

MÉTHODE POUR LE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE STOCKAGE

Le présent document regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques nécessaires au dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Il est à consulter en parallèle à la fiche technique retenue après la lecture du guide général.

Le texte en italique bleu cible les paramètres à calculer pour déterminer le volume de l'ouvrage de rétention, ces valeurs peuvent être reportées dans la fiche annexe 2 qui récapitule la démarche.

Pour dimensionner un ouvrage, il est essentiel de déterminer la période de retour de la pluie contre laquelle on souhaite se prémunir et de connaître les règles générales imposées par la collectivité.

Ceci explique pourquoi ce document se décompose comme suit :

1. Rappel des principes
2. Choix de l'événement pluvieux contre lequel on veut se prémunir
3. Surverse et trop plein
4. Débit de fuite
5. Stockage avec rejet à débit limité ou avec infiltration
6. Volume de l'ouvrage à réaliser
7. Dispositifs de vidange
8. Pollution des eaux pluviales
9. Bibliographie

1. Rappel des principes

Compte tenu du fait que la collectivité n'a pas d'obligation de collecte des eaux pluviales issues des propriétés privées (cf. Règlement du service publique d'assainissement collectif et Règlement du PLU), les pétitionnaires doivent souvent gérer leur eaux pluviales à la parcelle.

Les principes retenus au Grand Lyon pour la gestion des eaux pluviales de nouvelles surfaces urbanisées sont classés prioritairement de la façon suivante :

0. Non imperméabilisation des terrains (infiltration naturelle privilégiée),
 1. Infiltration des eaux pluviales avec stockage éventuel,
 2. Déversement après stockage dans les eaux de surface,
 3. Évacuation, après stockage éventuel, dans le réseau unitaire existant à proximité.

2. Choix de l'événement pluvieux contre lequel on veut se prémunir

Le dimensionnement d'un système de gestion des eaux pluviales est influencé de façon importante par l'événement pluvieux pris comme référence, c'est-à-dire par la période de retour des précipitations retenue, mais aussi par les conséquences du dysfonctionnement de l'ouvrage (inondation éventuelle).

Au Grand Lyon, les systèmes de gestion des eaux pluviales sont dimensionnés pour des périodes de retour de **10, 20, 30 ou 100 ans** (cette dernière valeur reste exceptionnelle et se réfère souvent au règlement des Plan de Prévention des Risques).

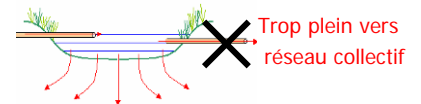
Le choix de la période de retour se fait en application de la norme NF EN 752-2 (voir tableau ci-après ou se référer en paragraphe 2.3.7 du guide associant la période de retour au zonage du PLU).

Fréquence d'un orage Le système doit fonctionner sans mise en charge	Lieu = site général dans lequel se situe le projet et notamment prise en compte des zones à l'aval du projet où vont se déverser les eaux de pluie	Fréquence d'inondation acceptable = fréquence à partir de laquelle les débordement des eaux collectées sont admises en surface (impossibilité pour celle-ci de pénétrer dans le réseau)
1 par an	Zones rurales	1 fois tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 fois tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres-villes / zones industrielles ou commerciales : - si risque d'inondation vérifié - si risque d'inondation non vérifié	1 fois tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 fois tous les 50 ans

Extrait de la norme NF EN 752-2

Pour les événements pluvieux de période de retour supérieure à celle retenue pour le dimensionnement de l'ouvrage de rétention, le pétitionnaire devra examiner le cheminement de l'eau après débordement. Le but de cette étude est de déterminer des zones d'inondation préférentielle dans les parties les moins vulnérables pour limiter au maximum les dégâts des événements exceptionnels sur les hommes et les biens (école maternelles, maisons de retraites...). Selon les conséquences induites, il conviendra peut être d'augmenter la période de retour de l'ouvrage à dimensionner.

☺ *A cette étape, on connaît la période de retour T pour laquelle le système de rétention des eaux pluviales doit être dimensionné (vérifier auprès des services de la direction de l'eau du Grand Lyon, qu'il s'agit bien de la période de retour appropriée).*



3. Surverse et trop plein

Aucune surverse de sécurité (ou trop plein) vers le réseau collectif qu'il soit unitaire, usé ou séparatif n'est acceptée. En effet, lorsque les systèmes de rétention locaux vont déborder, le réseau collectif sera lui aussi en surcharge et ne pourra accepter aucun débit supplémentaire. De plus, la mise en place d'un trop plein vers le réseau collectif unitaire pourrait entraîner des retours d'eaux usées vers les ouvrages de rétention.

Cependant, tout ouvrage de rétention d'eaux pluviales doit disposer d'une surverse adaptée en surface vers des secteurs à moindre vulnérabilité (et non pas vers le réseau communautaire).

4. Débit de fuite

En fonction de la pollution des eaux, de la perméabilité du sol mais également du risque de pollution et de la sensibilité du milieu et de ses usages (se reporter au tableau présenté au paragraphe 2.6.3 du guide), il est possible :

- soit d'infiltrer les eaux pluviales à la parcelle, le débit de fuite correspond alors à la capacité du sol à infiltrer les eaux (fonction de la perméabilité) ;
- soit de les rejeter, dans un cours d'eau ou au réseau d'assainissement collectif, à débit limité (dans le cas où l'infiltration est impossible ou non appropriée). Dans les cas où le rejet est autorisé au réseau communautaire, la direction de l'eau fixe le débit de fuite.

Dans le cas d'un projet soumis à autorisation ou à déclaration au titre du code de l'environnement, c'est le rôle du dossier d'autorisation ou de déclaration de proposer un débit de fuite cohérent avec les enjeux à l'aval, de façon argumentée.



