

# GUIDE DES SOLUTIONS COMPENSATOIRES

---

## Principe

Les solutions compensatoires sont des techniques permettant de réduire les effets du ruissellement sur l'environnement existant. Ces techniques permettent d'écarter le débit de pointe généré par la pluie et participent à la maîtrise de l'urbanisation et de ses conséquences. Elles permettent également de réduire la dimension des ouvrages d'assainissement à réaliser à l'aval (collecteurs, bassins de retenue, etc.).

Les solutions compensatoires utilisent un principe simple : l'eau est stockée localement, infiltrée ou restituée progressivement à faible débit dans le réseau aval (réseau de collecte des eaux pluviales ou milieu naturel) à l'aide d'ouvrages hydrauliques de régulation.

Les solutions compensatoires se divisent en 2 catégories principales :

- L'infiltration ;
- Le rejet régulé au milieu naturel ou vers le réseau d'eaux pluviales.

Il s'agit de disposer d'une panoplie de solutions techniques variées pour apporter une solution adaptée aux problèmes liés aux eaux de ruissellement.

## Réglementation

### Propriété des eaux pluviales

Les eaux pluviales appartiennent en pleine propriété au possesseur du fonds qui les reçoit, que ce fonds soit public ou privé. Ce propriétaire peut les utiliser comme il l'entend.

## Législation

### **Code civil**

Les articles 640, 641 et 681 du Code Civil définissent les droits et devoirs des propriétaires fonciers à l'égard de la gestion des eaux pluviales.

L'article 640 impose aux propriétaires situés en aval de l'écoulement naturel une servitude vis-à-vis de ceux situés en amont. Les propriétaires en aval doivent donc accepter les écoulements naturels des eaux pluviales sur leur fonds. Cette obligation disparaît si l'écoulement est aggravé par une intervention humaine.

L'article 641 vient compléter le précédent en stipulant que « si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur ».

Enfin l'article 681 établit que « tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin ».

### **Code général des collectivités territoriales**

#### **Article L2224-10**

La commune doit délimiter notamment 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.

Cet article oriente les communes vers une gestion à la source des eaux pluviales en intervenant sur les mécanismes générateurs et aggravants des ruissellements. Cet article invite également à réduire la politique actuelle de collecte systématique des eaux pluviales.

#### **Articles L2226-1 et R2226-1**

La gestion des eaux pluviales urbaines correspondant à la collecte, au transport, au stockage et au traitement des eaux pluviales des aires urbaines constitue un service public administratif relevant des communes, dénommé service public de gestion des eaux pluviales urbaines.

La commune ou l'établissement public compétent chargé du service public de gestion des eaux pluviales urbaines, mentionné à l'article L. 2226-1 :

1° Définit les éléments constitutifs du système de gestion des eaux pluviales urbaines en distinguant les parties formant un réseau unitaire avec le système de collecte des eaux usées et les parties constituées en réseau séparatif. Ces éléments comprennent les installations et ouvrages, y compris les espaces de rétention des eaux, destinés à la collecte, au transport, au stockage et au traitement des eaux pluviales ;

2° Assure la création, l'exploitation, l'entretien, le renouvellement et l'extension de ces installations et ouvrages ainsi que le contrôle des dispositifs évitant ou limitant le déversement des eaux pluviales dans ces ouvrages publics.

Lorsqu'un élément du système est également affecté à un autre usage, le gestionnaire du service public de gestion des eaux pluviales urbaines recueille l'accord du propriétaire de cet ouvrage avant toute intervention.

### **Code de l'environnement**

Le Code de l'Environnement par ses articles L214-1 et L214-6 définit la nomenclature des aménagements qui sont soumises à une procédure d'autorisation et de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau (art. L214-1 et L214-6 du Code de l'Environnement).

Les articles R122-1 et R122-16 du Code l'Environnement régissent la procédure relative à l'étude d'impact ou notice d'impact. Ce document technique analyse, au stade de l'étude préalable, l'impact des aménagements sur l'environnement.

**Nota** : Le rejet d'une canalisation publique ou privée n'est pas soumis à déclaration ou autorisation lorsque celui-ci ne se fait pas dans le milieu naturel (de surface ou souterrain).

