoins des ordres de grandeurs qui peuvent être utiles.

Technique	Coût	Entretien nettoyage
<b>Dalles béton gazon</b>	20 €/m <sup>2</sup> (1) 24,42 à 25,56 €/m <sup>2</sup> (2)	
<b>Toiture verte extensive (± 10 cm)</b>	50 €/m <sup>2</sup> pour la végétation sans placement 96,00 à 170,37 €/m <sup>2</sup> (2)	
<b>Toiture verte intensive (± 40 cm)</b>	136,30 à 184,57 €/m <sup>2</sup> (2)	
<b>Caniveaux</b>	22,95 à 26,05 €/m (2)	
<b>Bassins secs</b>	12,00 à 110,00 €/m <sup>3</sup> (rural à urbain) (1)	0,40 à 2,00 €/m <sup>3</sup> /an (1)
<b>Bassin en eau</b>	11,70 à 78,00 €/m <sup>3</sup> (1)	0,20 à 0,60 €/m <sup>3</sup> /an (1)
<b>Noues</b>	4,00 à 20,00 €/m <sup>3</sup> stocké ou 15 à 30 €/m (1)	Curage tous les 10 ans (1) Tonte gazon 20 fois/an : 1,14 à 3,69 €/m <sup>2</sup> (2)
<b>Citerne d'eau de pluie</b>		
<b>Structure alvéolaire</b>	200,00 à 300,00 €/m <sup>3</sup> (1)	0,40 à 2,00 €/m <sup>3</sup> /an (1)
<b>Chaussées-réservoirs</b>	42,00 à 87,00 €/m <sup>3</sup> (1)	0,60 à 1,00 €/m <sup>3</sup> /an (1)
<b>Puits d'infiltration</b>	4,00 €/m <sup>3</sup> de surface assainie (1) Fournitures et pose : 900,00 à 1.300,00 Euros (3)	2,02 €/m <sup>3</sup> de surface assainie(1)
<b>Tranchées ou fossés drainants</b>	39,00 à 49,00 €/m <sup>3</sup> terrassement + remplissage + géotextile(1)	0,40 à 0,60 €/m <sup>3</sup> /an (1)

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

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

(3) www.Adoptafree.fr





## ASPECTS SOCIAUX ET CULTURELS

### > La multiplicité des usages

La plupart des dispositifs de gestion des eaux pluviales sur la parcelle, sont compatibles avec d'autres fonctions des surfaces considérées, de loisir (plan d'eau, aire de jeux...), de circulation (voies et chemins d'accès pour piétons, autos, vélos, camions, cours intérieures, stationnement) et/ou paysagère (plantations, chemins de l'eau, ...).

Cette multiplicité des usages constitue en outre une garantie d'entretien.

### > Acceptabilité sociale et culturelle

La gestion de l'eau sur la parcelle induit la modification d'habitudes dans le chef des usagers et sur chantier, qui consiste à dépasser la compréhension réductrice de l'assainissement comme évacuation rapide de l'eau. Un effort de pédagogie visant à leur rappeler le principe et les limites d'utilisation sera le bienvenu.

Par le lien au cycle de l'eau et la responsabilité collective qu'il rend visible, l'assainissement pluvial devient facteur de « cohésion sociale »,

## ARBITRAGE / AIDE A LA DECISION OU AU CHOIX

### > Hiérarchisation des actions à entreprendre

La priorité doit être donnée aux dispositifs qui déchargent définitivement le réseau d'assainissement. On mettra ainsi en oeuvre par ordre de priorité des dispositifs qui :

1. Limitent les surfaces imperméabilisées pour assurer une infiltration directe à l'endroit même où la pluie rencontre le sol. Dans ce cas l'aire de récolte correspond à la superficie active du dispositif.
2. Récoltent l'eau de pluie collectée sur les surfaces imperméabilisées pour l'utiliser ou la restituer au milieu naturel par infiltration forcée. Les dispositifs de stockage agissent pour retenir l'eau pendant la durée du processus d'infiltration. Dans ce cas l'aire de récolte est plus grande que la superficie active du dispositif.
3. Retiennent l'eau et l'évacuent lentement (à débit régulé) vers le réseau d'égouts ou les eaux de surface.

Il faut également donner priorité à l'infiltration superficielle à travers une couche du sol biologiquement active.

### > Le rapport au contexte (approche systémique)

L'action sur la parcelle sera d'autant plus pertinente qu'elle s'inscrira dans un système d'assainissement pluvial plus large à l'échelle d'un ensemble (partie communes d'un lotissement, abords d'un ensemble de bâtiments) ou idéalement à l'échelle d'un petit bassin versant.

### > La compatibilité avec l'assainissement des eaux usées

Traditionnellement les réseaux d'assainissement sont conçus de manière à ce qu'ils soient rincés par les eaux de pluie et que celles-ci maintiennent l'occlusion des dispositifs coupe odeurs. **La gestion séparative ne peut ignorer cette exigence.**



## MISE EN ŒUVRE - POINTS COMMUNS A TOUS LES DISPOSITIFS

### PROGRAMMATION

#### > Législation :

Le règlement régional d'urbanisme (RRU) précise que :

- **La zone de recul** est aménagée en jardinet et **plantée en pleine terre**. (...) Elle ne peut être transformée en espace de stationnement ni être recouverte de matériaux imperméables sauf en ce qui concerne les accès aux portes d'entrée et de garage (...)
- **La zone de cours et jardins** comporte une surface perméable au moins égale à 50% de sa surface. Cette surface perméable est en pleine terre et plantée. L'imperméabilisation totale de la zone de cours et jardins ne peut être autorisée, que pour des raisons de salubrité, si ses dimensions sont réduites.
- Les **toitures plates non accessibles de plus de 100 m<sup>2</sup>** doivent être aménagées en toitures verdurisées.
- Les **eaux pluviales de ruissellement** issues de toutes les surfaces imperméables sont récoltées et conduites vers une citerne, un terrain d'épandage ou à défaut, vers le réseau d'égouts public.
- Dans le cas d'une nouvelle construction, la pose d'une **citerne** est imposée afin notamment d'éviter une surcharge du réseau d'égouts. Cette citerne a les dimensions minimales de 33 litres par m<sup>2</sup> de surface de toitures en projection horizontale.

*AGRBC du 21 novembre 2006 – RRU-Titre I CHAPITRE IV – ABORDS, articles 11, 13 et 16*

[http://www.rru.irisnet.be/nl/RRU\\_TIT%20I\\_FR-NL.pdf](http://www.rru.irisnet.be/nl/RRU_TIT%20I_FR-NL.pdf)

#### > Etude préalable du site

- Rassembler les informations sur base des éléments du choix durable.
- Réaliser un test de la capacité d'infiltration du sol.

#### > Entretien

Deux questions doivent être posées dès le choix des options d'assainissement pluvial :

- Quel type d'entretien est requis?
- Qui en aura la charge? (habitant, propriétaire, copropriété,...)

### DIMENSIONNEMENT SIMPLIFIÉ DES DISPOSITIFS D'INFILTRATION

Les éléments indiqués ci-dessous permettent de dimensionner les ouvrages pour réserver l'espace nécessaire à leur implantation.

Afin que les dispositifs contribuent efficacement à la prévention des inondations, leur dimensionnement se fera :

- en fonction des épisodes pluvieux intenses et de courte durée,
- pour un retour à l'état initial (vidange) en moins de 6 heures,
- pour absorber deux événements pluvieux en 24 heures.