4.1. Infiltration

Petit rappel sur les conditions à remplir pour que l'infiltration soit possible (pour plus de précision, se référer au guide) :

- *La perméabilité du sol (K en m/s) doit être comprise entre 10^{-5} et 10^{-2} m/s. En effet, à de telles valeurs, la sortie d'eau est possible par le sol support. Avec une perméabilité plus faible que 10^{-5} m/s, il est préférable de rechercher des horizons plus perméables. Pour une détermination rapide de la perméabilité du sol K (ou conductivité hydraulique), se reporter au tableau ci-dessous ou à l'annexe 2 du guide. Il est important de noter qu'un **essai de perméabilité** (type Porchet) est toujours très fortement recommandé pour vérifier l'infiltration à la parcelle.*

K (m/s)	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Types de sols	Gravier sans sable ni éléments fins		Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux			Argile limoneuse à argile homogène			
Possibilités d'infiltration	Excellentes		Bonnes		Moyennes à faibles			Faibles à nulles			

Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique K dans différents sols (Musy & Soutter, 1991)

- Dans le cas d'une perméabilité plus forte que 10^{-2} m/s des dispositifs de prétraitement ou filtres devront être mis en place pour éviter la lessiviation des sols. Les puits d'infiltration sont strictement interdits dans ces configurations.
- La connaissance de la profondeur de la nappe est importante. Le sol situé entre la structure et la nappe joue un rôle de filtre. La base de l'ouvrage doit être au dessus du niveau des plus hautes eaux de la nappe souterraine. Au Grand Lyon, une épaisseur minimale de **2 m** est fixée entre le toit de la nappe et le fond de la structure permettant l'infiltration. Cette épaisseur peut être ramené à 1 m en centre urbain dans pour l'infiltration des eaux de toiture.
- Lorsque le risque de pollution accidentelle ou diffuse existe, il faudra prévoir des dispositifs d'épuration en amont de l'infiltration dans le sol. Lorsque le risque de pollution est fort, l'infiltration est à proscrire ; la sous-couche sera protégée par une géomembrane et l'évacuation de l'eau se fera vers un autre exutoire.
- Lorsque le ruissellement provenant des surfaces drainées entraîne des 'apports de fines ou de polluants trop importants, un prétraitement par décantation sera nécessaire.
- L'infiltration est possible lorsqu'il y a suffisamment d'espace disponible.

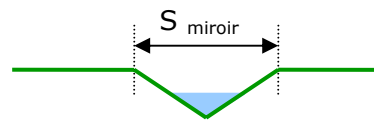
⚠ Pour déterminer le débit de fuite, il est indispensable de se fixer une surface pour l'ouvrage d'infiltration (fonction de la place disponible). Cette surface est peut-être prise arbitrairement au départ puis peut-être affinée par répétitions successives en fonction des dimensions finales de l'ouvrage.

Pour le dimensionnement de la surface infiltrante des bassins de rétention/infiltration, on prend en compte uniquement le fond horizontal. Les talus ne sont pas considérés dans le calcul de dimensionnement initial (ils constituent une surface supplémentaire de sécurité qui sera nécessaire après quelques années de fonctionnement et de colmatage). La formule du débit de fuite s'écrit donc (Q_f en m^3/s) :

$$Q_f = S_{\text{inf}} (\text{fond du bassin}) \times K$$

Pour les noues et les fossés, la surface d'infiltration correspond à la surface au miroir (projection horizontale de l'ouvrage). Le débit de fuite prend la formulation suivante :

$$Q_f = S_{\text{miroir}} \times K$$



Pour les puits (vide avec buses munies de barbacanes ou comblés) et les tranchées, on peut estimer, pour le dimensionnement, que la surface d'infiltration est constituée uniquement par la moitié des surfaces des parois verticales (on ne considère pas la surface du fond de la tranchée qui se colmate rapidement). La formule du débit de fuite s'écrit alors (Q_f en m^3/s) :

$$Q_f = \frac{1}{2} \times S_{\text{parois verticales}} \times K$$

4.2. Rejet à débit limité au réseau

Compte tenu de l'état actuel du réseau d'assainissement du Grand Lyon, les débits de rejet autorisés sont fixés entre **5 et 15 l/s/ha lotis** (y compris la voirie, les trottoirs...) suivant les secteurs de l'agglomération ([vérifier la valeur du débit limité autorisé auprès des services de la direction de l'eau du Grand Lyon ; cette valeur peut varier en fonction des différents secteurs de l'agglomération](#)).

Toutefois, le débit de fuite minimum a été fixé à **3 l/s** pour les surfaces inférieures à 1 ha lotis.

On calcule d'abord le débit de fuite théorique (Q_f en l/s) :

$$Q_f = S \times q$$

Avec : Q_f , débit de fuite théorique (en l/s pour la surface totale).
 S , surface totale du projet d'urbanisation (en hectare).
 q , débit de rejet autorisé (compris entre 5 à 15 l/s/ha loti).

Récapitulatif :

- Si Q_f (calculé ci-dessus) est inférieur à 3 l/s, alors le débit de fuite autorisé pour la surface totale du projet sera égal à 3 l/s.
- Si Q_f est supérieur à 3 l/s, le débit de fuite autorisé pour la surface total du projet est égal à la valeur calculée.

☺ A cette étape, on connaît le débit de fuite Q_f (en l/s) avec lequel le système de rétention des eaux pluviales doit être dimensionné (Rappel : $1\text{m}^3/\text{s} = 1\,000\text{ l/s}$).



5. Stockage avec rejet à débit limité ou avec infiltration

Quelque soit la technique retenue et l'exutoire possible, un stockage des eaux de pluie avant rejet est nécessaire.

Pour déterminer ce volume d'eau, il est nécessaire de connaître le coefficient d'apport (C_a , coefficient qui mesure le rendement global de la précipitation) ainsi que la surface active de ruissellement (S_a) qui sera raccordée à l'ouvrage de stockage

5.1. Détermination du coefficient de ruissellement (C_r) et du coefficient d'apport (C_a)

Lorsque la pluie tombe sur le sol, elle peut suivre différents cheminements :

- une partie peut s'infiltrer dans le sol,
- une partie peut être piégée dans des dépressions du sol et former des flaques,
- une partie ruisselle sur le sol et finit par rejoindre les réseaux d'assainissement ou le milieu naturel situé au point bas.

