

Méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration

Introduction

Cette méthode permet une première approche pour déterminer le volume d'eau pluviale qui doit être stockée dans un ouvrage. Elle s'applique au dimensionnement des fossés, noues, puits d'infiltration, tranchées et structures réservoirs. La méthode utilisée est « la méthode des pluies ».

La « méthode de calcul du volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration » présente des limites d'utilisation :

- elle ne peut être utilisée que pour des projets d'aménagements de maisons individuelles et inférieurs à 1 ha ;
- elle ne prend en compte que les eaux de pluies qui tombent sur la parcelle ;
- elle ne prend pas en compte les eaux de ruissellements qui proviennent de l'extérieur de la parcelle ;
- elle ne peut être utilisée que pour des surfaces urbaines ;
- le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant.

Ce document prend seulement en compte le calcul de volume de rétention (aspect hydraulique).

Ce dossier reprend en partie la méthode établie dans la « fiche n°00 : *Méthode pour le dimensionnement des ouvrages de stockage* », du Grand Lyon.

Concernant les surfaces de projet inférieures à 1 hectare, le schéma directeur des eaux pluviales du sud-ouest lémanique (BURGEAP, 2010) préconise de retenir un volume de rétention correspondant à 18 l/m² de surface imperméabilisée. Ce volume est toujours d'actualité mais la présente note permet de définir un volume plus adapté aux réalités du terrain (cas par exemple des parcelles où l'infiltration est possible et où le volume de rétention peut alors être réduit). En effet, ce volume de rétention peut parfois obliger les particuliers à réaliser des ouvrages de rétention trop grands par rapport à la taille de leur parcelle ou à investir dans des limiteurs de débit pour réguler le débit de rejet. Ces points sont un frein à la réalisation d'ouvrage de rétention à la parcelle.

Avec cette méthode, on ne prend pas en compte le bassin versant intercepté dans la surface totale du projet. Certes, cela engendre une diminution du volume de rétention des ouvrages mais permet de faciliter la réalisation des ouvrages pour les particuliers.

Contrairement à la définition du SDEP du SYMASOL, la surface totale du projet ne comprend ici que la surface de la parcelle aménagée.

Contexte du territoire du SYMASOL

La collectivité n'a pas d'obligation de collecte des eaux pluviales issues des propriétés privées. Le principe de gestion des eaux pluviales est l'infiltration in situ ou le rejet au milieu naturel. Il est de la responsabilité du propriétaire ou occupant.

L'infiltration sur l'unité foncière doit être la première solution recherchée pour l'évacuation des eaux pluviales recueillies sur l'unité foncière.

L'infiltration devra être compatible avec les servitudes relatives aux périmètres de protection des captages d'eau potable ainsi que les risques de déstabilisation des terrains.

Dans l'hypothèse d'une impossibilité technique justifiée de procéder par infiltration (des essais d'infiltration sont nécessaires), le rejet de l'excédent non infiltrable sera dirigé de préférence vers le milieu naturel. Les conditions de rejet au milieu naturel sont les mêmes que celles au réseau public :

- Si la surface totale du projet (surface de la parcelle aménagée) est inférieure à 1 ha :
 - Le débit maximum de rejet est de 3 l/s ;
- Le débit de fuite et les canalisations de surverse doivent être dirigés :
 - Dans le réseau d'eaux pluviales communal, si sa capacité le permet ;
 - Dans le fossé non routier ou le ruisseau le plus proche, en l'absence de réseau d'eaux pluviales.

- ◆ Les canalisations de surverse ne doivent pas se rejeter :
 - Dans le réseau des eaux usées ;
 - Dans les réseaux d'assainissement des routes départementales et communales.

L'ensemble du dispositif sera conçu de façon à ce que le débit de pointe généré soit inférieur ou égal au débit généré par le terrain avant son aménagement.

Etape 1 : choix de l'évènement pluvieux

Pour choisir la période de retour pour laquelle le système de rétention des eaux pluviales doit être dimensionné, il faut se référer à la norme NF EN 752-2 (voir le tableau ci-contre ou le « Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme » du GRAIE).

