

Figure 2.4 : schéma de principe pour les débits régulés

Aucune prescription ne concerne les débits régulés entre ouvrages à l'intérieur d'une même parcelle.

## 2.2.4 Calcul du volume de stockage

### a) Possibilité d'infiltration

Lors de la mise en place d'infiltration, il est nécessaire de déterminer le volume nécessaire qui servira à stocker les eaux pluviales le temps que l'infiltration totale se produise. Ce volume permet d'éviter tout déversement des ouvrages jusqu'à la pluie vicennale (inclusive).

Ce volume se détermine graphiquement en 4 étapes.

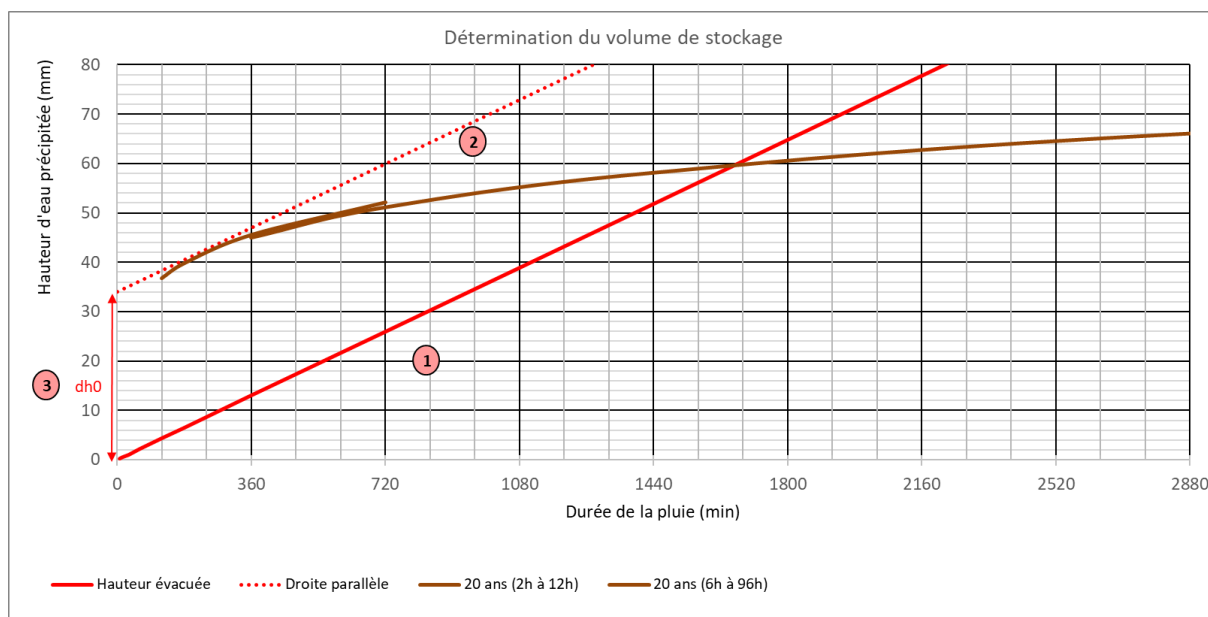


Figure 2.5 : Exemple de détermination du volume de stockage

### Etape 1

Tracer la **droite des hauteurs d'eau évacuées**. Sa pente est le **débit de fuite spécifique ( $Q_{s0}$ )**.

$$Q_{s0} = 60000 * \frac{Q_{f0}}{S_a} = 60000 * \frac{Q_{inf}}{S_a}$$

$Q_{s0}$  : débit d'infiltration spécifique (mm/min)

$Q_{f0}$  : débit de fuite ( $m^3/s$ ).

$S_a$  : Surface active (en  $m^2$ )

Sur le graphique en annexes 1 et 2, on dessine alors la droite ayant pour équation :

$$h(t) = Q_{s0} * t$$

$h(t)$  : la hauteur d'eau évacuée à l'instant  $t$  (mm)

$t$  : temps (min)

C'est la **droite rouge** sur l'exemple de la Figure 2.5.