En fonction du type de sol sur lequel tombe la pluie, la répartition du volume d'eau entre les différents cheminements présentés ci-dessus peut être très différente. Ainsi, à chaque type de surface, il est possible d'affecter un coefficient de ruissellement (C_r - déterminable à l'aide du tableau fourni ci-après).

Type de surface	Coefficient de ruissellement (C_r) compris entre
Zone d'activités tertiaires centres villes autres	0,70 / 0,95 0,50 / 0,70
Zone résidentielle pour 1 pavillon ensemble de pavillons détachés ensemble de pavillons attachés	0,30 / 0,50 0,40 / 0,60 0,60 / 0,75
Zone industrielle	0,50 / 0,90
Cimetières - Parcs	0,10 / 0,25
Zone de jeux	0,25 / 0,35
Rue et trottoirs asphalte béton pavé	0,95 0,95 0,85
Pelouse (sol sablonneux) pente < 2 % 2 % < pente < 7 % pente > 7 %	0,05 / 0,10 0,10 / 0,15 0,15 / 0,25
Pelouse (sol terreux) pente < 2 % 2 % < pente < 7 % pente > 7 %	0,13 / 0,17 0,18 / 0,22 0,25 / 0,35

Valeurs des coefficients de ruissellement en fonction du type de surface

Le coefficient d'apport (C_a) mesure le rendement global de la pluie (fraction de la pluie qui parvient réellement à l'exutoire du bassin versant considéré).

Lorsque le bassin versant alimentant la retenue est très urbanisé, on pourra assimiler C_a au coefficient de ruissellement (C_r). Sur l'agglomération lyonnaise, on se trouve souvent dans ce cas. On retiendra donc, en première approche, que pour une surface urbaine, on peut déterminer le coefficient d'apport global à partir de coefficients de ruissellement C_{r_i} de surfaces homogènes S_i :

$$C_a \text{ global} = \frac{\sum C_{r \text{ imper}} \times S_{\text{imper}} + \sum C_{r \text{ non imper}} \times S_{\text{non imper}}}{S_{\text{totale}}} \text{ et } S_{\text{totale}} = \sum (S_{\text{imper}} + S_{\text{non imper}})$$

☺ A cette étape, on connaît le coefficient d'apport **Ca global** (sans unité) affecté à chaque surface.

5.2. Détermination de la surface active à considérer (Sa)

La surface active de ruissellement (Sa en m²) d'un aménagement complet représente le produit de la surface totale du bassin versant (S en m²) par son coefficient d'apport (Ca, sans unité) :

$$\mathbf{Sa = Ca\ global \times S}$$

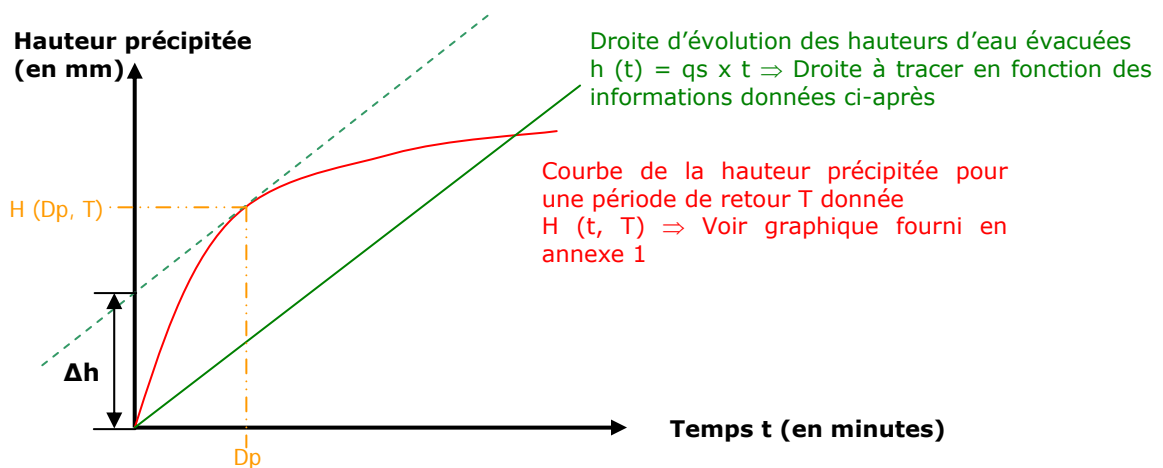
☺ A cette étape, on connaît la surface active **Sa** (en m²) avec laquelle le système de rétention des eaux pluviales doit être dimensionné.

5.3. Détermination de la hauteur maximale et du volume d'eau à stocker

Il existe plusieurs méthodes pour calculer le volume d'eaux pluviales à stocker. Celle décrite ici est « la méthode des pluies » ; il s'agit de la méthode recommandée par le guide La ville est son assainissement - Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau édité par le CERTU en juin 2003 (téléchargeable sur le site Internet du Ministère de l'écologie et du développement durable : www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=1051). Cette méthode est décrite succinctement ci-après dans le but de permettre une première approche de la détermination du volume de stockage.

D'autres méthodes de calcul et de dimensionnement peuvent être utilisées. Elles doivent cependant être compatibles avec les prescriptions du guide « la ville et son assainissement ».

Cette méthode repose sur l'exploitation d'un graphique représentant les courbes de la hauteur précipitée H(t,T) pour une période de retour donnée (T) et de l'évolution des hauteurs d'eaux évacuées qs.t en fonction du temps d'évacuation (t). Ce graphique se présente sous la forme suivante :



Le graphique des courbes de la hauteur précipitée (courbe rouge sur le schéma ci-dessus) selon plusieurs périodes de retour (10, 20, 30 et 100 ans) est donné en annexe 1.1 et en annexe 1.2.