Lieu de l'installation	Fréquence d'un orage	Fréquence d'inondation acceptable
Zones rurales	1 par an	1 fois tous les 10 ans
Zones résidentielles	1 tous les 2 ans	1 fois tous les 20 ans
Centre villes / zones industrielles / commerciales	1 tous les 5 ans	1 fois tous les 30 ans
Passages souterrains	1 tous les 10 ans	1 fois tous les 50 ans

Etape 2 : détermination du débit de fuite

En fonction de la qualité des eaux, de la perméabilité du sol, du risque de pollution et de la sensibilité du milieu et de ses usages, 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.
- ◆ Soit de les rejeter, dans un cours d'eau ou au réseau d'assainissement collectif, à débit régulé (si l'infiltration est impossible ou non appropriée).

2.1. Infiltration

Pour que l'eau puisse s'infiltrer, la perméabilité du sol (K en m/s) doit être comprise entre 10^{-5} et 10^{-2} m/s. Avec une perméabilité plus faible que 10^{-5} m/s l'infiltration de l'eau est difficile voire impossible. Pour déterminer la perméabilité du sol, se reporter au tableau ci-dessous. Pour vérifier l'infiltration à la parcelle, il est recommandé de réaliser un essai de perméabilité (type test de Porchet).

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 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 doivent être mis en place pour éviter le lessivage des sols. Dans ce cas, les puits d'infiltration sont strictement interdits. Pour déterminer le débit de fuite, il faut établir une surface pour l'ouvrage d'infiltration. Celle-ci peut ensuite être affinée en fonction des dimensions finales de l'ouvrage.

SURFACE D'INFILTRATION 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 (surface supplémentaire de sécurité qui sera nécessaire après quelques années de fonctionnement et de colmatage).

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

Avec : K , perméabilité du sol (en m/s).

SURFACE D'INFILTRATION DES NOUES ET FOSSÉS

- Elle correspond à la surface au miroir (projection horizontale de l'ouvrage).

$$\text{Débit de fuite : } Q_f = \text{Largeur} \times \text{Longueur} \times K$$

SURFACE D'INFILTRATION DES TRANCHÉES ET PUIITS D'INFILTRATION

- On prend en compte uniquement la moitié des parois verticales (on ne considère pas le fond de ces ouvrages qui se colmate rapidement).

$$\text{Débit de fuite : } Q_f = 1/2 \times S \text{ parois verticales} \times K$$

2.2. Rejet à débit limité au réseau

Suite à l'étude du schéma directeur des eaux pluviales du sud-ouest lémanique, le SYMASOL préconise sur son territoire :

- Si la surface totale du projet est inférieure à 1 ha : le débit maximum de rejet est de 3 l/s.

Etape 3 : calcul du volume d'eau à stocker pour un rejet à débit limité ou avec infiltration

Pour déterminer le volume d'eau à stocker avant rejet, il faut connaître le coefficient d'apport (Ca, coefficient qui mesure le rendement global de la précipitation) ainsi que la surface active de ruissellement (Sa) qui sera raccordée à l'ouvrage de stockage.

3.1. Détermination du coefficient de ruissellement (Cr) et du coefficient d'apport (Ca)

Le coefficient de ruissellement change en fonction du type de sol. Celui-ci est déterminable à l'aide du tableau ci-dessous (issu du « Guide technique de l'assainissement » édité par Le Moniteur).