### Etape 2

Tracer la droite parallèle à la **droite des hauteurs d'eau évacuées** qui est tangente à la courbe de pluie considérée.

Sur l'exemple Figure 2.5, c'est la **droite rouge pointillée** qui touche la **courbe marron** de la pluie 20 ans.

### Etape 3 :

Déterminer la **hauteur à stocker ( $dh_0$ )**. C'est la valeur de la **droite rouge pointillée** sur le graphique au temps  $t=0$  min.

### Etape 4 :

Le **volume d'eau à stocker ( $V_0$ )** est déterminé par la formule suivante :

$$V_0 = 1.2 * dh_0 * S_a / 1000$$

$V_0$  : volume à stocker ( $m^3$ )

1.2 : coefficient de sécurité

$dh_0$  : Hauteur maximale à stocker (mm)

$S_a$  : Surface active ( $m^2$ )

## **b) Calcul avec rejet**

S'il est **impossible d'infiltrer l'ensemble des eaux pluviales** (sols imperméables), un rejet vers l'extérieur de la parcelle est possible ( $Q_r$ , cf. 2.1.2 et 0).

Il faut alors réaliser **à nouveau les étapes 1 à 4 pour déterminer le volume de stockage** avec cette fois le débit spécifique suivant :

$$Q_{f1} = Q_{inf} + Q_r$$

$$Q_{s1} = 60000 * \frac{Q_{f1}}{S_a}$$

$$V_1 = 1.2 * dh_1 * \frac{S_a}{1000}$$

$Q_{f1}$  : débit de fuite avec rejet (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{inf}$  : débit d'infiltration (m<sup>3</sup>/s)

$Q_r$  : débit de rejet régulé (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{s1}$  : débit spécifique avec rejet (m<sup>3</sup>/s)

$dh_1$  : hauteur maximale à stocker (mm)

$S_a$  : Surface active (m<sup>2</sup>)

1.2 : Coefficient de sécurité

### 3. PRESENTATION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

#### 3.1 STRUCTURES POREUSES

##### Principe de fonctionnement

Les structures poreuses sont des revêtements de sol permettant aux eaux pluviales de s'infiltrer là où elles tombent. Ces techniques réduisent de façon conséquente les quantités d'eau provenant du ruissellement.

Une structure poreuse constitue une solution alternative au revêtement traditionnel.

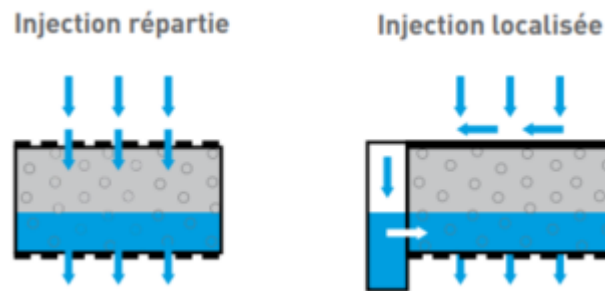


Figure 3.1 : Schéma de fonctionnement

##### Conseils sur la conception

###### Implantation

Ce type d'ouvrage est essentiellement destinée aux aménagements simples tels que les chemins piétonniers, les parkings, les voiries légères, les pistes cyclables, les terrasses ou encore les entrées de garage.

###### Matériau

De nombreux revêtements poreux existent et présentent des caractéristiques adaptées selon l'occupation du sol (type de circulation, entretien, aspect esthétique...). On distingue deux catégories principales :

- Les revêtements modulaires constitués de pavés, blocs ou éléments assimilés. Chaque module peut être poreux ou l'infiltration peut être réalisée au niveau des interstices entre les modules. Ces modules sont généralement posés sur une couche de sable ;



- Les revêtements surfaciques, constitués soit de bitume particulier permettant l'infiltration, soit de matériaux fins (gravillons concassés, éclats de pierre, graviers...).



Il est nécessaire d'interposer un géotextile anti-poinçonnement et anti-contaminant entre les différentes couches superposées afin de limiter les migrations de particules fines, de prévenir les remontées d'eau par capillarité, et de favoriser la stabilisation de l'ouvrage.