Remarque : Les graphiques en annexe 1.1 et 1.2 ont été réalisés avec les données de pluviomètres présents sur l'agglomération lyonnaise (coefficients de Montana locaux issus de l'exploitation des données jusqu'en 2003). Les courbes ne peuvent nullement être utilisées ailleurs que sur le territoire du Grand Lyon et peuvent nécessiter une réactualisation.

Pour tracer la courbe d'évolution des hauteurs d'eaux évacuées en fonction du temps (droite verte sur le schéma ci-dessus), il est nécessaire de déterminer la pente de cette droite (q_s). Pour cela, on suppose que l'ouvrage a un débit de fuite constant Q_f (déterminé au paragraphe 4 du présent document) que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique q_s :

$$q_s = 60\ 000 \times \frac{Q_f}{S_a}$$

Avec : **qs**, débit spécifique de vidange (en mm/min),
Q_f, débit de fuite de l'ouvrage (en m³/s),
S_a, surface active (en m²).

Sur le graphique précédent (annexe 1.1, on dessine donc la droite de vidange de l'ouvrage de stockage ayant pour équation :

$$\mathbf{h(t) = q_s \times t}$$

Avec : **h(t)**, hauteur vidangée au temps t (en mm),
t, temps (en min).

On trace alors la parallèle à la droite $h(t)=qs \times t$ passant par la courbe $H(t, T)$. La différence Δh entre la courbe $h(t)$ et $H(t, T)$ correspond à la hauteur maximale à stocker pour qu'il n'y ait pas de débordement.

Le volume d'eau à stocker peut alors facilement être déterminé par la formule suivante :

$$V_{\max} = 1,2 \times 10 \times \Delta h \times Sa$$

Avec : **V_{max}**, volume d'eau à stocker (en m³),
Δh, hauteur maximale à stocker (en mm) – voir schéma précédent,
Sa, surface active (en ha),

6. Volume de l'ouvrage à réaliser

A partir des éléments fournis au chapitre précédent, le volume d'eau pluviale qui doit être stocké dans l'ouvrage de rétention est connu (V max). Ce volume ne correspond pas forcément au volume de l'ouvrage de rétention. En effet, le volume utile de l'ouvrage à réaliser dépend de plusieurs éléments déterminants :

- ① La pente du fond de l'ouvrage,
- ② La profondeur de l'ouvrage,
- ③ La porosité du matériau constitutif de l'ouvrage de stockage (s'il y a un matériau de remplissage),
- ④ La hauteur maximum de stockage sans débordement des réseaux à l'amont.

6.1. Pente de l'ouvrage

Si l'ouvrage à réaliser est en site pentu, lors de la détermination du volume, il ne faut pas oublier de prendre en compte la perte de stockage lié à cette pente.

Pour améliorer les capacités de stockage, il est possible de mettre en œuvre un cloisonnement de la structure qui permettra d'augmenter les capacités de stockage (voir profil en travers ci-après).

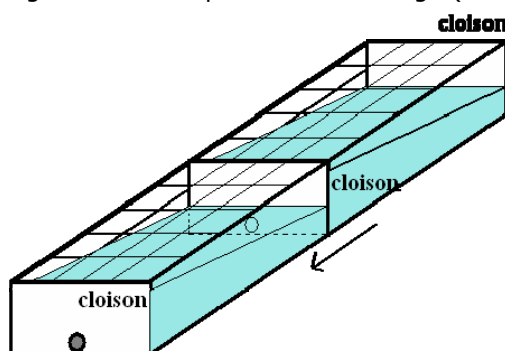


Schéma d'un cloisonnement en 3D

Profil en long sans cloisons	Profil en long avec cloisons
<p>Exemple : Rétention dans un ouvrage rectangulaire d'2mx1m, de 0,1 m/m de pente et de 20 m de long</p>	
<p>Volume stockable dans l'ouvrage (sans cloisons) $V = 10 \text{ m}^3$</p>	<p>Mise en place de 3 cloisons intermédiaires (soit 4 compartiments distincts) Volume stockable dans l'ouvrage (avec cloisons) $V = 30 \text{ m}^3$ (4 x 7,5m³)</p>

6.2. Profondeur de l'ouvrage

La profondeur des ouvrages peut parfois être limitée pour avoir des ouvrages peu profonds donc plus faciles à exploiter mais également pour avoir des hauteurs d'eau influençant peu la vidange.

Pour les ouvrages d'infiltration, il est nécessaire de conserver une profondeur de 2 m entre le fond de l'ouvrage et le niveau des plus hautes eaux de la nappe.

Pour des ouvrages avec rejet au réseau ou à un cours d'eau, l'organe de vidange doit nécessairement être situé au dessus du radier du collecteur aval ou au dessus du niveau d'eau d'une rivière, ce qui peut limiter la profondeur de l'ouvrage ou modifier le débit de fuite en conséquence.

6.3. Prise en compte de la porosité du matériau constitutif

Dans l'estimatif du volume utile, il est nécessaire d'intégrer le volume occupé par les matériaux dans l'ouvrage de rétention (gravier, terre végétale, structure alvéolaire...) sur la base de la porosité de chaque matériau.

Si le matériau constitutif remplit tout l'ouvrage de stockage :

$$\text{Volume de matériau (m)} = \frac{\text{Volume d'eau à stocker (m}^3\text{)}}{\text{Porosité des matériaux}}$$

6.4. Hauteur maximale

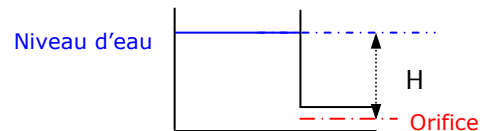
Lors du choix des dimensions de l'ouvrage de rétention des eaux pluviales, il est important de vérifier que la hauteur maximum d'eau admissible dans cet ouvrage (avant action des trop pleins) n'entraîne pas de mises en charge des réseaux amont susceptibles de perturber leur fonctionnement hydraulique.

