

Exercice n° HU 0301

Choix et dimensionnement d'un ouvrage de contrôle d'eaux pluviales par la méthode dite « des pluies » – Application à la ville de Davos (Grison, Suisse).

Avant propos

La ville de Davos projette de modifier le plan d'affectation d'une partie de son territoire : un quartier d'habitats collectifs passerait d'une urbanisation modérée à importante (les autorités prévoient un coefficient d'imperméabilisation passant de 0.50 à 0.75). Comme un rejet supplémentaire d'eaux pluviales dans le récepteur naturel n'est pas autorisé par la loi, les autorités communales vous mandatent pour proposer une solution économique, ayant peu d'emprise au sol et, si possible, compatible avec une recharge de la nappe qui souffre de plus en plus d'une baisse de son niveau. N'ayant pas de données pluviométriques, vous devez vous résoudre à utiliser la méthode dite « des pluies » pour le dimensionnement de l'ouvrage de contrôle d'eaux pluviales.

Objectifs de l'exercice

- Choix de techniques alternatives de contrôle d'eaux pluviales par rapport aux objectifs fixés et aux caractéristiques du milieu.
- Dimensionnement d'un ouvrage de contrôle d'eaux pluviales par la méthode dite « des pluies ».

Questions :

On vous demande de répondre aux questions suivantes :

Question 1. Déterminer les différents types d'ouvrages possibles pour répondre au problème posé.

Question 2. Déduire les dimensions de l'ouvrage pour une intensité moyenne de pluie de période de retour $T=1$ ans. Pour cela, vous devez :

- a) en fonction de l'ouvrage choisi, proposer une valeur pour la hauteur h_4 (figure 1) et la profondeur de l'ouvrage ainsi qu'une valeur pour le coefficient de sécurité destiné à prendre en compte le colmatage potentiel de l'ouvrage.
- b) déterminer les volumes à stocker pour différentes durées de pluie et pour une intensité moyenne maximale de période de retour $T=1$ ans. En déduire la durée de pluie nécessitant un volume maximal de l'ouvrage.
- c) en déduire les dimensions de l'ouvrage. Pour que les dimensions soient acceptables, il est possible de prévoir N ouvrages identiques.

Question 3. Déterminer le nombre d'ouvrages supplémentaires nécessaire au traitement d'une pluie de temps de retour 5 ans.

Question 4. Calculer le temps de vidange de l'ouvrage pour les données de la question 2.

Données de l'exercice :

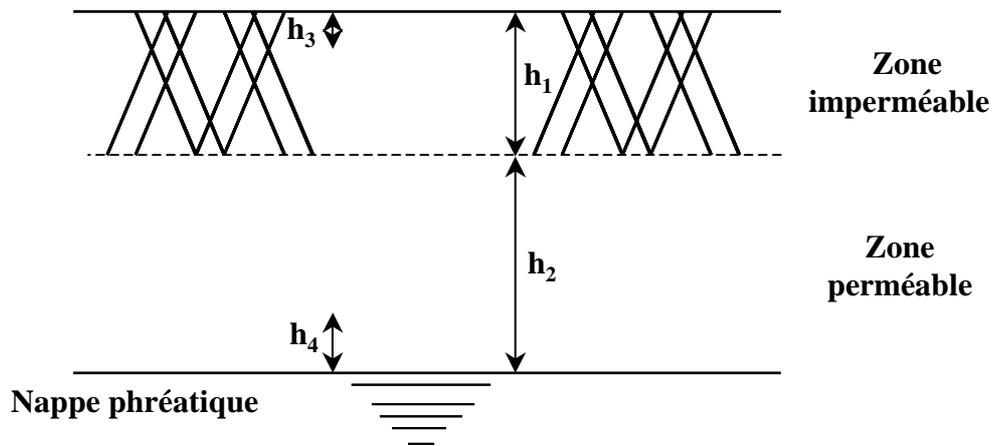
Les données nécessaires à la réalisation de cet exercice se trouvent dans les tableaux 1,2 et 3 suivants, et dans les figures 1 à 4 suivantes. Une feuille de calcul Excel à compléter est disponible pour faire l'exercice dans le fichier « HU0301_feuillecalcul.xls »