### **Entretien**

Un nettoyage annuel est préconisé : soit par balayeuse aspiratrice (pour les espaces de type voirie), soit par l'utilisation d'eau sous pression. Cet entretien permet de conserver la porosité du matériau et éviter son colmatage.

L'emploi de désherbant chimiques est proscrit pour éviter toute contamination de l'eau infiltrée.

## 3.2 NOUES ET FOSSES

### Principe de fonctionnement

Les fossés et les noues permettent de collecter l'eau de pluie, par des canalisations ou par ruissellement, en ralentissant leur écoulement. L'eau est stockée, puis évacuée par infiltration dans le sol ou vers un exutoire à un débit régulé (réseau de collecte, cours d'eau...).

Leur différence repose sur leur conception et leur morphologie :

- Les fossés: structures linéaires, assez profondes avec des rives abruptes. L'eau de pluie s'évacue par écoulement vers un exutoire ou par infiltration dans le sol s'il est perméable.
- Les noues: ce sont des fossés larges et peu profonds avec des rives en pente douce. Il y a plusieurs types de noues, donc plusieurs types de fonctionnement. Elles peuvent être utilisées comme : Bassin de rétention, rétention/infiltration ou infiltration, exutoires à part entière, volume de stockage supplémentaire alimenté par débordement lors de la mise en charge du réseau ou d'un ouvrage alternatif.

Ces systèmes ont l'avantage de réaliser une dépollution des eaux pluviales via décantation, filtration dans le sol et captation via les végétaux. De plus, ces ouvrages apportent de nombreuses externalités positives (plus-value paysagère, espace vert...)

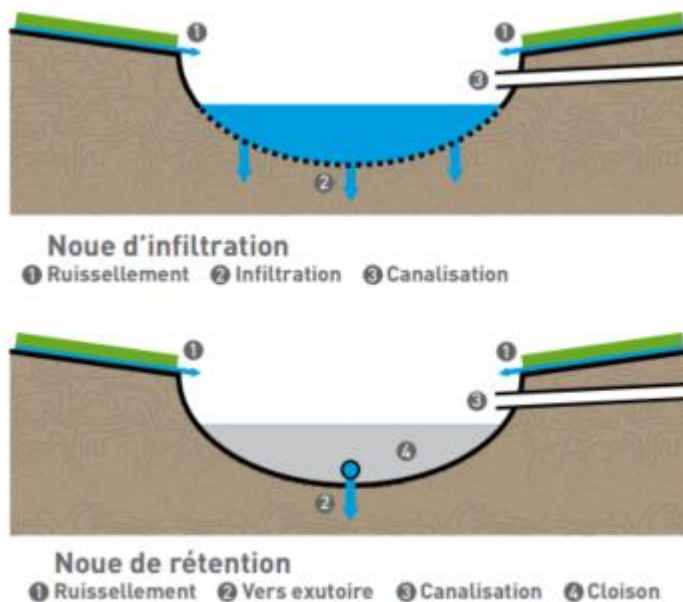


Figure 3.2 : Schéma de principe



## Conseils sur la conception

### Implantation

Les fossés et noues peuvent être placés:

- dans le sens d'écoulement des eaux de ruissellement ;
- perpendiculaire aux eaux de ruissellement, pour intercepter l'eau et ralentir la vitesse d'écoulement.

L'ouvrage étant linéaire, l'espace d'implantation devra présenter une longueur suffisante pour maximiser la surface d'infiltration.

### Surface d'infiltration

La surface d'infiltration considérée pour ces ouvrages est la surface au sol.

$$S_{inf} = Largeur * longueur$$

Largeur : Largeur au niveau haute de l'ouvrage (m)

Longueur : linéaire de l'ouvrage (m)

### Matériau et végétaux

Pour stabiliser les flancs de l'ouvrage, il est possible de planter les berges, utiliser des pieux verticaux (rondins de bois), mettre en place des enrochements, placer un géotextile ou une géogrille.