#### > Première étape : calcul de la capacité de rétention

La capacité de rétention sera égale au volume (V) d'eau ruisselant sur les surfaces réceptrices alimentant le dispositif pour un événement pluvieux déterminé, majoré de d'un coefficient de sécurité de 1,3 :

$$V = S_r \times R \times Q \times 1,3 \text{ [mm ou m}^3\text{]}$$

**S<sub>r</sub>** = surface réceptrices d'alimentation en projection horizontale [m<sup>2</sup>]

**R** = coefficient de ruissellement

**Q** = quantité de pluie incidente par mètre carré [mm/m<sup>2</sup> ou l/m<sup>2</sup>]

Les **surfaces réceptrices d'alimentation** sont les toitures, les aires durcies imperméables et perméables et dans une moindre mesure les sols plantés.

Le **coefficient de ruissellement** caractérise chacune de ces surfaces. Il s'agit d'une grandeur moyenne très variable en fonction de la nature du sol, de sa couverture, de son humidité initiale, de la pente, de la durée de la pluie et de son intensité non linéaire dans le temps.





Le tableau ci-dessous renseigne les coefficients de ruissellement pour quelques surfaces courantes ainsi qu'une valeur simplifiée pour les épisodes pluvieux de forte intensité.

Types de surfaces	Coefficient de ruissellement	
	Valeurs moyennes pour les pluies courantes	Valeurs pour les pluies de forte intensité ***
Toitures*	0,8 à 0,9	1
Toiture en pente avec tuiles ou ardoises**	0,75 à 0,95	1
Toiture en pente avec tuiles vernissées**	0,9 à 0,95	1
Toiture en pente bitumineuse ou synthétique**	0,8 à 0,95	1
Toiture plate avec gravier de lestage**	0,6	1
Toiture plate bitumineuse ou synthétique**	0,7 à 0,8	1
Toiture verte extensive****	0,4 à 0,6	1
Toiture verte intensive****	0,1 à 0,4	1
Chaussées pavées étanches (à joints d'asphalte)*	0,7 à 0,9	1
Chaussées pavées à joints de sable*	0,4 à 0,7	1
Empierrement*	0,3 à 0,5	1
Chemins de terre et terrains non cultivés*	0,1 à 0,3	0,3
Aires de sport	0,2	0,3
Jardins et parcs*	0,05 à 0,15	0,3
Cultures, prairies, forêts*	0 à 0,10	0,3

\* Informations communiquées par Dr Ir Archambeau - Hydrodynamique Appliquée et Constructions Hydrauliques – Ulg

\*\* Waterwegwijzer voor architecten

\*\*\* Plaque de Seine Maritime

\*\*\*\* Argex

La **quantité de pluie incidente par mètre carré** est issue d'une longue série de données historiques des précipitations de l'Institut Royal Météorologique mesurées à Uccle.

Uccle		DUREES										
		10'	20'	30'	1h	2h	6h	12h	1 j	2j	5j	10j
FREQUENCES	1 an	6,6	8,8	10,3	12,9	30,2						
	2 ans	8,3	11	12,7	15,8	19,2	25	29,6	35,5	43,6	60,5	81,4
	5 ans	10,5	13,8	15,9	19,7	23,6	30,5	35,7	42,4	51,7	70,9	94,5
	10 ans	12,1	16	18,4	22,6	27,1	34,6	40,4	47,7	57,8	78,8	104,5
	20 ans	13,8	18,1	20,8	25,6	30,5	38,8	45	53	64	86,7	114,6
	50 ans	16	21	24,1	29,5	35	44,3	51,3	60,1	72,2	97,3	127,9
	100 ans	17,7	23,2	26,6	<b>32,5</b>	38,5	48,5	56	65,5	78,5	105,3	138
	200 ans	19,4	25,4	29,1	35,5	42	52,8	60,7	70,8	84,7	113,3	148,2

Quantité de pluie incidente par mètre carré (l/m<sup>2</sup> ou mm/m<sup>2</sup>) en fonction de la fréquence et de la durée des épisodes pluvieux – source : IRM 2006



**Exemple pratique**

- **Le versant avant d'une habitation, d'une surface de 24 m<sup>2</sup> est connecté à un dispositif d'infiltration situé dans la zone de recul.** L'objectif consiste à absorber un évènement pluvieux centennal de 60'. La capacité de rétention sera en première approche évaluée comme suit :  
 $V = 24 \text{ m}^2 \times 1 \times 32,5 \text{ mm/m}^2 \times 1,3 = 1.014 \text{ mm} (= 1,014 \text{ m}^3)$

> **Deuxième étape : calcul du débit d'infiltration**

Le débit d'infiltration est fonction de la surface d'infiltration et de la capacité d'infiltration du sol.

$D = S_i \times K$  [mm/h]

**S<sub>i</sub>** = surface dédiée à l'infiltration en projection horizontale [m<sup>2</sup>]

**K** = capacité d'infiltration [mm/h]

**La surface dédiée à l'infiltration** est provisoirement fixée en fonction opportunités locales. Elle pourra être revue en fonction résultat des calculs. Autant pour les dispositifs d'infiltration ouverts que souterrains, on prend en compte comme surface d'infiltration la surface horizontale du système.

**La capacité d'infiltration** du sol correspond à sa perméabilité pour autant que les autres conditions d'infiltration soient réunies (profondeur de la nappe, sous-sol,...voir plus haut éléments du choix durable). Le tableau ci-dessous donne un ordre de grandeur de la capacité d'infiltration pour différents types de sol. Un test de la perméabilité du sol est néanmoins indispensable en raison de la présence d'une couche de remblais de nature variable.

Types de sols	Capacité d'infiltration en mm/h
Sable grossier	500
Sable fin	20
Sable fin limoneux (Leemachtig fijn zand)	11
Gravier léger (Lichte zavel)	10
Loess / Löss	6
Tourbe (Veen)	2,2
Limon (leem)	2,1
Argile légère (lichte klei)	1,5
Argile modérément lourde (Matig zware klei)	0,5
Limon argileux (Kleiige leem)	0,4

Capacité d'infiltration pour différentes sortes de sol selon « Waterwegwijzer voor architecten »

**Exemple pratique (suite)**

- Le dispositif d'infiltration situé dans la zone de recul se développe sur une **surface de 12,00 m<sup>2</sup>** (4,00 m x 3,00 m). Un essai d'infiltration a révélé une perméabilité du sol de 20 mm/h. Le débit d'évacuation du dispositif est calculé comme suit :  
 $D = 12,00 \text{ m}^2 \times 20 \text{ mm/h} = 240 \text{ mm/h}$

> **Contrôle de l'épaisseur de la lame d'eau**

C'est la profondeur moyenne du décaissement du sol nécessaire pour assurer la capacité de rétention. Si cette profondeur est trop élevée il faut étendre la surface d'infiltration et/ou intégrer un massif d'infiltration sous le dispositif à ciel ouvert.

$\text{Lame d'eau} = V / S_i$  [mm]

Le recours à un dispositif en bassins emboîtés (emmarchements concentriques) offre la possibilité d'étendre la surface d'infiltration en fonction de l'importance des épisodes pluvieux, tout en évitant une trop grande profondeur le la lame d'eau en périphérie.



## Exemple pratique (suite)

- **Lame d'eau = 1014 mm / 12 = 84,5 mm**

### > Contrôle de la durée de vidange

Un dispositif d'infiltration est efficace s'il se vidange en 6 heures ou moins. Il est ainsi disponible pour absorber une nouvelle précipitation. Une vidange rapide rend les bassins d'infiltration disponibles pour un usage complémentaire.

$$T = V / D$$

## Exemple pratique (suite)

- **T = 1.014 mm / 240 mm/h = 4,225 heures**

## TEST DE LA CAPACITE D'INFILTRATION

Un test simple permet de le déterminer la capacité d'infiltration d'un sol.

### > Préparatifs :

- Creuser une fosse jusqu'au niveau sur lequel sera établi le dispositif d'infiltration. Le fond de la fosse doit être parfaitement plan. Sa section dépend de la commodité d'exécution en fonction de sa profondeur (par exemple 0,40 m x 0,40 m pour une profondeur de 0,50 m).
- Couvrir le fond de la fosse d'une couche de gravier fin de 1 à 2 cm pour éviter la formation de boue.
- Disposer une jauge partant du fond de la fosse (par exemple, un double mètre fixé sur une latte en bois plantée dans le fond de la fosse).

