

Exercice n° HU 0205

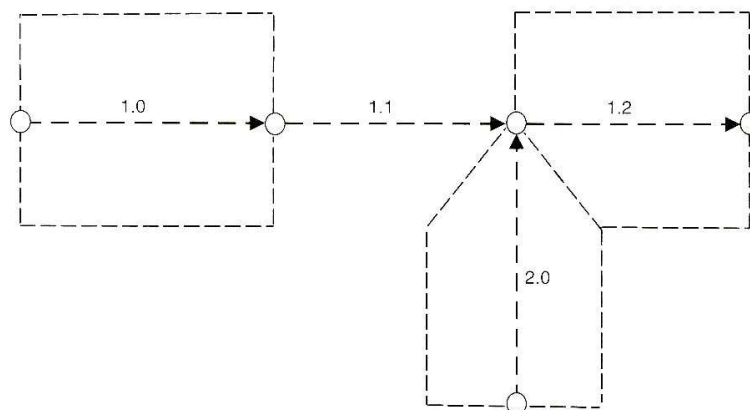
Pré-dimensionnement d'un réseau d'assainissement à l'aide de la formule rationnelle – Application à la ville de Thun (Be, Suisse).

Avant propos :

La ville de Thun souhaite créer un nouveau quartier d'habitats collectifs dans sa périphérie. La zone n'étant pas encore équipée pour l'évacuation des eaux claires et usées, le bureau d'étude pour lequel vous travaillez est chargé de dimensionner le réseau d'assainissement (réseau unitaire). Le cahier des charges stipule que les canalisations doivent permettre d'acheminer le débit de ruissellement provoqué par une pluie de temps de retour T de 5 ans, de même que d'assurer l'évacuation des eaux engendrées par la mise en service de fontaines et de drainages du sous-sol.

Le dimensionnement préliminaire des canalisations se fera à l'aide de la méthode rationnelle pour des questions de rapidité et de simplicité de la situation. De même la formule de Manning-Strickler sera utilisée pour le calcul du diamètre des canalisations.

Figure 1 : Schéma de la configuration des bassins constituant la nouvelle zone d'habitats collectifs



Objectif

Déterminer les dimensions de conduites à l'aide de la méthode rationnelle et contrôler le dimensionnement avec la méthode du double calcul.

Questions

Pour la configuration de la figure 1, on vous demande de :

Question 1. Calculer le diamètre des conduites 1.0, 1.1, 1.2 et 2.0.

Question 2. Contrôler le diamètre par la méthode du double calcul.

Question 2. Vérifier que la vitesse minimale pour l'auto-curage est respectée. Si ce n'est pas le cas, proposer une solution permettant de satisfaire cette contrainte.

Données de l'exercice :

Annexe 1 : Courbe Intensité – Durée - Fréquence

Les données permettant d'obtenir les courbes Intensité – Durée – Fréquence sont tirées des normes suisses pour la construction routière (Norme Suisse SNV 640-350 ; région « Nord des Alpes, Partie Nord-Est »).

Tableau 1 : Coefficients utilisés pour le calcul des courbes IDF de la norme SNV 640-350

Temps de retour T [an]	Paramètre K [min·l/s/ha]	Paramètre B [min]
1	3400	12
2	4400	12
5	5400	12

La formule qui donne l'intensité pluviométrique moyenne maximale $i_{(t,T)}$ d'une pluie de durée t pour un temps de retour T , est la suivante :

$$i_{(t,T)} = \frac{K}{B + t}$$

avec

- $i_{(t,T)}$: intensité moyenne maximale de la pluie, en [l/s/ha]
- K : coefficient fonction du lieu et du temps de retour, en [min·l/s/ha]
- B : constante fonction du lieu, en [min]
- t : durée de l'averse, en [min]

Pour le calcul de l'intensité pluviométrique, il faut encore tenir compte du temps d'introduction t_i de l'eau dans la canalisation, qui est de l'ordre de quelques minutes.