Le choix des végétaux devra correspondre au fonctionnement de l'ouvrage :

- Gazon résistant à l'eau et à l'arrachement (herbe des Bermudes, Puéraire hirsute, Pâturin des prés, Brome interme) ;
- Arbres et arbustes pour stabiliser les berges : privilégier les arbres à feuilles pérennes ou les résineux pour éviter l'obstruction des dispositifs de régulation avec les feuilles morts.

### Entretien

Un entretien préventif proche de celui des espaces verts courant est à réaliser (tonte, ramassage des feuilles et détritiques). Le curage des orifices devra être réalisé après chaque pluie importante (orages ou pluies d'hiver d'au moins 1h).

Un entretien curatif pourra également être nécessaire. Si la terre végétale est colmatée, il faudra l'extraire et la remplacer par un nouveau substrat.

## 3.3 TRANCHEES DRAINANTES OU INFILTRANTES

### Principe de fonctionnement

Ce sont des ouvrages linéaires et superficiels remplis de matériaux poreux tels que du gravier ou des galets. L'eau de pluie est collectée par ruissellement ou par des canalisations. Selon le type, les tranchées retiennent l'eau de pluie et l'évacuent vers un exutoire, ou l'infiltrent dans le sol. Ces deux techniques peuvent se combiner.

- La tranchée drainante: système de rétention des eaux. L'eau de pluie est évacuée par un drain, selon un débit régulé vers un exutoire (réseau de collecte, cours d'eau, bassin de rétention/infiltration).
- La tranchée infiltrante: système d'infiltration des eaux. L'évacuation de l'eau de pluie se fait par infiltration directe dans le sol.



Figure 3.3 : schéma de principe

### Conseils sur la conception

#### Implantation

La tranchée doit être perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux de ruissellement.

Le fond de la tranchée doit être horizontal pour faciliter la diffusion de l'eau dans la structure. Un drain aux extrémités bouché peut également permettre de répartir les eaux sur toute la tranchée.

Sur des terrains en pente, des cloisons formant barrages permettent d'empêcher l'érosion causée par la vitesse de l'eau et d'augmenter les volumes de stockage.

Pour éviter tout colmatage en cours de chantier, il est important de réaliser l'ouvrage après le gros œuvre, à moins d'assurer une protection efficace.



### **Surface d'infiltration**

La surface d'infiltration considérée pour ces ouvrages est uniquement la moitié des parois verticales. On considère que le fond de ces ouvrages se colmate rapidement.

$$S_{inf} = 0.5 * S_{parois\ verticales}$$

$S_{parois\ verticales}$  : La surface des parois verticales (m<sup>2</sup>)

### **Matériau**

Les matériaux de remplissage sont choisis en fonction de leurs caractéristiques mécaniques (résistance à la charge) et hydrauliques (porosité). Les matériaux de surface sont des revêtements étanches ou poreux (dalles, blocs poreux ou alvéolés, voir les structures poreuses) dans le cas de voies ouvertes à la circulation routière ou sous trottoirs ; des galets ou des végétaux s'il n'y a pas de circulation.

### **Entretien**

Veiller à garder la trace des ouvrages réalisés afin de ne pas les détourner de leur fonction hydraulique initiale. Eviter ainsi tout stockage de matériau ou le stationnement sur ces structures, qui pourraient altérer les capacités de rétention d'eau et d'infiltration.

Si les galets sont apparents, l'entretien consiste à ramasser les déchets éventuels.

## 3.4 PUIS D'INFILTRATION

### Principe de fonctionnement

Les puits d'infiltration sont des ouvrages où vont être acheminées les eaux pluviales pour s'infiltrer dans le sol.

Dans la majorité des cas, la filtration des polluants se fait grâce à des matériaux (cailloux, galets, graviers, granulats, sable...) entourés d'un géotextile. La structure périphérique peut se composer d'éléments préfabriqués de type buses perforées. Pour encore plus d'efficacité, les puits d'infiltration, dont la capacité de stockage reste faible (ils sont vite saturés lors des orages violents), sont souvent associés à d'autres techniques comme les tranchées drainantes, les noues, les fossés, voire les bassins de rétention qui assurent le débit de fuite lorsqu'il n'y a pas d'alternative.