### > Préhumidification :

- Un sol sec absorbant l'eau plus rapidement qu'un sol mouillé, la fosse doit être humidifiée au préalable durant 1 heure environ. Veiller à ce qu'elle ne s'assèche pas durant ce laps de temps. Cette opération permet d'obtenir un résultat réaliste. Remplir ensuite la fosse d'eau.

### > Test :

- Remplir la fosse d'eau sur une hauteur de 20 à 25 cm.
- Noter l'heure et le niveau de l'eau sur un tableau.
- Durant la demi-heure qui suit, contrôler le niveau d'eau toutes les 10 minutes et noter les résultats obtenus. En présence de sols à faible perméabilité, prolonger le temps de prise des mesures de 30 à 60 minutes.

### Exemple pratique:

Actions	Heure	Durée d'infiltration en minutes	Niveau d'eau dans la fouille en cm	Modification du niveau d'eau en cm
Mesure du niveau	10:28	-	22.5	-
Mesure du niveau	10:38	10	17.0	5.5
Remplissage d'eau	-	-	-	-
Mesure du niveau	10:40	-	24.0	-
Mesure du niveau	10:50	10	19.0	5.0
Remplissage d'eau	-	-	-	-
Mesure du niveau	10:54	-	21.0	-
Mesure du niveau	11:05	11	16.0	5.0
<b>Totaux</b>	-	<b>31</b>	-	<b>15.5</b>

### > Détermination du degré d'infiltration :

$$\text{Degré d'infiltration} = \frac{\square \text{ modification du niveau d'eau [cm]}}{\square \text{ durée d'infiltration [min]}} = \frac{31}{15.5} = 0,5$$

**Exemple pratique:**



## > Analyse des résultats de mesure

Cet aperçu et les résultats des mesures obtenus permettent de déterminer si la surface présente une infiltration des eaux pluviales suffisante.

Degrés d'infiltration [cm/min]	Coefficient k [m/s]	Type d'infiltration possible
< 0.03	< $5 \cdot 10^{-6}$	Aucune infiltration possible
$0.03 < 0.12$	$5 \cdot 10^{-6} < 2 \cdot 10^{-5}$	Infiltration de surface possible.
$0.12 < 30$	$2 \cdot 10^{-5} < 2 \cdot 10^{-3}$	Secteur idéal pour tous les types d'infiltration
30	$5 \cdot 10^{-3}$	Aucune infiltration admissible, la perméabilité élevée offrant un risque de contamination de la nappe phréatique.

Analyse:  $0.12 < 0.5 < 30$  = zone appropriée pour tout type d'infiltration

## > Equivalences

$k = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s	50 l/s ha	18 mm/h
$k = 2 \cdot 10^{-5}$ m/s	200 l/s ha	72 mm/h
$k = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s	50000 l/s ha	18 m/h

## AVANT-PROJET

### > Mise en place des dispositifs en plans et coupes

- Vérifier le choix des options
- Tirer parti des chemins de l'eau comme élément de composition
- Etablir les niveaux, les profils et les pentes pour l'écoulement par gravité

## PERMIS D'URBANISME

> Renseigner sur les plans les moyens mis en œuvre pour se conformer au RRU et éventuels autres prescriptions plus restrictives.

## DOSSIER D'EXECUTION

### > Plans détaillés

- Penser aux détails de raccordement entre dispositifs (arrivées et évacuations d'eau)
- Réaliser des expérimentations hydrauliques pour les solutions plus élaborées, en maquette ou grandeur nature.

### > Etude technique

- Une étude plus fine, en ce compris le calcul du débit de fuite, pourra être calculée par un bureau d'étude.

### > Cahier des charges

- Définir les dispositifs dans le cahier des charges

### > Coordination

- Veiller à ce que les chemins de l'eau soient effectivement libres sans interférence d'autres installations techniques, y compris le sous-sol à l'emplacement des dispositifs de rétention et d'infiltration.



## CHANTIER ET EXECUTION

- Contrôler toutes les étapes de mise en œuvre (fouille, niveaux, matériaux, dimensions, ...)

## RECEPTION ET MISE EN EXPLOITATION

- Effectuer des essais sur le dispositif réalisé

## MISE EN ŒUVRE - POINTS SPECIFIQUES POUR CHAQUE DISPOSITIF

### SOL NATUREL PLANTE

#### > Description

Sol en pleine terre recouvert de végétation.

#### > Fonctions hydrologiques et hydrauliques



Répartition de l'eau de pluie incidente sur un sol naturel

Une couverture végétale sur sol naturel limite fortement le ruissellement du fait de l'égouttement, de l'évaporation (10 à 25% de l'eau interceptée), de l'évapotranspiration (variable selon le type de végétation) et de la percolation (20 à 50% des précipitations). Ainsi sur une surface engazonnée seulement 20% de la pluie incidente ruisselle alors que sur une surface imperméable (route, terrasse, toiture...) 90% ruisselle.

Le système racinaire améliore la perméabilité du sol et joue un rôle important de filtre en absorbant, par exemple, les matières azotées en excès.

La part du ruissellement est d'autant plus réduite que la végétation est abondante et structurée.

Le tableau ci-dessous renseigne les coefficients de ruissellement pour différentes couvertures du sol.

Types de surfaces	Coefficient de ruissellement Valeurs moyennes *
Empierrement	0,3 à 0,5
Chemins de terre et terrains non cultivés	0,1 à 0,3
Jardins et parcs	0,05 à 0,15
Cultures, prairies, forêts	0 à 0,1

\* Informations communiquées par Dr Ir Archambeau - Hydrodynamique Appliquée et Constructions Hydrauliques – Ulg

#### > Applications

- Aménagement des jardins, zones de recul et abords
- Gestion différenciée des pelouses
- Amélioration des performances d'un système d'infiltration à ciel ouvert

### AIRES DURCIES PERMÉABLES

#### > Description

Les revêtements de sol perméables sont constitués de matériaux formant une couche poreuse, soit par leur structure propre, soit par leur mode d'assemblage. Ils permettent de réaliser des aires de foulées stabilisées, hors eau, praticables par les piétons et les véhicules.

Ils prennent la forme de gravier, dolomie, pavement à larges joints, pavement perméables, dalles gazon en béton, en polyéthylène ou autres, mulch, copeaux de bois, ...

#### > Fonctions hydrologiques ou hydrauliques

Selon ses caractéristiques propres et celles du sol un revêtement perméable permet la collecte de la pluie incidente, sa rétention, son infiltration, l'évapotranspiration (en présence de



végétation), le transfert du ruissellement.

## > Applications

Chemins et voies carrossables d'accès, aires de stationnement, cours, terrasses, chemins de jardin, ...

