

FICHE DE VALIDATION DU LOGICIEL MASCARET V7P0

Validation du noyau transcritique et permanent

Ecoulement permanent dans un canal rectangulaire avec seuil

Numéro du cas test : 16

Auteur : Fabrice ZAOUI

Description

Le cas test consiste à calculer l'écoulement permanent dans un canal de section rectangulaire de largeur constante dont le fond comporte un seuil. Suivant les conditions aux limites et les conditions initiales imposées, l'écoulement peut être fluvial, torrentiel, transcritique avec ou sans ressaut. Ce cas test permet de vérifier l'aptitude du code à traiter les écoulements permanents (par convergence d'un instationnaire) pour des régimes variés.

Ce cas test a été proposé par le LNHE et traité lors du groupe de travail AIRH sur les ondes de submersion liées aux ruptures de barrages¹.

Données géométriques

Le calcul est réalisé dans un canal de 25 m de longueur, dont chaque section en travers est de forme rectangulaire de largeur constante 1 m. Ce canal présente un seuil entre les points $x = 9$ m et $x = 12$ m de forme parabolique et de hauteur 20 cm. La cote des fonds z_f vérifie les relations suivantes :

$$\begin{cases} x < 9 \Rightarrow z_f = 0 \\ 9 \leq x \leq 12 \Rightarrow z_f = 0.05(x - 9)(12 - x) \\ x > 12 \Rightarrow z_f = 0 \end{cases}$$

Ce fond est représenté sur la figure 1.

Données physiques

- Prise en compte du frottement : non (coefficient de Strickler = 99999) ;
- Cas torrentiel sans choc :
 - Conditions aux limites :
 - cote imposée à l'aval à 0.66 m si l'écoulement est fluvial ;
 - débit imposé à l'amont égal à 1.53 m³/s.
 - Condition initiale :
 - fluide au repos à la cote de 0.66 m
- Cas torrentiel avec choc aval :
 - Conditions aux limites :
 - cote imposée à l'aval égale à 0.33 m ;
 - débit imposé à l'amont égal à 0.18 m³/s.
 - Condition initiale :
 - fluide au repos à la cote de 0.33 m

Données numériques

Le maillage utilisé comporte 100 cellules ($\Delta x = 0.25$ m).

Le pas de planimétrie est homogène dans le domaine égal à 5 cm.

Le pas de temps est réglé automatiquement à chaque itération de manière à vérifier un nombre de CFL égal à 0.8.

Le calcul est effectué jusqu'à convergence vers un état stationnaire.

1. N. Goutal, F. Maurel, *Proceedings of the 2nd workshop on dam-break wave simulation*, Rapport EDF HE-43/97/016/B

Résultats

Les figures 2 à 7 présentent les résultats obtenus dans chacun des cas. Chaque figure montre la cote de la surface libre, le débit dans le bief ainsi que l'évolution temporelle du débit à l'aval du domaine. La figure 2 présente en plus le résultat du noyau permanent pour comparaison.

Le cas transcritique sans ressaut montre une excellente convergence vers la solution analytique. Le débit reste parfaitement constant dans le bief et la ligne d'eau est superposée avec la ligne d'eau analytique.

Dans le cas d'un écoulement avec choc, un pic de débit apparaît à la transition fluvial-torrentiel. Ce pic est estimé à $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ (soit 16% du débit amont). Toutefois, à l'aval de ce dernier on retrouve le débit imposé à l'amont : la perturbation ne se propage pas. La convergence à l'aval du domaine est correcte comme le montrent les variations temporelles (figures 6 et 7).

Conclusion

Ce cas test a permis de préciser le comportement du code pour des calculs d'état permanent. Dans l'ensemble, les lignes d'eau ainsi que la convergence sont correctes. Seul le cas d'un choc torrentiel-fluvial pose quelques problèmes : apparition d'un pic localisé de débit. Ce pic est observé sur l'ensemble des résultats des participants au groupe de travail AIRH, excepté sur celui de l'université de Bordeaux.

