



RÉPUBLIQUE
ET CANTON DE GENÈVE
Département du territoire

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée
pour le dimensionnement
et la conception
des ouvrages de rétention
pour les petits bassins
versants urbanisés

version 1.1
février 2005





Table des matières

1.	Glossaire	1
2.	Préambule	2
3.	But et champ d'application	2
4.	Définitions et principe de fonctionnement	3
5.	Dimensionnement	6
6.	Conception	8
6.1	Point de raccordement	8
6.2	Risques de refoulement en amont	8
6.3	Choix et disposition de l'organe de régulation	8
6.4	Dépotoir et grille de protection	9
6.5	Fonctionnement en cas d'événement exceptionnel ou de défaillance	9
6.6	Accès pour l'entretien	9
6.7	Cas particuliers	9
7.	Entretien	10
8.	Contraintes techniques	10
9.	Législations fédérale et cantonale	10
10.	Références bibliographiques	11
11.	Journal des modifications	12
12.	Renseignements	12

Annexes:

I.	Exemple de dimensionnement	13
II.	Méthode de détermination de $Q_{smoy}(\alpha)$	15
III.	Valeurs typiques de coefficients de ruissellement volumique	16
IV.	Expression numérique des courbes débits - volume	17
IV.	Exemples d'organes de régulation	18

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



1. Glossaire

Bassin versant

Surface hydrologiquement close, ce qui suppose qu'il n'y a pas d'écoulement qui y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitation en sortent par un seul point, l'émissaire.

Coefficient de ruissellement volumique (Ψ_v)

Coefficient exprimant le rapport du volume ruisselé au volume de précipitation sur la durée totale de l'averse (à ne pas confondre avec le coefficient d'écoulement maximum (Ψ) habituellement utilisé pour le calcul des débits).

Eaux pluviales

Eaux résultant des précipitations atmosphériques. En règle générale, elles doivent être gérées à la source, si possible par infiltration. Elles peuvent être, selon les cas, considérées comme des eaux non polluées ou des eaux polluées (au sens de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux).

Eaux non polluées

Selon la loi Fédérale sur la protection des eaux, une eau est considérée comme non polluée si son déversement dans le milieu récepteur (eaux souterraines ou superficielles) n'est pas à l'origine d'une altération préjudiciable de ses propriétés physiques, chimiques ou biologiques.

Les eaux de toitures et de routes, chemins et de places ne contenant pas des quantités considérables de substances pouvant polluer les eaux (hydrocarbures, métaux lourds, etc.) sont en général considérées comme non polluées.

Laminage

Réduction du débit de pointe par effet de stockage/déstockage dans un ouvrage de rétention.

Organe de régulation (régulateur de débit)

Dispositif (orifice calibré, régulateur vortex, etc.) permettant de limiter, à une valeur prédéfinie, le débit à la sortie d'un ouvrage de rétention.

Ouvrage de rétention

Installation située sur le réseau d'évacuation des eaux, permettant de limiter les débits de pointe évacués par temps de pluie.

Temps de retour

Intervalle (exprimé en années) au cours duquel un événement (par exemple la hauteur horaire de pluie) est atteint ou dépassé une fois, en moyenne sur une longue période

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



2. Préambule

La loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991, les ordonnances, directives et normes d'application qui en découlent, ainsi que la loi cantonale sur les eaux (L 2 05), définissent de nouvelles exigences et de nouveaux objectifs en matière de protection des eaux.

En effet, cette législation prend en compte de manière beaucoup plus nette le milieu récepteur en intégrant non seulement une protection de la qualité des eaux, mais également une gestion des quantités d'eaux rejetées dans le milieu naturel.

Cette vision globale de la protection des eaux impose, dans la majorité des cas, l'application de nouvelles techniques de gestion des eaux pluviales. Pour le milieu urbain la maîtrise du cycle de l'eau commence au niveau de la parcelle par la gestion du ruissellement. Toutes les techniques limitant le ruissellement des eaux doivent être appliquées en première priorité (maintien de surfaces perméables ou semi-perméables, percolation localisée, infiltration,...). Lorsque ces techniques s'avèrent insuffisantes le recours à des ouvrages de rétention devient souvent indispensable pour limiter les débits maximaux rejetés. Dans la mesure du possible la rétention des eaux doit être appliquée sur des périmètres de taille suffisante (lotissement,...).

3. But et champ d'application

La présente méthode concerne les ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés. Elle s'adresse aux professionnels chargés de dimensionner, concevoir et réaliser des installations de rétention, ainsi qu'aux autorités communales et cantonales responsables de la surveillance et du contrôle des réseaux d'évacuation des eaux.

Son but est de fournir les informations techniques permettant de:

- dimensionner correctement et de manière simple les petits ouvrages de rétention;
- concevoir des ouvrages sûrs, efficaces et fonctionnels à long terme;
- prendre en considération les aspects de l'entretien;
- tenir compte des impératifs de surveillance et de contrôle.

Cette méthode s'applique aux ouvrages de rétention des eaux pluviales pour les bassins versants urbanisés homogènes d'une surface inférieure ou égale à 5 hectares. Elle peut également s'appliquer aux autres surfaces dont la réponse hydrologique est assimilable aux petits bassins versants urbanisés telles que, par exemple, les surfaces de serres agricoles.

Les conditions d'application propres à la méthode de dimensionnement sont précisées au chapitre 5. Ces conditions doivent être respectées de manière stricte. Pour les autres cas, une étude hydrologique particulière devra être effectuée. De même, lorsque l'aspect de la qualité des eaux doit également être pris en compte par l'ouvrage de rétention, il faudra avoir recours à d'autres méthodes spécifiques.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



4. Définitions et principe de fonctionnement

Les ouvrages de rétention (OR) ne doivent pas être confondus avec les bassins d'eaux pluviales (BEP) qui ont pour but de retenir et/ou de traiter les eaux polluées rejetées en temps de pluie par les déversoirs d'orage situés sur les réseaux unitaires.

Dans le contexte de la présente méthode, un ouvrage de rétention (OR) est une installation située sur le réseau d'évacuation des eaux pluviales, permettant de limiter les débits de pointe évacués à l'aval en temps de pluie, afin de les restituer au réseau ou au milieu récepteur dans des conditions acceptables.

La condition imposée est en règle générale un débit seuil q_{smax} [l/s/ha] qui est fixé sur la base d'une analyse globale de la gestion des eaux du secteur ou du bassin versant concerné. Appliqué au périmètre concerné par l'ouvrage de rétention, le débit seuil devient le débit de sortie maximum admissible de l'ouvrage Q_{smax} [l/s].

