

COMMUNE DE BAGNES



GESTION DES EAUX PLUVIALES DE LA COMMUNE DE BAGNES

DIRECTIVES



TABLE DES MATIÈRES

GÉNÉRALITÉS	2
BASES LÉGALES ET NORMES	2
PRINCIPES GÉNÉRAUX	3
Principes de base	3
Mesures de gestion des eaux	3
Délégation	3
Exigences techniques	3
Entretien	4
MESURES PAR ZONES D'INFILTRATION	5
Zones d'infiltration « non admise »	5
Zones d'infiltration « bonne »	6
Zones d'infiltration « moyenne »	7
Zones d'infiltration « mauvaise »	7
DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	8
Pluie de projet	8
Bassin versant et coefficient de ruissellement	8
Description	8
Bassin versant connecté	8
Rétention	9
Description	9
Débit sortant maximum	9
Volume de rétention	9
Infiltration	11
Description	11
Surface d'infiltration	11
ENTRÉE EN VIGUEUR	12
RÉFÉRENCES	12

> GÉNÉRALITÉS

Les exigences en matière de protection des eaux impliquent une gestion qualitative et quantitative des eaux rejetées. Elles visent notamment à assurer un fonctionnement du régime hydrologique (cycle de l'eau) proche du fonctionnement naturel.

Leur mise en œuvre implique d'aller au-delà de la simple séparation des eaux usées et des eaux claires, en prenant des mesures permettant de réduire l'effet de l'imperméabilisation des sols sur le ruissellement de surface. Cette approche permet notamment de pallier les principaux inconvénients des réseaux séparatifs, à savoir l'augmentation des débits d'eaux évacués vers les milieux récepteurs et la réduction de la réalimentation des eaux souterraines.

La présente directive a pour but de définir les exigences en matière de gestion des eaux pluviales sur les biens-fonds privés et publics, et de fournir les éléments techniques permettant de dimensionner et concevoir les ouvrages d'infiltration et de rétention.

Elle est destinée aux architectes, aux ingénieurs, aux personnes qualifiées, à la Commune et aux propriétaires.

> BASES LÉGALES ET NORMES

Selon l'article 7 de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux), les priorités relatives à l'évacuation des eaux des biens-fonds sont les suivantes :

« Les eaux polluées doivent être traitées. Leur déversement dans une eau ou leur infiltration sont soumis à une autorisation cantonale. »

« Les eaux non polluées doivent être évacuées par infiltration conformément aux règlements cantonaux. Si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration, ces eaux peuvent être déversées dans des eaux superficielles ; dans la mesure du possible, des mesures de rétention seront prises afin de régulariser les écoulements en cas de fort débit. Les déversements qui ne sont pas indiqués dans une planification communale de l'évacuation des eaux approuvée par le canton sont soumis à une autorisation cantonale. »

La distinction entre eaux polluées et eaux non polluées est définie dans l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, Art. 3 al. 3)

« Les eaux de ruissellement provenant des surfaces bâties ou imperméabilisées sont en règle générale classées parmi les eaux non polluées si elles s'écoulent :

a. des toits ;

b. des routes, des chemins et des places sur lesquels ne sont pas transvasées, ni traitées ni stockées des quantités considérables de substances pouvant polluer les eaux, et si, en cas d'infiltration, ces eaux sont suffisamment épurées dans le sol ; en évaluant si les quantités de substances sont considérables, on tiendra compte du risque d'accident ;

c. des voies ferrées, s'il est garanti que l'on renonce à long terme à y utiliser des produits phytosanitaires ou si, en cas d'infiltration, une couche de sol biologiquement active permet une rétention et une dégradation suffisantes des produits phytosanitaires. »

De plus amples informations relatives à l'évaluation de la qualité des eaux ruisselées sont disponibles dans la directive « Évacuation des eaux pluviales » publiée par le VSA en 2002, accompagnée des principes de dimensionnement des ouvrages de rétention et d'infiltration.

La réalisation des mesures d'évacuation des eaux des biens-fonds est régie par les normes SN 592000 et SIA 190.

> PRINCIPES GÉNÉRAUX

PRINCIPES DE BASE

Des mesures de gestion des eaux claires sont obligatoires pour chaque parcelle, publique ou privée. Leur mise en œuvre est exigée pour toute nouvelle construction, travaux de réfection ou de transformation exigeant un permis de construire. La Commune peut également exiger la mise en place de mesures de gestion si le réseau d'évacuation public ne présente pas une capacité suffisante.