## > Réalisation

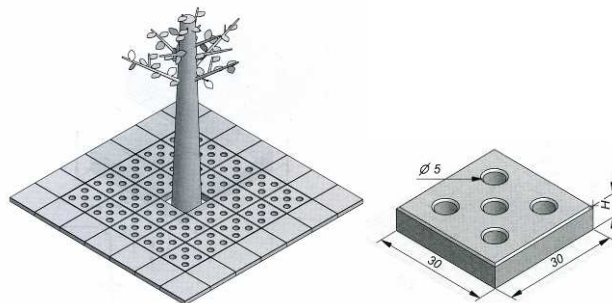
- La **fondation** doit être adaptée à la fonction d'infiltration. Elle est constituée d'un lit porteur (graviers, gravats, cailloutis, pierrailles - épaisseur 20 à 60 cm) et d'un lit de pose ( graviers fins ou laves 3/10, mélange sable/gravats 0,5 mm – épaisseur 3 à 4 cm).
- L'aire doit être établie en **pente** vers une évacuation complémentaire (infiltration dans l'accotement, tranchée filtrante ou drainante).
- Lorsque le **sol est très perméable** (> 200 mm/h), on peut laisser ruisseler une surface imperméable vers une surface perméable.
- Le **niveau de la nappe** phréatique doit se trouver à une profondeur de minimum 0,7 m sous le niveau d'infiltration.
- Il faut éviter que la surface soit empruntée par du **trafic** lourd. Ceci aurait pour effet de compacter le sol et d'en diminuer la perméabilité.
- Les revêtements de sol perméables ne sont pas indiqués lorsqu'il existe un risque particulier de **pollution** (chargement et déchargement des produits toxiques, hydrocarbures, ...).
- En présence d'un **sol sensible au gel**, les revêtements de sol perméables ne sont envisageables que dans le cas où leur fondation descend sous le pied de gel (0,80 m sous le niveau du sol) et la nappe se situe à plus de 1,40 m.

Le tableau ci-dessous indique la sensibilité au gel de quelques exemples de sol.

Sensibilité au gel	Exemples de sols
Sable moyen ou rude	Nulle
Sable fin	Moyenne
Argile, limon	Elevée

## > Entretien

- Les mauvaises herbes seront éliminées manuellement, avec un désherbant biologique, ou brûlées. L'usage de pesticides est exclu car il créerait une source de pollution de l'eau souterraine.
- L'usage de sels de déverglaçage est exclu.



Dalle d'encadrement d'arbre – source Ebema



## > Les différentes aires durcies perméables



### Gravier

(Cr : 0,3 à 0,5 - K : )

Le revêtement est constitué de cailloux de pierre naturelle ou de gravier roulé lavé. L'épaisseur du revêtement et sa granulométrie dépendent de la charge à supporter. Le gravier est simple à mettre en oeuvre et bon marché. Les trous formés par le passage régulier de véhicules peuvent être remplis simplement par un nouvel apport de gravier.

Le gravier ne supporte pas un trafic intense.



### Dolomie

(Cr : - K : )

Un revêtement perméable en dolomie est constitué d'un mélange de dolomie de granulométrie grossière (le mieux 5/15 ou 2/20), de ciment, d'eau de gâchage et éventuellement de chaux. Un géotextile empêche le mélange entre les couches et l'apparition de plantes.

La dolomie ne supporte pas un trafic automobile fréquent.



### Pavement à larges joints

(Cr : 0,2 à 0,7 - K : 10-4 m/s ou 36 mm/h)

Pavés de béton ou de pierres naturelles dont les joints relativement larges (2 à 3,5 cm) sont réalisés à l'aide d'écarteurs et remplis avec du gravier fin ou du sable grossier pour garantir une perméabilité suffisante. La perméabilité diminue si de la végétation occupe les joints.

Le pavement doit être exécuté avec une pente transversale de telle sorte que l'eau excédentaire puisse être infiltrée sur l'accotement.



### Pavements perméables

(Cr : - K : min.  $4 \cdot 10^{-2}$  m/s ou 14,4 mm/h)

Pavés perforés et présentant en dessous des petits canaux qui évacuent l'eau. Les trous éventuellement bouchés peuvent être dégagés avec un nettoyeur à haute pression.

Il existe aussi des pavés très poreux qui se laissent traverser par l'eau, mais ils sont moins porteurs et particulièrement sensibles au gel.

Le pavement doit être exécuté avec une pente transversale de telle sorte que l'eau excédentaire puisse être infiltrée sur l'accotement.



### Dalles gazon

(Cr : 0,1 - K : supérieur au sol)

Les dalles gazon sont ajourées et remplies avec du terreau dans lequel on sème de semences d'herbe. Elles reposent sur une sous couche (p. ex : terreau + billes d'argile expansée) et une fondation de gravier. Suivant le modèle le gazon occupe 35 à 65 % de la surface.

Elles sont particulièrement adaptées pour les montées et les places de stationnement. L'herbe doit évidemment être tondue.

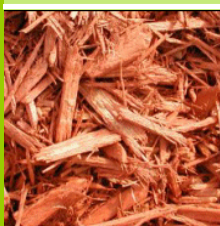


### Dalles gazon / gravier en polyéthylène

(Cr : - K : )

Les dalles en polyéthylène sont fabriquées au moyen de polyéthylène recyclé de haute densité. Attachées entre elles à la partie inférieure, elles forment une nappe alvéolée que l'on remplit de gravier ou de terre dans laquelle l'herbe pousse. Les ouvertures constituent 95% de la surface, de telle sorte que les dalles deviennent quasiment invisibles.

Les éléments de dalle gazon sont particulièrement légers et robustes, ce qui rend leur pose aisée. Ils supportent un trafic léger (stationnement).



### Mulch, copeaux de bois

(Cr : - K : )

On peut également utiliser comme revêtement du bois haché, comme celui qu'on utilise pour recouvrir le sol entre les plantations. S'agissant d'un produit naturel qui se dégrade, il faut régulièrement le renouveler.

Il est principalement utilisé pour des chemins de jardin et assimilés et ne supporte pas le trafic automobile.

## BASSINS D'INFILTRATION / BASSINS DE RETENTION

### > Description

Les bassins d'infiltration sont des ouvrages à ciel ouvert conçus pour stocker temporairement les eaux récoltées sur les surfaces imperméabilisées de la parcelle pour un épisode pluvieux donné et les infiltrer dans le sol. L'eau n'y est donc présente que de manière passagère.

A l'échelle de la parcelle, les bassins d'infiltration peuvent prendre différentes formes :

- dépression engazonnée plus ou moins étendue,
- noue ou fossé lorsque la dépression s'étire en longueur,
- wadi\* (Pays-Bas) lorsque une noue est associée à une tranchée filtrante
- fossé planté d'une végétation indigène,
- aire durcie perméable établie en creux.

*(\*) Le mot « wadi » signifie vallée en arabe. Dans les vallées du désert les rivières sont la plupart du temps à sec. Elles ont le caractère de vraies rivières uniquement lorsqu'elles sont nourries par de fortes pluies.*

### > Fonctions hydrologiques et hydrauliques

Stockage temporaire et infiltration des eaux pluviales. La vidange du bassin se fait également par évaporation et évapotranspiration.

NB : les bassins établis sur un sol qui ne permet pas l'infiltration, sont évacués à débit régulé vers un exutoire. On parle dans ce cas de bassins de rétention.

### > Applications

Les bassins, noues, wadi et fossés anglais trouvent aisément leur place dans la ville verte au niveau des abords, jardins et zones de recul. L'espace qu'ils occupent s'intègre à l'aménagement paysager et n'est pas limité à leurs fonctions hydrauliques et hydrologiques. Il peut, par exemple, être utilisé comme espace de jeu.

### > Réalisation

- **La forme** est conditionnée par le dimensionnement (voir plus haut), l'espace disponible et la présence éventuelle d'un massif d'infiltration (voir ci-dessous).
- **Alimentation** : s'il est concentré, le chemin emprunté par le flux d'eau pluviale doit être revêtu en dur pour éviter l'érosion du sol (voir canaux).
- **Zone de stockage** : les berges des bassins et noues sont en pente douce ; elles peuvent également être réalisées en profils emboîtés (marches successives). Les pentes plus raides doivent être renforcées.
- **Massif d'infiltration** : pour renforcer la capacité de stockage et éviter la permanence de flaques incompatibles avec l'usage des lieux, un massif d'infiltration peut être associé en sous-œuvre du bassin d'infiltration.
- Lorsque l'infiltration n'est pas possible ou est insuffisante, un caniveau, une cunette ou un drain doit être posé au fond de la zone de stockage pour conduire les eaux vers le point d'évacuation.
- **Un trop plein de sécurité** doit être prévu par surverse latérale ou dans un orifice ou canal prévu à cet effet, vers un exutoire (égoût ou eau de surface).
- **Végétation** : elle doit résister aux inondations temporaires et permettre l'usage principal du lieu en dehors de ses fonctions hydrauliques et hydrologiques.

