

## Tableur de modélisation d'une conduite sous pression

Auteur : Philippe Colbach, 2023

Le présent tableur EXCEL de modélisation d'une conduite d'eau circulaire sous pression se base sur l'équation suivante issue des théories hydrauliques de Darcy-Weisbach et de Colebrook-White :

$$Q [m^3/s] = \pi \times DN [m]^2 / 4 \times \left( -2 \times \text{LOG}_{10} \left( 2,51 \times 1,30 \cdot 10^{-6} [10^\circ C] / \sqrt{(2 \times 9,80665 [m/s^2] \times DN [m]^3 \times \Delta H [mCE] / L [m]) + k_b [mm] / (3,71 \times DN [m] \times 1000))} \right) \times \sqrt{(2 \times 9,80665 [m/s^2] \times DN [m] \times \Delta H [mCE] / L [m])} \right)$$

La procédure de calcul s'inspire de l'algorithme **SOLVE** de la calculatrice scientifique HP15C.

### SAISIE DES DONNEES

Le tableur permet d'introduire quatre paramètres de l'équation précédente dans les cellules désignées et de calculer par la suite la valeur du cinquième. Pour ce faire, stockez les paramètres (> 0) connus de la conduite dans les cellules suivantes :

- le diamètre nominal **DN** exprimé en **mm** dans la cellule **C4**
- la longueur **L** exprimée en **m** dans la cellule **D4**
- la rugosité fonctionnelle **k<sub>b</sub>** exprimée en **mm** dans la cellule **E4**
- le débit **Q** exprimé en **l/s** dans la cellule **F4**
- la perte de charge **ΔH** exprimée en **mCE** \* dans la cellule **G4** \*(mètres de colonne d'eau)

### EXECUTION DU PROGRAMME

Pour chercher le cinquième paramètre, appuyez sur le bouton de la cellule titre du paramètre recherché. A l'issue de la procédure de calcul, le résultat est affiché dans la cellule du paramètre.

La cellule **I4** évalue l'équation  $f(DN, L, k_b, \Delta H) - Q = 0$  à base du présent programme. La somme de contrôle donne un résultat proche (< 1E-06) ou égal à zéro sur fond vert si la racine est jugée valable par la routine de calcul.

Cependant, dans certains cas fantaisistes, il peut arriver que l'algorithme de calcul se heurte au dépassement inférieur de capacité du logiciel Excel et que la routine ne trouve aucune racine valable. En tout cas, si la géométrie hydraulique de la conduite est insoluble, la routine abandonne la recherche de la racine et affiche un message d'erreur invitant à modifier les paramètres de calcul.

### EXEMPLE 1 : CALCUL DE LA PERTE DE CHARGE

Calcul de la perte de charge engendrée par un flux de 40 m<sup>3</sup>/h dans une conduite d'adduction DN100 en fonte ductile (rugosité fonctionnelle recommandée de 0,1 mm) d'une longueur de 800 m.

Saisie des données :

**C4** 100 **D4** 800 **E4** 0,1 **F4** =40/3,6

Calcul de la perte de charge :

donne une perte de charge de **17,95 mCE** et le résultat est placé dans la cellule **G4**.

Diamètre nominal DN (mm)	Longueur L (m)	Rugosité fonctionnelle k <sub>b</sub> (mm)	Débit Q (l/s)	Pertes de charge ΔH (mCE)	Somme de contrôle
100,0	800,00	0,10	11,11	17,95	0,0000
Rendement pompe η (%)	Hauteur géodésique H <sub>geo</sub> (m)	Puissance P (kW)	Energie spécifique E (kWh/m <sup>3</sup> )		
70,0	180,00	30,81	0,77		



#### EXEMPLE 2 : DÉTERMINATION DU DIAMÈTRE NOMINAL

Campagne de mesure de la perte de charge afin de déterminer le diamètre nominal de la conduite.

Longueur du tronçon analysé d'après le relevé du réseau de distribution :  $L=125$  m

**D4** 125

Rugosité fonctionnelle :  $k_b=0,4$  mm (réseau de distribution sans branchement particulier)

**E4** 0,4

Prélèvement d'eau :  $Q=21,8$  l/s

**F4** 21,8

Point de mesure 1 : niveau terrain=316,8 m, pression de service=49,1 mCE  $\Rightarrow$  niveau piézométrique=365,9 m.

Point de mesure 2 : niveau terrain=324,0 m, pression de service=28,5 mCE  $\Rightarrow$  niveau piézométrique=352,5 m.

$\Rightarrow$  Perte de charge engendrée par le prélèvement de l'eau=13,4 mCE :

**G4** 13,4

Calcul du diamètre nominal de la conduite :

 donne une section théorique de **101,1 mm** (i.e. DN100) et le résultat est placé dans la cellule **C4** .

#### EXEMPLE 3 : DÉTERMINATION DE LA RUGOSITÉ FONCTIONNELLE

Campagne de mesure de la perte de charge afin de déterminer la rugosité fonctionnelle du réseau.

Tronçon de calibrage DN100 d'une longueur de 278 m :

**C4** 100 **D4** 278

Prélèvement à la prise d'eau :  $Q=20,0$  l/s

**F4** 20

Chute de pression mesurée sur le tronçon de calibrage :  $\Delta H=19,7$  mCE

**G4** 19,7

Détermination de la rugosité fonctionnelle :

 donne une rugosité théorique de **0,11 mm** et le résultat est placé dans la cellule **E4** .

#### EXEMPLE 4 : CALCUL DE LA CAPACITÉ DE TRANSPORT

Calcul de la capacité de transport d'une conduite d'adduction DN100 en fonte ductile (rugosité fonctionnelle de 0,1 mm) d'une longueur de 1.418 m pour une perte de charge imposée de 25,5 mCE, sachant que le dénivellement entre le plan d'eau de la chambre de captage de la source et le niveau d'entrée de la conduite d'adduction dans la cuve de stockage du réservoir en aval est de 25,5 m.

Saisie des données :

**C4** 100 **D4** 1418 **E4** 0,1 **G4** 25,5

Calcul de la capacité de transport :

 donne un flux de **9,89 l/s** (35,61 m<sup>3</sup>/h) et le résultat est placé dans la cellule **F4** .

#### CALCUL DE LA PUISSANCE DES POMPES

Le deuxième bloc des cellules de la ligne 7 permet de calculer la puissance des pompes élévatoires. Introduisez le rendement du couple moteur-pompe exprimé en % dans la cellule **C7** et la hauteur géodésique  $H_{geo}$  exprimée en m dans la cellule **D7**. La tableur calcule la puissance du couple moteur-pompe exprimée en kW et la consommation spécifique exprimée en kWh/m<sup>3</sup> en fonction des pertes de charges de la cellule **G4** .