Les eaux claires doivent être évacuées en priorité par infiltration si les conditions hydrogéologiques le permettent. Le cas échéant, des mesures de rétention sont prescrites en fonction du degré d'imperméabilisation des parcelles.

L'infiltration des eaux claires permet de limiter les débits dans les cours d'eau en cas de pluie. Elle assure également l'approvisionnement en eau des nappes phréatiques.

La rétention dans les zones équipées en séparatif a pour but de limiter les débits de pointe dans les cours d'eau à l'aval du réseau d'assainissement. Dans les zones en système unitaire, elle permet de limiter la surcharge et les déversements d'eaux usées en cas de fortes pluies.

MESURES DE GESTION DES EAUX

Les mesures de gestion des eaux claires ne nécessitant pas de raccordement au réseau public d'évacuation sont à privilégier. De manière générale, les mesures de gestion des eaux préconisées sont définies en fonction de la capacité d'infiltration de la zone sur laquelle se trouve la parcelle concernée. Par ordre de priorité, ces mesures sont :

1. Choisir des solutions d'aménagement permettant de réduire l'imperméabilisation du sol (zone herbeuse, pavé drainant, toiture végétalisée...);
2. Infiltrer les eaux claires en fonction de la capacité d'infiltration du sol;
3. Mettre en place une rétention des eaux claires avant de les diriger dans le réseau de canalisation public.

DÉLÉGATION

La Commune de Bagnes délègue la mise en œuvre et la surveillance des mesures de gestion des eaux claires à ALTIS. ALTIS veille à la conformité légale des projets, conseille les concepteurs et maîtres d'ouvrage, surveille et contrôle les réalisations, et ordonne les éventuelles mises en conformité.

Sur la base de la « loi cantonale concernant la perception des contributions de propriétaires fonciers aux frais d'équipements et aux frais d'autres ouvrages publics » du 15 novembre 1988, la Commune de Bagnes, par ALTIS, peut faire appel à contribution pour la réalisation des canalisations desservant au moins deux parcelles.

EXIGENCES TECHNIQUES

La conception et la réalisation des installations d'infiltration, de rétention et de prétraitement doivent être assurées par un mandataire qualifié.

Dans le cadre du dossier de mise à l'enquête et pour tout ouvrage de gestion des eaux claires, le propriétaire ou son mandataire établit un dossier technique à l'attention d'ALTIS, comprenant les points suivants :

- extrait cadastral situant l'ouvrage de rétention ;
- plan et décompte des surfaces raccordées à l'ouvrage, ainsi qu'une note de dimensionnement ;
- coupe et plan de l'ouvrage de rétention ;
- documentation technique du régulateur de débit.

Exception faite des toitures végétalisées, les eaux acheminées vers un ouvrage de gestion des eaux claires doivent obligatoirement transiter par un dépotoir avec coude-plongeur ou tout autre dispositif permettant de retenir des éléments charriés par les eaux.

Tout ouvrage de gestion des eaux doit être équipé d'un dispositif d'accès permettant d'assurer en tout temps le contrôle de son bon fonctionnement et la maintenance. Pour les ouvrages souterrains, les accès de contrôle et de maintenance doivent être situés à proximité immédiate de l'organe de régulation.

Lorsque l'ouvrage est réalisé, un dossier de maintenance doit être remis par le concepteur au propriétaire. Une copie est adressée à l'autorité compétente.

ENTRETIEN

Le propriétaire ou l'exploitant de l'ouvrage de gestion doit s'assurer de :

- l'existence et la disponibilité d'un dossier de maintenance ;
- la sécurité des personnes effectuant la maintenance.

Les ouvrages de gestion des eaux claires doivent faire l'objet d'un contrôle et d'un entretien périodiques, à charge du propriétaire. Ils doivent être nettoyés au minimum une fois par année afin d'éliminer les défauts qui pourraient entraver leur fonctionnement.

Un contrôle doit être effectué après chaque orage important. ALTIS veille à ce que ces contrôles et entretiens soient assurés.