La gestion des eaux pluviales est assujettie à différentes réglementations dans le domaine de l'urbanisme et de l'environnement. Leur portée géographique et leur nature pouvant être amenée à évoluer (SDAGE, SAGE, PLU, règlement du service d'assainissement), il convient donc de toujours s'assurer de leur mise à jour.

## Plan Local d'Urbanisme (PLU) et schéma directeur des eaux pluviales

Le PLU est le document d'urbanisme de planification, composé notamment d'un règlement (*règlement écrit et plan de zonage*), qui régit les règles d'urbanisme pour tout le territoire communal.

Le schéma directeur de gestion des eaux pluviales fait partie des annexes du PLU. Il détaille les dispositions pour chaque zone en matière de gestion des eaux pluviales.

### **Zonage d'assainissement pluvial**

Le zonage d'assainissement pluvial délimite de manière plus précise 2 types de zones :

- Celles où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation et assurer une maîtrise du débit d'eaux pluviales ;
- Celles où il est nécessaire de prévoir des installations de collecte, de stockage et, en tant que besoin, de traitement des eaux pluviales.

Ce document, appartenant au schéma directeur de gestion des eaux pluviales, définit les prescriptions sur le territoire de la commune concernant la gestion des eaux pluviales, à savoir :

**Sur tout le territoire communal sauf la zone du centre bourg classée en UA, les eaux pluviales doivent être infiltrées sur le terrain d'assiette du projet selon un dispositif adapté à la configuration du sol.**

**En cas d'impossibilité technique reconnue par une étude de sol hydrogéologique, les eaux pluviales peuvent être évacuées vers un exutoire (réseau enterré ou fossé) avec un système de régulation obligatoire en amont et un débit de fuite à 3 l/s/ha maximum (correspondant aux apports moyen sur un terrain naturel dans la région bordelaise).**

## Mise en place de la solution

### Diagnostic du site

La conception et l'intégration d'une solution compensatoire doit passer par une analyse précise et complète des contraintes de la parcelle considérée. Ce diagnostic se divisera donc en deux parties majeures : l'étude de l'environnement du site et celle des caractéristiques de la parcelle.

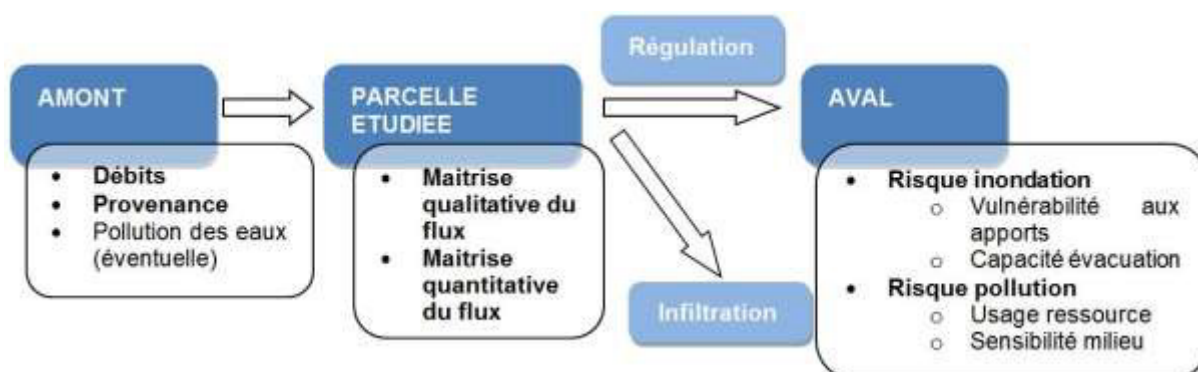
#### Environnement du site

Le statut juridique des eaux pluviales rend obligatoire l'étude du ruissellement dans son ensemble, de l'amont vers l'aval du site.

Cette approche globale a pour but de mieux cerner :

- Les apports pluvieux provenant de l'amont et transitant sur le site ;
- Les apports pluvieux issus de l'aménagement projeté ;
- L'impact combiné de l'ensemble sur l'aval et les mesures à considérer.

