

## Pertes de charge

Partout sauf l'exercice 10 les conduites sont supposées d'être en charge

### Exercices de base

**Exercice 1** Nous nous intéressons au régime d'écoulement d'eau sortante d'un robinet. On suppose alors le débit égal à  $400\text{ml/s}$ , le diamètre de  $1.5\text{cm}$  et on considère deux cas: a) l'eau est froide:  $T = 15\text{C}^\circ$ ; b) l'eau est chaude:  $T = 60\text{C}^\circ$ . Déterminez les nombres de Reynolds correspondants et en déduire le régime d'écoulement.

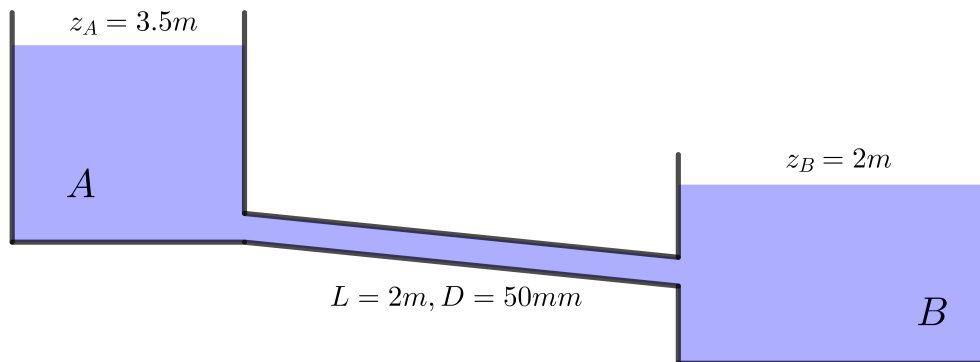
*Réponse:* a)  $30 \cdot 10^3$ ; b)  $72 \cdot 10^3$

**Exercice 2** Déterminez la perte de charge due à l'écoulement de l'eau dans une conduite de longueur  $2\text{km}$ , de diamètre  $400$  et de la rugosité  $0.1\text{mm}$ . Le débit est égal à  $200\text{l/s}$ .

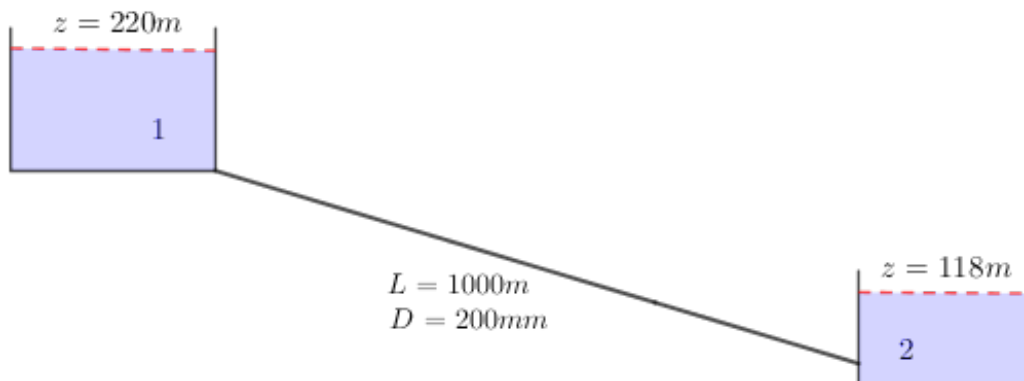
*Réponse:*  $\lambda = 0.015$ ,  $\Delta h = 9.7\text{m}$

**Exercice 3** Un tuyau de diamètre  $50$  et de longueur  $2\text{m}$  doit être utilisé pour alimenter le réservoir  $B$  (surface libre à  $2\text{m}$ ) à partir du réservoir  $A$  (surface libre à  $3.5\text{m}$ ) avec un débit de  $10\text{l/s}$ . La viscosité cinématique du fluide est de  $2.5 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ , les pertes locales sont négligées. Quelle rugosité maximale serait acceptable?