> MESURES PAR ZONES D'INFILTRATION

Le Plan Général d'Évacuation des Eaux (PGEE) définit les zones d'infiltration. Elles sont classées en quatre zones spécifiques selon leurs caractéristiques d'infiltration :

- Non admise ;
- Bonne : capacité spécifique d'infiltration supérieure à 10 l/min/m², ou la perméabilité $K > 2 \cdot 10^{-4}$ m/s
- Moyenne : capacité spécifique d'infiltration comprise entre 2 et 10 l/min/m², ou la perméabilité $2 \cdot 10^{-4}$ m/s $> K > 2 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Mauvaise : capacité spécifique d'infiltration est comprise entre 0.5 et 2 l/min/m², ou la perméabilité $K < 2 \cdot 10^{-5}$ m/s

Dans les secteurs présentant un risque de glissement lent, des mesures d'infiltrations diffuses peuvent être envisagées et doivent faire l'objet d'une étude hydrogéologique par un spécialiste.

Les déversements des ouvrages en cas de surcharge doivent être localisés de manière à minimiser les dégâts potentiels.

ZONES D'INFILTRATION « NON ADMISE »

L'infiltration est interdite dans ces zones pour une des raisons suivantes :

- Captages et sources ;
- Zone de protection des eaux souterraines (sauf S3) ;
- Nappe subaffleurante (profondeur < 1 m) ou zone humide ;
- Site pollué ;
- Zone de danger d'effondrement, ou zone sur gypse ;
- Zone en danger de glissement moyen et élevé ;
- Remblais.

Par conséquent, des mesures de rétention doivent être mises en place en amont du réseau d'eau pluviale, au niveau de la parcelle ou éventuellement du quartier, tel qu'illustré schématiquement dans la Figure 1.



Figure 1 - Principe des mesures de gestion d'eau pluviale pour les zones d'infiltration non admise ou mauvaise.

Sur cette figure et les suivantes, les traits rouges représentent des conduites d'eaux usées, et les traits bleus des conduites d'eaux claires. Cette zone est donc aménagée en réseau séparatif, mais avec rétention des eaux claires avant de les amener dans le réseau correspondant. Si elle n'est pas mentionnée dans le PGEE, la restitution directe des eaux claires dans le milieu récepteur (exemple (*) à droite de cette figure) est soumise à une autorisation cantonale.

ZONES D'INFILTRATION « BONNE »

Dans les secteurs d'infiltration « bonne » et en l'absence d'autres informations fournies par un spécialiste, les mesures de gestion par infiltration ponctuelle ou diffuse sont systématiquement mises en place. La gestion des eaux claires ne nécessite a priori pas d'ouvrage de rétention ou de connexion au réseau d'assainissement (Figure 2). Ces secteurs ne sont pas équipés en réseau séparatif. Il est interdit de raccorder les trop-pleins des ouvrages d'infiltration au réseau d'eaux usées.



Figure 2 - Principes des mesures de gestion d'eau pluviale pour les zones d'infiltration bonne.

ZONES D'INFILTRATION « MOYENNE »

Dans les secteurs d'infiltration « moyenne » et en l'absence d'autres informations fournies par un spécialiste, des mesures de gestion par infiltration ponctuelle ou diffuse doivent systématiquement être évaluées. Elles peuvent être combinées avec des mesures de rétention afin de répondre aux objectifs de gestion des eaux à la parcelle (Figure 3).

Ces secteurs ne sont pas équipés en réseau séparatif. Il est interdit de raccorder les trop-pleins des ouvrages d'infiltration ou de rétention au réseau d'eaux usées.