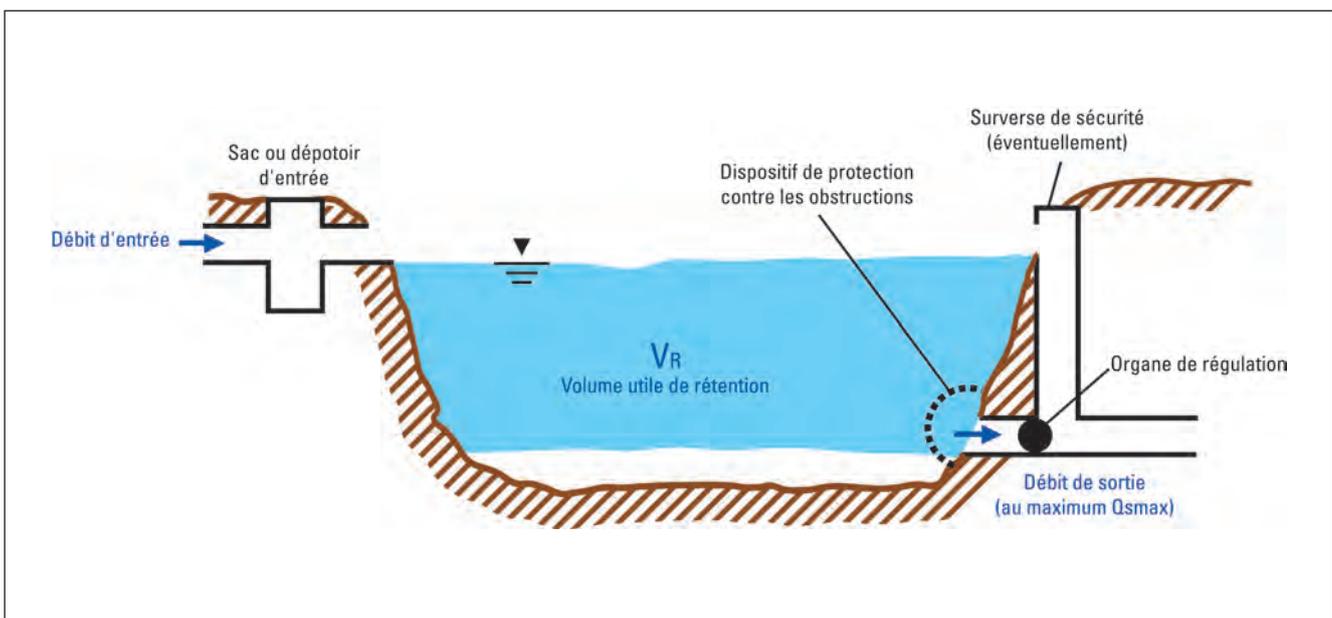
L'ouvrage de rétention doit stocker les volumes d'eau excédentaires correspondant à la différence entre les débits arrivant dans l'ouvrage et les débits restitués à l'aval par l'organe de régulation. Le volume utile de rétention V_R [m³] est choisi pour que le fonctionnement normal de l'ouvrage, sans dépasser le Q_{smax} , soit garanti jusqu'à un temps de retour de dimensionnement T [an] fixé.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

Figure 1

Représentation schématique d'un ouvrage de rétention



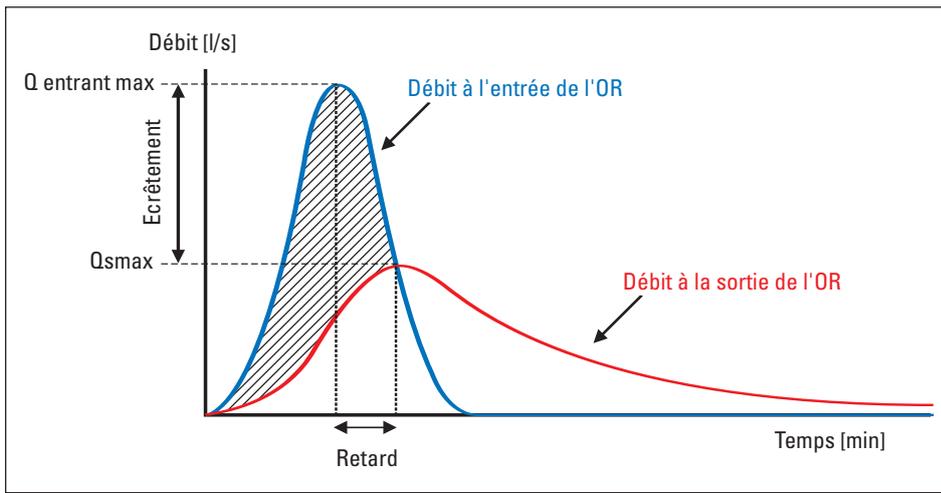


Principe de fonctionnement

L'effet de laminage, ou d'écrêtement, est obtenu par stockage-déstockage des eaux compte tenu des caractéristiques du volume utile de rétention et de l'organe de régulation du débit.

Figure 2

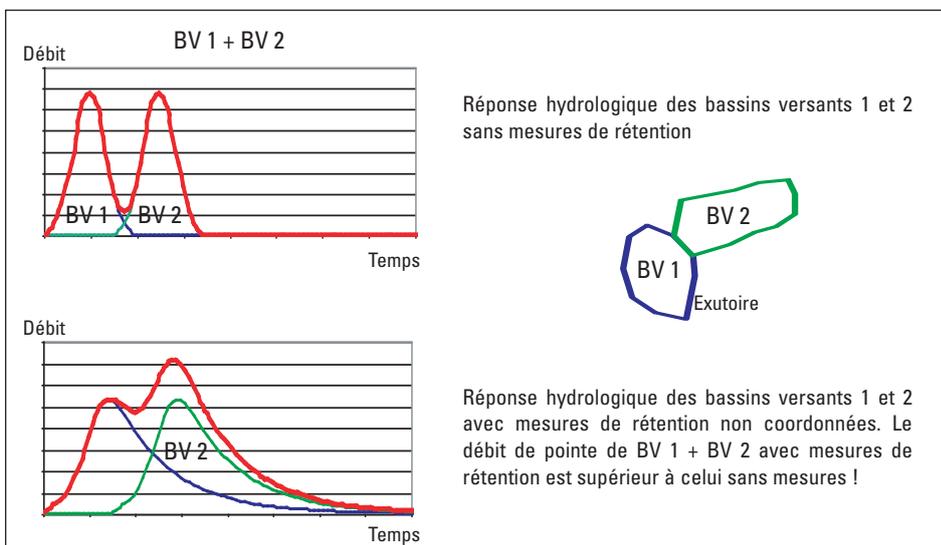
Effets des ouvrages de rétention



Pour l'aval, l'effet de la rétention est une diminution des débits pendant le remplissage, puis une augmentation des débits en période de vidange qui peut s'étendre sur une assez longue durée. L'effet d'un ouvrage de rétention n'est donc pas seulement la réduction du débit de pointe, mais bien une modification fondamentale de la réponse hydrologique. L'effet de cette modification doit être examiné à l'échelle globale du secteur ou du bassin versant considéré. En effet, il est toujours possible qu'un ensemble de rétentions, même bien adapté aux problèmes locaux, génère une augmentation des crues à l'échelle globale, par superposition des hydrogrammes de crue des différents sous-bassins (voir figure 3 ci-dessous).

Figure 3

Effets de mesures de rétention non coordonnées



Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



Le dimensionnement d'un ouvrage de rétention, selon les principes énoncés ci-dessus, dépend beaucoup de la configuration de son propre bassin versant. Si celui-ci est assez grand et de structure hétérogène, les apports de chacune de ses parties dissemblables peuvent se combiner de façon complexe. La pluie la plus pénalisante, à retenir pour la détermination du volume, peut avoir des caractéristiques très particulières, impossibles à déterminer sur des bases statistiques. Dans ces cas, le recours à des méthodes de simulations de débits, soit sur la base de séries continues de pluies, soit sur la base de catalogues de pluies marquantes (catalogues d'averses) devient indispensable. Le recours à ce type de méthode présente en outre l'avantage de permettre de tester des scénarios très divers : pluie exceptionnelle, pluie courante, effet sur des inondations ...

La méthode simplifiée, présentée dans les pages suivantes, ne s'applique donc qu'à des cas simples et dans les limites des conditions d'utilisation spécifiées dans le chapitre 5.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



5. Dimensionnement

Le dimensionnement du volume utile de rétention représente un élément clé lors de la planification et la conception d'une installation de rétention des eaux pluviales.

Les paramètres suivants interviennent dans ce dimensionnement:

Paramètres de base :

- les caractéristiques du bassin versant, en particulier la surface brute S [ha] et le taux d'imperméabilisation dont découle le coefficient de ruissellement volumique Ψ_v [-] ;
- le débit de sortie maximum admissible de l'ouvrage q_{smax} [l/s/ha] ou Q_{smax} [l/s], fixé en fonction de l'objectif de rétention ($Q_{smax} = q_{smax} \cdot S$) ;
- le temps de retour de dimensionnement T [années], pour lequel le débit de sortie de l'ouvrage de rétention ne doit pas être supérieur au débit de sortie maximum admis q_{smax} [l/s/ha] ou Q_{smax} [l/s].