Ce diagnostic permettra de réaliser une estimation sur les caractéristiques de l'apport amont : débit de pointe, qualité et provenance. Ainsi pourront être étudiées la capacité d'évacuation du site et la vulnérabilité des zones situées à l'aval (quantitative et qualitative).



Graphique 1 - Démarche d'analyse

### Caractéristiques de la parcelle

#### *Capacité d'infiltration*

La priorité étant donnée à la gestion des eaux pluviales par infiltration, il convient d'étudier les capacités d'infiltration des sols sur les parcelles considérées. La détermination de cette capacité doit être menée dans le cadre d'une étude complémentaire des caractéristiques hydrogéologiques des sols.

La **perméabilité du sol** et le **niveau de la nappe** sont les deux paramètres déterminant dans la faisabilité technique des méthodes d'infiltration :

- Le **coefficient de perméabilité des sols doit être supérieur ou égal à  $1.10^{-5}$  m/s ;**
- Le **niveau maximal de la nappe doit être situé au moins à 1 m du radier de l'ouvrage projeté.**

### *Topographie du terrain*

La topographie du terrain influe les questions relatives à l'implantation et au choix du mode de gestion des eaux pluviales. Un relevé topographique de la parcelle permettra de mieux aborder ce point et de caractériser les points suivants :

- Localisation du cheminement naturel de l'eau et des principaux talwegs : le but est de ne pas entraver le tracé ;
- Localisation du point bas : le but est de favoriser une utilisation gravitaire ;
- Existence d'un exutoire à l'aval : pour envisager un raccordement ou rejet de surface ;
- Pente générale de la parcelle : si elle est importante, il faudra envisager des solutions compensatoires positionnées en cascade ou parallèlement à la pente.

### *Calcul de la surface active*

L'aménagement d'une parcelle va entraîner l'augmentation de son imperméabilisation et de sa surface active participant au ruissellement. La surface active est calculée à partir d'un coefficient d'apport spécifique au type de revêtement considéré.

La surface active totale représente la somme des produits des surfaces par leur coefficient d'apport.