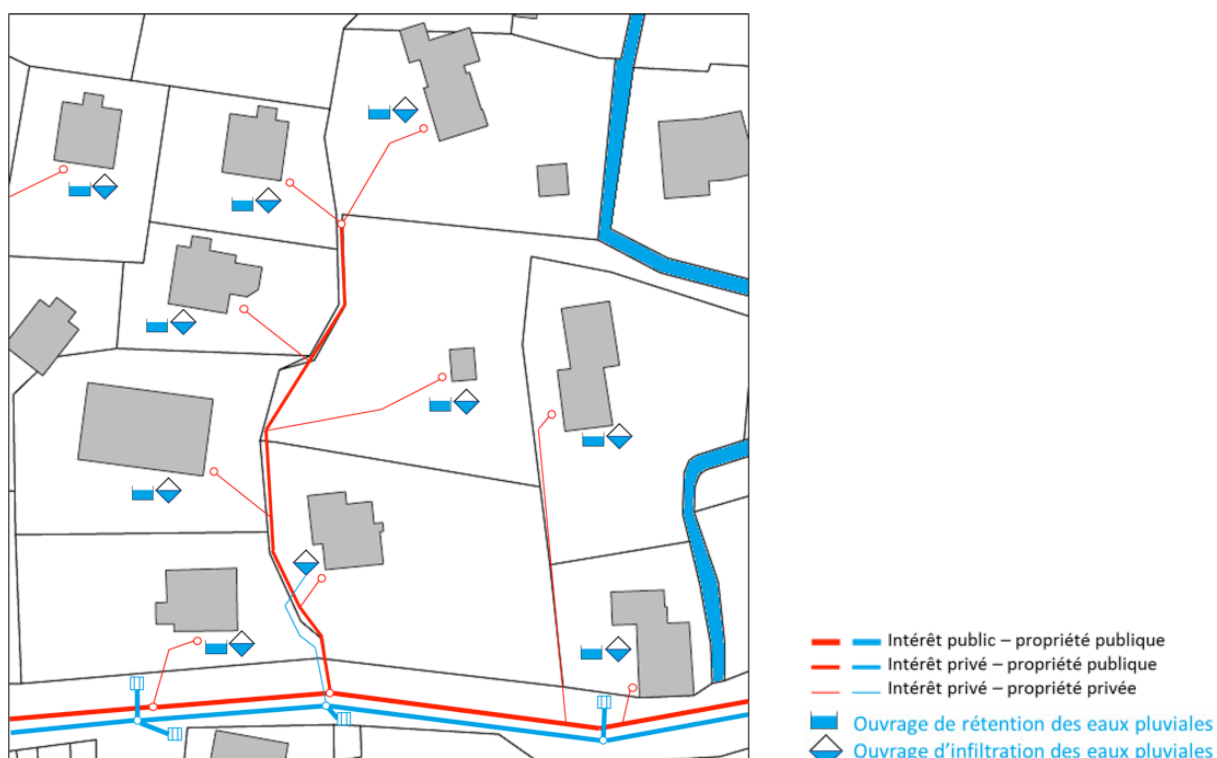


Figure 3 - Principes des mesures de gestion d'eau pluviale pour les zones d'infiltration moyenne.

ZONES D'INFILTRATION « MAUVAISE »

Dans les zones d'infiltration « mauvaise », l'infiltration ponctuelle ou diffuse peut être étudiée et envisagée de cas en cas, mais elle n'est a priori pas recommandée. La mauvaise capacité d'infiltration demanderait des ouvrages trop importants.

Par conséquent, le mode de gestion des eaux pluviales dans ces zones est similaire à celui des zones d'infiltration « non admise » (Figure 1).

> DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

Ce chapitre précise les bases techniques du dimensionnement des ouvrages d'infiltration et de rétention sur la Commune de Bagnes.

En l'absence d'autres informations fournies par un spécialiste, le dimensionnement des installations d'évacuation des eaux pluviales devra respecter les hypothèses présentées dans ce chapitre.

PLUIE DE PROJET

Le calcul de l'intensité de la pluie de projet s'effectue selon le document « Pluies genevoises, Intensités des pluies de la région genevoise Directive IDF 2009 », Version 2.0, novembre 2010. Malgré un éloignement géographique évident avec Genève, cette directive propose actuellement la meilleure estimation des intensités pour les pluies de courte durée, particulièrement critiques pour la gestion décentralisée des eaux pluviales. Le Canton de Fribourg a récemment publié une directive concernant les pluies de projet, mais la formulation proposée est cependant moins pratique pour un résultat extrêmement proche des « pluies genevoises ». Et finalement, les « pluies genevoises » ne sont qu'une généralisation et amélioration de la formule de Talbot proposée dans la norme VSS SN 640 350 de 2001.

L'intensité i de la pluie pour une durée d'averse t et un temps de retour T donnés se calcule par : $i = 1.1(a + b \cdot \ln t)$

où : i est l'intensité de la pluie en [mm/h]

T est le temps de retour exprimé en [année]

a et b sont deux paramètres donnés par :

$$a = \frac{994.3}{7.03 + t} \quad \text{si } \leq 15.0$$

$$a = 285 \cdot t^{-0.681} \quad \text{si } > 15.0$$

$$b = \frac{320.7}{8.52 + t} \quad \text{si } \leq 22.5$$

$$b = 99.0 \cdot t^{-0.725} \quad \text{si } > 22.5$$

où t est la durée de l'averse exprimée en [min].

