

FICHE DE VALIDATION DU LOGICIEL MASCARET V7P0

Validation des noyaux de calcul permanent

Canal rectangulaire avec débit d'apport.

Numéro du cas test : 5

Auteur : N. Goutal

Description

Ce cas test a pour but de valider le noyau de calcul en régime permanent et en régime transitoire transcritique, dans le cas d'un canal rectangulaire avec un débit d'apport.

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*. Le débit d'apport est situé au niveau de l'abscisse $X = 2500$ *m*.

Données physiques

Prise en compte du frottement : oui

- Coefficient de Strickler :
 - lit mineur : 90 $m^{1/3}.s^{-1}$
- Conditions aux limites :
 - 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
 - Un débit constant et cote variant linéairement
 - Débit d'apport : constant égal à 1 $m^3.s^{-1}$

Données numériques

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

Solution analytique

L'équation de conservation de la quantité de mouvement s'écrit :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{Lh} + \frac{1}{2}gLh^2 \right) = \gamma_{apport} \quad (1)$$

avec

Q : débit total ($m^3.s^{-1}$)

L : largeur du domaine (*m*)

h : hauteur d'eau (*m*)

Or, dans la version actuelle de MASCARET, le terme correspondant au débit d'apport n'est pas traité ; il est donc considéré comme nul (cela revient à dire que la quantité de mouvement n'est pas conservée).

Ainsi, en discrétisant cette équation par la méthode des différences finies, et en négligeant le second membre, on obtient ($L = 1$ *m*) :

$$\left[\frac{2}{h_1 + h_2} \times \frac{Q_1^2 - Q_2^2}{\Delta x} \right] + \left[\frac{(Q_1 + Q_2)^2}{(h_1 + h_2)^2} + g \times \frac{h_1 + h_2}{2} \right] \frac{\Delta h}{\Delta x} = 0 \quad (2)$$

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 :

$$Q_1 = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_2 = 2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$h_1 = 1.703 \text{ m}$$

$$h_2 = 1.580 \text{ m}$$

$$\Delta x = 10 \text{ m}$$

Ces valeurs donnent $\Delta h_{analytique} = 0.120 \text{ m}$

Résultats

La figure suivante compare les lignes d'eau obtenues avec le noyau permanent à celles obtenues avec le noyau transitoire transcritique. Les deux noyaux donnent des résultats quasi - identiques. La perte de charge calculée au niveau de l'apport vaut $\Delta h_{calculée} = 0.123 \text{ m}$. Il y a un écart de 3 mm par rapport à la valeur analytique. Cet écart peut provenir du fait que la solution analytique a été calculée de façon approchée par la méthode des différences finies et non par résolution exacte de l'équation différentielle mais également du calcul, puisque la solution calculée est une valeur approchée.