*Réponse:*  $0.175\text{mm}$



**Exercice 4** L'eau coule dans une installation présentée sur la figure ci-dessous

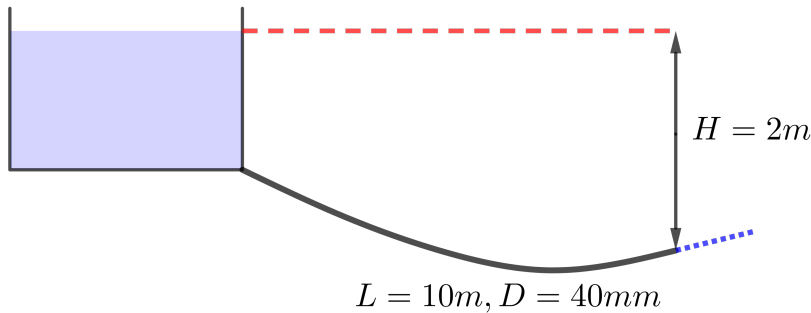


En négligeant les pertes de charge locales déterminez le débit dans l'installation pour deux valeurs de rugosité  $\epsilon = 2mm$  et  $\epsilon = 0.01mm$ .

Réponse: 102 et 178l/s

**Exercice 5** L'eau coule dans une installation présentée sur la figure ci-dessous. Le sortie se fait à l'aire libre. En négligeant les PDC locales déterminez le débit dans l'installation si  $\epsilon = 0.01mm$ .

Réponse: 3.3l/s

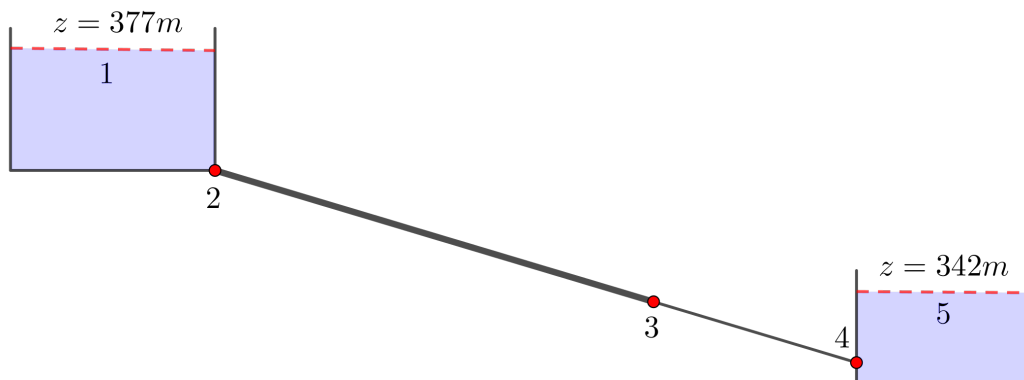


### Calcul itératif

**Exercice 6** Nous nous intéressons à nouveau au problème de l'exercice 4. Au lieu d'utiliser le diagramme de Moody écrivez le code Scilab permettant de calculer le débit. Soit  $\epsilon = 0.01$ , élaborer deux versions de code: sans et avec la prise en compte des pertes locales. (Indication: il faudra utiliser la fonction *Colebrook*) Quel est l'effet de la prise en compte des PDC locales?

**Exercice 7** Nous nous intéressons à nouveau au problème de l'exercice 5. Cette fois-ci le débit de 10l/s est imposé. Déterminez le diamètre de conduite permettant un tel débit.