Caractéristiques du quartier :

Le quartier devant subir une augmentation de son urbanisation est caractérisé par :

- une surface de 5.0 ha,
- un coefficient d'imperméabilisation passant de 0.50 à 0.75,
- une capacité d'absorption spécifique du sous-sol perméable :
 $q_{as} = 2.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ (détermination in situ),
- Une nappe située à une profondeur minimale de 10.0 mètres.

La configuration du sous-sol est représentée de manière schématique à la figure 1.



- h_1 : base de l'horizon imperméable, estimée à 3,5 mètres
- h_2 : épaisseur de la zone perméable non-saturée
- h_3 : profondeur de l'organe de sécurité (trop-plein) de l'ouvrage, valant 50 cm
- h_4 : distance minimale entre le toit de la nappe et la base de l'ouvrage

Figure 1 : Configuration schématique du sous-sol

Courbes IDF :

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 « Alpes, Grisons ») cf. Tableau 1.

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

Temps de retour T [an]	Paramètre K	Paramètre B [min]
1	1900	10
2	2450	10
5	3000	10

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

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

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

Aide au choix des techniques alternatives : Critères possibles

Tableau 2 : Choix d'une technique alternative par rapport aux conditions de site
(in Azzout, Cres et al. (1994).Tech. Altern. en Assain.)

CONDITIONS DE SITE	Sol peu propice à la présence d'eau	Eaux souterraines vulnérables	Capacité d'absorption mauvaise	Risque d'eaux chargées en polluants	Risque d'eaux chargées en fines	Nappe peu profonde	Pas d'apport d'eau permanent	Pas d'exutoire possible	Trafic fort	Portance mauvaise	Pente du site forte	Espace foncier indisponible	Pente de toit forte	Climat montagnoux	Passage de réseaux divers
TECHNIQUES															
CSR d'inf. à rev. drainant	a15	a17		a16	a1				a7	a8	a9			a11	a12
CSR d'inf. à rev. classique	a15	a17		a16	a1				a7	a8	a9			a11	a12
CSR de rét. à rev. drainant				a16	a1	a6			a7	a13	a9			a11	a12
CSR de rét. à rev. classique				a16	a1	a6			a7	a13	a9			a11	a12
Puits d'injection		a17	a18		a2						a20				a12
Puits d'inf.		a17	a18		a2						a20				a12
Tranchée d'inf.	a15	a17		a16	a1						a9				a12
Tranchée de rét.				a16	a1	a6					a9				a12
Fossé d'inf.	a15	a17									a9				
Fossé de rét.						a6					a9				
Noue d'inf.	a15	a17									a9				
Noue de rét.						a6					a9				
Toit stockant															
Citerne				a14											a12
SRP d'inf.	a15	a17		a14-a15	a1-a14						a10				a12
SRP de rét.				a14-a15	a1-a14	a6					a10				a12
Bassin sec infiltrant	a15	a17			a2					a8	a10				a12
Bassin sec étanche						a6					a10				a12
Bassin en eau (nappe)		a17			a2	a3					a10				a12
Bassin en eau étanche				a4	a4	a6					a10				a12
Bassin enterré				a5	a5	a6				a13	a10				a12
Conduites stockantes				a5	a5						a19				a12

Case vide = il y a **compatibilité** "site-technique"

Case grisée = il y a **incompatibilité** "site-technique"

CSR : chaussée à structure réservoir

SRP : structure réservoir poreuse

inf. : infiltration

rét. : rétention

rev. : revêtement

a. : remarque détaillée page suivante

Tableau .3 : choix d'une technique alternative par rapport aux potentialités de la technique
(in Azzout, Cres et al. (1994).Tech. Altern. en Assain.)