En l'absence d'autres informations fournies par un spécialiste, le dimensionnement des installations d'évacuation des eaux pluviales se calcule avec :

$T = 5$ ans et $t = 10$ minutes

Dans ces conditions standards, l'intensité de la pluie de projet vaut donc $i = 94.9$ [mm/h].

BASSIN VERSANT ET COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Description

L'application concrète de cette directive implique une définition correcte du bassin versant capté par l'ouvrage de gestion des eaux pluviales, ainsi que de son coefficient de ruissellement.

Bassin versant connecté

Au niveau d'une parcelle, plusieurs surfaces peuvent être définies :

- A_p : la surface de la parcelle cadastrale : En général, cette information est très simple à obtenir. Mais cette surface n'est d'aucune utilité dans le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales.
- A : la surface connectée au système de gestion des eaux pluviales. D'un point de vue hydrologique, il s'agit de la surface du bassin versant de l'ouvrage à dimensionner. En règle générale, toutes les surfaces construites, et qui ne se trouvent plus à l'état naturel, devraient être connectées. En particulier, les surfaces de toitures, des places et des routes sont incluses dans cette surface. Cette surface est à la base du dimensionnement.

- A_r : la surface réduite. Cette notion de l'hydrologie désigne la surface imperméable, équivalente en termes de production de débit à la surface connectée. Elle s'obtient par l'intermédiaire du coefficient de ruissellement C_R :

$$A_r = C_R A$$

$$C_R = \frac{\sum C_i A_i}{A}$$

- A_i : la surface correspondant à un certain type d'aménagement dont le coefficient de ruissellement C_i peut être estimé selon le tableau suivant :

Type d'aménagement	C_i
Toitures	0.95 – 1.00
Toits plats graviers	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

RÉTENTION

Description

La rétention désigne un phénomène physique se produisant dans un écoulement non stationnaire au travers d'un réservoir. Le débit de pointe de l'hydrogramme entrant est diminué en sortie, par stockage temporaire d'un volume d'eau qui s'écoule ensuite plus longtemps. L'hydrogramme sortant présente un débit de pointe plus petit (effet diffusif) et une plus grande durée (effet convectif) tout en conservant le même volume.

Ce système est donc utilisé pour limiter un débit en aval.

Le phénomène de rétention introduit la notion de durée critique de la pluie, à ne pas confondre avec le temps de concentration du bassin versant (par défaut 10 min). La durée critique de la pluie est celle qui produit le plus grand débit sortant. Elle est toujours supérieure au temps de concentration, et dépend de plusieurs facteurs comme la surface de la retenue et les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage de sortie. Sa détermination n'est pas triviale et demeure du ressort d'un spécialiste. La méthode simplifiée de dimensionnement présentée dans ce chapitre inclut évidemment cette notion.

Débit sortant maximum

Le débit sortant maximum Q_{max} du système de rétention est calculé selon la relation suivante: $Q_{max} = \frac{i \cdot A \cdot C_{naturel}}{3600}$

Q_{max} [l/s]: Débit maximum pouvant être rejeté en aval de la parcelle

i [mm/h]: intensité de la pluie, par défaut 94.9 [mm/h]

A [m²): surface connectée au bassin de rétention

$C_{naturel}$ [-]: coefficient de ruissellement de la parcelle dans son état naturel, par défaut 0.1.

Cette équation exprime le principe suivant: après construction et imperméabilisation d'une partie du sol, le débit maximum rejeté ne peut pas être supérieur au débit produit dans l'état naturel de la parcelle.