**Exercice 8** Une installation comporte deux conduites



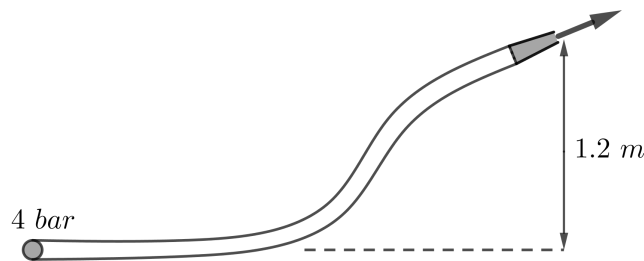
$$L_1 = 1000m, D_1 = 300mm, \epsilon_1 = 0.01mm$$

$$L_2 = 500m, D_2 = 250mm, \epsilon_2 = 0.005mm$$

Déterminez, avec un programme Scilab, le débit dans l'installation dans les deux cas: sans et avec la prise en compte des pertes locales.

**Exercice 9** Le tuyau d'arrosage (longueur  $L = 15m$ , diamètre  $D = 20mm$ , rugosité  $\epsilon = 0.1mm$ ) est raccordé au réseau d'eau potable. La pression absolue au point de raccord et de  $4bar$ .

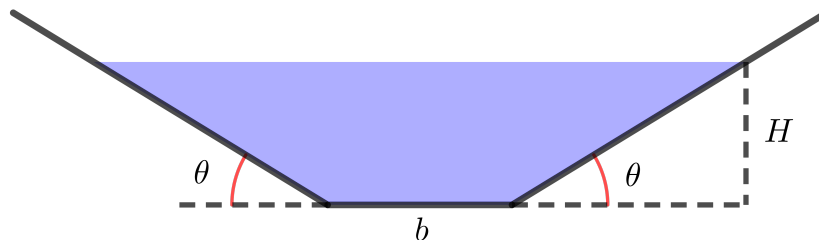
- Trouvez la vitesse du fluide à la sortie du tuyau.
- Le tuyau est équipé d'un ensemble de lances limitant le débit sortant. Le diamètre de sortie de la lance sera noté  $d$ . Comment changera la vitesse du fluide sortant si vous installez une lance rétrécissante? Comment changera le débit? Expliquez votre réponse.
- En négligeant les pertes locales déterminez la vitesse du fluide à la sortie pour  $d = 5mm$ .
- Tracez la vitesse du fluide sortant en fonction de  $d/D$  pour  $d$  entre 0 et  $20mm$
- On admet la loi empirique  $k = -\log(d/D)$  pour la perte de charge locale due au rétrécissant. Déterminez la valeur de  $d$  qui fournit la vitesse sortante maximale.



### Conduites non circulaires

**Exercice 10** On s'intéresse à l'écoulement uniforme à surface libre dans un canal à pente constante égale à 2%. Soit  $H = 1m$  la profondeur de l'eau, soit  $\epsilon = 0.1mm$  la rugosité du canal. Déterminez le débit dans le canal :

- Pour un canal rectangulaire de largeur  $b = 2m$
- Pour un canal trapézoïdale avec  $b = 0.5$  et  $\theta = 30^\circ$  (voire Figure ci-dessous)
- Pour un canal circulaire de rayon  $R = 1.5m$