POTENTIALITES TECHNIQUES	Contribution à l'alimentation de la nappe	Contribution à l'alimentation de la végétation	Contribution paysagère à une trame bleue	Contribution paysagère à une trame verte	Non détection de la fonction hydraulique (c1)	Possibilités d'autres fonctions
CSR d'inf. à rev. drainant	+	+	-	-	+	c3
CSR d'inf. à rev. classique	+	+	-	-	+	
CSR de rét. à rev. drainant	-	-	-	-	+	c3
CSR de rét. à rev. classique	-	-	-	-	+	
Puits d'injection	++	- à + (c2)	-	-	+	
Puits d'inf.	++	- à + (c2)	-	-	+	
Tranchée d'inf.	+	+	-	- à + (c4)	+	
Tranchée de rét.	-	-	-	- à + (c4)	+	
Fossé d'inf.	+	+	-	- à + (c5)	-	
Fossé de rét.	-	-	-	- à + (c5)	-	
Noue d'inf.	+	+	-	++	-	c9
Noue de rét.	-	-	-	+ à ++	-	c9
Toit stockant	-	-	-	- à + (c12)	+	c12
Citerne	-	-	-	-	+	c14
SRP d'inf.	+	+	-	-	+	
SRP de rét.	-	-	-	-	+	
Bassin sec infiltrant	+	+	-	- à ++ (c6)	-	c10
Bassin sec étanche	-	-	-	- à ++ (c6)	-	c10
Bassin en eau (nappe)	+	+ (c7)	++	- à ++ (c7)	- à + (c8)	c11
Bassin en eau étanche	-	- à + (c7)	++	+ à ++ (c7)	- à + (c8)	c11
Bassin enterré	-	-	-	-	+ (c13)	c14
Conduites stockantes	-	-	-	-	+ (c13)	

++ = la technique offre fortement la potentialité correspondante
+ = elle l'offre
- = elle ne l'offre pas
c. : remarque détaillée page suivante

CSR : chaussée à structure réservoir
SRP : structure réservoir poreuse
rev. : revêtement