	Nature de la surface	Coefficient de ruissellement (Cr)
Imperméable	Pavage, chaussée revêtue, piste ciment Toiture et terrasse	Entre 0,7 et 0,95 Entre 0,7 et 0,95
	Sol imperméable avec végétation Pente < 2% 2% < pente < 7% Pente > 7%	Entre 0,13 et 0,18 Entre 0,18 et 0,25 Entre 0,25 et 0,35
	Perméable	
	Sol perméable avec végétation Pente < 2% 2% < pente < 7% Pente > 7%	Entre 0,05 et 0,10 Entre 0,10 et 0,15 Entre 0,15 et 0,20
	Type d'occupation du sol	Coefficient de ruissellement
Imperméable	Industriel	Entre 0,5 et 0,8

Valeurs des coefficients de ruissellement en fonction de la nature de la surface et du type d'occupation du sol

Le **coefficient d'apport (Ca)** mesure le rendement global de la pluie (fraction de la pluie qui parvient réellement à l'exutoire du bassin-versant considéré). On peut déterminer le coefficient d'apport global à partir de coefficients de ruissellement (Cr i) de surfaces homogènes (Si) :

$$Ca_{global} = \frac{\sum Cr_{imper} \times S_{imper} + \sum Cr_{non\ imper} \times S_{non\ imper}}{S_{totale}}$$

$$\text{Et } S_{totale} = \sum (S_{imper} + S_{non\ imper})$$

3.2. Détermination de la surface active (Sa)

La surface active est la surface participant au ruissellement.

$$Sa = Ca_{global} \times S$$

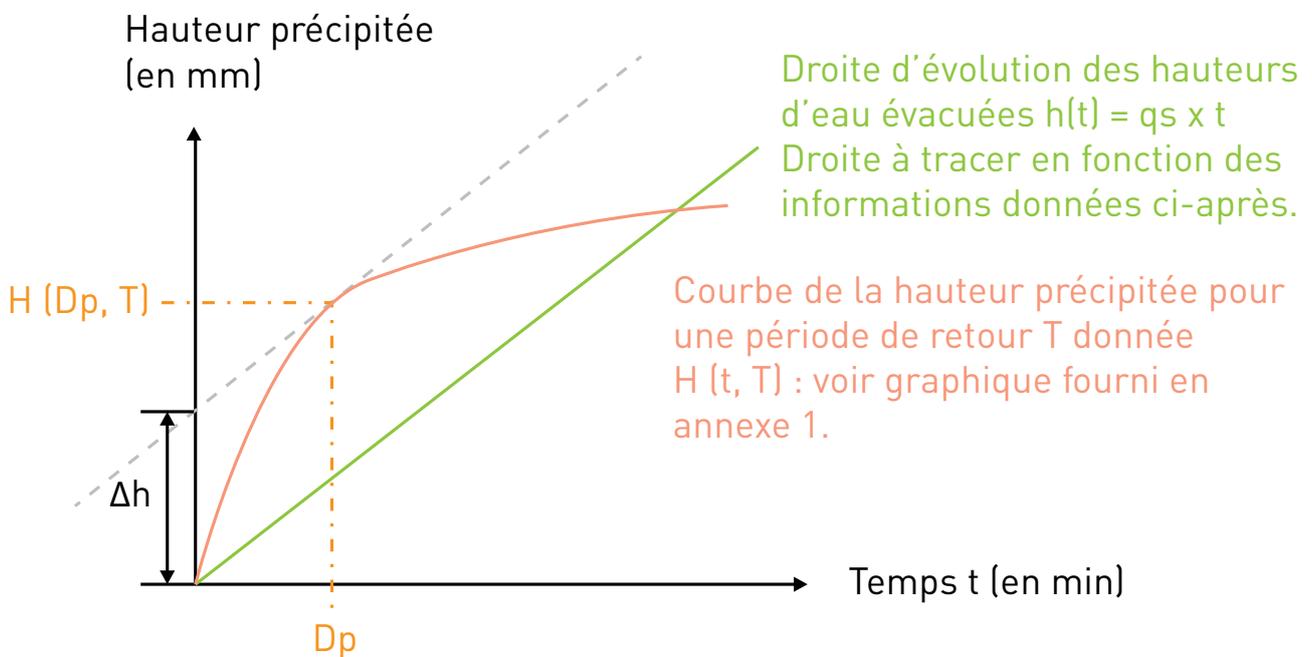
Avec :

- **Sa**, la surface active de ruissellement (en m²).
- **Ca global**, le coefficient d'apport (sans unité).
- **S**, la surface totale du projet (en m²).