### > Entretien

Comme la végétation, l'entretien est fonction de l'usage principal du lieu.

- Bassins plantés : fauchage bisannuel.
- Pelouses de jeu et de loisir : tonte régulière (environ 20 fois par année) avec enlèvement du produit de la tonte.
- Enlèvement des feuilles et des déchets éventuels.
- Contrôle permanent de la capacité d'infiltration.
- Curage en cas de pollution ou de colmatage.



## > Les différents types de bassin



### Bassins « secs » engazonnés

Intégré au sein d'un ensemble de logements, un bassin sec peut, par exemple, être utilisé principalement comme d'espace de jeu pour les enfants. Dans ce cas le gazon doit résister à l'eau et au piétinement.

Illustration : ensemble de logements Kupperbusch - Emscher Park - Allemagne



### Simple dépression

L'eau y est véhiculée par l'intermédiaire de caniveaux en matériau dur pour éviter l'érosion du sol.

Ce type de bassin peut par exemple être établi dans une zone de recul au pied d'une descente d'eau de toiture.

Illustration : cité jardin à Gelsenkirchen - Emscher Park - Allemagne



### Noues et fossés

Une noue est un fossé large et peu profond, avec un profil présentant des rives en pente douce.

L'eau y est véhiculée, soit par l'intermédiaire de canalisations soit directement par ruissellement sur les surfaces adjacentes.

Illustration : Vaubanallee à Fribourg en Brisgau - Allemagne



### Fossés plantés

Leur fonction est essentiellement paysagère de renforcement de la biodiversité.

Elles peuvent être plantées d'espèces indigènes à grande amplitude écologique et aimant se faire inonder de temps en temps comme par exemple : Baldingère (Phalaris arundinacea), Epilobe hirsute, Iris (aspect esthétique et floraison), Carex pendula.

Illustration : iris



### Aires durcies établies en creux

Il s'agit de surfaces à usages divers (placettes, aires de stationnement etc.) sur lesquelles on accepte une lame d'eau temporaire en cas d'évènement pluvieux extraordinaire.

Illustration : Quartier Vauban à Fribourg en Brisgau - Allemagne

## PUITS D'INFILTRATION

### > Description

Les puits d'infiltration sont constitués d'éléments en béton formant une cavité de stockage sous laquelle sont disposées des couches filtrantes. L'eau s'infiltré dans le sol via le fond et les parois latérales du dispositif.

On distingue le « puits d'infiltration classique » du « puits d'infiltration intégré ».

### > Fonctions hydrologiques ou hydrauliques

Les puits d'infiltration sont conçus pour absorber rapidement l'eau de ruissellement générée par un événement pluvieux et l'infiltrer dans le sol.

Ils peuvent intervenir également comme exutoire ultime d'un système à ciel ouvert et fonctionnant de façon exceptionnelle pour des raisons de sécurité.

### > Applications

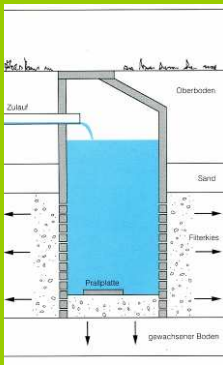
Système adapté à la ville dense lorsque les surfaces disponibles sont restreintes ou quand la perméabilité du sol n'est pas suffisante. Bien que d'une faible surface, il peut stocker beaucoup d'eau.

### > Réalisation

- On ne peut opter pour un puits d'infiltration que dans le cas où la nappe est suffisamment profonde (minimum 1m sous le niveau d'infiltration).
- Le sous-sol doit offrir une perméabilité suffisante sans risque d'engouffrement rapide (particularités locales et encombrement du sous-sol);
- Implantation : Installer le puits dans la partie basse du terrain et à une distance des habitations au moins égale à la profondeur de ce puits.
- Éviter la proximité de végétaux importants (les racines pourraient nuire au puits)
- Dans le cas de constructions neuves, construire le puits à la fin des travaux pour éviter le colmatage.
- Les parois latérales perméables sont prise en compte dans le dimensionnement.

### > Entretien

- Le puits doit rester facilement accessible pour son contrôle périodique et son entretien régulier.
- Nettoyer le puits deux fois par an (de préférence après la chute des feuilles).
- Renouveler la couche filtrante lorsque la capacité d'infiltration est moindre (permanence d'eau dans le puits de décantation 24 heures après une pluie).



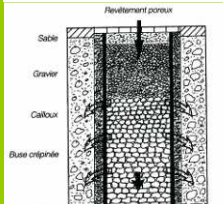
**Puits filtrant « classique »**

Le puits est précédé d'un dispositif destiné à retenir les déchets, boues, objets flottants etc. (décanteur + déshuileur ou puisard de décantation avec raccordement siphonoïde ; ...)

La cavité de stockage est libre. Le puits est recouvert d'un regard de visite en fonte, verrouillé, compatible avec l'usage de la surface (piétons, voitures, ...).

Une couche filtrante est disposée au fond du puits. Elle est constituée de sable de rivière et de cailloux grossiers recouverts d'un feutre géotextile pour la protéger du colmatage. Ce feutre peut être changé, nettoyé, réutilisé, ...

Illustration : « Naturnaher Umgang mit Regenwasser »



**Puits filtrant intégré**

Le puits filtrant intégré est placé au point bas d'une surface durcie ou imperméabilisée dont il recueille les eaux de ruissellement au travers d'un revêtement poreux pour les infiltrer dans le sol. La cavité de stockage est constituée de gravier de grosse granulométrie.

Illustration : Jérôme Chaib in « Les eaux pluviales – gestion intégrée »








## MASSIFS D'INFILTRATION / MASSIFS DRAINANTS

### > Description

Les massifs d'infiltration et les massifs drainants sont assimilables à des bassins enterrés, mais remplis de matériaux poreux. Ils se distinguent néanmoins par leur fonctions hydrauliques et hydrologiques.

Ils peuvent prendre la forme de tranchées, de lits ou de puits d'infiltration selon qu'ils se développent en longueur, en surface ou en profondeur.

Ils sont constitués de matériaux caractérisés par leur nature, leur coefficient de vide définissant leur capacité de stockage des eaux, leur résistance à la compression (portance) définissant leur solidité et domaine d'utilisation. Le tableau ci-dessous en donne trois exemples courants.

MATERIAUX POREUX		Coefficient de vide	Domaines d'utilisation	Coût (indicatif)
<b>Matériaux pierreux naturels</b> (graviers, galets, ...) Illustration :		30%	Tous types de trafic	65,00 à 85,00 €/m <sup>3</sup> terrassment + remplissage + géotextile
<b>Matériaux pierreux artificiels</b> (argex) Illustration : Argex		45% (+ 43% dans la structure des granulats, soit 68% au total)	Tous types de trafic	80,00 à 114,00 €/m <sup>3</sup> terrassment + remplissage + géotextile
<b>Structures alvéolaires</b> Illustration : Wavin		95%	Tous types de trafic	200,00 à 300,00 €/m <sup>3</sup>

Les massifs d'infiltration sont enveloppés d'un géotextile qui maintient une séparation entre le matériau poreux et le sol qui l'entoure tout en laissant filtrer l'eau, tandis que les massifs drainants sont enveloppés d'une géomembrane étanche.

### > Fonctions hydrologiques ou hydrauliques

Les massifs d'infiltration et drainants sont conçus pour absorber rapidement l'eau de ruissellement générée par un évènement pluvieux.