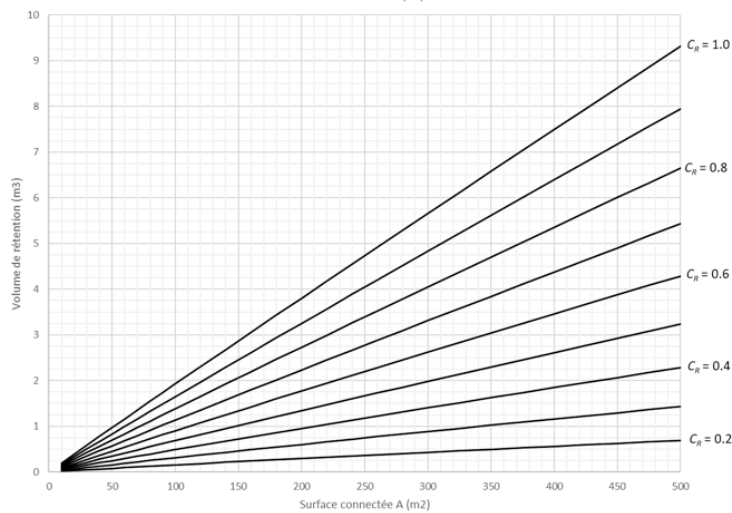
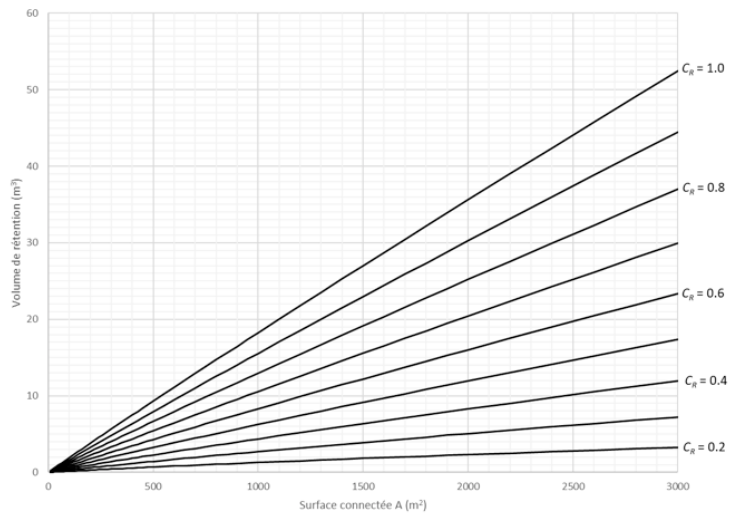
En secteur de montagne, il est recommandé d'utiliser la valeur $C_{naturel} = 0.1$. Cette valeur est systématiquement utilisée sur la Commune de Bagnes.

Avec les valeurs proposées par défaut, le débit maximum de rejet vaut: $Q_{max} = 0.2636\% \cdot A$

La durée de pluie considérée ici est de 10 min. par défaut. Cette durée correspond au temps de concentration du bassin versant.

Volume de rétention

Avec les notions de surface connectée A et de coefficient de ruissellement C_R déterminés, et pour respecter le débit sortant maximum Q_{max} , le volume de rétention nécessaire est donné sur les figures suivantes.



Volume de rétention en fonction de la surface connectée et du coefficient de ruissellement.

Sous forme analytique, cette relation graphique peut s'exprimer comme suit :

$$a = 1.700 \cdot 10^{-7} C_R^2 - 5.875 \cdot 10^{-7} C_R$$

$$b = 8.895 \cdot 10^{-3} C_R^2 + 1.104 \cdot 10^{-2} C_R - 1.210 \cdot 10^{-3}$$

Et: $V = aA^2 + bA$

Où V est le volume nécessaire de rétention. Le coefficient de corrélation entre les valeurs simulées et les valeurs calculées avec cette formulation dépasse les 0.999.

Cet abaque a été obtenu par simulation numérique. Le modèle hydrologique choisi est SWMM avec les hypothèses suivantes:

$$L = B = \sqrt{A}$$

$$J_0 = 5\%$$

$$K = 5 \frac{m^{1/3}}{s}$$

Avec L et B la longueur, respectivement la largeur du plan équivalent, J_0 la pente et K le coefficient de Strickler.

La loi de sortie du bassin de rétention a été simplifiée, en considérant un débit sortant constant égal à 85 % du débit sortant maximum Q_{max} .

Pour des cas particuliers qui demande l'appui d'un spécialiste, ces méthodes et hypothèses peuvent constituer une première base de travail, cohérente avec la présente directive.