Paramètres à calculer :

- le débit de sortie maximum de l'ouvrage $Q_{rég max}$ [l/s] qui est fixé par l'organe de régulation choisi doit impérativement être inférieur, ou égal, au débit de sortie maximum admissible Q_{smax} [l/s] ;
- le produit de la surface brute et du coefficient de ruissellement volumique donne la surface réduite $S_{réd}$ [ha_{réd}] ($S_{réd} = S \cdot \Psi_v$), c'est-à-dire la surface effective utilisée pour le calcul du volume des eaux pluviales;
- le débit de sortie moyen Q_{smoy} [l/s] de l'ouvrage de rétention est obtenu par multiplication du débit de sortie maximum de l'ouvrage $Q_{rég max}$ [l/s] par un coefficient α^1 [en pratique : $0,3 < \alpha \leq 0,9$] permettant de tenir compte de la caractéristique de l'organe de régulation du débit et de la forme de l'ouvrage de rétention. ($Q_{smoy} = \alpha \cdot Q_{rég max}$) Pour calculer le volume utile de rétention à l'aide de l'abaque de dimensionnement, le débit de sortie moyen Q_{smoy} doit être divisé par la surface réduite $S_{réd}$ pour obtenir le débit moyen spécifique q^*_{smoy} [l/s/ha_{réd}] ($q^*_{smoy} = Q_{smoy} / S_{réd}$).

Une fois ces paramètres définis, on procède au calcul du volume de rétention à l'aide de l'abaque de dimensionnement donné à la figure 4 qui fournit le volume spécifique v^*_R [$m^3/ha_{réd}$] permettant, par multiplication par la surface réduite, d'obtenir le volume utile de rétention V_R [m^3] ($V_R = v^*_R \cdot S_{réd}$).

L'utilisation de cet abaque est strictement limitée aux conditions d'application indiquées. Un exemple de dimensionnement est donné à l'annexe 1.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

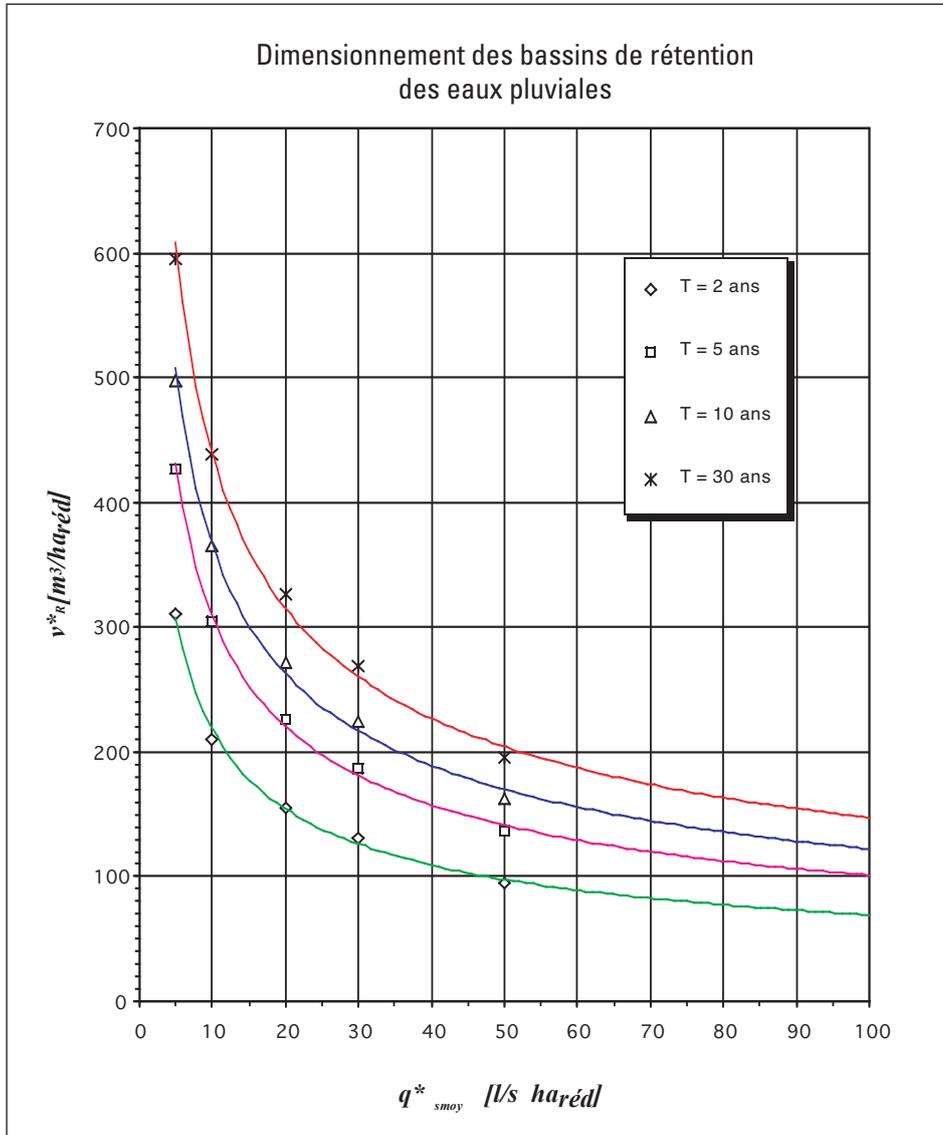
¹ En première approximation on peut admettre une valeur de $\alpha = 2/3$. Pour les cas particuliers (par exemple régulation par un déversoir ou un vortex, forme particulière du bassin,...), le coefficient α peut être déterminé de manière précise, par itérations successives, selon la méthode indiquée à l'annexe 2.



Figure 4
Abaque de dimensionnement des ouvrages de rétention

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



(Remarque : courbes IDF de référence : IDF-2001 selon DT/DomEau/SECOE)

Conditions d'application:

- Région d'application: canton de Genève (zone d'application des courbes IDF 2001)
- Type de bassin versant : urbanisé à réponse hydrologique homogène
- Surface de bassin versant: ≤ 5 ha
- Taux d'imperméabilisation: $\geq 20\%$
- Temps de retour: $2 \text{ ans} \leq T \leq 30 \text{ ans}$
- Débit de sortie: $5 \text{ l/s} \cdot \text{ha rét} \leq q^*_{smoy} \leq 100 \text{ l/s} / \text{ha rét}$
- Coefficients de ruissellement volumiques: Ψ_v
- Type d'ouvrage de rétention: ouvrage en ligne ou en parallèle, dont la vidange s'effectue en continu.



6. Conception

La rétention des eaux pluviales peut prendre différentes formes: rétention sur toiture plate, rétention sur parking, canal de rétention, biotope, bassin en béton armé, etc. Des exemples d'ouvrages peuvent être trouvés dans la bibliographie citée au chapitre 10.

Chaque type d'ouvrage doit être conçu de manière rigoureuse afin de garantir un fonctionnement correct à long terme. En effet, les rétentions mal conçues et/ou mal dimensionnées peuvent être à l'origine de dysfonctionnements (inondations, mise en charge des réseaux,...) non seulement à l'amont, mais surtout à l'aval.

Une attention particulière doit être portée sur les aspects suivants:

6.1 Point de raccordement

Avant de définir le type, l'emplacement et les dimensions d'un ouvrage de rétention, il est nécessaire de vérifier les conditions hydrauliques au point de raccordement sur le réseau de collecteurs ou dans un cours d'eau. En particulier, il y a lieu d'être attentif aux risques de refoulement lorsque le collecteur sur lequel est raccordé l'ouvrage est sujet à des mises en charge.

Dans ce cas, le niveau du fond de l'ouvrage devra se situer au-dessus du niveau de mise en charge afin que l'ouvrage de rétention ne se remplisse pas par refoulement des eaux du collecteur.

Si cela n'est pas possible, on prévoira un clapet anti-refoulement et le volume utile de rétention sera augmenté de façon à permettre un stockage de la totalité des eaux pluviales durant la période de surcharge.

Dans tous les cas, le branchement sera orienté dans le sens de l'écoulement du collecteur sur lequel l'ouvrage est raccordé, de manière à déboucher dans le tiers supérieur de celui-ci. Le fond de l'ouvrage sera situé au dessus du niveau de la calotte du collecteur.