Leur alimentation se fait par infiltration à travers la surface perméable qui les recouvre, par déversement du réseau pluvial en leur sein au moyen d'un drain, ou par ruissellement direct en utilisant des bouches d'injection (avaloirs).

Ils se distinguent par le mode d'évacuation comme leurs noms l'indiquent:

- Dans les massifs d'infiltration l'eau est évacuée par infiltration dans le sol.
- Dans les massifs drainants l'eau est évacuée par drainage à débit régulé vers un exutoire

### > Applications

Les massifs d'infiltration peuvent être établis sous des surfaces durcies perméables (voies d'accès, trottoirs, aires de stationnement, cour, etc. ...) ou des espaces verts.

Ils sont particulièrement indiqués :

- quand les surfaces disponibles doivent répondre à plusieurs usages.
- quand la perméabilité du sol est faible.

Les lits d'infiltration sont indiqués :

- dans les cas où la nappe est trop haute pour établir un puits d'infiltration.

Les tranchées d'infiltration sont indiquées :

- sous des noues pour en renforcer la capacité d'absorption ( wadi )



- le long des surfaces durcies pour en recueillir le ruissellement (aires de stationnement, rues, ...)

## > Réalisation

Tous les massifs

- Une distance minimale par rapport aux arbres doit être observée, équivalente au rayon de la couronne de l'arbre à taille adulte.
- On ne peut pas construire au-dessus des massifs.

Massifs d'infiltration

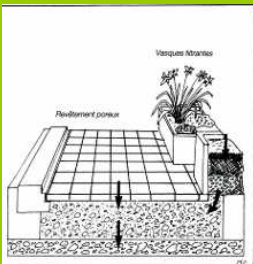
- La nappe phréatique doit être située à au moins 1 mètre sous le système.
- Une distance de 6m doit être observée par rapport aux caves sans étanchéité.
- Le massif d'infiltration est enveloppé d'un géotextile.
- Bien que exécutées de manière perméable les parois d'un dispositif d'infiltration peu profond ne sont pas comptées dans la surface d'infiltration. En cas de diminution de la perméabilité du fond ces parois doivent maintenir la capacité d'infiltration à niveau.

Un massif drainant est enveloppé d'une géo-membrane et l'exutoire est composé d'un regard de visite, d'un drain d'évacuation, d'une surverse de sécurité et d'un organe de régulation.

## > Entretien

L'accès à l'intérieur de la structure étant difficile, voire impossible, l'entretien est limité à la prévention du colmatage par une réalisation soignée et le contrôle des surfaces, si ce n'est le remplacement de la structure (faisable pour les tranchées).

## > Les différents types de bassin



### Lit d'infiltration

Le lit d'infiltration représenté ci-contre est situé directement sous un pavement perméable. Lorsque les eaux pluviales sont acheminées vers le lit d'infiltration par une canalisation ou un caniveau, le dispositif est précédé par un puisard de décantation et l'eau est répartie dans le massif au moyen d'un drain placé dans sa partie supérieure.

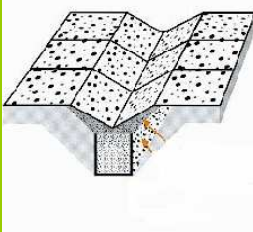
Illustration : J. Chaib « Les eaux pluviales – gestion intégrée »



### Tranchée d'infiltration

L'alimentation d'une tranchée d'infiltration peut se faire par ruissellement direct en fond de petite noue ou par déversement du réseau pluvial dans un drain au sein de la tranchée. Ce dispositif convient pour les sites plats ou à faible pente (parkings,...). En cas de pente plus forte, la tranchée sera découpée en tronçons cloisonnés entre eux.

Illustration : Wohnsiedlung Schönebeck Essen (D) in "Bauen mit dem Regenwasser"



### Tranchée d'infiltration dans un « wadi »

Le mot « wadi » signifie vallée en arabe. Dans les vallées du désert les rivières sont la plupart du temps à sec. Elles ont le caractère de vraies rivières uniquement lorsqu'elles sont nourries par de fortes pluies.

Au pays-bas un wadi désigne une noue associée à une tranchée filtrante ou drainante qui reste la plupart du temps à sec.

Illustration : schéma d'une noue avec massif d'infiltration adopta



### Massif drainant

Un massif drainant se distingue d'un massif d'infiltration par la membrane imperméable et la position des drains qui dans ce cas évacuent l'eau retenue vers un exutoire.

Illustration : ouvrage de rétention à Arenberg Leuven – Documentation argex





## BASSINS EN EAU

### > Description

Les bassins en eau sont des ouvrages qui conservent une lame d'eau minimale permanente de 1 mètre. Ils peuvent prendre des formes très diverses du bassin urbain à la mare de jardin.

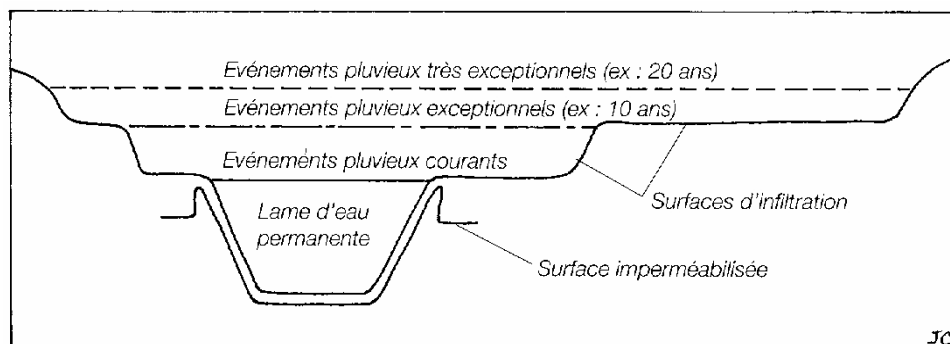
Leur fond est imperméabilisé au moyen d'une géomembrane, à moins qu'il ne soit en contact avec la nappe phréatique.

Chaque bassin en eau constitue un écosystème dans lequel la végétation est indispensable.

### > Fonctions hydrologiques ou hydrauliques

- Stockage de l'eau de pluie récoltée, correspondant à la hauteur de marnage admissible au-dessus de la lame d'eau permanente ;
- Restitution lente des eaux, par évaporation, évapotranspiration et infiltration en périphérie
- Si l'infiltration en périphérie n'est pas possible, l'évacuation se fera à débit régulé vers un exutoire.
- De par la présence de plantes qui assimilent les matières organiques et métaux lourds, les bassins en eau assurent également un rôle de dépollution des eaux de ruissellement.

Coupe de principe dans un bassin en eau :



Source : les eaux pluviales – Gestion intégrée, J. Chaïb

### > Applications

Les bassins en eau peuvent être réalisés tant dans la ville verte que dans la ville dense. Leur adaptabilité à la configuration du milieu dans lequel ils sont envisagés en fait des éléments de composition à part entière.

### > Réalisation

- **Sécurité** : il faut éviter que le bassin ne présente un danger, en particulier pour les jeunes enfants. A cette fin le bassin peut par exemple être réalisé en profils emboîtés de telle sorte que la profondeur près des rives soit toujours faible quel que soit le niveau de l'eau.
- **L'imperméabilisation de la partie en eau du bassin** doit être parfaite, à moins qu'elle ne soit en contact avec la nappe phréatique.
- **Alimentation en eau** : dimensionnement de la partie en eau sur base des événements pluvieux courants.
- **Trop plein** : doit être prévu pour éviter les débordements au dessus du niveau de marnage admissible.

### > Entretien

Un bassin en eau est un écosystème dont l'équilibre doit être assuré par un entretien régulier :

Il faut prévoir :



- Le faucardage des plantes fanées à la fin de l'automne et la gestion du produit de la coupe (voir la fiche « MAT01 – Concevoir des dispositifs de gestion des déchets »).
- Un curage léger tous les 10 ans environ, à la fin de l'été quand les eaux sont au plus bas.



