

Exercice n° HU 0201

Pré-dimensionnement d'un réseau d'assainissement pour un nouveau quartier d'habitats collectifs à l'aide de la formule rationnelle. Application à la ville de Wassen (Ur, Suisse).

Avant propos

La ville de Wassen 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 15 ans, de même que d'assurer l'évacuation des eaux usées et des eaux claires engendrées par la mise en service de fontaines. 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. La formule de Manning-Strickler sera utilisée pour le calcul des débits et vitesses nominales des canalisations.

Tronçon	Longueur [m]	Pente [0/00]	Surface [ha]	Coefficient ruiss. [-]
1.0	500	5.0	8.0	0.3
1.1	300	3.3	-	-
2.0	250	5.0	8.0	0.65
1.2	300	5.0	8.0	0.7

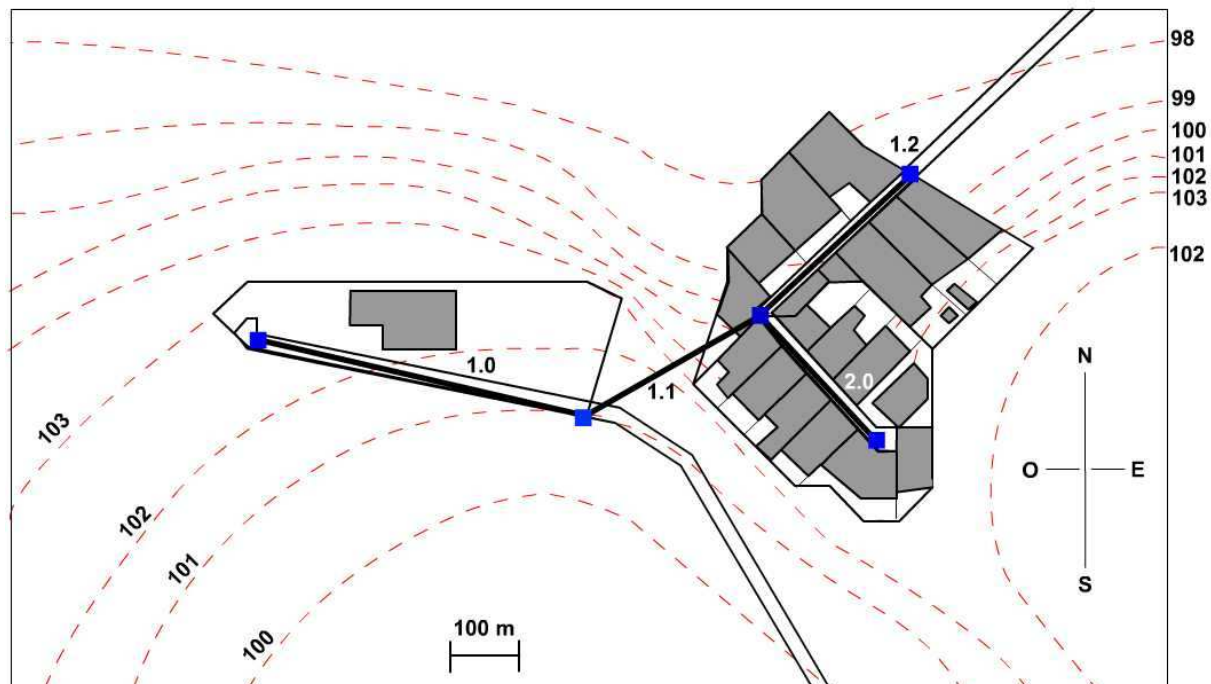


Figure 1 : Configuration des 3 sous-bassins versants et des 4 canalisations constituant la nouvelle zone d'habitats collectifs

Objectif de l'exercice :

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 répondre aux questions suivantes :

Question 1. Calculer le diamètre des conduites 1.0, 1.1, et 2.0. Pour chaque conduite 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.

Question 2. Calculer le diamètre de la conduite 1.2. Contrôler le dimensionnement avec la méthode du double calcul.

Données de l'exercice

Le tracé du réseau ainsi que certaines caractéristiques des collecteurs et des bassins versants associés est donné dans la figure 1 et le tableau 2. Les autres données nécessaires se trouvent dans les annexes 1 à 5 ainsi que dans la feuille de calcul à compléter du fichier « HU0201_feuillecalcul.xls ».

