

Précision pour de la définition de la zone C du Règlement de zonage des eaux pluviales Annexe du PLUi

C - Rejet supplémentaire interdit

Sur ces zones tout rejet d'eaux pluviales supplémentaires par rapport à l'état actuel est interdit, **pour une pluie décennale. Une étude hydraulique préalable est nécessaire pour définir l'état actuel des écoulements, et justifier des dispositions techniques permettant de limiter le rejet futur à une valeur inférieure au rejet actuel.**

Dans le cas d'un projet immobilier sur une parcelle déjà urbanisée, l'aménageur devra justifier de solutions techniques limitant le débit rejeté dans le réseau à 3L/s/ha pour une pluie décennale afin de ne pas aggraver la situation actuelle.

Cette règle est appliquée aux zones déjà fortement urbanisées présentant des problèmes hydrauliques dans l'état actuel. Ce règlement est appliqué dans les parties aval des communes de Deauville, Benerville-sur-Mer, Blonville-sur-Mer, Villers-sur-Mer, Saint-Arnoult, Touques et Trouville-sur-Mer.

Il convient de compléter l'annexe 3 (formulaire) du règlement :

- La formule rationnelle pour le calcul du débit de pointe en milieu naturel,
- Un tableau des valeurs usuelles pour les coefficients de ruissellement à prendre en compte.

*Proposition de compléments à l'annexe 3 du règlement du zonage des eaux pluviales
(octobre 2018)*

ANNEXE 3

FORMULAIRE

Calcul des débits pluviaux avec la méthode rationnelle

Cette méthode de calcul historique (Mulvanay – 1850) est utilisée en Europe pour déterminer les débits de ruissellement consécutifs à des précipitations orageuses. Elle permet d'évaluer le débit de ruissellement à partir de données simples :

$$Q = C.I.A*10/60$$

avec :

- ✓ Q : débit résultant en aval du bassin versant considéré en m³/s,
- ✓ C : coefficient de ruissellement (sans unité) sur le bassin versant,
- ✓ I : intensité de l'orage de durée T(mn) pour la fréquence d'occurrence retenue,
 - $I \text{ (mm/mn)} = a * T^b$ avec les coefficients de Montana (calés à Caen-Carpique pour l'occurrence décennale, calée sur 6mn-1h), suivants :
 - a = 4,351
 - b = -0,534
- ✓ A : surface du bassin versant amont en hectares.

Le débit obtenu à l'exutoire du bassin versant considéré est maximal lorsque la durée des précipitations correspond au temps de concentration du bassin versant (Tc).

Calcul du débit de pointe par la méthode de Caquot

La circulaire interministérielle CG 1333 du 22 février 1949 a présenté une formulation pour le calcul du débit de pointe résultant de précipitations en zone urbaine (formule dite de CAQUOT). Il s'agit en fait de la formule rationnelle appliquée à un réseau d'assainissement urbain avec prise en compte du stockage dans les canalisations.

La commission LORIFERME a revu cette approche sur les bases des travaux de Michel DESBORDES (thèse de Docteur-Ingénieur), ce qui a conduit à l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations, dont la circulaire interministérielle INT 77-284 du 22 juin 1997 en préconise l'utilisation.

L'établissement des formules publiées dans cette instruction technique pour l'estimation des débits de pointe résultant de pluies de projet sur des bassins versants urbains dans le domaine de validité suivant :

- ✓ surface comprise entre 1 et 200 ha (calage de la formule sur un panel de bassins versants de 5 à 20 hectares),
- ✓ imperméabilisation supérieure à 0,20,
- ✓ pente moyenne comprise entre 2 mm/m et 50 mm/m,

Elle résulte d'une étude statistique¹ d'une population de données relatives à l'observation d'événements, qui prend en compte les phénomènes suivants :

- ✓ caractéristiques de la pluviométrie locale (lois de MONTANA),
- ✓ abattement spatial de la pluie,
- ✓ caractéristiques du bassin versant,
- ✓ stockage des volumes ruisselés dans les canalisations.