### Bassin en eau en milieu urbain

Dans l'exemple ci-contre, le bassin en eau crée une distance entre les bureaux d'une agence bancaire et la place publique. On distingue l'emmarchement (profil emboîtés) côté place. La qualité de l'eau du bassin est assurée par un passage régulier dans un filtre hélophyte qu'on aperçoit à l'arrière plan. Le système est en relation avec une citerne de récupération des eaux pluviales.

Illustration : Rabobank Pey Posterholz à Echt (NL) Photo B.Thielemans



### Bassin en eau en milieu péri-urbain

Dans le quartier EVA Lanxmeer à Culemborg l'eau sous ses différentes formes est gérée de manière intégrée.

Les étangs ci-contre recueillent les eaux pluviales des toitures. en contact avec la nappe phréatique, tandis que les eaux de ruissellement de aires durcies sont infiltrées dans des wadis et les eaux noires sont filtrées dans un système hélophytes avant d'être rejetées dans les eaux de surface.

Illustration : ensemble de logements à Culemborg – photo J. Eble



### Bassin en eau dans un jardin bruxellois

Ce petit bassin d'agrément situé en façade arrière d'une maison mitoyenne bruxelloise a une capacité de rétention de 500 à 700 litres.

Illustration : Maison mitoyenne à Ixelles - photo B. Deprez



### Dépollution

Dans le quartier BO01 à Malmö (Sw), les eaux de ruissellement passent dans un dispositif de dépollution, bassin en eau planté de macrophytes, avant d'être évacuées dans les eaux de surface.

Illustration : Malmö (S) photo B. Thielemans

## CITERNE D'EAU DE PLUIE

### > Description

Il faut distinguer la citerne de récupération des eaux de pluies à usage domestique de la citerne de rétention permettant d'absorber un évènement pluvial. La seconde pouvant fonctionner comme trop-plein de la première.

### > Fonctions hydrauliques

- **Citerne de rétention** : stockage des évènements pluvieux et restitution lente par évacuation régulée vers un exutoire.
- **Citerne de récupération des eaux pluviales** : stockage partiel et aléatoire des évènements pluvieux en fonction du niveau de l'eau dans la citerne (car l'usage domestique de l'eau de pluie n'est pas coordonné avec les épisodes pluvieux).

### > Applications

- Dans la ville dense c'est parfois la seule manière de pouvoir absorber les évènements pluvieux
- Remise en service d'une ancienne citerne dans les bâtiments existants équipés
- Toutes les constructions neuves selon l'obligation du RRU.

### > Réalisation

- Pour les citernes de récupération des eaux pluviales, voir la recommandation « EAU03 Récupérer les eaux de pluie pour un usage domestique »



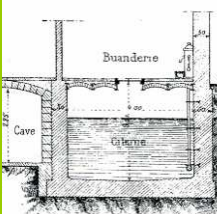
#### Citerne de rétention (RRU)

Dimensionnement : minimum 33l par m<sup>2</sup> de toiture en projection horizontale. Le RRU ne précise pas le débit de fuite.

Références utiles pour le calcul de l'orifice d'évacuation:

- Débit de fuite maximum autorisé à Lille : 2 l/s/ha
- Temps de vidange des bassins de rétention à Toulouse : 6 h pour pouvoir absorber un nouvel épisode pluvieux

Illustration : cuve de rétention Graf



#### Citerne existante

Les anciennes maisons bruxelloises renferment souvent une citerne destinée à récolter les eaux de pluie provenant des toitures.

Il est possible de les réhabiliter comme citerne de rétention ou de récupération des eaux pluviales.

Illustration : citerne maçonnée – source : centre urbain



#### Citerne de récupération des eaux pluviales

Les bilans économiques positifs de la récupération des eaux de pluie sont la plupart du temps basés sur une surface de toiture de l'ordre de 100 à 120 m<sup>2</sup> pour un ménage de 4 personnes – soit une surface de collecte de 25 à 30 m<sup>2</sup> par personne. Cette approche correspond à l'habitat pavillonnaire très largement répandu dans les banlieues européennes, mais relativement peu présent en Région de Bruxelles-Capitale.

Il convient dès lors d'évaluer les conditions dans lesquelles la récupération de l'eau de pluie sera économiquement et écologiquement pertinente.

Illustration : colonne Plubo – citerne de 500 litres – puisage par gravité

## TOITURES VERTES

### > Description

Les toitures vertes sont des toitures conçues pour recevoir un couvert végétal à enracinement superficiel (toitures extensives) ou à enracinement profond (toitures intensives).

### > Fonctions hydrauliques

Collecte de la pluie incidente, stockage, évaporation, évapotranspiration estivale, évacuation différée à faible débit moyennant régulation aménagée.

Moyenne de stockage et facteur de ruissellement annuels de l'eau selon le type de toiture verte et l'épaisseur de sa couche de support				
Type	Forme de végétation	Épaisseur de couche (cm)	Stockage (%)	Facteur de ruissellement
extensive	mousse/ sedums	2 – 4	40	0,60
	sedums/mousse	> 4 – 6	45	0,55
	sedums/épices	> 6 – 10	50	0,50
	sedums/épices/herbes	> 10 - 15	55	0,45
intensive	herbes/épices	> 15 – 20	60	0,40
	gazon/plantes vivaces/petits arbustes	15 – 20	60	0,40
	gazon/plantes vivaces/arbustes	> 25 – 50	70	0,30
	gazon/plantes vivaces/arbustes/arbres	> 50	> 90	0,10

### > Applications

- Toitures vertes extensives : toits plats et en pente.
- Toitures vertes intensives : toits plats.

### > Réalisation

Voir la fiche « TER06 - Réaliser une toiture verte ».



#### Toiture verte extensive

Leurs végétaux, à enracinement superficiel, se limitent à des mousses, sedums et herbacées.

Elles conviennent particulièrement aux toits plats, mais certaines techniques permettent de les appliquer aussi à des toits inclinés.

Elles ne nécessitent généralement pas la construction d'un toit adapté et peuvent être réalisées sur des bâtiments existants moyennant quelques adaptations

Immeuble de bureaux, Ixelles. Arch-paysagiste: Bernard Capelle.



#### Toiture verte intensive

Leurs végétaux, plutôt à enracinement profond, sont des herbacées, des arbustes, voire des arbres. Elles ressemblent alors à des jardins sur toits plats.

Elles nécessitent souvent un toit adapté ainsi qu'un renforcement de structure du bâtiment.

Immeuble de bureaux, Ixelles. Arch-paysagiste: Bernard Capelle



## CANIVEAUX ET CANAUX

### > Description

Canaux à ciel ouvert, larges et plats, en légère pente, destiné à conduire les eaux en lieu et place des canalisations enterrées. Le chemin emprunté par l'eau est ainsi rendu visible et audible.

Ils peuvent être constitués de simples éléments profilés en béton, du profilage d'un pavement, de canaux maçonnés ou de formes plus élaborées.

### > Fonctions hydrauliques

- Transfert et ralentissement de l'écoulement des eaux pluviales depuis les surfaces de collecte jusqu'aux autres dispositifs d'assainissement.
- Certain caniveaux sont munis de reliefs destinés à ralentir l'écoulement.