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

La méthode utilisée ci-après est «la méthode des pluies», celle-ci est 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.

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 selon plusieurs périodes de retour (2, 5, 10, 20, 30 ans) est donné en annexe 1 et 2.

Remarque : Les graphiques en annexes 1 et 2 ont été réalisés avec les données de pluviomètres de la station météorologique de Genève –Cointrin (coefficients de Montana locaux issus de l'exploitation des données jusqu'en 2009). Les courbes sont représentatives de la pluviométrie sur le territoire du SYMASOL et peuvent nécessiter une réactualisation.

Le graphique en annexe 2 permet de dimensionner des ouvrages ayant des volumes de rétention importants.

Pour tracer la courbe d'évolution des hauteurs d'eaux évacuées en fonction du temps (droite verte sur le schéma ci-dessus), il faut déterminer la pente de cette droite (qs). Pour cela, on suppose que l'ouvrage a un débit de fuite constant Q_f (voir « Etape 2: détermination du débit de fuite) que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique qs :

$$qs = \frac{60\,000 \times Q_f}{Sa}$$

Avec :

- qs , débit spécifique de vidange (en mm/min).
- Q_f , débit de fuite de l'ouvrage (en m³/s).
- Sa , surface active (en m²).

Sur le graphique présent en annexes 1 et 2, on dessine donc la droite de vidange de l'ouvrage de stockage ayant pour équation :

$$h(t) = qs \times t$$

Avec :

- $h(t)$, hauteur vidangée au temps t (en mm).
- t , temps (en min).

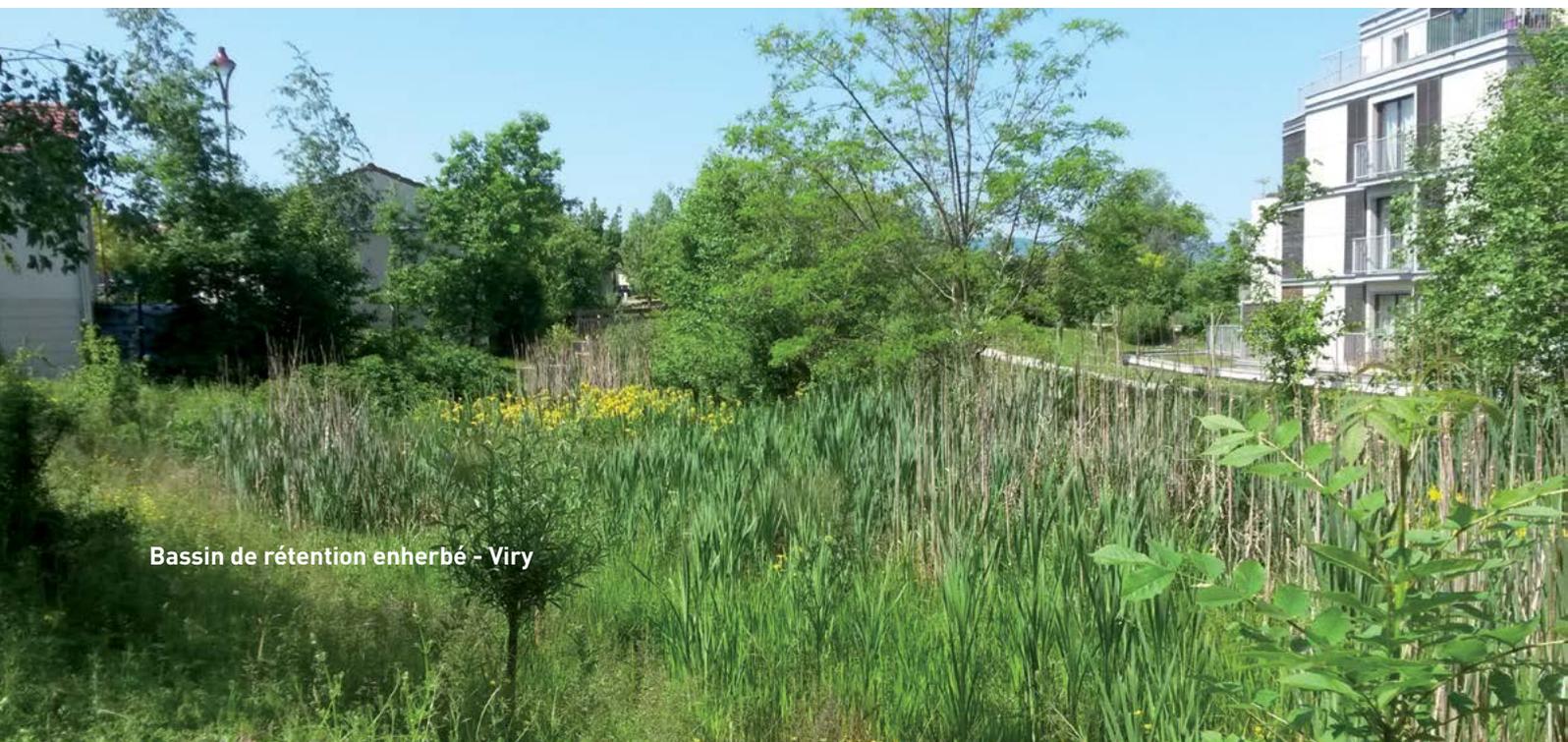
On trace ensuite la parallèle à la droite $h(t) = qs \times t$ passant par la courbe $H(t, T)$. La différence Δh entre la courbe $h(t)$ et $H(t, T)$ correspond à la hauteur maximale à stocker pour qu'il n'y ait pas de débordement.