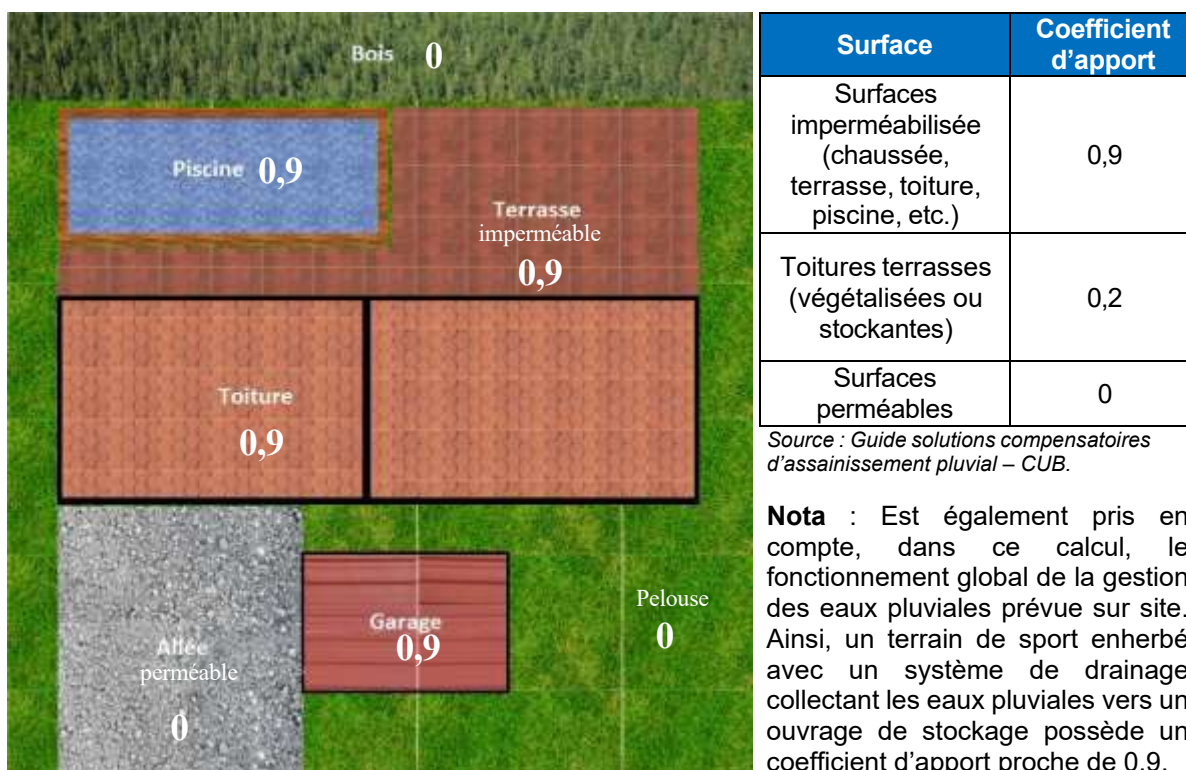


Figure 1 - Représentation des surfaces actives sur une parcelle et coefficients de ruissellement associés

### **Urbanisation existante**

L'urbanisation existante va contraindre les solutions techniques envisageable, il sera alors préférable de s'orienter vers des solutions limitant l'emprise au sol ou permettant un usage multiple.

## **Scénario de gestion des Eaux pluviales**

### **Evènement pluvieux**

Le dimensionnement d'une solution compensatoire dépend directement de l'évènement pluvieux choisi pour son calcul.

Le schéma directeur de gestion des eaux pluviales définit une **période de retour de 10 ans** pour le calcul des ouvrages compensatoires. Cette valeur est communément utilisée pour le dimensionnement, le pétitionnaire reste libre de choisir un niveau de protection supérieur.

### **Dimensionnement des volumes de stockage**

Les différentes techniques de gestion des eaux pluviales reposent généralement sur l'utilisation d'un espace de stockage dont la vidange se fait par infiltration ou par rejet régulé.

L'estimation du volume nécessaire à l'ouvrage de stockage est réalisée à partir des caractéristiques de la parcelle (principalement sa surface active) et de l'évènement pluvieux de référence choisi pour le dimensionnement (pluie décennale de durée 15 min à 6h pour la station de Bordeaux – Mérignac).

Le dimensionnement de l'ouvrage de stockage, quelle que soit la solution retenue, repose sur l'utilisation de la méthode des pluies exposée dans l'instruction technique INT77/284. Pour simplifier le pré-dimensionnement des volumes, un ratio peut être appliqué pour l'estimation des volumes nécessaires :

- Pour de l'infiltration : 550 m<sup>3</sup>/ha de surface active auxquels est soustrait le volume infiltré durant la durée de la pluie ;
- Pour un rejet à débit régulé : 550 m<sup>3</sup>/ha de surface active.

### **Configuration de la solution compensatoire**

Une fois le volume de l'ouvrage de stockage déterminé, l'examen des différentes alternatives techniques permet à l'aménageur d'optimiser son projet en choisissant les solutions les plus adaptées à son projet. Différentes considérations sont à prendre en compte parmi lesquelles : la faisabilité technique, l'efficacité hydraulique, la pérennité, la facilité d'entretien, l'intégration paysagère, le coût global, etc...

### **Eléments à fournir dans le dossier de demande de permis de construire**

- **Plan de masse** : l'emplacement prévu pour le système de récupération des eaux pluviales avec ses dimensions (en 3 dimensions) ;
- **Notice** : la description du système de récupération des eaux pluviales avec la méthode de calcul.

Les éléments à fournir :

- surface imperméabilisée du projet de la construction et de ses abords ;
- nature du terrain (type de sol) et son coefficient de perméabilité (K en m/s) ;
- volume utile de stockage d'eau nécessaire ;
- caractéristiques techniques du ou des massif(s) de stockage(s), les dimensions (en 3 dimensions), l'indice de vide et le volume.