7. Orifice de vidange

L'orifice de vidange, présent pour les ouvrages de stockage sans infiltration, est choisi en fonction du débit toléré à l'aval. Le débit de fuite (Q_f , en m^3/s) pour de telles structures peut être approximé par la formule de la loi de Torricelli suivante :

$$Q_f = m \times S \times \sqrt{g \times H}$$

Avec : m , coefficient dépendant de la forme de l'orifice (pour un orifice circulaire mince $m = 0,62$)
 S , section de l'orifice (en m^2)
 g , accélération de la pesanteur ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
 H , charge hydraulique sur l'orifice (en m)



L'ajutage minimum est de **3 cm**.

8. Pollution des eaux pluviales

Les eaux de ruissellement occasionnant une pollution chronique possèdent les caractéristiques suivantes : une faible concentration en hydrocarbures (généralement inférieur à 5 mg/l), une pollution essentiellement particulaire (y compris pour les hydrocarbures et les métaux lourds qui sont majoritairement fixés aux particules) et une pollution peu organique.

Du fait de leur nature, les deux principes de traitement susceptibles d'être efficace sont :

- la décantation,
- le piégeage des polluants au travers de massifs filtrants.

Les dispositifs tels que les cloisons siphonides, permettant d'arrêter les huiles et les séparateurs à hydrocarbures sont appropriés dans le cas de pollutions accidentelles. Compte tenu du rendement des ces appareils, pour de faibles concentrations (inférieures à 5 mg/l), l'effet est nul : la pollution sortante est égale à la pollution entrante.

Dans le cas de pollutions chroniques, ces dispositifs peuvent générer une pollution plus importante que celles émises du fait de relargage des substances.

8.1. Lutte contre les pollutions chroniques

Les techniques de dépollution des eaux doivent se situer les plus en amont possible pour ne pas avoir à traiter des eaux pluviales concentrées en polluants. Les techniques préconisées sont les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales (précédemment présentées). En effet, elles permettent une régulation des volumes et débits ruisselés mais aussi une décantation des

particules chargées en polluants. Pour une décantation efficace, la vitesse d'écoulement dans l'ouvrage doit être faible et les ouvrages enherbés. Les ouvrages à privilégier sont les suivants :

- Bassins de retenue, nous permettant une décantation des particules,
- Barrières végétales permettant une filtration passive : bandes enherbées et bandes végétalisées,
- Massifs filtrants permettant une filtration mécanique des particules (rendement épuratoire intéressant pour les hydrocarbures et métaux lourds),

Cependant, sur des sites industriels susceptibles de générer des pollutions chroniques de concentrations supérieures à 5 mg/l, des séparateurs à hydrocarbures sont utiles.

8.2. Lutte contre les pollutions accidentelles

Deux types de dispositifs sont adaptés aux pollutions accidentelles :

- Le séparateur à hydrocarbures : ouvrage permettant une décantation des particules et une séparation des hydrocarbures par flottation.
- Le décanteur lamellaire : basé sur le fonctionnement du séparateur à hydrocarbures, des lamelles inclinées sont ajoutées au dispositif permettant une augmentation de la surface de décantation. Ils peuvent/doivent être accompagnés de dispositifs de confinement (vanne) afin de pallier à d'éventuels transferts vers le milieu.

En plus de ces deux dispositifs, des obturateurs automatiques peuvent être placés en aval du stockage réalisé dans des sites à risque. En effet, ces appareils ont la capacité de se fermer en fonction de la densité.

Ces deux types de procédés doivent être implantés dans des secteurs à risques de pollution accidentelle forte : zones urbaines fortement fréquentées avec des activités potentiellement polluantes (notamment installations classées pour la protection de l'environnement). Ils présentent des coûts d'exploitation très importants et une efficacité relative.

9. Bibliographie

- La ville est son assainissement - Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau, CERTU, juin 2003.
- Guide technique « recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain », Programme MGD infiltration du RCGU, janvier 2006.
- Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial. Eléments clés pour la mise en œuvre, Collection du CERTU, 1998.

ANNEXES

Annexe 1.1 : Courbe Hauteur - Durée locale sur un pas de temps de variant de 0 à 720 minutes

Annexe 1.2 : Courbe Hauteur - Durée locale sur un pas de temps de variant de 0 à 2 880 minutes

Ces deux graphiques permettent de déterminer la hauteur maximale et le volume d'eau à stocker (cf. §5.3)

Annexe 2 : Tableau permettant de répertorier les différents éléments calculés au cours de la présente fiche n°0.