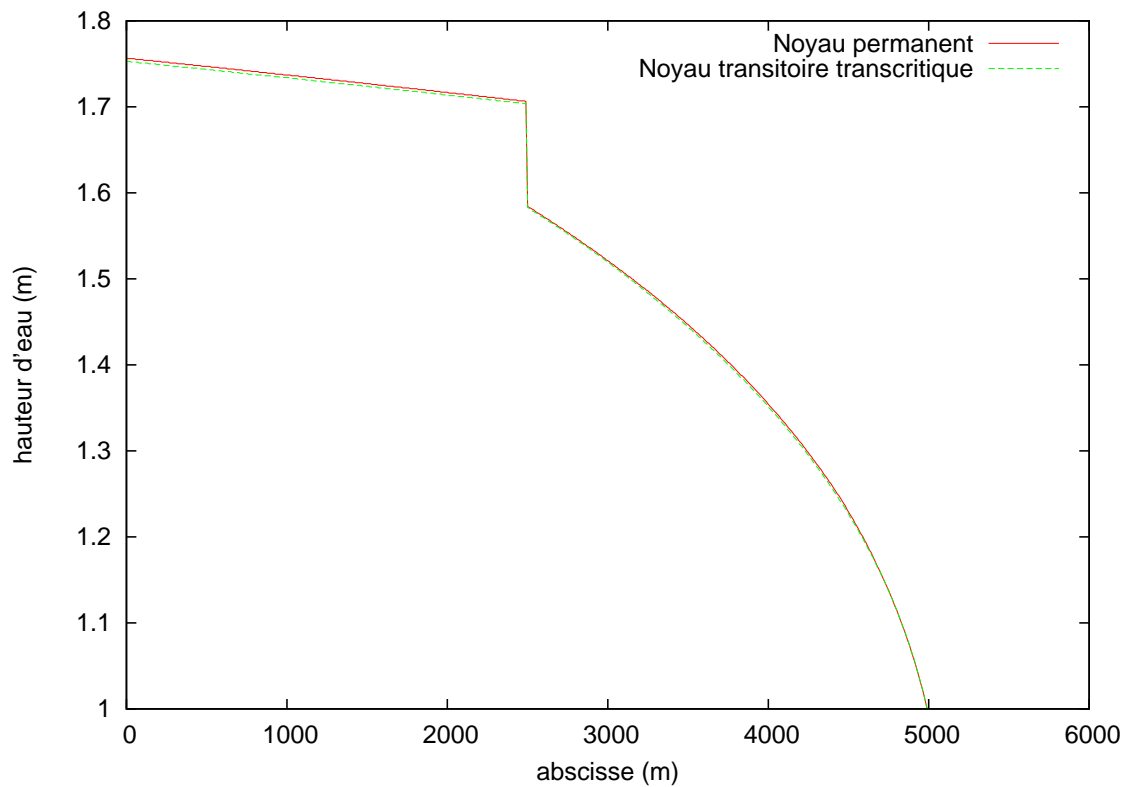


FIGURE 1 – Comparaison des hauteurs d'eau calculées

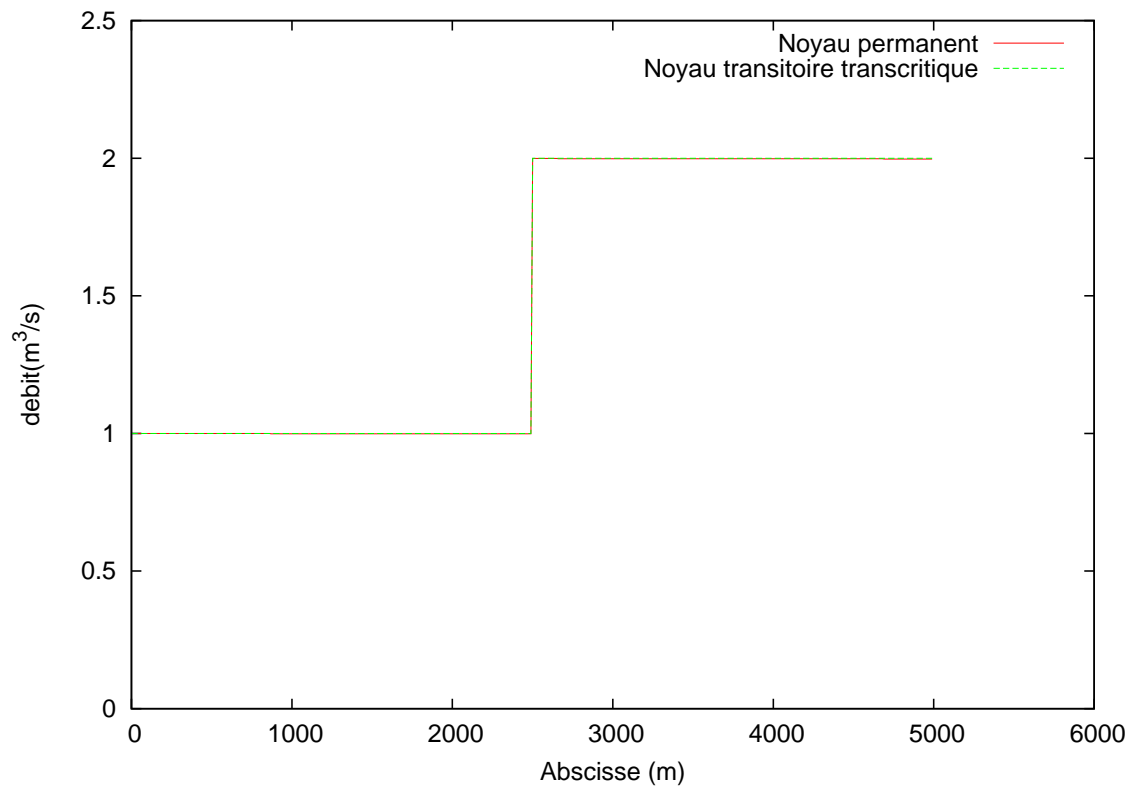


FIGURE 2 – Débits ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) pour les noyaux permanent et transitoire

Conclusion

Le traitement des termes d'apport est satisfaisant. D'autre part, les écarts entre les deux versions sont quasiment nuls.