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

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

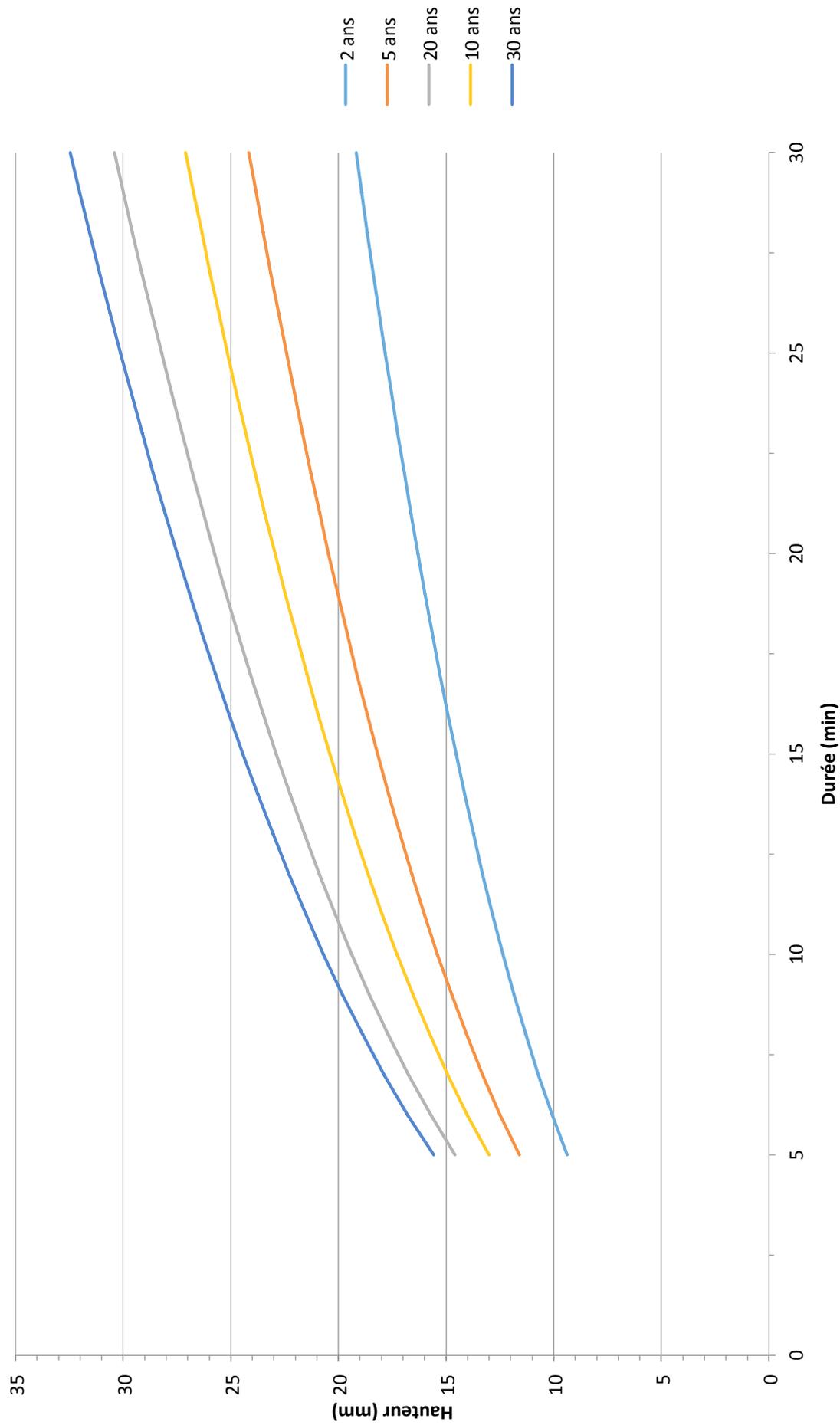
Avec :