A partir de l'expression générale de la formule rationnelle, cette approche a conduit à la formulation suivante pour un bassin versant :

$$Q_p = m \cdot \alpha \cdot I^\beta \cdot C^\gamma \cdot A^\delta$$

avec :

- ✓ Q_p : débit de pointe en m^3/s ,
- ✓ m : coefficient dépendant de l'allongement du bassin versant,
- ✓ I : pente moyenne en m/m,
- ✓ C : coefficient de ruissellement (compris entre 0 et 1),
- ✓ A : surface en hectares,
- ✓ $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: coefficients dépendant de la pluviométrie locale pour un temps de retour donné.

| Module de calcul des coefficients des formules de Caquot à partir des coefficients de Montana (Caen-Carpique, 10 ans, 6 minutes-1 heure) | | | | | | | | | |
|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--|
| a | b | alpha | béta | gamma | delta | μ | ν | η | |
| 4.351 | -0.534 | 0.947 | 0.259 | 1.181 | 0.802 | 0.647 | 0.219 | 0.679 | |
| | | | J | C | A | | | | |

Des travaux complémentaires de Monsieur DESBORDES (TSM juillet 1984) ont permis de prendre en compte de façon numérique l'importance de l'allongement du bassin versant

$$m = [L/2 / \sqrt{A}]^{0.7 \cdot b}$$

avec :

- ✓ m : coefficient correctif du débit de pointe (sans dimension),
- ✓ L : chemin hydraulique en hm,
- ✓ A : surface en hectares,
- ✓ b : coefficient de la loi de MONTANA ($-0.9 < b < -0.5$).

¹ Voir thèse de docteur-ingénieur en 1974 : «Réflexions sur les méthodes de calcul des réseaux urbains d'assainissement pluvial».

Choix du coefficient de ruissellement

Pour déterminer le coefficient de ruissellement **sur une zone à aménager**, on utilisera les valeurs suivantes pour le coefficient d'imperméabilisation, selon le type de couverture du sol :

- ✓ Surfaces perméables, espaces verts : 0,1
- ✓ Toitures terrasses (végétalisées ou stockantes) : 0,2
- ✓ Toiture, voirie, stationnement, bassin de rétention : 1

Le coefficient d'imperméabilisation global sera calculé en pondérant les surfaces concernées par ces coefficients élémentaires. Le coefficient de ruissellement sera pris égal à ce coefficient d'imperméabilisation calculé.

Pour un secteur naturel ou déjà aménagé on pourra utiliser des coefficients de ruissellement globaux présentés dans le tableau suivant.

Tableau : Coefficient de ruissellement en fonction de l'occupation du sol

| Occupation du sol | Coefficient de ruissellement |
|---------------------------------|------------------------------|
| Terrain naturel, prairie, forêt | 10% |
| Terres cultivées, champs | 15% |
| Habitat peu dense | 30% |
| Zone résidentielle | 50% |
| Centre ville | 80% |
| Zone d'activité économique | 90% |

Évaluation du temps de concentration

La détermination du temps de concentration d'un bassin versant est une étape importante dans la mesure où elle conditionne l'estimation du débit de pointe résultant, en aval du bassin versant considéré, en fonction de la pluie de projet retenue.

Physiquement, le temps de concentration d'un bassin versant constitue sa durée de réponse aux phénomènes pluviométriques. Il correspond sommairement au temps d'écoulement à travers le bassin versant, de la goutte d'eau tombée le plus en amont sur le bassin versant.

Il existe dans la littérature des hydrologues de nombreuses formules de calcul du temps de concentration d'un bassin versant ; nous tiendront les deux suivantes, en fonction de l'urbanisation sur le bassin versant considéré.

Pour les **bassins versants urbains** ($C \geq 0,20$), la formule la plus appropriée résulte des travaux de Michel DESBORDES (voir la revue TSM - juillet 1984) qui complètent l'instruction technique en prenant en compte l'allongement du bassin versant :

$$T_c = 0,0176 \cdot L^{0,69} \cdot I^{-0,41} \cdot A^{0,184} \cdot Q_p^{-0,354}$$

avec :

- ✓ Tc : temps de concentration en minutes,
- ✓ L : chemin hydraulique en mètres,
- ✓ I : pente moyenne en m/m,
- ✓ A : surface du bassin versant en hectares,
- ✓ Qp : débit de pointe en m³/s.

Ce temps de concentration intègre implicitement le stockage des eaux de ruissellement dans les collecteurs d'assainissement.

Pour les **bassins versants ruraux**² (imperméabilisation inférieure à 0,20) et même urbains, la formule suivante peut être utilisée :

$$Tc = L / (1,36 \cdot \sqrt{I} \cdot (1 + 5 \cdot C))$$

avec :

- ✓ Tc : temps de concentration en secondes,
- ✓ L : chemin hydraulique en mètres,
- ✓ I : pente moyenne en m/m,
- ✓ C : coefficient de ruissellement (sans unité).