6.2 Risques de refoulement en amont

Lors de la conception de l'ouvrage, on s'assurera que celui-ci ne provoque pas de refoulement susceptible d'entraîner des dégâts à l'amont. Si nécessaire, la courbe de remous devra être évaluée.

6.3 Choix et disposition de l'organe de régulation

Le choix et la disposition de l'organe de régulation doivent tenir compte des risques d'obstruction, soit par des éléments lourds (boues, cailloux, etc.), soit par des flottants (branchages, feuilles mortes, papiers, etc.).

Certains régulateurs disponibles sur le marché (vortex, etc.) offrent des sections de passage libre supérieures, ce qui permet de réduire les risques d'obstruction. Pour cette raison, ce type de régulateurs est requis pour les ouvrages à faible débit de fuite.

L'organe de régulation doit être accessible en tous temps pour l'entretien et pour que l'autorité compétente puisse contrôler son efficacité.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



6.4 Dépotoir et grille de protection

Une surface (chaussée, toiture, etc.) ne doit pas être raccordée directement à un ouvrage de rétention sans passer par un sac d'eaux pluviales ou un dépotoir avec coude plongeur.

Si nécessaire, on installera un dépotoir et/ou une grille de protection en tête de l'ouvrage ou dans l'ouvrage lui-même, pour éviter l'obstruction de l'organe de régulation.

6.5 Fonctionnement en cas d'événement exceptionnel ou de défaillance

Le professionnel responsable de la conception de l'ouvrage doit évaluer les conséquences d'un événement exceptionnel, tel que pluie de temps de retour supérieur au temps de retour de dimensionnement, ou d'une défaillance de l'ouvrage, comme l'obstruction de l'organe de régulation, sur le fonctionnement du système d'évacuation des eaux, en amont et en aval.

En particulier, il s'agit d'évaluer les risques et les conséquences d'inondations ou de mises en charge qui pourraient résulter de ces situations.

6.6 Accès pour l'entretien

L'ouvrage doit être conçu de manière à permettre un entretien facile en tous temps (par exemple nettoyage avec un camion hydro cureur). Un accès doit être prévu à cet effet.

6.7 Cas particuliers

Un ouvrage de rétention ne doit en aucun cas servir de réservoir (par exemple à des fins d'irrigation), à moins qu'il ne soit dimensionné et équipé à cet effet.

D'autre part, aucune modification ultérieure du volume de rétention ou de l'organe de régulation ne doit être apportée sans autorisation préalable de l'autorité compétente.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



7. Entretien

L'entretien des ouvrages de rétention doit être effectué régulièrement, notamment celui des ouvrages de petites dimensions pour lesquels les risques d'obstruction de l'organe de régulation sont plus importants.

Un contrôle tous les 6 mois, au minimum, est indispensable, ainsi qu'après les événements pluvieux importants. Ces contrôles seront effectués par l'exploitant de l'ouvrage.

Le concepteur de l'ouvrage doit fournir à l'exploitant et à l'autorité de surveillance des consignes écrites d'entretien lors de la remise de l'ouvrage de rétention.

8. Contraintes techniques

Pour des raisons techniques (risque important d'obstruction), il est déconseillé d'utiliser des régulateurs dont la plus petite dimension de l'orifice de sortie est inférieure à 7 centimètres.

Si cela est possible, il est préférable d'avoir recours à d'autres types de gestion des eaux que la rétention. Si la rétention s'impose malgré tout, il faudra renforcer les dispositifs de protection (cf. point 6.4) et les consignes d'entretien.

9. Législations fédérales et cantonales

- Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux)
- Ordonnance fédérale du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux)
- Loi cantonale sur les eaux L 2 05 du 5 juillet 1961 et ses règlements d'application.

**Gestion
quantitative
des eaux
pluviales**

**Méthode
simplifiée pour le
dimensionnement
et la conception
des ouvrages de
rétention pour les
petits bassins
versants
urbanisés**



10. Références bibliographiques

- Titre** Intensités des pluies de la région genevoise - Directives IDF 2001
Version Edition 2005
Auteurs DT - Service de l'écologie de l'eau
Diffusion Disponible auprès du DT / Domaine de l'eau
- Titre** Où évacuer l'eau de pluie ? Exemples pratiques : infiltration, rétention, évacuation superficielle
Version Edition 2000
Auteurs Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEPF)
Diffusion Disponible auprès de l'OFEPF
- Titre** Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication. Instructions.
Version L'environnement pratique, 2002
Auteurs Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEPF)
Edition Disponible auprès de l'OFEPF
- Titre** Evacuation des eaux pluviales. Directives sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations
Version Edition novembre 2002 + mise à jour 2004
Auteurs Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)
Edition En vente auprès de la VSA
- Titre** Evacuation des eaux des biens fonds. Conception et réalisation d'installations
Version Norme suisse SN 592'000, 2002
Auteurs Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)
Association suisse des maîtres ferblantiers et appareilleurs (ASMFA)
Diffusion En vente auprès de la VSA
- Titre** Infiltration et rétention des eaux pluviales
Version Bulletin d'information GSA/OPED 2/99, 3ème édition
Auteurs Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne
Diffusion Disponible auprès de l'Office cantonal de la protection des eaux et de la gestion des déchets du canton de Berne
- Titre** Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales
Version Edition 1994
Auteurs Service technique de l'urbanisme - Agences de l'eau
Edition Technique et documentation Lavoisier
- Titre :** Techniques alternatives en assainissement pluvial : choix, conception, entretien
Version : Edition 1994
Auteurs : Y. Azzout, S. Barraud, F.N. Cres, E. Alfakih
Edition : Technique et documentation Lavoisier
- Titre :** Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie
Version : Edition 1994
Auteurs : F. Valiron, J.-P. Tabuchi
Edition : Technique et documentation Lavoisier

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

Elaboration de la méthode

Service pilote:
Service de l'écologie de l'eau

Groupe de travail:
Pierre Grandjean
Eric Werlen
Frédéric Bachmann
Philippe Martin
Georges Clavien

Mandataire externe:
SD Ingénierie Genève SA
Roland Cottier



11. Journal des modifications

Edition	Version	Date
1ère	1.0	Août 2004
2 ^e	1.1	Février 2005

12. Renseignements

République et Canton de Genève
Département du territoire
Domaine de l'Eau
Rue David-Dufour 5
Case postale 206
1211 Genève 8
E-mail : domeau@etat.ge.ch

Renseignements généraux et commandes:

Service de la planification de l'eau
Tél. : 022 327 82 99
Fax : 022 327 46 20

Renseignements techniques:

Service de l'évacuation de l'eau
Tél. : 022 327 47 06
Fax : 022 327 43 24

Ce document peut être commandé à l'adresse ci-dessus et est également disponible sur internet : www.ge.ch/eau
(Rubrique: A votre service - Bases légales)

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

Impressum

Editeur:

République et Canton de Genève
Département du territoire
Domaine de l'Eau
© DomEau,
Genève 2004-2005

Conception graphique:

Christine Serex

Impression:

Atelier de reprographie
DCTI
Imprimé sur papier
100% recyclé



Exemple de dimensionnement

Annexe I

Gestion quantitative des eaux pluviales

Données

Une nouvelle zone industrielle comprenant, notamment, des bâtiments administratifs et une usine de production à toiture plate doit limiter les débits de pointe des eaux pluviales rejetées au cours d'eau à $q_{s\ max} = 20\ l/s/ha$ pour un temps de retour $T = 30\ ans$.