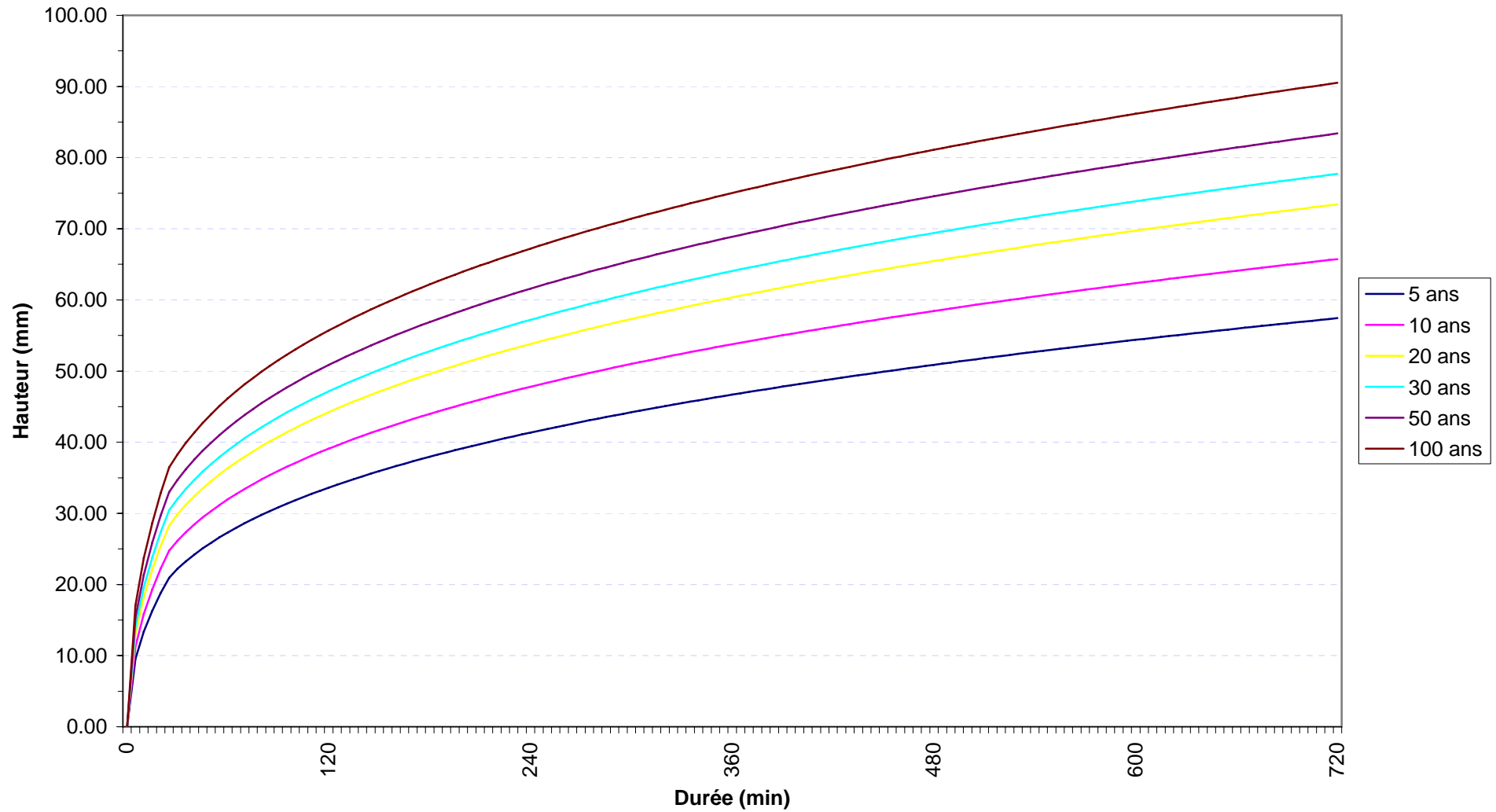
Ce tableau permet de noter les valeurs obtenues à chaque étape identifiée en bleu par le symbole « ☺ » et de récapituler toutes les formules utiles au dimensionnement.

Annexe 3 : Exemple de dimensionnement

Pour faciliter la compréhension du dimensionnement d'un ouvrage de rétention d'eaux pluviales, un cas fictif est proposé dans cette annexe. Il ne s'agit là que d'un exemple ; lors de votre dimensionnement, vous devrez prendre en compte les caractéristiques de votre parcelle (surface, perméabilité du sol, période de retour...)

Courbe Hauteur - Durée locale

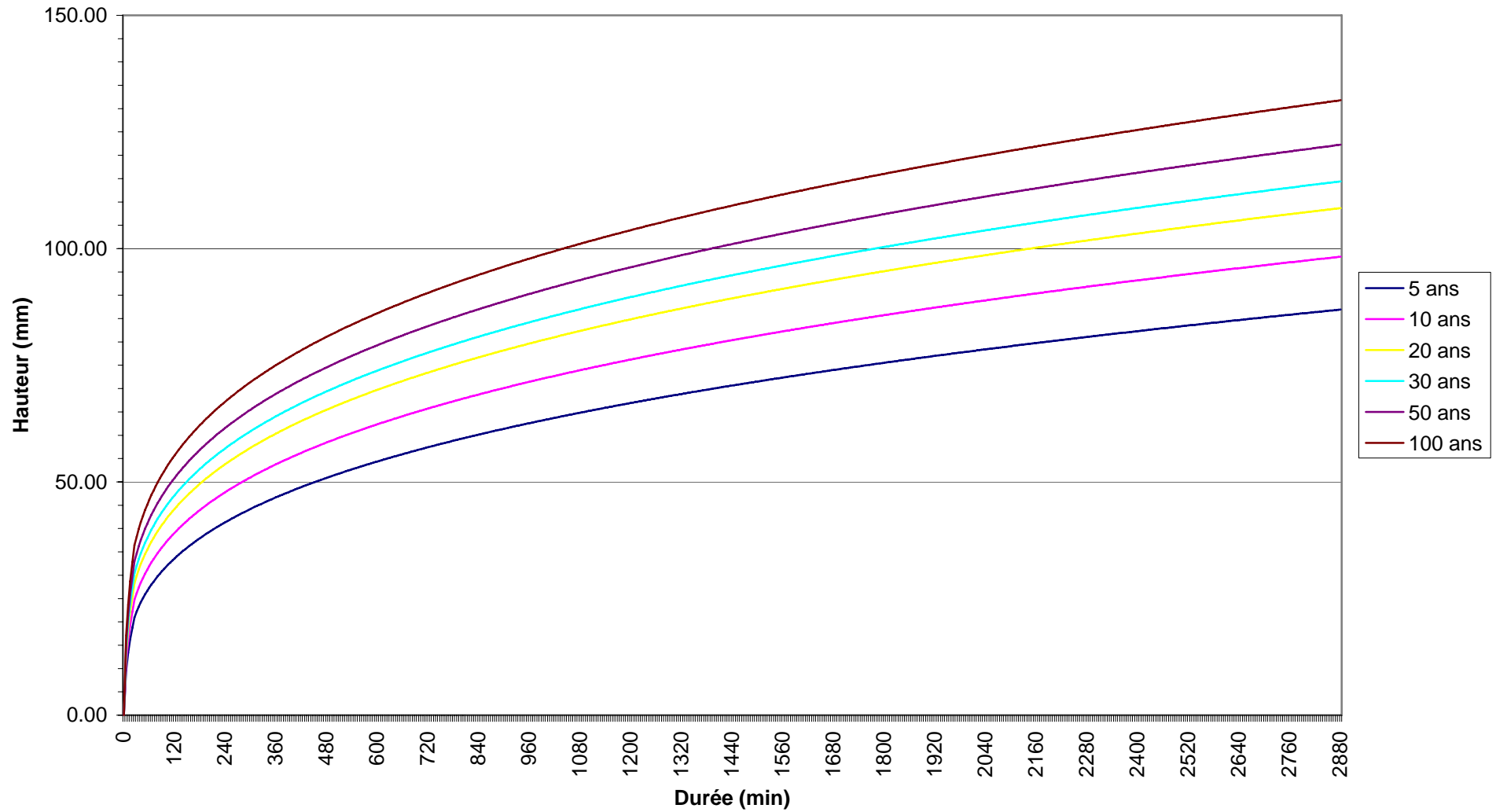
ANNEXE 1.1



Attention : Ces courbes sont applicables sur le territoire du Grand Lyon - donnée de 2003. Pour une étude plus fine, une réactualisation peut être nécessaire.