- V_{max} , volume d'eau à stocker (en m³).
- Δh , hauteur maximale à stocker (en mm).
- Sa , surface active (en ha).

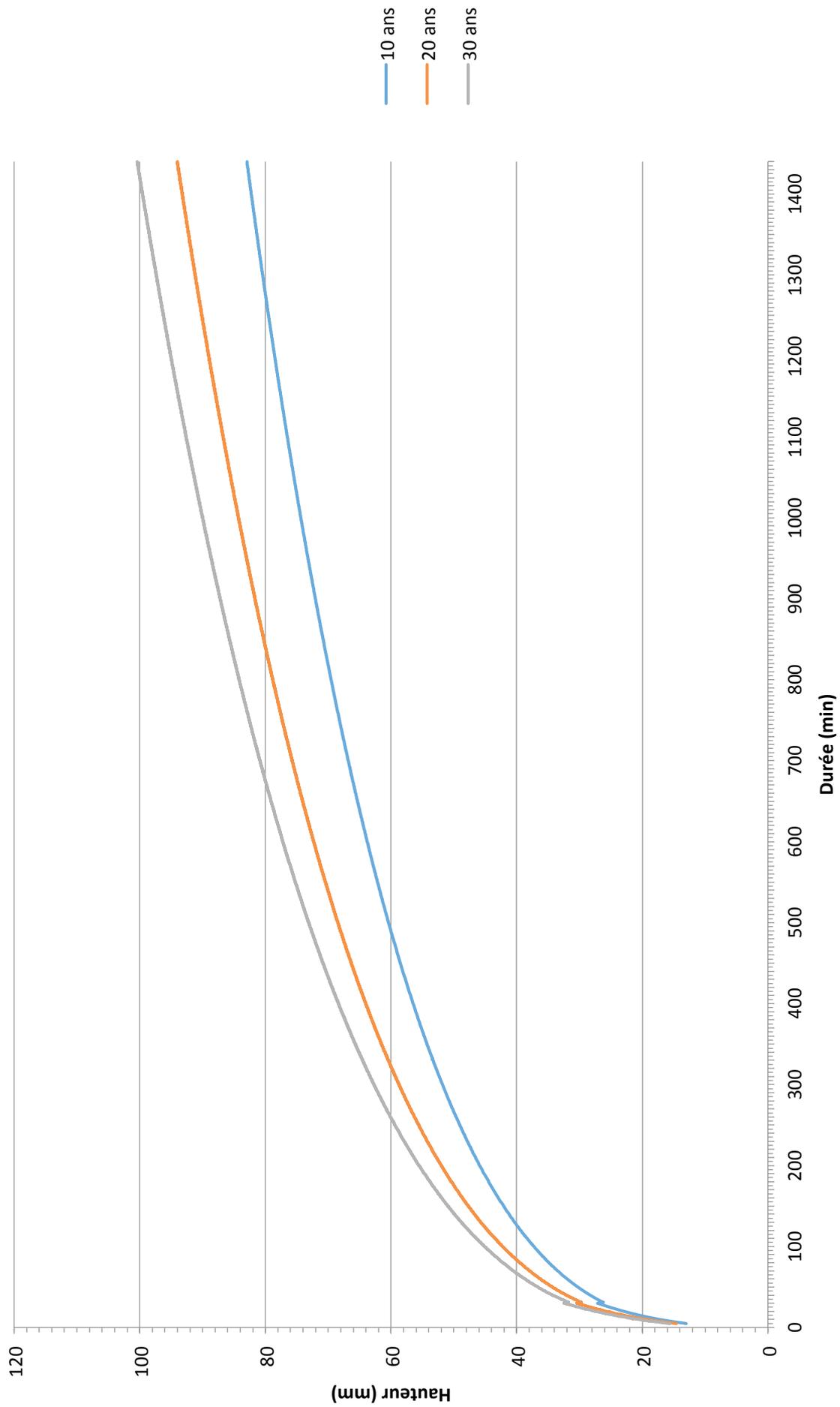


Bassin de rétention enherbé - Viry

Annexe 1 : courbe Hauteur – Durée – Fréquence pour des pluies de durée de 5 à 30 minutes.



Annexe 2: courbe Hauteur – Durée – Fréquence pour des pluies de durée de 30 à 1 440 minutes (24h).



Annexe 3: Tableau d'aide au calcul du volume d'eau à stocker.

Tableau permettant de répertorier les différents éléments calculés au cours de la méthode. Il permet de noter les valeurs obtenues à chaque étape et de récapituler toutes les formules utiles au dimensionnement.

Paragraphe concerné dans la méthode	Valeur à calculer	Valeur retenue ou calculée
Données générales	Surface totale (S) Si elle se décompose généralement en deux surfaces identifiables, on a : $S = S_{imper} + S_{non\ imper} \begin{cases} S_{impermeable} = m^2 \\ S_{non\ imper} = m^2 \end{cases}$	$S = \underline{\hspace{2cm}} m^2$ Rappel : $1\ ha = 10\ 000\ m^2$
	Coefficient de ruissellement	$Cr_{impermeable} =$ $Cr_{non\ imper} =$
	<input type="checkbox"/> Si rejet à débit limité, débit de rejet autorisé (<i>q</i>) <input type="checkbox"/> Si infiltration prévue, perméabilité du sol (<i>K</i>)	$q = \underline{\hspace{2cm}}\ l/s$ $K = \underline{\hspace{2cm}}\ m/s$