Annexe 2 : Caractéristiques partielles des conduites et des bassins associés

Les données concernant les bassins et les conduites de la zone à équiper sont indiquées sur la figure 1 et regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Caractéristiques des conduites et des bassins associés

Canalisation	Longueur [m]	Pente [‰]	Surface [ha]	C_R [-]	EqH [-]	Q_{ECP} [l/s]
1.0	1400	3.3	4.0	0.4	500	40
1.1	200	2.5	-	-	-	-
1.2	300	1.0	2.0	0.4	1000	40
2.0	300	2.0	4.0	0.6	1000	20

avec

- C_R : coefficient de ruissellement,
- Q_{ECP} : débit des eaux claires parasites,
- EqH : nombre d'Equivalents-Habitants,
- q : débit spécifique des eaux usées, valant 1 l/s/100 EqH par exemple

Annexe 3 : Tuyaux « GRESINTEX »

Pour le choix du diamètre des canalisations, il vous est proposé d'utiliser les données fournies par la société CANPLAST SA – Canalisations plastiques (<http://www.canplast.ch/>) pour les tuyaux de type « GRESINTEX » en matière PVC. Les diamètres disponibles sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Øconstructeur	400	500	630	710	800	900	1000	1100	1200	1400
Epaisseur (mm)	5.0	6.2	7.9	8.8	10.0	11.3	12.5	13.5	15.0	16.0
Ø utile (mm)	390.0	487.6	614.2	692.4	780.0	877.4	975.0	1073	1170	1368

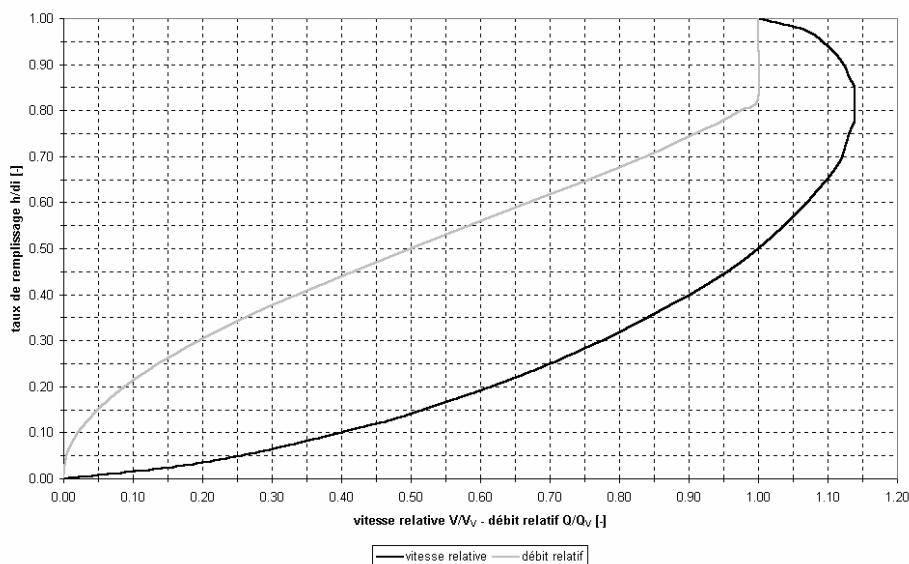
Annexe 4 : Vitesse minimale et maximale admise dans les canalisations ; taux de remplissage d'une conduite circulaire en fonction du débit relatif et de la vitesse relative

Pour éviter le dépôt de matières dans les canalisations, les vitesses d'écoulement par temps sec devraient atteindre pendant la journée les valeurs suivantes (tiré de : SIA – Recommandation V190 – Canalisations) :

Diamètre intérieur [mm]	Vitesse minimale [m/s]
< 400	0.6
400 – 1000	0.8
> 1000	1.0

À l'opposé il faut éviter que le sable et/ou le gravier présent dans l'écoulement n'abrasent trop le revêtement de la canalisation ou que le phénomène de cavitation n'apparaisse ; ainsi une vitesse maximale d'environ 5.0 m/s est recommandée.