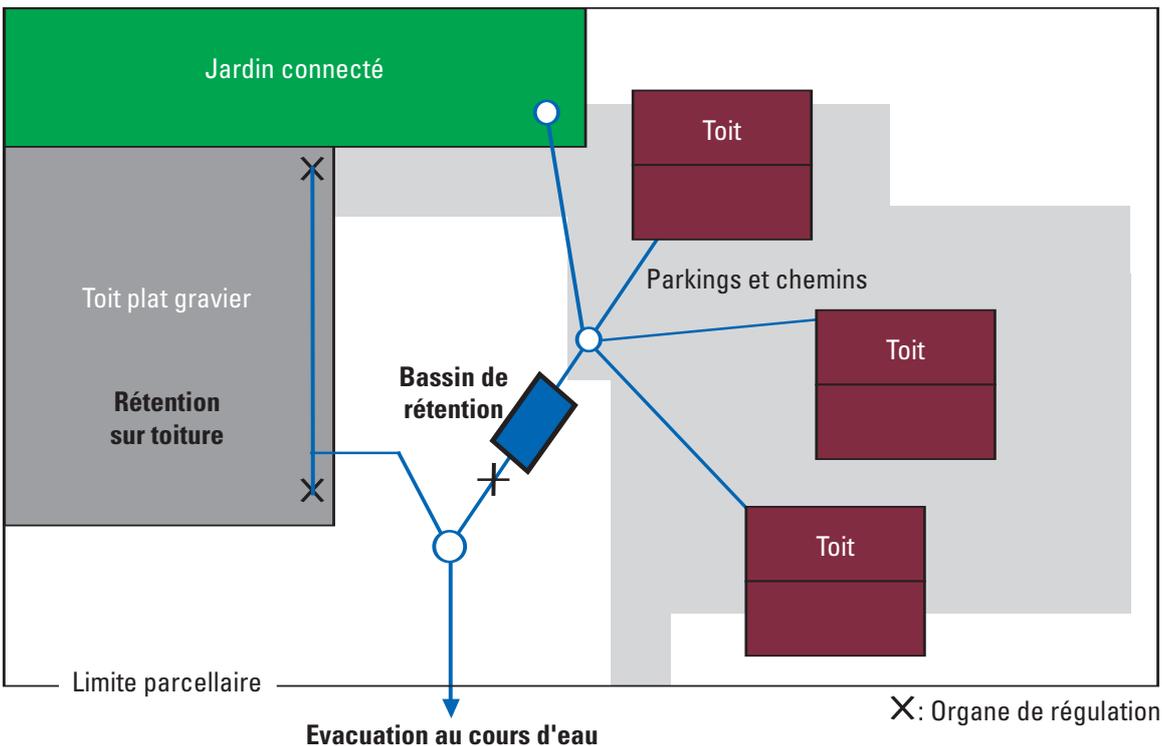
Conception générale

Les eaux pluviales des bâtiments administratifs et de la zone de parking, chemins et jardin sont collectées et acheminées dans un bassin de rétention souterrain en béton armé. En ce qui concerne l'usine de production, les eaux pluviales sont retenues sur la toiture plate qui sera conçue en conséquence.

Remarque

Sur l'ensemble de la parcelle, seules les surfaces connectées au réseau d'évacuation des eaux pluviales sont considérées pour le dimensionnement des installations de rétention.

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



La surface totale de la parcelle est de 3.5 ha dont 2.1 ha de surfaces connectées se répartissant comme suit:

- Toit plat gravier 0.55 ha
- Toitures 0.4 ha
- Parking et chemins 0.8 ha
- Jardin 0.35 ha



Annexe I

Dimensionnement:

		Rétention sur toiture	Bassin de rétention souterrain
Surface à assainir	S	0.55 ha	Total : 1.55 ha Toitures: 0.4 ha Parking et chemin: 0.8 ha Jardin connecté: 0.35 ha
Coefficient de ruissellement volumique (cf. annexe 3)	Ψ_v	0.90	Toitures: 0.95 Parking et chemin: 0.85 Jardin connecté : 0.10
Surface réduite	S_{red}	0.495 ha _{red}	1.095 ha _{red}
Temps de retour	T	30 ans	30 ans
Débit maximum autorisé	$q_{s\ max}$	20 l/s / ha	20 l/s / ha
Débit de sortie maximum $Q_{s\ max} = q_{s\ max} \times S$	$Q_{s\ max}$	11 l/s	31 l/s
Débit de sortie spécifique $q_{s\ max}^* = \frac{Q_{s\ max}}{S_{red}}$	$q_{s\ max}^*$	22.2 l/s / ha _{red}	28.3 l/s / ha _{red}
Choix du coefficient α (cf. annexe 2)	α	0.67	0.67
Débit de sortie moyen $q_{s\ moy}^* = \alpha \times q_{s\ max}^*$	$q_{s\ moy}^*$	14.9 l/s / ha _{red}	19.0 l/s / ha _{red}
Volume spécifique de rétention d'après l'abaque	v_R^*	362 m ³ /ha _{red}	323 m ³ /ha _{red}
Volume utile de rétention $V_R = v_R^* \cdot S_{red}$	V_R	179 m³	354 m³
Surface zone de rétention	A	5'500 m ²	par exemple 200 m ²
Hauteur utile de rétention	h_R	0.0325 m (33 mm)	1.77 m

Dimensionnement des organes de régulation: (cf. annexes 5)

- Pour le bassin de rétention souterrain, il est choisi un orifice calibré dont le diamètre calculé est de 10.6 cm (pour $h_R = 1.77$ m. et $Q_{s\ max} = 31$ l/s).
- Pour le toit plat, le débit maximum de sortie $Q_{s\ max}$ est de 11 l/s. Pour des raisons constructives, ce débit est réparti entre 2 organes de régulation. On choisira donc 2 organes de régulation à 5.5 l/s. S'ils n'existent pas sur le marché, on choisira l'organe de régulation dont le débit est immédiatement inférieur (par exemple 5 l/s) et l'on **recalculera le volume de rétention** avec $Q_{rég\ max} = 10$ l/s en lieu et place du $Q_{s\ max} = 11$ l/s . (ce qui donne $V_R = 188$ m³).

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



Méthode itérative pour déterminer de manière précise $Q_{smoy}(\alpha)$

Annexe II

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

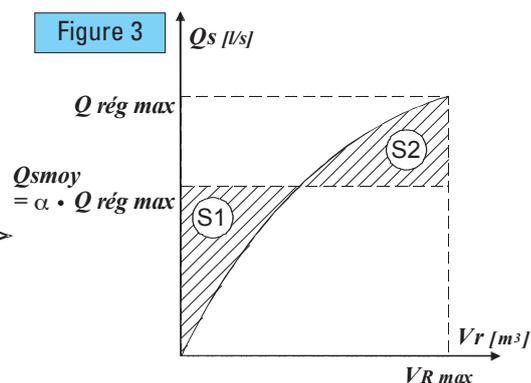
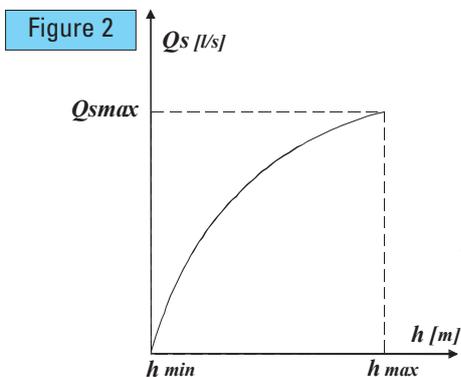
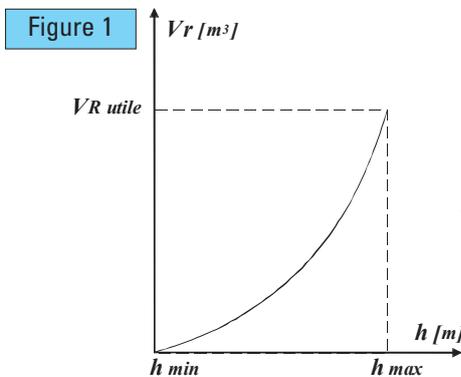
- Effectuer un prédimensionnement du volume de rétention avec :

$$Q_{smoy} = 0.67 Q_{rég max} \quad (\text{coefficient } \alpha = 2/3 = 0.67)$$
- Définir les dimensions de l'ouvrage de rétention et établir la relation :

$$V_r = f(\text{hauteur d'eau}) \quad (\text{voir figure 1})$$
- Choisir un organe de régulation du débit et établir sa relation :

$$Q_s = f(\text{hauteur d'eau}) \quad (\text{voir figure 2})$$
- Sur la base de ces 2 relations, établir la relation :

$$Q_s = f(V_r) \quad (\text{voir figure 3}).$$
- Déterminer les surfaces S1 et S2.
- Si ces surfaces sont significativement différentes, ajuster Q_{smoy} (c'est-à-dire α) de manière à avoir des surfaces S1 et S2 égales. Recommencer itérativement le processus au point 2 avec le nouveau Q_{smoy} et les nouvelles caractéristiques de l'ouvrage de rétention.