Courbe Hauteur - Durée locale

ANNEXE 1.2



Attention : Ces courbes sont applicables sur le territoire du Grand Lyon - donnée de 2003. Pour une étude plus fine, une réactualisation peut être nécessaire.

Le tableau suivant permet de répertorier les différents éléments calculés à partir de la fiche 0.
Il s'agit là d'un aide mémoire.

Paragraphe concerné dans la fiche 0	Valeur à calculer	Valeur retenue ou calculée
Données générales	Surface totale (S) Si elle se décompose généralement en deux surfaces identifiables, on a : $S = S_{\text{imper}} + S_{\text{végét.}}$ $\begin{cases} S_{\text{imper}} = & \text{m}^2 \\ S_{\text{végétalisée}} = & \text{m}^2 \end{cases}$	$S =$ m^2 Rappel : 1 ha = 10 000 m ²
	Coefficient de ruissellement	Cr imperméable = Cr végétalisé =
	<input type="checkbox"/> Si rejet à débit limité, débit de rejet autorisé (q) <input type="checkbox"/> Si infiltration prévu, perméabilité du sol (K)	q = l/s/ha K = m/s
2. Choix de l'événement pluvieux	Période de retour	T = ans
4. Débit de fuite	Débit de fuite (Qf) <input type="checkbox"/> Si rejet à débit limité : $Q_f = S \times 10^{-7} \times q$ Ou valeur imposée par le Grand Lyon <input type="checkbox"/> Si infiltration : - pour des bassins : $Q_f = S_{\text{fond du bassin}} \times K$ - pour des noues ou fossés : $Q_f = S_{\text{miroir}} \times K$ - pour des puits ou tranchées : $Q_f = 0,5 \times S_{\text{parois verticales}} \times K$ Pour toutes ces formules les surfaces sont en m ²	$Q_f =$ m^3/s $Q_f =$ l/s Rappel : 1 m ³ /s = 1 000 l/s
5. Stockage	Coefficient d'apport global $Ca_{\text{global}} = \frac{Cr_{\text{imper}} \times S_{\text{imper}} + Cr_{\text{végétalisé}} \times S_{\text{végétalisé}}}{S}$	$Ca_{\text{global}} =$
	Surface active $Sa = Ca_{\text{global}} \times S$ (avec S en m ²)	$Sa =$ m^2 $Sa =$ ha
	Débit spécifique de vidange $qs = 60\,000 \times \frac{Q_f}{Sa}$ (avec Qf en m ³ /s et Sa en m ²)	qs = mm/min
	Hauteur maximale à stocker (déterminé à partir du graphique en annexe 1.1 ou 1.2)	$\Delta h =$ mm
	Volume d'eaux pluviales à stocker $V_{\text{max}} = 1,2 \times 10 \times \Delta h \times Sa$ (avec Δh en mm et Sa en ha)	$V_{\text{max}} =$ m^3

Pour faciliter la compréhension du dimensionnement d'un ouvrage de rétention d'eaux pluviales, nous vous proposons un cas fictif. Il ne s'agit là que d'un exemple ; lors de votre dimensionnement, vous devrez prendre en compte les caractéristiques de votre parcelle (surface, perméabilité du sol, période de retour...)

HYPOTHESE :

Soit une parcelle privée composée de 700 m² de surface végétalisée (type pelouse) et de 200 m² de surface imperméabilisée (toiture et voie d'accès).

L'infiltration est possible. La perméabilité du sol est égale à 3 x 10⁻⁴ m/s.

On choisit de réaliser une noue pour gérer les eaux pluviales de 2 m de largeur et 10 m de long (d'après la configuration de la parcelle).

Paragraphe concerné dans la fiche 0	Valeur à calculer	Valeur retenue ou calculée
Données générales	Surface totale (S) Si elle se décompose généralement en deux surfaces identifiables, on a : $S = S_{\text{imper}} + S_{\text{végét.}}$ $\begin{cases} S_{\text{imper}} = 200 \text{ m}^2 \\ S_{\text{végét.}} = 700 \text{ m}^2 \end{cases}$	S = 900 m² Rappel : 1 ha = 10 000 m ²
	Coefficient de ruissellement	Cr imperméable = 0,9 Cr végétalisé = 0,2
	<input type="checkbox"/> Si rejet à débit limité, débit de rejet autorisé (q) <input checked="" type="checkbox"/> Si infiltration prévu, perméabilité du sol (K)	$q = \text{ l/s/ha}$ $K = 3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
2. Choix de l'événement pluvieux	Période de retour	T = 20 ans
4. Débit de fuite	<input type="checkbox"/> Si rejet à débit limité : $Q_f = S \times 10^{-7} \times q$ Ou valeur imposée par le Grand Lyon <input checked="" type="checkbox"/> Si infiltration : - pour des bassins : $Q_f = S_{\text{fond du bassin}} \times K$ - pour des noues ou fossés : $Q_f = S_{\text{miroir}} \times K$ - pour des puits ou tranchées : $Q_f = 0,5 \times S_{\text{parois-verticales}} \times K$ Pour toutes ces formules les surfaces sont en m ²	$Q_f = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_f = 6 \text{ l/s}$ Rappel : 1 m ³ /s = 1 000 l/s
5. Stockage	Coefficient d'apport global $Ca_{\text{global}} = \frac{Cr_{\text{imper}} \times S_{\text{imper}} + Cr_{\text{végétalisé}} \times S_{\text{végétalisé}}}{S}$	Ca global = 0,36
	Surface active $Sa = Ca_{\text{global}} \times S$ (avec S en m ²)	Sa = 324 m² Sa = 0,0324 ha
	Débit spécifique de vidange $qs = 60\,000 \times \frac{Q_f}{Sa}$ (avec Qf en m ³ /s et Sa en m ²)	qs = 1,11 mm/min
	Hauteur maximale à stocker (déterminé à partir du graphique en annexe 1)	Δh = 7,6 mm
	Volume d'eaux pluviales à stocker $V_{\text{max}} = 1,2 \times 10 \times \Delta h \times Sa$ (avec Δh en mm et Sa en ha)	V max = 3 m³