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). L'intensité pluviométrique moyenne maximale d'une pluie de durée t pour un temps de retour **15 ans**, a l'expression suivante :

$$i_{(t,15)} = \frac{5400}{12 + t} \quad \left| \quad \begin{array}{l} i_{(t,15)} : \text{intensité moyenne maximale de la pluie pour } T=15 \text{ ans, en [l/s/ha]} \\ t : \text{durée critique de l'averse, en [min]} \end{array} \right.$$

La ville de Wassen se situant entre les deux régions « Nord des Alpes, Partie Nord-Est » et « Grisons », les coefficients de cette expression ont été estimés sur la base des coefficients donnés pour ces deux régions. Pour le calcul du temps de concentration des différents bassins versants, on pourra prendre un temps d'introduction t_i de l'eau dans la canalisation 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 zones à équiper sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Caractéristiques des conduites et des bassins associés

Tronçon	Longueur	Pente	Surface	C_R	EqH	Q_{ECP}
-	[m]	[‰]	[ha]	[-]	[-]	[l/s]
1.0	500	5.0	8.0	0.30	400	35
1.1	300	3.3	-	0.30	-	-
2.0	250	5.0	8.0	0.65	800	30
1.2	300	5.0	8.0	0.70	800	-

Avec :

C_R : coefficient de ruissellement,

Q_{ECP} : débit des eaux claires parasites,

EqH : nombre d'Equivalents-Habitants,

q : débit spécifique des eaux usées estimé à 0.5 l/s/100 EqH

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.

Diamètre constructeur	400	500	630	710	800	900	1000	1100	1200	1400
Epaisseur	5.0	6.2	7.9	8.8	10.0	11.3	12.5	13.5	15.0	16.0
Diamètre utile	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 indiquées dans le tableau suivant (tiré de : SIA – Recommandation V190 – Canalisations, version provisoire, 1993). A 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 de 5.0 m/s est recommandée.

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

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.

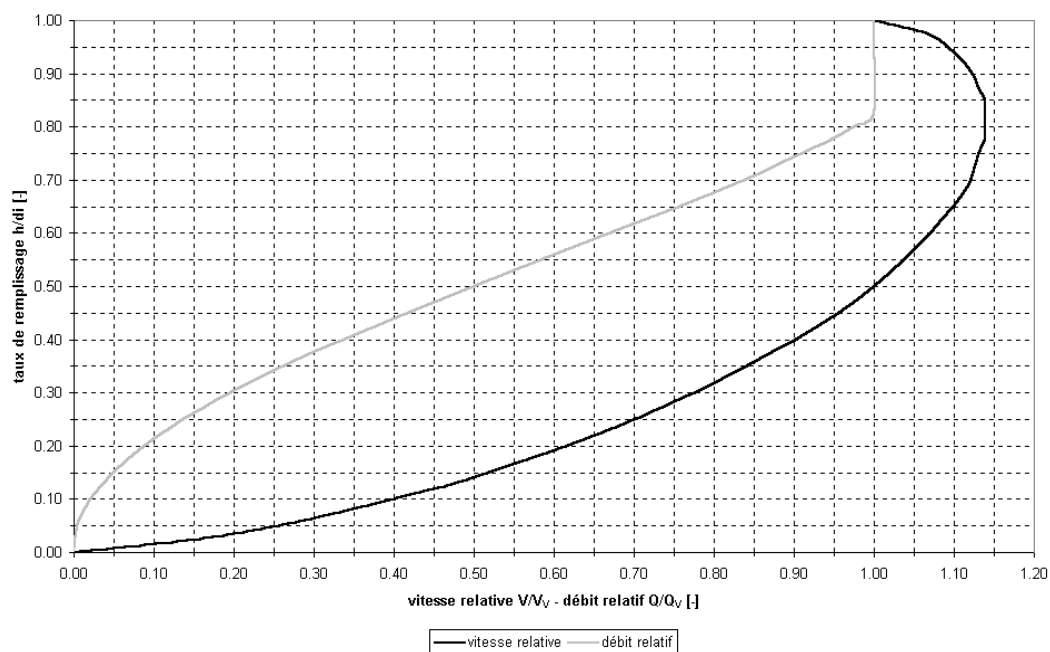


Figure 3 : Taux de remplissage théorique en fonction de la vitesse relative ou du débit relatif pour les canalisations circulaires (d'après : Bourrier, R., 1991, Les réseaux d'assainissement, 3^{ème} édition, Edition Tec & Doc, page 220)

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) : coefficient de pointe du débit EU, supposé fonction de la population : $r = 5/p^{1/5}$
- (21) : débit des eaux usées EU, égal à (19)·(20) multiplié par le débit spécifique des eaux usées q
- (22) : 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
- (23) : débit maximal conservé dans la canalisation s'il existe à l'amont un déversoir d'orage par exemple
- (24) : débit maximal dans la canalisation par temps de pluie TP, égal à (22) ou (17)+(21)+(22)
- (25) : débit relatif par temps de pluie TP, égal à (24)/(7)
- (26) : vitesse relative par temps de pluie TP, obtenue à partir de (25) et du graphique 1
- (27) : vitesse par temps de pluie TP, égale à (6)·(26)
- (28) : débit relatif par temps sec TS, égal à ((21)+(22))/(7)
- (29) : vitesse relative par temps sec TS, obtenue à partir de (28) et du graphique 1
- (30) : vitesse par temps sec TS, pour laquelle la SIA recommande l'utilisation de la formule :

$$(30) = (29) \cdot \frac{(24)}{1,12 \pi \left(\frac{(5)}{2} \right)^2}$$