Valeurs typiques de coefficients de ruissellement volumiques

Annexe III

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

	Ψ_v
Toitures :	0,95 - 1,00
Toits plats gravier :	0,90
Toits plats à végétalisation extensive :	0,65
Toits de gravier avec natte de coton enherbée :	0,80
Routes, parkings asphalte ou béton :	0,85 - 0,95
Pavés :	0,70 - 0,90
Grilles-gazon :	0,20 - 0,50
Tout-venant compacté :	0,50 - 0,80
Jardins, prés, parcs :	0,10 - 0,20
Vignobles :	0,30 - 0,60

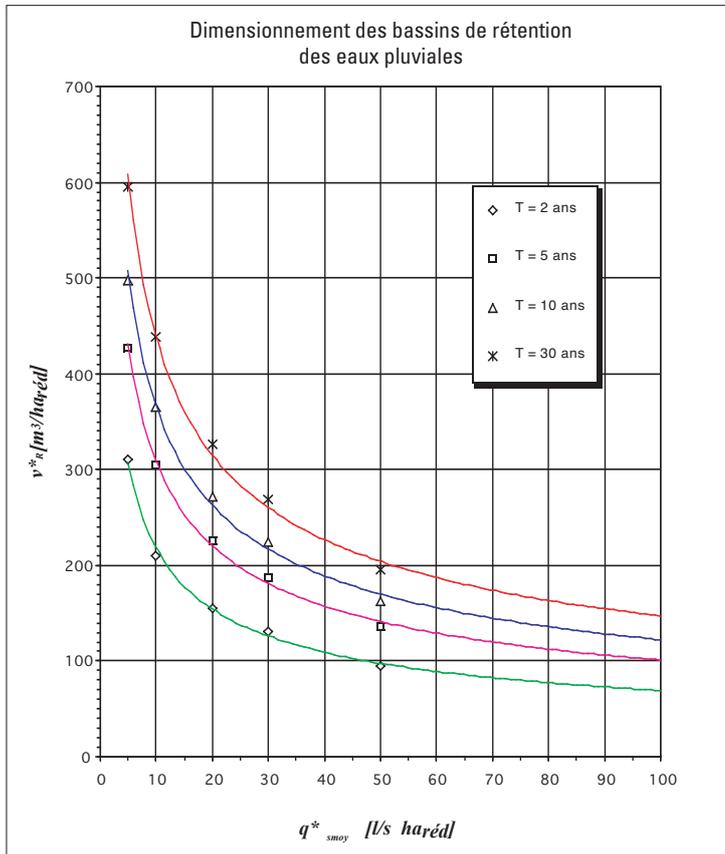


Expression numérique des courbes débits- volume

Annexe IV

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés



Les courbes proposées par la méthode ont les expressions numériques suivantes :

$$T = 2 \text{ ans} : v^*_R [m^3/ha_{réd}] = 684 \cdot (q^*_{smoy} [l/s / ha_{réd}])^{-0.4975}$$

$$T = 5 \text{ ans} : v^*_R [m^3/ha_{réd}] = 940 \cdot (q^*_{smoy} [l/s / ha_{réd}])^{-0.4845}$$

$$T = 10 \text{ ans} : v^*_R [m^3/ha_{réd}] = 1090 \cdot (q^*_{smoy} [l/s / ha_{réd}])^{-0.4753}$$

$$T = 30 \text{ ans} : v^*_R [m^3/ha_{réd}] = 1302 \cdot (q^*_{smoy} [l/s / ha_{réd}])^{-0.4738}$$

Conditions d'application:

- Région d'application: canton de Genève (zone d'application des courbes IDF 2001)
- Type de bassin versant : urbanisé à réponse hydrologique homogène
- Surface de bassin versant: ≤ 5 ha
- Taux d'imperméabilisation: ≥ 20 %
- Temps de retour: $2 \text{ ans} \leq T \leq 30 \text{ ans}$
- Débit de sortie: $5 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{réd} \leq q^*_{smoy} \leq 100 \text{ l/s} / \text{ha}_{réd}$
- Coefficients de ruissellement volumiques: Ψ_v
- Type d'ouvrage de rétention: ouvrage en ligne ou en parallèle, dont la vidange s'effectue en continu.



Exemples d'organes de régulation Orifices calibrés

Annexe V

Descriptif

L'orifice calibré est le plus simple des organes de régulation de débits.

Il consiste en la mise en œuvre d'un orifice à l'exutoire du bassin de rétention, qui fonctionne en charge et dont les dimensions sont calculées en fonction du débit de sortie désiré.

Il existe deux types d'orifices calibrés en fonction des conditions hydrauliques à la sortie du bassin de rétention (voir schémas ci-dessous) : l'**orifice dénoyé** (figure 1) et l'**orifice noyé** (figure 2).

Schéma

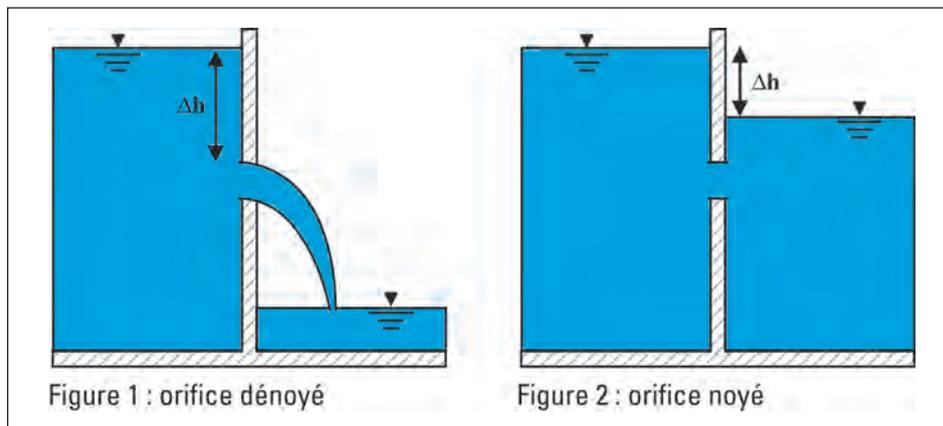


Figure 1 : orifice dénoyé

Figure 2 : orifice noyé

Formules et comportement hydraulique

$$Q_s = \mu S \sqrt{2g \Delta h}$$

$$Q_s = \text{débit de sortie [m}^3/\text{s]}$$

$$\mu = \text{coefficient de l'orifice [-]}$$

$$S = \text{section de l'orifice [m}^2\text{]}$$

$$\Delta h = \text{charge hydraulique [m]}$$

$$g = 9.81 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Domaine d'application

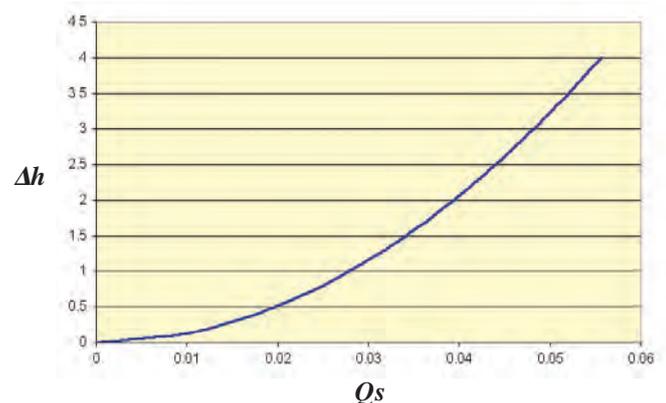
- Petits périmètres urbanisés.
- Pour les petits périmètres urbanisés et en fonction des limitations de débits imposées, le dimensionnement peut conduire à un diamètre de l'orifice trop faible compte tenu des risques d'obstruction.