## Méthodes de gestion des eaux pluviales

### Infiltration

Comme prescrit dans le schéma directeur de gestion des eaux pluviales, la première des solutions compensatoires à envisager est l'infiltration, après analyse des caractéristiques du terrain.

Les eaux de ruissellement sont collectées et acheminées vers un (ou plusieurs) ouvrage(s) de stockage où elles s'infiltreront progressivement dans le sol pour rejoindre la nappe phréatique.

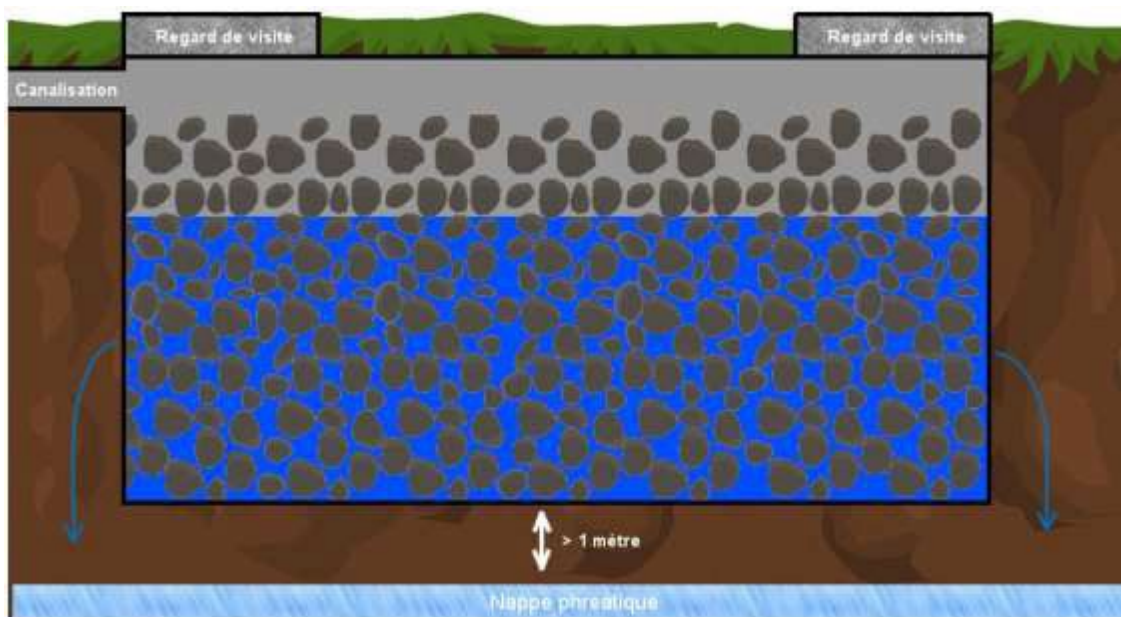


Figure 2 - Principe général d'un ouvrage d'infiltration



Figure 3 - Exemple d'un ouvrage d'infiltration enterré (30 à 40 % de vide)

## Rejet à débit régulé

Lorsque l'infiltration n'est pas envisageable, la méthode de rejet à débit régulé doit être utilisée. Cette méthode nécessite également la présence d'un ouvrage de stockage qui permettra de contenir les volumes de ruissellement générés par l'aménagement auquel s'ajoute juste avant l'exutoire un système régulant à 3l/s/ha le débit sortant.

Le principe de ce système est détaillé dans le schéma ci-après.