### > Applications

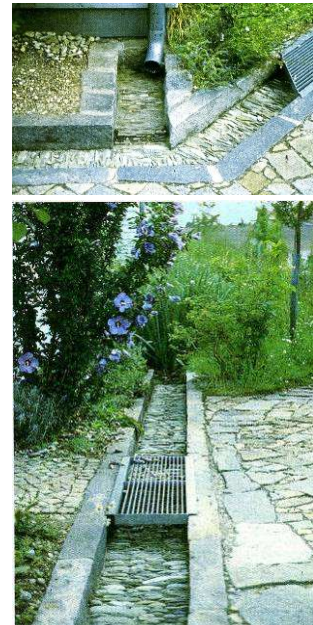
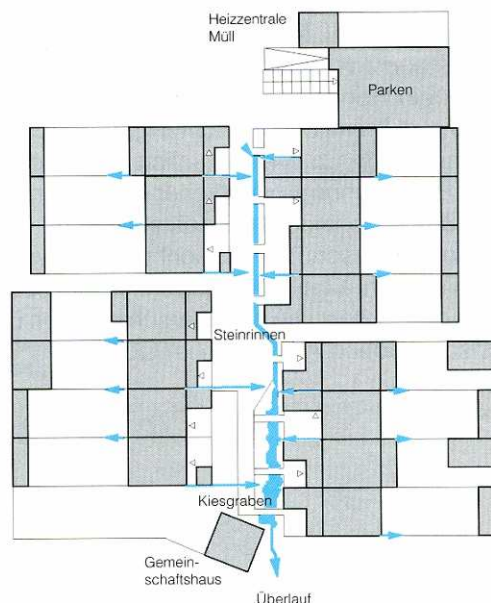
- Eloignement des eaux pluviales au pied des descentes d'eaux pluviales.
- Élément de séparation entre le domaine privé et le domaine public.
- Plus généralement ils constituent des éléments de composition qui qualifie les espaces collectifs et privés (abords, cours, voies d'accès, zones de recul, ...).

### > Réalisation

- Le tracé des caniveaux sera adapté à l'écoulement des eaux, sans débordement latéral.
- Les cas échéant les solutions plus élaborées feront l'objet d'une expérimentation préalable



Exemples de caniveaux à Bottrop (D), Bâle (CH), Malmö(SW), Fribourg (D), Bergkamen (D)



Plan masse et détails des caniveaux de l'ensemble de maisons à Eching près de Munich (Allemagne) où les chemins de l'eau sont exprimés dans l'espace collectif (source : « Naturnaher Umgang mit Regenwasser » – Ministère Bavarois de l'Intérieur)

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

### AUTRES ÉLÉMENTS À GARDER À L'ESPRIT

Voici une liste de fiches liées à la gestion de l'eau de pluie sur la parcelle:

- TER05 - Maximiser la productivité écologique
- TER06 - Réaliser des toitures vertes
- EAU02 - Faire un usage rationnel de l'eau
- EAU03 - Récupérer l'eau de pluie
- EAU04 - Recycler les eaux usées in situ

### BIBLIOGRAPHIE

- J. Chaïb, *Les eaux pluviales - Gestion intégrée*, Sang de la terre & Foncier Conseil, Paris, 1997
- M. Van Peteghem, De Backer L., (coördinatie) *Waterwegwijzer voor architecten - Een Handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning*, VMM - Vlaamse Milieumaatschappij, 2000 (téléchargeable)
- OFEFP, *Ou évacuer l'eau de pluie? Exemples pratiques - Infiltration, rétention, évacuation superficielle*, Office fédéral de l'environnement, des forêts et des paysages, Berne, 2000
- CETE, *Les solutions compensatoires en assainissement pluvial - fascicule III - Le choix et quelques principes de conception et de réalisation des techniques*, Centre d'étude technique de l'eau du Sud-Ouest, Bordeaux, 2002 (téléchargeable)
- B. Chocat, *Mieux gérer les eaux pluviales - Les techniques alternatives d'assainissement*, Dossier Envirhonalpes, - INSA de Lyon - Laboratoire Méthodes, Région Rhone-Alpes, 1994 (téléchargeable)
- CAGT, *Guide de gestion des eaux pluviales et de ruissellement*, Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse, Service Assainissement, Toulouse, 2006 (téléchargeable)
- A. Musy, Higy C., *Hydrologie, une science de la nature*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2004
- Oberste Baubeorde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, *Naturnaher Umgang mit Regenwasser*, Munich, 1998
- D. Londong, Nothnagel, A., *Bauen mit dem Regenwasser, Aus der Praxis von Projekten*, IBA Emscher Park, R. Oldenbourg Industrieverlag, Munich, 1999
- Centre de Cartographie Interuniversitaire de Bruxelles, *Cartes Géotechniques de Bruxelles*, Institut Géotechnique de l'Etat, Bruxelles, 1978
- Association suisse des professionnels de la protection des eaux, *Evacuation des eaux pluviales, Directive sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations*, Zurich, 2002
- CreaBeton, *Données techniques, Revêtements en béton*,

### DOCUMENTATION TECHNIQUE

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

### SITES WEB

- [www.adopta.free.fr](http://www.adopta.free.fr) (fiches sur les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales).
- [www.ebema.com](http://www.ebema.com)
- [www.batiproduits.com](http://www.batiproduits.com)
- [www.creabeton-materiaux.ch](http://www.creabeton-materiaux.ch)
- [www.brcc.be](http://www.brcc.be)





## ANNEXE - TEST DE LA CAPACITE D'INFILTRATION

(Repris et traduit de « Waterwegwijzer voor architecten »)

Dans l'environnement urbain où l'homme est déjà souvent fortement intervenu sur les sols, la capacité d'infiltration ne peut pas être extrapolée au départ des caractéristiques des sols intacts situés à proximité. Il faut donc faire un essai à l'endroit où le dispositif d'infiltration sera placé (conformément à la norme européenne en préparation). Cet essai doit être effectué en hiver, quand le niveau de la nappe phréatique est à son niveau le plus haut.

- On creuse un puit jusqu'à la profondeur à laquelle l'infiltration sera établie. Ce puits présente à son point bas un diamètre de 10 cm et à son point haut un diamètre de maximum 30 cm.
- On remplit le puits d'eau pendant 4 à 24 heures, afin de saturer le sol. Si l'eau disparaît en moins de 10 minutes, le test peut être immédiatement réalisé.
- Après saturation, le puits est rempli avec de l'eau jusqu'à une hauteur de 15 à 30 cm du sol. On la note « H départ ».
- On détermine alors la hauteur d'eau Hw toutes les 15, 30, 60, 120 ou éventuellement 240 minutes. Si l'eau a totalement disparu après 30 minutes, on recommence le test et mesure le temps nécessaire pour que le niveau de l'eau baisse de 10cm.
- On détermine pour chaque mesure la vitesse d'infiltration comme suit:

$$Kv = \frac{46,9}{H_{\text{départ}}^{1,50}} \times (H - H) \times \frac{60}{T}$$

où: Kv = la vitesse d'infiltration [cm/h]  
 Hdépart = la hauteur du niveau de l'eau au début du test [cm]  
 Hw = la hauteur du niveau de l'eau à un moment déterminé [cm]  
 T = le temps écoulé après le début du test [minutes]

- On établit la moyenne de ces valeurs Kv. La quantité d'eau qui peut être infiltrée dans le sol par m<sup>2</sup> et par heure est donnée dans le tableau ci-dessous en fonction de la vitesse moyenne d'infiltration Kv. Cette valeur est la capacité d'infiltration.

Avec la capacité d'infiltration, on peut déterminer le débit d'écoulement et donc dimensionner le dispositif d'infiltration.

Vitesse moyenne d'infiltration Kv déterminée avec un test de percolation (cm/h)	Capacité d'infiltration (l/h/m <sup>2</sup> ) ou (mm/h)
Kv ≥ 15	2,1
10 ≤ Kv ≤ 15	1,67
5 ≤ Kv ≤ 10	1,25
3,5 ≤ Kv ≤ 5	0,85
2,5 ≤ Kv ≤ 3,5	0,62
0,5 ≤ Kv ≤ 2,5	0,41
pour Kv ≤ 0,5 cm/h l'infiltration dans le sol n'est pas possible	

Détermination de la capacité d'infiltration sur base d'un test d'infiltration (conformément à la Norme Européenne en préparation).