Cette expression résulte de l'emploi de la formule de l'écoulement à surface libre dite de MANNING-STRICKLER (voir paragraphe sur le dimensionnement des canalisations) avec un rayon hydraulique de 0,05 m et une approximation du coefficient de rugosité en fonction de l'imperméabilisation.

Calcul du Lag-Time

Les hydrologues utilisent également une autre durée caractéristique d'un bassin versant le « **Lag-Time** » qui correspond au temps séparant les centres de gravité du hétérogramme de la pluie et de l'hydrogramme des débits, au sens mathématique.

Différentes formules existent pour déterminer ce Lag-Time, noté « **K** » ; des études américaines ont montré une relation simple avec le temps de concentration d'un bassin versant :

$$K \approx 0,7 \cdot Tc.$$

En France, c'est généralement la formule de CHOCAT qui est utilisée :

$$K = 0,3175 \cdot A^{-0,0076} \cdot C^{-0,512} \cdot I^{-0,401} \cdot L^{0,608}$$

avec :

- ✓ K : Lag-Time en minutes,
- ✓ A : surface du bassin versant en hectares,
- ✓ C : coefficient de ruissellement (sans unité),

² Cf. ouvrage de Régis BOURRIER « les réseaux d'assainissement ».

- ✓ I : pente moyenne en %,
- ✓ L : chemin hydraulique en mètres,

Cette durée caractéristique est utilisée dans les modèles hydrologiques de type réservoir linéaire.

Dimensionnement d'un ouvrage de rétention

L'instruction technique de 1977 présente la méthode des pluies comme outil simple de dimensionnement des bassins de retenue des eaux pluviales. Ainsi, en considérant les lois de MONTANA pour décrire la pluviométrie locale, on obtient les développements mathématiques suivants :

$$V(t) = Ca \cdot I \cdot S \cdot t - q \cdot t = 10 \cdot Ca \cdot S \cdot a \cdot t^{(1+b)} - q \cdot t$$

avec :

- ✓ V(t) : volume à stocker à l'instant « t » en m³,
- ✓ Ca : coefficient d'apport,
- ✓ S : surface du bassin versant en hectares,
- ✓ a, b : coefficients de la loi de MONTANA en mm et mn : $I = a \cdot t^b$,
- ✓ q : débit de vidange constant en m³/mn,
- ✓ t : durée des précipitations en mn.

Les coefficients de Montana utilisés pour le calcul des volumes des bassins de rétention des zones d'urbanisation future sont les suivants :

Station de Caen-Carpiquet, 6h-24h :

- ✓ temps de retour 10 ans : a = 12,436 ; b = -0.779
- ✓ temps de retour 30 ans : a = 20,172 ; b = -0.803

Le volume maximum à stocker est déterminé en résolvant l'équation de la dérivée de l'expression précédente : $dV/dt = 0$, résolution qui fournit dans un premier temps, la durée de remplissage du bassin de retenue « Tr » et par suite le volume maximal à stocker « Vmax » :

$$Tr = \left[\frac{10 \cdot Ca \cdot S \cdot a \cdot (1+b)}{q} \right]^{-1/b} \quad \text{et} \quad V_{\max} = \left[\frac{-b}{1+b} \right] \cdot q \cdot Tr$$

avec les unités précédemment définies.

Si maintenant, on intitule « T_v » le temps de vidange du bassin de retenue plein, soit :

$$V_{\max} = q \cdot T_v$$

on obtient la relation suivante :

$$T_v = \left[\frac{-b}{1+b} \right] \cdot T_r$$

Cette relation montre que compte-tenu de la valeur moyenne du coefficient de MONTANA « $-b$ » $\approx 0,6$ dans la majorité des cas, le **temps de vidange** d'un bassin de retenue est pratiquement **une fois et demie** son temps de remplissage.

En pratique, ce constat permet de dire que si on considère la gestion d'un bassin de retenue sur une journée, il faut dimensionner ce bassin de retenue sur la base d'un temps de remplissage maximal de l'ordre d'une dizaine d'heures.

Nota :

Cette méthode n'est plus applicable lorsque le temps de remplissage du bassin de retenue est du même ordre de grandeur que le temps de concentration du bassin versant, car alors elle surestime le débit de vidange réel dans la phase montante de l'hydrogramme.