Pour estimer la hauteur d'eau dans une canalisation circulaire non pleine, ainsi que la vitesse correspondante de l'écoulement, les courbes théoriques du taux de remplissage en fonction du débit relatif ou de la vitesse relative sont représentées au graphique 1.



Graphique 1 : Taux de remplissage théorique en fonction de la vitesse relative ou du débit relatif pour les canalisations circulaires (d'après : Bourrier, R., 1991, Les réseaux d'assainissement, 3^{ème} édition, Edition Tec & Doc, page 220)

Annexe 5 : Feuille de calcul pour le prédimensionnement d'un réseau d'assainissement à l'aide de la formule rationnelle

De manière à structurer la procédure de prédimensionnement, un canevas vous est proposé à la page suivante, dont la légende est présentée ci-dessous :

- (1) : identifiant de la canalisation à dimensionner
- (2) : longueur de la canalisation
- (3) : différence d'altitude entre l'amont et l'aval du tronçon
- (4) : pente de la canalisation
- (5) : diamètre de la canalisation, à choisir selon la littérature du fabricant
- (6) : vitesse nominale de l'écoulement, calculée lorsque toute la section de la canalisation participe à l'écoulement
- (7) : débit nominal, calculé lorsque toute la section de la canalisation participe à l'écoulement
- (8) : temps d'acheminement du débit entre l'amont et l'aval de la canalisation, égal à (2)/(6)
- (9) : point amont pour lequel le débit de ruissellement est calculé
- (10) : cumul des temps d'acheminement en fonction de l'origine (9) retenue
- (11) : temps de concentration pour l'origine retenue, égal à (10) auquel le temps d'introduction de la pluie dans les canalisations t_i est ajouté
- (12) : intensité pluviométrique pour laquelle la durée de la pluie est égale à (11)
- (13) : surface du bassin pour lequel la canalisation est dimensionnée
- (14) : coefficient de ruissellement du bassin versant
- (15) : surface du bassin contribuant au ruissellement de la pluie
- (16) : cumul des surfaces actives en fonction de l'origine (9) choisie pour le calcul du débit de ruissellement
- (17) : débit de ruissellement pour lequel l'origine (9) est retenue, égal à (12)·(16)
- (18) : population, exprimée en Equivalents-Habitants, du bassin pour lequel la canalisation est dimensionnée
- (19) : nombre d'Equivalents-Habitants dont les eaux usées EU transitent dans la canalisation à dimensionner
- (20) : débit des eaux usées EU, égal à (19) multiplié par le débit spécifique des eaux usées q
- (21) : débit des eaux claires parasites ECP, tenant compte de l'infiltration d'eau dans les canalisations ou de drainages du sous-sol se déversant dans le réseau
- (22) : débit maximal conservé dans la canalisation s'il existe à l'amont un déversoir d'orage par exemple
- (23) : débit maximal transitant dans la canalisation par temps de pluie TP, égal à (22) ou (17)+(20)+(21)
- (24) : débit relatif par temps de pluie TP, égal à (23)/(7)
- (25) : vitesse relative par temps de pluie TP, obtenue à partir de (24) et du graphique 1
- (26) : vitesse par temps de pluie TP, égale à (6)·(25)
- (27) : débit relatif par temps sec TS, égal à ((20)+(21))/(7)
- (28) : vitesse relative par temps sec TS, obtenue à partir de (27) et du graphique 1
- (29) : vitesse par temps sec TS, pour laquelle la SIA recommande l'utilisation de la formule suivante

$$(28) \cdot \frac{(23)}{1.12 \cdot \pi \cdot \left(\frac{(5)}{2}\right)^2}$$