Commentaires

- Une attention particulière doit être portée lors de la conception de l'ouvrage, afin de limiter tout risque d'obstruction de l'orifice.
- Le débit de sortie de l'orifice est très sensible à la variation de la charge hydraulique sur ce dernier (c.f. formule hydraulique). Le débit de sortie moyen est par conséquent éloigné du débit de sortie maximum. Il faut tenir compte de cet aspect lors de la conception de l'ouvrage.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés





Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

Exemples d'organes de régulation Déversoirs

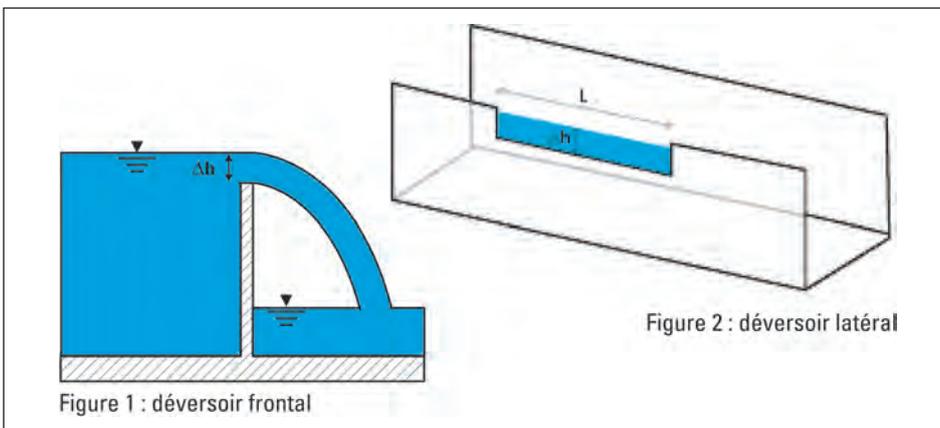
Annexe V

Descriptif

Un déversoir est un dispositif hydraulique muni d'un seuil par-dessus lequel l'eau s'écoule. Dans le cadre des ouvrages de rétention, il est courant de rencontrer 2 types différents de déversoirs, à savoir les **déversoirs frontaux** (figure 1) et les **déversoirs latéraux** (figure 2), ces derniers étant néanmoins moins courants.

Ces 2 types de déversoirs appartiennent à la catégorie générale des **déversoirs à seuil**.

Schéma



Formules et comportement hydraulique

Déversoirs rectangulaires frontaux et latéraux se calculent à l'aide de la même formule mathématique :

$$Q_s = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \Delta h^{\frac{3}{2}}$$

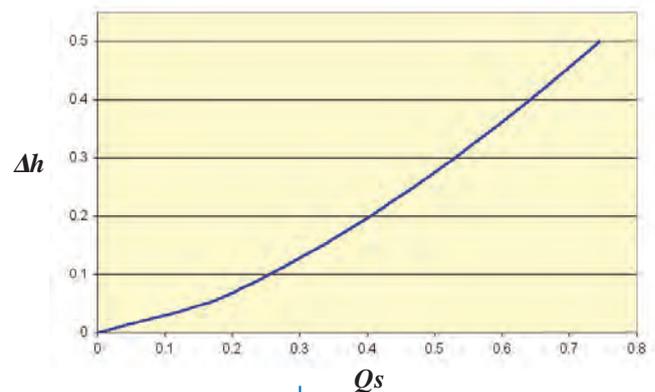
Q_s = débit de sortie [m^3/s]

μ = coefficient du déversoir [-]

L = largeur du déversoir [m]

Δh = hauteur d'eau au-dessus de la lame [m]

g = 9.81 [m/s^2]



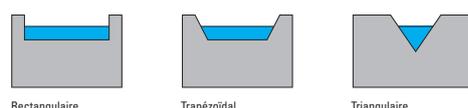
Remarque: cette formule est uniquement applicable pour les déversoirs à seuil rectangulaire.

Domaine d'application

- Pour les petits bassins de rétention, les déversoirs ne sont en général pas utilisés comme organe de régulation compte tenu des débits trop faibles à réguler.
- Ils sont par contre fréquemment utilisés comme ouvrage de sécurité (surverse), en combinaison avec un autre organe de régulation du débit.

Commentaires

- Les déversoirs frontaux peuvent être de formes diverses, le plus fréquemment rectangulaires, trapézoïdaux ou triangulaires.





Exemples d'organes de régulation Régulateurs de débits à effet vortex

Annexe V

Descriptif

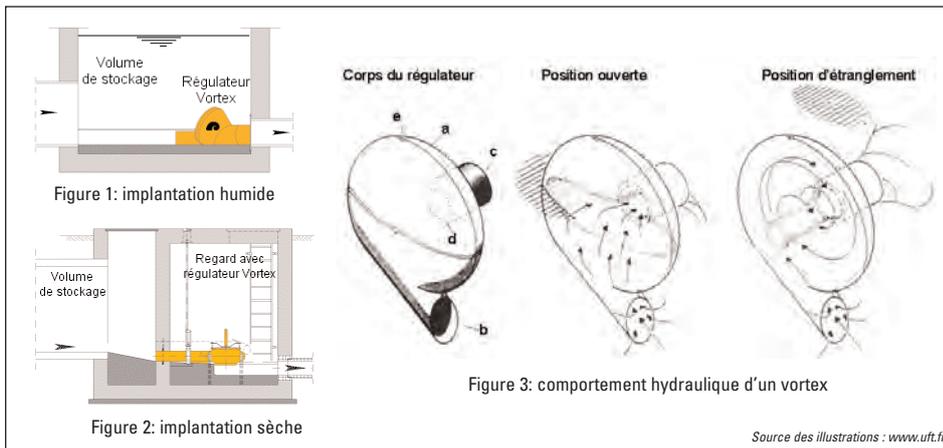
Un régulateur à effet vortex est un dispositif hydraulique constitué d'un corps rigide et hydrodynamique sans pièce mobile.

L'effet de régulation est obtenu par la formation d'un noyau tourbillonnaire dans la chambre du régulateur, rempli d'air, et qui « bouche » la plus grande partie de la sortie.

Les régulateurs se différencient selon leur mode d'implantation (voir figure ci-dessous), soit ils sont disposés directement dans le bassin de rétention (implantation humide), soit ils le sont en aval du bassin dans un regard adjacent (implantation sèche).

En fonction de l'orientation de l'orifice d'entrée, les vortex peuvent être horizontaux ou verticaux.

Schéma



Formules et comportement hydraulique

Le comportement hydraulique d'un régulateur à effet vortex n'est pas décrit par une formule mathématique. Le concepteur du bassin de rétention devra par conséquent se référer aux indications du fabricant (tables, abaques etc.) pour le choix du régulateur.

Lorsque le vortex n'est pas en charge, celui-ci se comporte comme un orifice calibré (position ouverte de la figure 3 ci-dessus).

Lorsque le niveau d'eau augmente, l'air s'échappe par l'orifice «e»

Dès que le niveau d'eau dépasse le sommet de la chambre du vortex, il se crée un courant tourbillonnaire autour d'un noyau d'air (position d'étranglement) et l'organe entre en phase de régulation. La résistance à l'écoulement est importante et le débit de sortie faible.

Domaine d'application

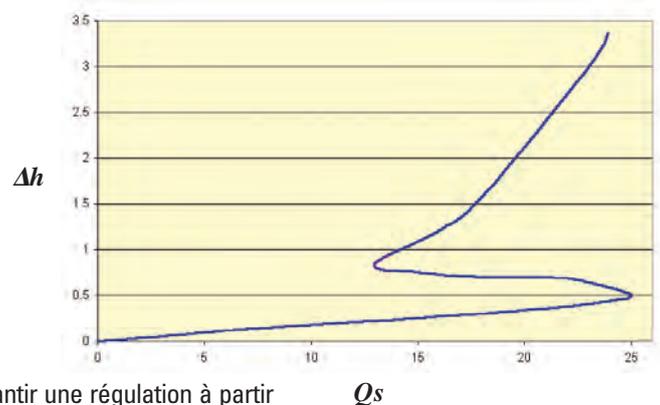
- Les régulateurs de débits à effet vortex peuvent être utilisés tant pour les petits que pour les grands bassins de rétention. Les fournisseurs proposent des vortex pour garantir une régulation à partir d'environ 0.5 l/s.