Pour information, les durées critiques de pluies, citées dans le chapitre d'introduction, présentent les valeurs suivantes, en fonction du coefficient de ruissellement, et entre une surface de 10 m² et de 3000 m²:

CR	Durée critique de pluie (minutes)
0.2	10.33 – 12.13
0.3	14.33 – 17.07
0.4	19.33 – 22.93
0.5	25.33 – 30.53
0.6	32.86 – 38.66
0.7	40.86 – 47.33
0.8	49.33 – 56.40
0.9	58.40 – 66.06
1.0	67.46 – 75.93

Infiltration

Description

Dans les zones où l'infiltration est qualifiée de bonne et moyenne, un ouvrage d'infiltration des eaux pluviales doit être réalisé. Techniquement, il n'est pratiquement pas possible de réaliser de l'infiltration sans simultanément engendrer une rétention. En effet, un ouvrage d'infiltration présente toujours un volume utile, qui induit un effet de rétention.

Ces ouvrages peuvent présenter de multiples aspects, mais cette directive les classe en deux catégories :

- Les éléments modulaires à structure alvéolaire : il s'agit de « caissons » d'infiltration qui peuvent se trouver dans le commerce. Ils offrent l'avantage d'être simplement mis en place et de proposer une grande perméabilité. Ainsi, la quasi-totalité du volume d'excavation est utile pour l'infiltration et la rétention.
- Les puits, les tranchées, les bassins remplis de graviers ou de petits blocs : ces systèmes sont les plus connus et les plus courants. Ils sont simples et économiques à réaliser. Cependant, la porosité de ces ouvrages est limitée, ce qui limite l'effet de rétention et augmente la surface et le volume à mettre en place.

Surface d'infiltration

La surface d'infiltration nécessaire s'exprime par :

Cette équation exprime le fait que la surface d'infiltration est une part de la surface réduite, le coefficient de proportionnalité étant le paramètre α .

$$A_{inf} = \alpha A_R = \alpha C_R A$$

Par simulation numérique, il est constaté que ce coefficient de proportionnalité ne reste pas tout à fait constant en fonction des surfaces connectées. Mais cette variation est si faible, en regard des autres hypothèses admises ici (en particulier le coefficient de perméabilité des sols) qu'elle n'est pas considérée dans cette directive simplifiée.

Par conséquent, le volume de l'ouvrage d'infiltration vaut :

Où h_d est la hauteur de dimensionnement de l'ouvrage, fixée à une valeur précise dans le cadre de cette directive.

$$V = A_{inf} h_d$$

Le tableau ci-dessous indique les valeurs du paramètre α à prendre en compte dans les divers cas traités par ce document :

	Type module $h_d = 0.66$ m	Type gravier $h_d = 0.80$ m
Infiltration bonne	2.1 %	4.2 %
Infiltration moyenne	4.5 %	10.0%

Valeurs du coefficient α pour les différentes zones d'infiltrations et les différents types d'ouvrages.

Comme pour la rétention, ce résultat a été obtenu par simulation numérique. Le modèle hydrologique est également SWMM, paramétré comme pour la rétention. Le débit de sortie est constant et vaut simplement le produit du coefficient de perméabilité et de la surface d'infiltration. Cela signifie que les bords de l'ouvrage d'infiltration ne participent pas.

Pour les catégories de zones d'infiltration, le coefficient de perméabilité moyen est pris à 2^e-4 m/s, respectivement 2^e-5 m/s. Le principe d'ouvrage en module prévoit une perméabilité de 1.0 pour une hauteur de 66 cm. Ces chiffres correspondent à un module standard de la marque Rigofill. Pour le principe de construction avec remplissage gravier, la perméabilité considérée est de 0.25, avec une hauteur d'exécution de 80 cm.

Si le projet ne correspond pas à ces hypothèses standards, un dimensionnement par un spécialiste est requis.

ENTRÉE EN VIGUEUR

La présente directive entre en vigueur le 1^{er} juillet 2017.

RÉFÉRENCES

- Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) du 24 janvier 1991 (Etat le 1^{er} janvier 2017)
- Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998 (Etat le 7 février 2017)
- Loi cantonale sur la protection des eaux (LcEaux) du 16 mai 2013
- Loi cantonale concernant la perception des contributions de propriétaires fonciers aux frais d'équipements et aux frais d'autres ouvrages publics du 15 novembre 1988,
- Directive « Évacuation des eaux pluviales » du VSA de novembre 2002
- Norme SN 592 000
- Norme SIA 190
- Plan général d'évacuation des eaux (PGEE) de la Commune de Bagnes