1. Choix de l'évènement pluvieux	Période de retour	$T = \underline{\hspace{2cm}}\ ans$
2. Débit de fuite	Débit de fuite (Qf) Valeur imposée par le PLU	$Qf = \underline{\hspace{2cm}}\ m^3/s$ $Qf = \underline{\hspace{2cm}}\ l/s$
	<input type="checkbox"/> Si infiltration : <ul style="list-style-type: none"> • Pour des bassins : $Qf = S\ fond\ du\ bassin \times K$ • Pour des noues ou fossés : $Qf = Largeur \times Longueur \times K$ • Pour des puits ou tranchées : $Qf = 0,5 \times S\ parois\ verticales \times K$ Pour toutes ces formules les surfaces sont en m^2	Rappel : $1\ m^3/s = 1\ 000\ l/s$
3. Stockage	Coefficient d'apport global $Ca\ global = \frac{Cr_{imper} \times S_{imper} + Cr_{non\ imper} \times S_{non\ imper}}{S}$	$Ca\ global = \underline{\hspace{2cm}}$
	Surface active $Sa = Ca\ global \times S$ (avec <i>S</i> en m^2)	$Sa = \underline{\hspace{2cm}}\ m^2$ $Sa = \underline{\hspace{2cm}}\ ha$
	Débit spécifique de vidange $qs = 60\ 000 \times \frac{Qf}{Sa}$ (avec <i>Qf</i> en m^3/s et <i>Sa</i> en m^2)	$qs = \underline{\hspace{2cm}}\ mm/min$
	Hauteur maximale à stocker (déterminé à partir du graphique en annexe 1)	$\Delta h = \underline{\hspace{2cm}}\ mm$
	Volume d'eaux pluviales à stocker $Vmax = 1,2 \times 10 \times \Delta h \times Sa$ (avec Δh en mm et <i>Sa</i> en ha)	$Vmax = \underline{\hspace{2cm}}\ m^3$