Les puits d'infiltration présentent l'avantage de nécessiter peu de place en surface et s'intègrent à tout type d'occupation des sols.

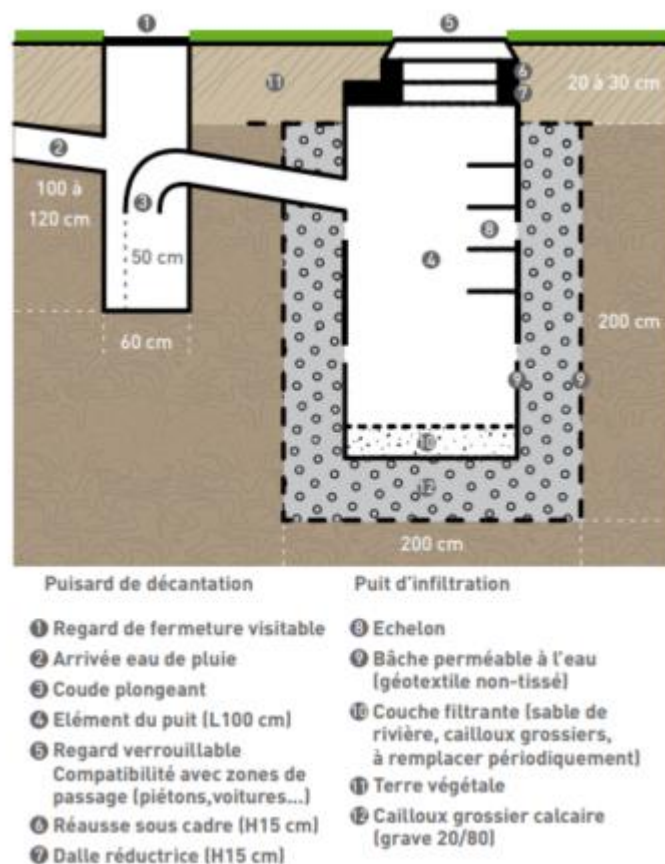


Figure 3.4 : schéma de principe du puits d'infiltration

### Conseils sur la conception

#### Implantation

L'ouvrage doit être implanté à une distance minimale de 3 m par rapport à tout arbre ou arbuste et de 5 m de tout bâtiment.

L'ouvrage doit être situé en partie basse de la parcelle.

La perméabilité du sol doit être suffisante (durée d'infiltration après orage d'environ 6h).

### **Surface d'infiltration**

La surface d'infiltration considérée pour ces ouvrages est la moitié des parois verticales et le fond.

$$S_{inf} = S_{fond} + 0.5 * S_{parois\ verticales}$$

$S_{parois\ verticales}$  : La surface des parois verticales (m<sup>2</sup>)

$S_{fond}$  : La surface du fond du puits (m<sup>2</sup>)

### **Matériau**

Un puits d'infiltration est généralement circulaire. Un massif drainant doit être prévu au fond du puits. Il se compose de plusieurs matériaux répartis de haut en bas : galets, gravillons, sables.

Un géotextile sépare les différentes couches et recouvre également l'ensemble.

### **Entretien**

L'entretien des puits d'infiltration est essentiel pour éviter son colmatage.

Concernant l'entretien préventif, il est nécessaire de réaliser une visite de l'ouvrage tous les semestres pour retirer les éventuels déchets, feuilles.

De même, il faut dégager les feuilles et déchets de la grille de l'ouvrage pour ne pas bloquer l'écoulement.

L'ouvrage doit être nettoyé 1 à 2 fois par an.

Si un trop-plein est présent sur l'ouvrage, il faut vérifier son bon fonctionnement tous les trimestres (pas de bouchage notamment).

Un entretien curatif est également nécessaire. Tous les 5 ans, il faut remplacer intégralement le massif filtrant pour garder une capacité d'infiltration inaltérée. Également, si le géotextile présente une dégradation, son remplacement est préconisé.