Caractéristiques de l'eau:  $\mu$ ,  $\nu$  en fonction de  $T$

$T, C^o$	$\nu, m^2/s$	$\mu, Ns/m^2$	$\rho, kg/m^3$
2	1.6735 $E - 6$	1.6736 $E - 3$	0.9999 $E + 3$
3	1.6190 $E - 6$	1.6191 $E - 3$	0.9999 $E + 3$
4	1.5673 $E - 6$	1.5674 $E - 3$	0.9999 $E + 3$
5	1.5182 $E - 6$	1.5182 $E - 3$	0.9999 $E + 3$
6	1.4715 $E - 6$	1.4716 $E - 3$	0.9999 $E + 3$
7	1.4271 $E - 6$	1.4272 $E - 3$	0.9999 $E + 3$
8	1.3847 $E - 6$	1.3849 $E - 3$	0.9999 $E + 3$
9	1.3444 $E - 6$	1.3447 $E - 3$	0.9998 $E + 3$
10	1.3059 $E - 6$	1.3063 $E - 3$	0.9997 $E + 3$
11	1.2692 $E - 6$	1.2696 $E - 3$	0.9996 $E + 3$
12	1.2340 $E - 6$	1.2347 $E - 3$	0.9995 $E + 3$
13	1.2005 $E - 6$	1.2012 $E - 3$	0.9994 $E + 3$
14	1.1683 $E - 6$	1.1692 $E - 3$	0.9992 $E + 3$
15	1.1375 $E - 6$	1.1386 $E - 3$	0.9991 $E + 3$
16	1.1081 $E - 6$	1.1092 $E - 3$	0.9989 $E + 3$
17	1.0798 $E - 6$	1.0811 $E - 3$	0.9988 $E + 3$
18	1.0526 $E - 6$	1.0541 $E - 3$	0.9986 $E + 3$
19	1.0266 $E - 6$	1.0282 $E - 3$	0.9984 $E + 3$
20	1.0016 $E - 6$	1.0034 $E - 3$	0.9982 $E + 3$
21	0.9775 $E - 6$	0.9795 $E - 3$	0.9980 $E + 3$
22	0.9544 $E - 6$	0.9565 $E - 3$	0.9978 $E + 3$
23	0.9321 $E - 6$	0.9344 $E - 3$	0.9975 $E + 3$
24	0.9107 $E - 6$	0.9131 $E - 3$	0.9973 $E + 3$
25	0.8900 $E - 6$	0.8926 $E - 3$	0.9970 $E + 3$
26	0.8701 $E - 6$	0.8729 $E - 3$	0.9968 $E + 3$
27	0.8509 $E - 6$	0.8539 $E - 3$	0.9965 $E + 3$
28	0.8324 $E - 6$	0.8355 $E - 3$	0.9962 $E + 3$
29	0.8145 $E - 6$	0.8178 $E - 3$	0.9959 $E + 3$
30	0.7972 $E - 6$	0.8007 $E - 3$	0.9956 $E + 3$
31	0.7805 $E - 6$	0.7842 $E - 3$	0.9953 $E + 3$
32	0.7644 $E - 6$	0.7682 $E - 3$	0.9950 $E + 3$
33	0.7488 $E - 6$	0.7528 $E - 3$	0.9947 $E + 3$
34	0.7337 $E - 6$	0.7379 $E - 3$	0.9944 $E + 3$
35	0.7191 $E - 6$	0.7234 $E - 3$	0.9940 $E + 3$
36	0.7050 $E - 6$	0.7095 $E - 3$	0.9937 $E + 3$
37	0.6913 $E - 6$	0.6959 $E - 3$	0.9933 $E + 3$
38	0.6780 $E - 6$	0.6828 $E - 3$	0.9930 $E + 3$
39	0.6652 $E - 6$	0.6702 $E - 3$	0.9926 $E + 3$
40	0.6527 $E - 6$	0.6579 $E - 3$	0.9922 $E + 3$
45	0.5958 $E - 6$	0.6017 $E - 3$	0.9902 $E + 3$
50	0.5465 $E - 6$	0.5531 $E - 3$	0.9880 $E + 3$
55	0.5036 $E - 6$	0.5109 $E - 3$	0.9857 $E + 3$
60	0.4660 $E - 6$	0.4740 $E - 3$	0.9832 $E + 3$
65	0.4329 $E - 6$	0.4415 $E - 3$	0.9806 $E + 3$
70	0.4035 $E - 6$	0.4127 $E - 3$	0.9778 $E + 3$
75	0.3774 $E - 6$	0.3872 $E - 3$	0.9748 $E + 3$
80	0.3540 $E - 6$	0.3643 $E - 3$	0.9718 $E + 3$