inf. : infiltration
rét. : rétention

Puits d'absorption : faisabilité et type de puits approprié

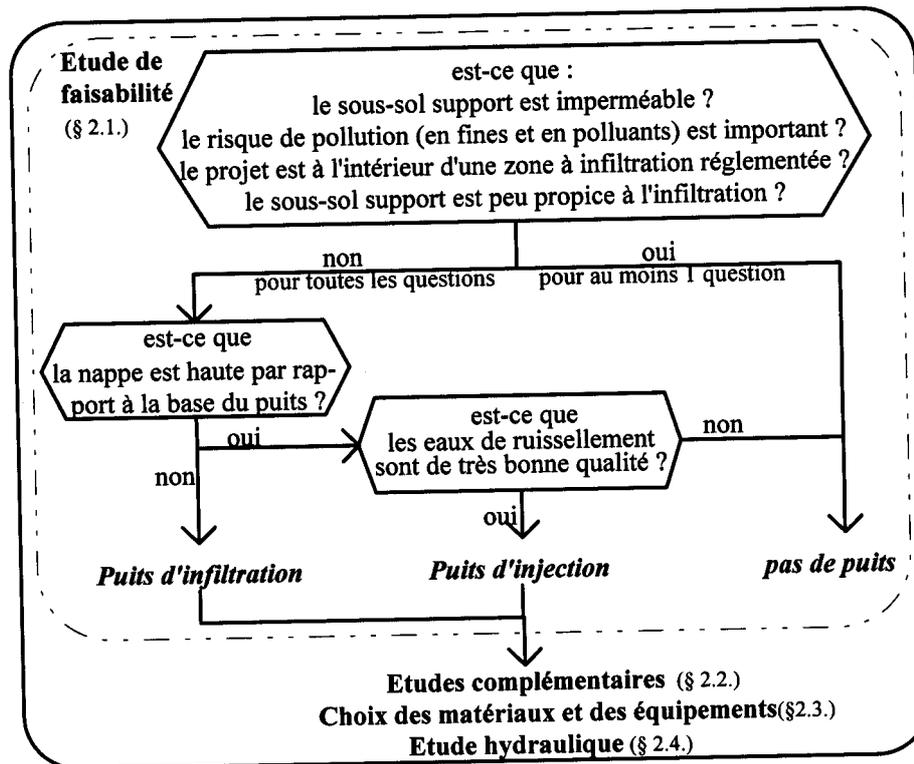


Figure 2 : Faisabilité et type de puits approprié (in Azzout, Cres et al. (1994).Tech. Altern. en Assain.)

Surface d'infiltration à prendre en compte pour la détermination du débit de fuite :

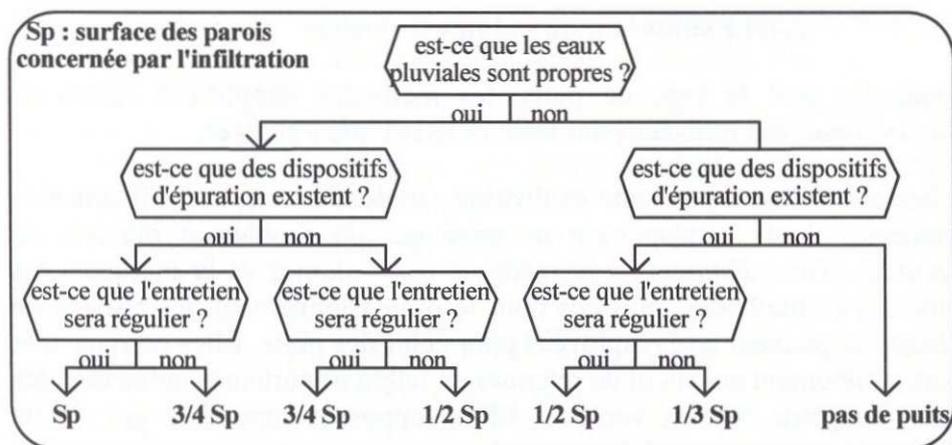


Figure 3 : Surface d'infiltration à prendre en compte pour la détermination du débit de fuite dans le cas d'un puits.

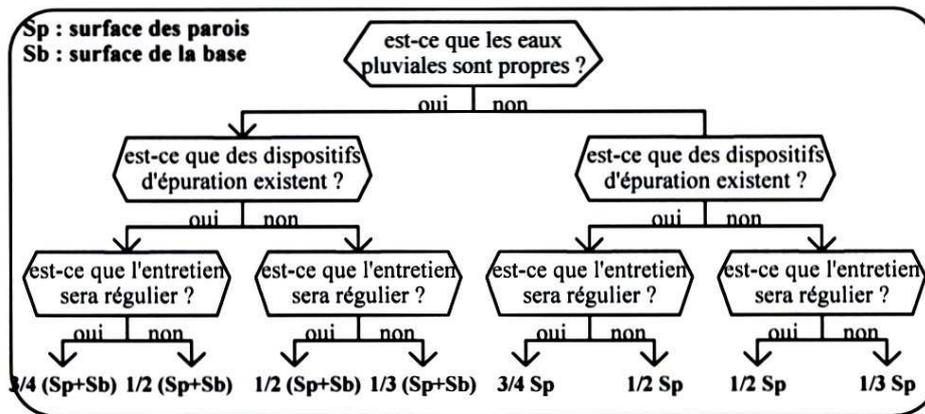


Figure 4 : Surface d'infiltration à prendre en compte pour la détermination du débit de fuite dans le cas d'une tranchée.

Figures tirées de :
 Azzout Y., Cres F.N., Barraud S., Alfaki E., 1994
Techniques alternatives en assainissement pluvial : choix, conception, réalisation et entretien
 Ed. Lavoisier, Paris, 372 pages