Commentaires

- La section libre de passage est jusqu'à 6 fois supérieure à celle d'un orifice calibré, pour un même débit de régulation, d'où risque moins grand d'obstruction.
- Compte tenu de la faible influence de la charge d'eau sur le débit de sortie, les caractéristiques hydrauliques d'un régulateur vortex peuvent être intéressantes pour optimiser le volume utile de rétention lorsque la seule contrainte de dimensionnement est un débit de sortie maximum constant.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés





Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

Exemples d'organes de régulation Vanne à flotteur

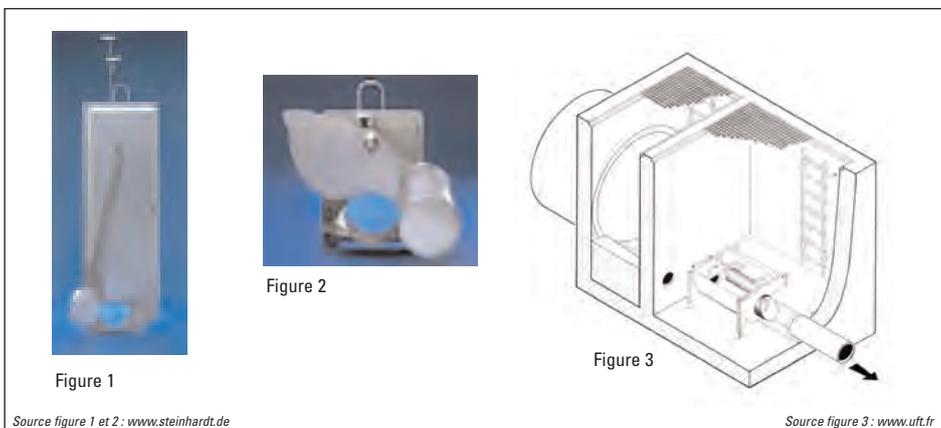
Annexe V

Descriptif

Une vanne à flotteur est composée d'un flotteur relié à un système de transmission mécanique faisant soit pivoter soit glisser un obturateur devant l'orifice d'écoulement ce qui permet d'obtenir un débit de régulation constant (voir figures ci-dessous).

Les vannes à flotteur peuvent être mécaniques ou électromécaniques, au besoin couplées à un système de télégestion.

Schéma



Formules et comportement hydraulique

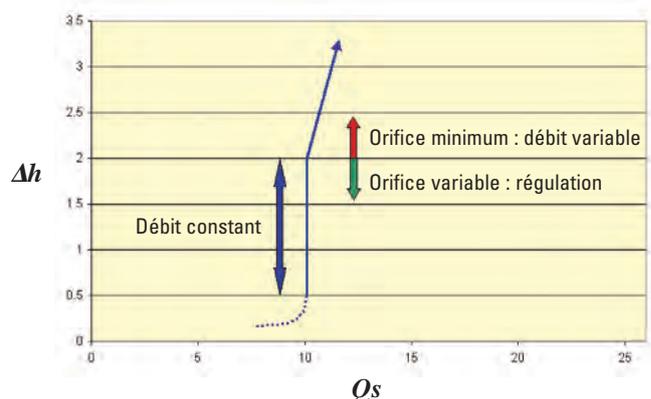
Le comportement hydraulique d'une vanne à flotteur n'est pas décrit par une formule mathématique. Le concepteur du bassin de rétention devra par conséquent se référer aux indications du fabricant (tables, abaques etc.) pour le choix du régulateur.

La figure ci-contre présente la forme typique hauteur-débit que présente une vanne à flotteur.

Pour les petites hauteurs d'eau, le débit régulé n'est pas constant.

A partir d'une certaine hauteur d'eau, le débit régulé est constant.

Au-delà d'une certaine hauteur d'eau, le flotteur est à son niveau maximum, l'orifice de sortie atteint son minimum. Le régulateur se comporte comme un orifice calibré et le débit augmente en fonction de la hauteur dans le bassin.



Domaine d'application

- Débit de sortie : ~ 5 – 2000 l/s

Commentaires

- Les vannes à flotteur présentent des courbes caractéristiques hauteur-débit très intéressantes par rapport à d'autres organes de régulation, lorsque la seule contrainte de dimensionnement est un débit de sortie maximum constant.
- Lorsque le niveau d'eau dans le bassin de rétention est élevé, l'ouverture libre pour le passage de l'eau est extrêmement faible, d'où risque assez élevé d'obturation. Pour remédier à ce problème, il est possible de recourir à des dispositifs spéciaux à doubles vannes.



Exemples d'organes de régulation Régulateurs à membrane

Annexe V

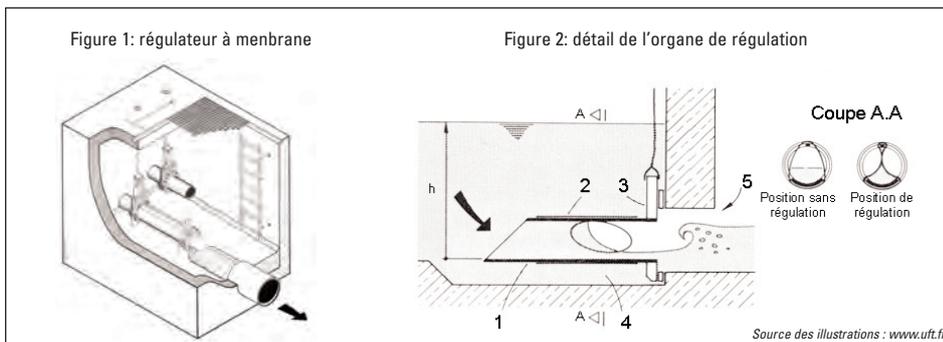
Descriptif

Le fonctionnement du régulateur à membrane est basé sur le phénomène de Bernoulli. Son principe découle des recherches du professeur D. Vischer de l'École Polytechnique Fédérale de Zürich.

Une membrane précontrainte (point 2 de la figure 2 ci-dessous) est enfilée sur un tuyau en plastique (tuyau d'étranglement, 1). Le tuyau présente deux évidements ovales sur les côtés et plonge dans le bassin de rétention.

Quand le niveau augmente dans le bassin, le poids de l'eau presse d'avantage sur le pourtour extérieur de la membrane. Le jet d'eau à vitesse élevée provoque alors une succion dans le tuyau. La membrane s'incurve alors vers l'intérieur des évidements et diminue ainsi la section libre de passage.

Schéma



Formules et comportement hydraulique

Le comportement hydraulique d'un régulateur à membrane n'est pas décrit par une formule mathématique. Le concepteur du bassin de rétention devra par conséquent se référer aux indications du fabricant (tables, abaques etc.)

pour le choix du régulateur.

La caractéristique de débit du régulateur à membrane est déterminée par la forme et les dimensions des deux évidements sur les côtés et l'élasticité de la membrane.

Pour une hauteur d'eau environ trois fois supérieure au diamètre du tuyau d'entrée, la courbe hauteur-débit devient quasiment verticale.

Domaine d'application

- Petits bassins de rétention devant fonctionner avec des débits faibles, voir très faibles.
- Débits de sortie : ~ 2 – 60 l/s

Commentaires :

- Les régulateurs à membrane présentent des courbes caractéristiques hauteur-débit très intéressantes lorsque la seule contrainte de dimensionnement est un débit de sortie maximum constant.
- Le débit peut être modifié ultérieurement par l'installation d'un nouveau tuyau d'étranglement et sa membrane.

Gestion quantitative des eaux pluviales

Méthode simplifiée pour le dimensionnement et la conception des ouvrages de rétention pour les petits bassins versants urbanisés

