FICHE DE VALIDATION DU LOGICIEL MASCARET V7P0

Validation des noyaux de calcul permanent et transitoire transcritique

Canal rectangulaire avec une perte de charge singulière

Numéro du cas test : 2

Auteur : N. Goutal

Description

Ce cas test a pour but de valider le noyau de calcul en régime permanent et le noyau de calcul transitoire en régime transcritique , dans le cas d'un canal rectangulaire avec une perte de charge singulière et de vérifier la non-régression par rapport à la version 5.0.

Données géométriques

Le calcul est réalisé dans un canal de pente nulle, de longueur 4990 m, dont chaque section en travers est de forme rectangulaire de 1 m de large. La géométrie du canal est décrite par 2 profils en travers situés aux abscisses $X = 0\ m$ et $X = 4990\ m$. La perte de charge singulière est située au niveau de l'abscisse $X = 2500\ m$.

Données physiques

Prise en compte du frottement : oui
- Coefficient de Strickler = 90 $m^{1/3}.s^{-1}$
- Conditions aux limites :
  - Cote imposée à l'aval égale à 1 m
  - Débit imposé à l'amont constant égal à 1 $m^3.s^{-1}$
- Conditions initiales : aucune pour le noyau permanent
  - Débit constant = 1 $m^3.s^{-1}$ et cote variant linéairement de 1 à 1.5 m pour le noyau transcritique
- Coefficient de la perte de charge singulière : 0.5 en $X = 2500\ m$

Données numériques

Le domaine a été divisé en 499 mailles de longueur constante égale à 10 m. Le pas de planimétrage est homogène dans le domaine égal à 10 m (2 pas de planimétrage).

Solution analytique

En présence d'une perte de charge singulière, l'équation de conservation de la quantité de mouvement s'écrit :

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{Lh} + \frac{1}{2}gLh^2\right) = -\frac{\partial}{\partial x}(\alpha V_{amont}^2) \times gLh \tag{1}$$

avec

Q : débit total $(m^3.s^{-1})$
L : largeur du domaine (m)
h : hauteur d'eau (m)
V_{amont} : vitesse au niveau de la section située à l'amont de la perte de charge $(m.s^{-1})$
α : coefficient de perte de charge

En discrétisant cette équation par la méthode des différences finies, on obtient $(L = 1\ m)$:

$$\left[\frac{2}{h_1+h_2} \times \frac{Q_1^2 - Q_2^2}{\Delta x}\right] + \left[\frac{(Q_1+Q_2)^2}{(h_1+h_2)^2} + g \times \frac{h_1+h_2}{2}\right]\frac{\Delta h}{\Delta x} = -\frac{\alpha}{2\Delta x}\left(\frac{Q_1}{h_1}\right)^2 \times \frac{h_1+h_2}{2} \tag{2}$$

L'indice 1 correspond à la section de calcul en amont de l'apport, l'indice 2 correspond à la section de calcul en aval de l'apport.

Application numérique :

$Q_1 = 1\ m^3.s^{-1}$
$Q_2 = 1\ m^3.s^{-1}$
$h_1 = 1.2453\ m$
$h_2 = 1.2272\ m$
$\Delta x = 10\ m$
$\alpha = 0.5$

Ces valeurs donnent $\Delta h_{analytique} = 0.0172\ m$
$\Delta h_{calculee}$ avec le noyau permanent 5.0 : $0.018\ m$

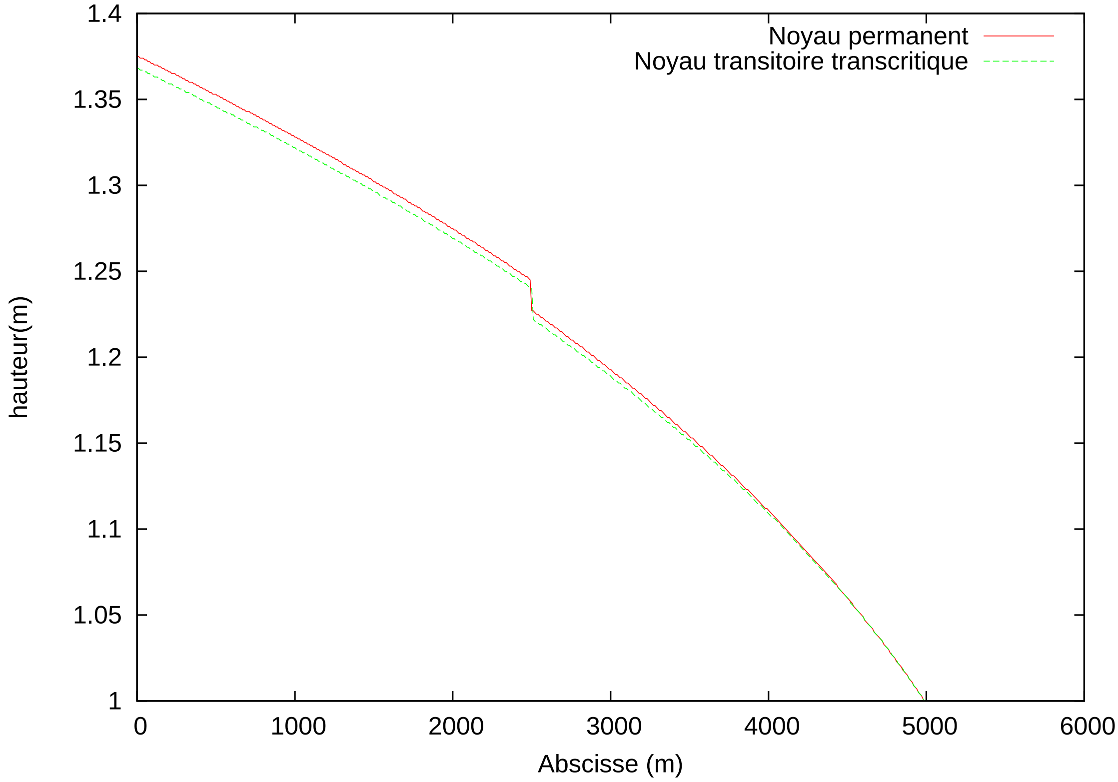

FIGURE 1 – Comparaison des hauteurs d'eau calculées

$\Delta h_{calculee}$ avec le noyau permanent 7.0 : $0.018\ m$
$\Delta h_{calculee}$ avec le noyau transitoire transcritique : $0.018\ m$

Résultats

La figure 1 compare les lignes d'eau obtenues avec la version Mascaret 7.0 noyau permanent avec la version Mascaret 7.0 noyau transitoire transcritique explicite . Les deux versions donnent des résultats quasi - identiques hormis un décalage d'une maille sur le positionnement de la solution transcritique. La perte de charge calculée au niveau de la perte de charge vaut $\Delta h_{calculee} = 0.0181\ m$. L'erreur relative est de 5%.

Conclusion

Le traitement des pertes de charges singulières est satisfaisant. D'autre part, les écarts entre les deux versions sont quasiment nuls.