Avec les différentes techniques de rétention, on obtient les dimensionnements possibles suivants :

➤ Fossés ou noues

$V_{max} = 3 \text{ m}^3$ (voir tableau précédent)

Un fossé ou une noue a une section triangulaire.

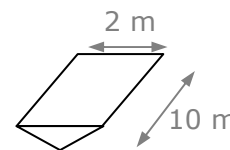
$V_{max} = \text{Longueur} \times (\text{largeur}/2) \times \text{hauteur}$

Hauteur = $3 \times 2 / (10 \times 2) = 0,30 \text{ m}$

La profondeur minimale est de 30 cm.

Pour plus de sécurité, il est possible d'augmenter légèrement cette valeur à 35 cm.

L'ouvrage à réaliser a une profondeur minimale de 35 cm, une longueur de 10 m et une largeur de 2 m.



➤ Tranchée de rétention infiltration

HYPOTHESE : On choisit de réaliser une tranchée pour gérer les eaux pluviales de dimensions : 1 m de largeur, 10 m de long et 50 cm de profondeur.

Surface verticales = $2 \times (0,50 \times 10 + 0,50 \times 1) = 11 \text{ m}^2$

$Q_f = 0,5 \times 11 \times 3 \times 10^{-4} = 1,65 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$q_s = 0,3 \text{ mm}/\text{min}$

$\Delta h = 21 \text{ mm}$

$V_{max} = 8 \text{ m}^3$

Une tranchée a traditionnellement une forme se rapprochant d'un parallélépipède. On suppose ici que la tranchée est remplie d'une structure de porosité 0,7.

V_{max} possible dans l'ouvrage = $0,7 \times \text{hauteur} \times \text{Longueur} \times \text{Largeur}$

V_{max} possible dans l'ouvrage = $3,50 \text{ m}^3$

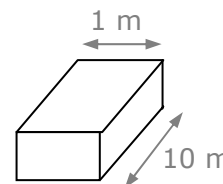
L'ouvrage est trop petit pour le volume qu'il faut stocker, il faut modifier ses dimensions en augmentant par exemple sa profondeur à 1 m (distance de 2 m entre le fond de l'ouvrage et le toit de la nappe toujours respecté).

On recalcule les caractéristiques avec une profondeur de 1 m, on obtient :

Surfaces verticales = 22 m^2 , $Q_f = 3,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, $q_s = 0,6 \text{ mm}/\text{min}$, $\Delta h = 13 \text{ mm}$ et $V_{max} = 5 \text{ m}^3$

V_{max} possible dans l'ouvrage = 7 m^3

L'ouvrage à réaliser peut avoir 1 m de profondeur, 1 m de largeur et 10 m de longueur.



➤ Puits d'infiltration

HYPOTHESE : On choisit de réaliser un puits d'infiltration de 1,2m de diamètre et de 2,50 m de profondeur.

Surface verticales = $2\pi \times \text{Rayon} \times \text{profondeur} = 2\pi \times 0,6 \times 2,50 = 9,4 \text{ m}^2$

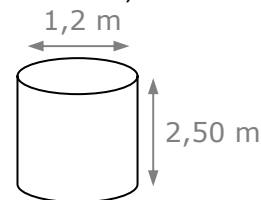
$Q_f = 0,5 \times 9,4 \times 3 \times 10^{-4} = 1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$q_s = 0,26 \text{ mm}/\text{min}$

$\Delta h = 23 \text{ mm}$

$V_{max} = 9 \text{ m}^3$

L'ouvrage à réaliser a une profondeur de 2,5 m et un diamètre de 1,2 m.



➤ Chaussée réservoir

Cette technique n'est pas adaptée à l'hypothèse de gestion des eaux pluviales d'une parcelle privée. Elle est indiquée ici uniquement pour servir d'exemple de dimensionnement.

HYPOTHESE : On choisit de réaliser une chaussée à structure réservoir 3 m de largeur, 7 m de long et 60 cm de profondeur.

Surface verticales = $2 \times (0,60 \times 7 + 0,60 \times 3) = 12 \text{ m}^2$

$Q_f = 0,5 \times 10 \times 3 \times 10^{-4} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$q_s = 0,33 \text{ mm}/\text{min}$

$\Delta h = 21 \text{ mm}$

$V_{max} = 8 \text{ m}^3$

V_{max} possible dans l'ouvrage = $0,7 \times \text{hauteur} \times \text{Longueur} \times \text{Largeur} = 8,82 \text{ m}^3$

L'ouvrage à réaliser pourrait avoir 0,6 m de profondeur, 3 m de largeur pour 7 m de long.

➤ Stockage sur toiture

Valable pour la surface constituée par la toiture, c'est-à-dire ici la surface imperméabilisée ($S_a = \text{Simper}$)

Débit de fuite admissible : $Q_f = 0,5 \text{ l}/\text{s}$

$q_s = 0,17 \text{ mm}/\text{min}$

$\Delta h = 26 \text{ mm}$

$V_{max} = 6 \text{ m}^3$