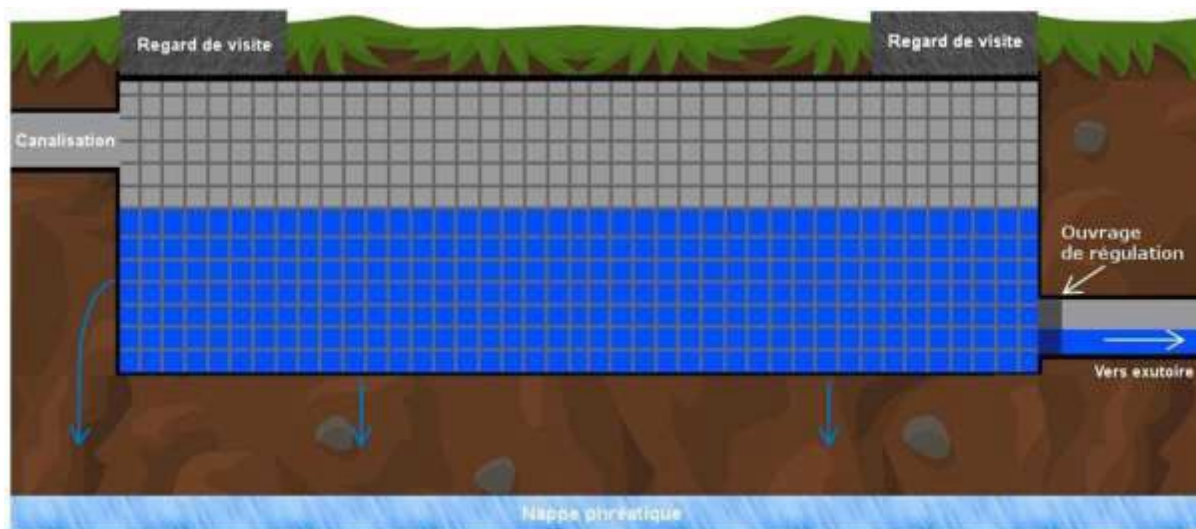


Figure 4 - Exemple d'un stockage en structure alvéolaire avec infiltration et débit de fuite régulé

## Ouvrage de rétention

De manière générale, les apports supplémentaires générés par l'aménagement d'une parcelle doivent être stockés avant d'être infiltrés ou rejetés à débit régulé.

Les ouvrages peuvent être enterrés (type puits d'infiltration ou bassin sous terrain en structure alvéolaire) ou en surface (type noues, tranchées ou bassins d'infiltration).

Tableau 1 - Comparaison des avantages et inconvénients des ouvrages de surface et enterrés

	Avantage	Inconvénients
<b>Ouvrage de surface</b>	Facile à réaliser Peu coûteux Intégration paysagère possible Entretien facile	Encombrement
<b>Ouvrage enterré</b>	Non visible Pas d'encombrement	Entretien plus difficile Coût plus important

Cet ouvrage est dimensionné en prenant en considération le débit de fuite autorisé par l'ouvrage de régulation et les apports d'une pluie d'occurrence décennale sur la ou les parcelles considérées.

Le volume obtenu constitue un minimum de réalisation auquel il faut ajouter une revanche (marge de sécurité) et un système de trop plein.



Figure 5 – Ouvrage enterré : rétention en structure alvéolaire ultra légère



Figure 6 – Ouvrage de surface : noue d'infiltration

### Entretien des solutions compensatoires

Un entretien spécifique peut être indiqué en fonction des solutions choisies. Les principes énoncés ci-après peuvent s'appliquer quelle que soit la solution retenue par l'aménageur pour la gestion des eaux pluviales :

- Les solutions compensatoires à ciel ouvert doivent prévoir la tonte, le nettoyage des abords et le curage du fond de l'ouvrage. La végétation et les débris divers doivent être régulièrement ramassés en particulier à proximité des ouvrages d'engouffrement ou de vidange pour éviter l'obstruction ;
- Pour les solutions compensatoires enterrées ou structures réservoirs il faut prévoir un curage régulier (par camion hydrocureur) afin d'éviter la décantation des fines entraînant un colmatage du système de collecte ou des drains.

Dans les deux cas, il est préférable de prévoir un planning d'entretien préventif régulier pour éviter les dysfonctionnements et réduire les coûts d'usage des dispositifs. Les retours d'expériences montrent une différence de coût entre un entretien préventif et un entretien curatif vont de 2 à 6 fois le coût au mètre cube considéré.