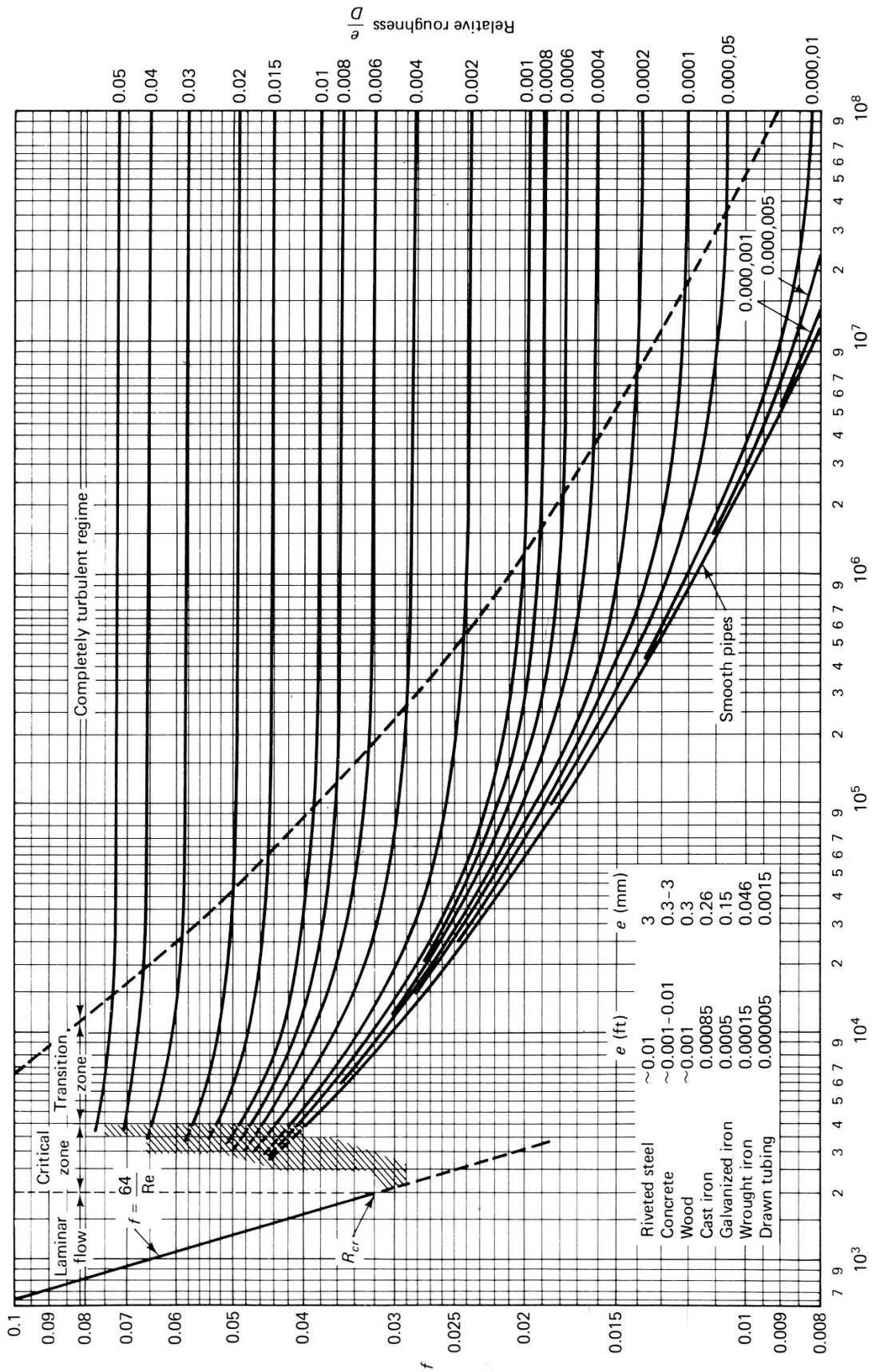


Figure 7.13 Moody diagram. (From L. F. Moody, *Trans. ASME*, Vol. 66, 1944.)