Annexe 4 : Exemple de calcul de volume d'eau à stocker.

Dans une zone résidentielle, on dispose d'un terrain privé composé de 250 m² de surface imperméabilisée (toiture et voie d'accès) et de 600 m² de surface perméable avec végétation (2% < pente < 7%). La perméabilité du sol est égale à 3 x 10⁻⁴ m/s. L'infiltration est possible. Il est choisi de réaliser une noue pour gérer les eaux pluviales de 2m de largeur et 10m de long.

Paragraphe concerné dans la méthode	Valeur à calculer	Valeur retenue ou calculée
Données générales	Surface totale (S) Si elle se décompose généralement en deux surfaces identifiables, on a : $S = S_{imper} + S_{non\ imper}$ $\begin{cases} S_{impermeable} = 250\ m^2 \\ S_{non\ imper} = 600\ m^2 \end{cases}$	$S = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{850\ m^2}$ Rappel : 1 ha = 10 000 m ²
	Coefficient de ruissellement	$Cr_{impermeable} = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{0,9}$ $Cr_{non\ imper} = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{0,12}$
	<input type="checkbox"/> Si rejet à débit limité, débit de rejet autorisé (<i>q</i>) <input type="checkbox"/> Si infiltration prévue, perméabilité du sol (<i>K</i>)	$q = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{l/s}$ $K = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{3\ x\ 10^{-4}\ m/s}$
1. Choix de l'évènement pluvieux	Période de retour => zone résidentielle	$T = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{20\ ans}$
2. Débit de fuite	Débit de fuite (Qf) Valeur imposée par le PLU	$Qf = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{0,006\ m^3/s}$
	<input checked="" type="checkbox"/> Si infiltration : • Pour des bassins : $Qf = S_{fond\ du\ bassin} \times K$ - Pour des noues ou fossés : $Qf = Largeur \times Longueur \times K$ • Pour des puits ou tranchées : $Qf = 0,5 \times S_{parois\ verticales} \times K$ Pour toutes ces formules les surfaces sont en m ²	$Qf = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{6\ l/s}$ Rappel : 1 m ³ /s = 1 000 l/s
3. Stockage	Coefficient d'apport global $Ca_{global} = \frac{Cr_{imper} \times S_{imper} + Cr_{non\ imper} \times S_{non\ imper}}{S}$	$Ca_{global} = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{0,35}$
	Surface active $Sa = Ca_{global} \times S$ (avec S en m ²)	$Sa = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{297,5\ m^2}$ $Sa = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{0,02975\ ha}$
	Débit spécifique de vidange $qs = 60000 \times \frac{Qf}{Sa}$ (avec Qf en m ³ /s et Sa en m ²)	$qs = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{1,21\ mm/min}$
	Hauteur maximale à stocker $h(t) = qs \times t$ (déterminé à partir du graphique en annexe 1)	$\Delta h = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{8,5\ mm}$
	Volume d'eaux pluviales à stocker $V_{max} = 1,2 \times 10 \times \Delta h \times Sa$ (avec Δh en mm et Sa en ha)	$V_{max} = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{3\ m^3}$