## Exemple de calcul de dimensionnement

Dans les deux exemples suivants, on considère les caractéristiques suivantes pour le terrain représenté en **figure 1 (surface imperméabilisée totale : 348 m<sup>2</sup>)** :

Surface terrain : 0,5 hectare	Surface piscine : 15 m <sup>2</sup>
Surface toiture maison : 200 m <sup>2</sup>	Surface terrasse imperméabilisée : 40 m <sup>2</sup>
Surface toiture garage : 18 m <sup>2</sup>	Surface boisée perméable : 1 500 m <sup>2</sup>
Surface allée imperméabilisée: 75 m <sup>2</sup>	Surface végétalisée perméable : 3 152 m <sup>2</sup>

### Exemple 1 - Infiltration à la parcelle :

*Dans cet exemple, le sol a un coefficient de perméabilité  $K=50$  mm/h ou  $1,4 \cdot 10^{-5}$  m/s. La nappe se trouve à une profondeur de 3 m sous le terrain naturel. Les conditions sont donc réunies pour réaliser un système de gestion des eaux pluviales par infiltration sur la parcelle.*

*Les données d'occupation du sol nous donnent une surface active  $S_a = 348 \times 0,9 = 313,2$  m<sup>2</sup>.*

*Le volume d'eau apporté sur cette surface est  $V_{eau} = S_a \times 500 / 10000 = 313,2 \times 500 / 10000 = 15,57$  m<sup>3</sup>.*

*La surface minimum nécessaire pour vidanger le bassin en 24h  $S_{24h} = 4,8 \times V / (K \times 24) = 62,3$  m<sup>2</sup>.*

*Sur cette surface, pour une pluie de 1h, le volume infiltré est de  $V_{inf} = K \times S_{24h} / 4,8 = 0,65$  m<sup>3</sup>.*

*On obtient alors un volume minimum de stockage nécessaire de  $V_{stock} = V_{eau} - V_{inf} = 14,92$  m<sup>3</sup>, arrondi à 15 m<sup>3</sup>*

*Le volume utile d'eau à stocker est de 15 m<sup>3</sup>.*

*Calcul du massif de stockage et d'infiltration :  $V_{stock}$  / pourcentage de vide (%)*

*- Pour un massif avec un pourcentage de vide de 40 % (diorite) : 15 m<sup>3</sup> / 40 % soit 38 m<sup>3</sup>*

*- Pour un massif avec un pourcentage de vide de 95 % (structure alvéolaire) : 15 m<sup>3</sup> / 95 % soit 16 m<sup>3</sup>*

*La nappe étant située à 3 m sous le terrain naturel, la profondeur du massif devra être de 2 mètres maximum.*

### Exemple 2 - Rejet à débit régulé :

*Dans cet exemple, le sol a une capacité de perméabilité  $K=8$  mm/h ou  $2,2 \cdot 10^{-6}$  m/s et la nappe est située à 2 m sous le terrain naturel.*

*Le sol ne permet donc pas la gestion par infiltration car  $K < 1 \cdot 10^{-5}$  m/s ou 36 mm/h.*

*Les données d'occupation du sol nous donnent une surface active  $S_a = 348 \times 0,9 = 313,2$  m<sup>2</sup>.*

*Compte tenu de la dimension de la parcelle le débit de fuite régulé est de  $Q_f = 1,5$  l/s.*

*Pour ces valeurs de surface et de débit de fuite, le volume nécessaire de stockage d'eau est, au minimum, de  $V_{stock} = S_a \times 500 / 10\ 000 = 313,2 \times 500 / 10\ 000 = 15,57$  m<sup>3</sup>, arrondi à 16 m<sup>3</sup>*

*Le volume utile d'eau à stocker est de 16 m<sup>3</sup> avec un rejet régulé de 1,5 l/s maximum (3l/s/ha).*

*Calcul du massif de stockage et d'infiltration :  $V_{stock}$  / pourcentage de vide (%)*

*- Pour un massif avec un pourcentage de vide de 40 % (diorite) : 16 m<sup>3</sup> / 40 % soit 40 m<sup>3</sup>*

*- Pour un massif avec un pourcentage de vide de 95 % (structure alvéolaire) : 16 m<sup>3</sup> / 95 % soit 17 m<sup>3</sup>*

*La nappe étant située à 2 m sous le terrain naturel, la profondeur du massif devra être de 1 mètre maximum.*