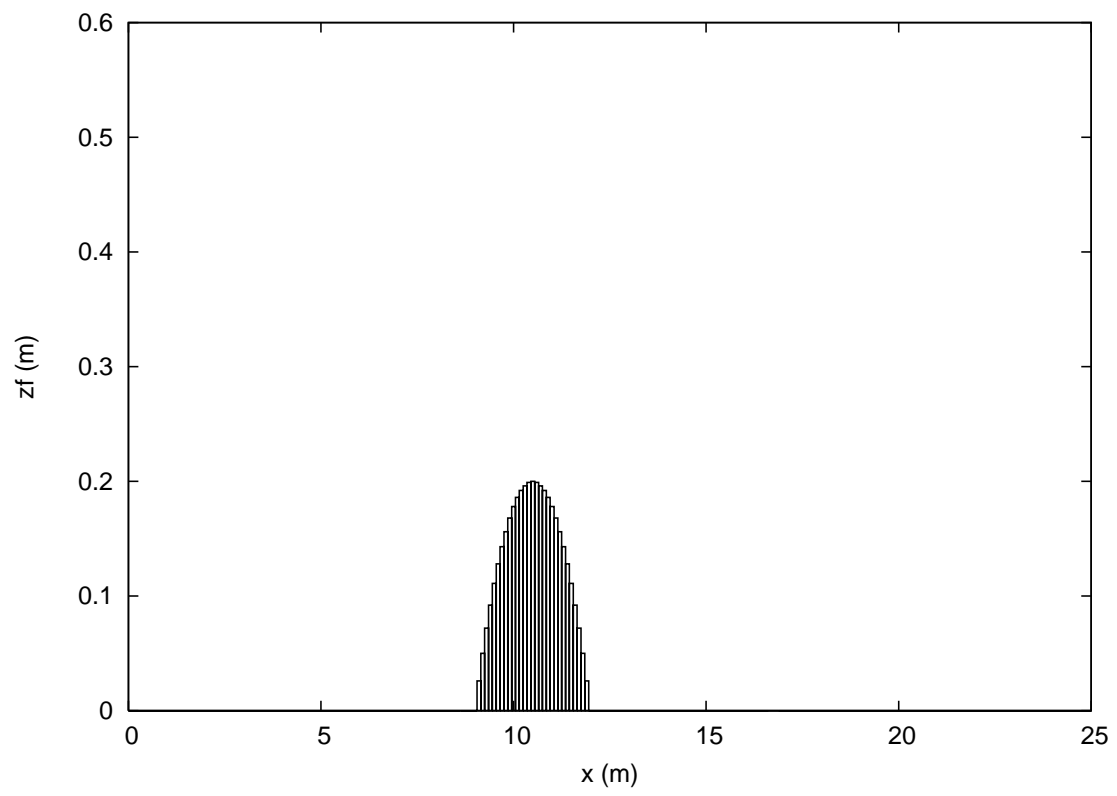


FIGURE 1 – Profil en long du canal

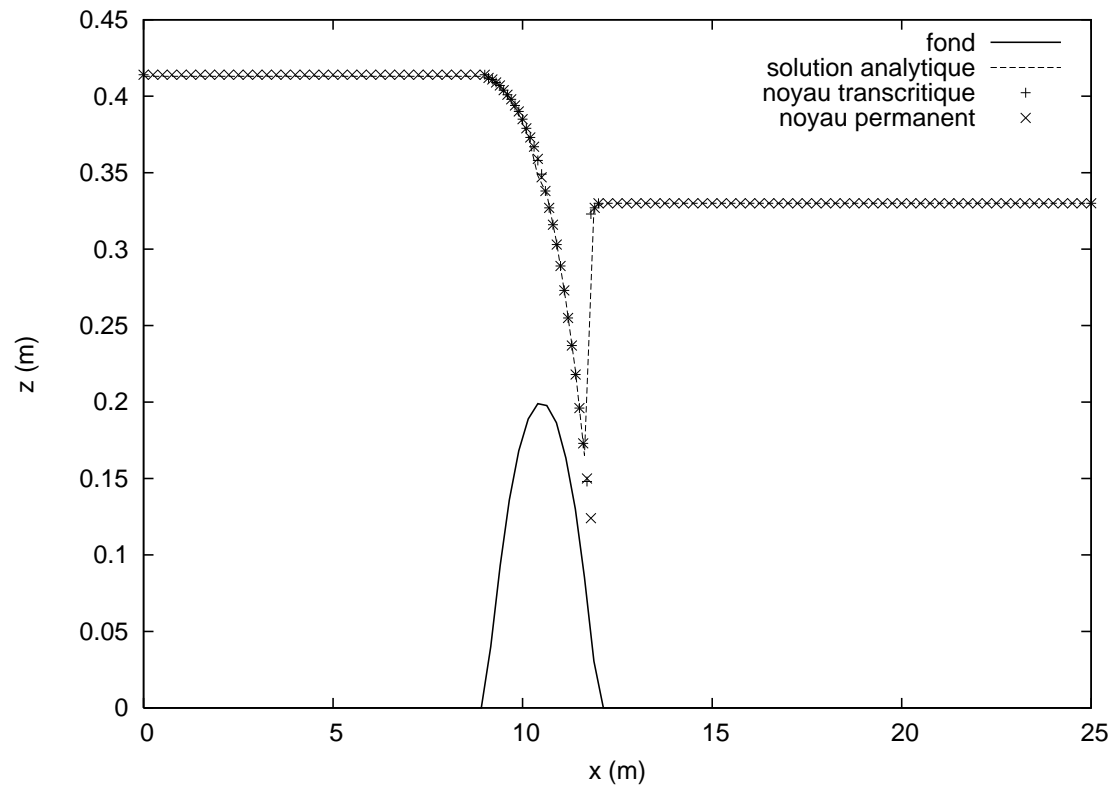


FIGURE 2 – Cote de l'écoulement transcritique avec choc

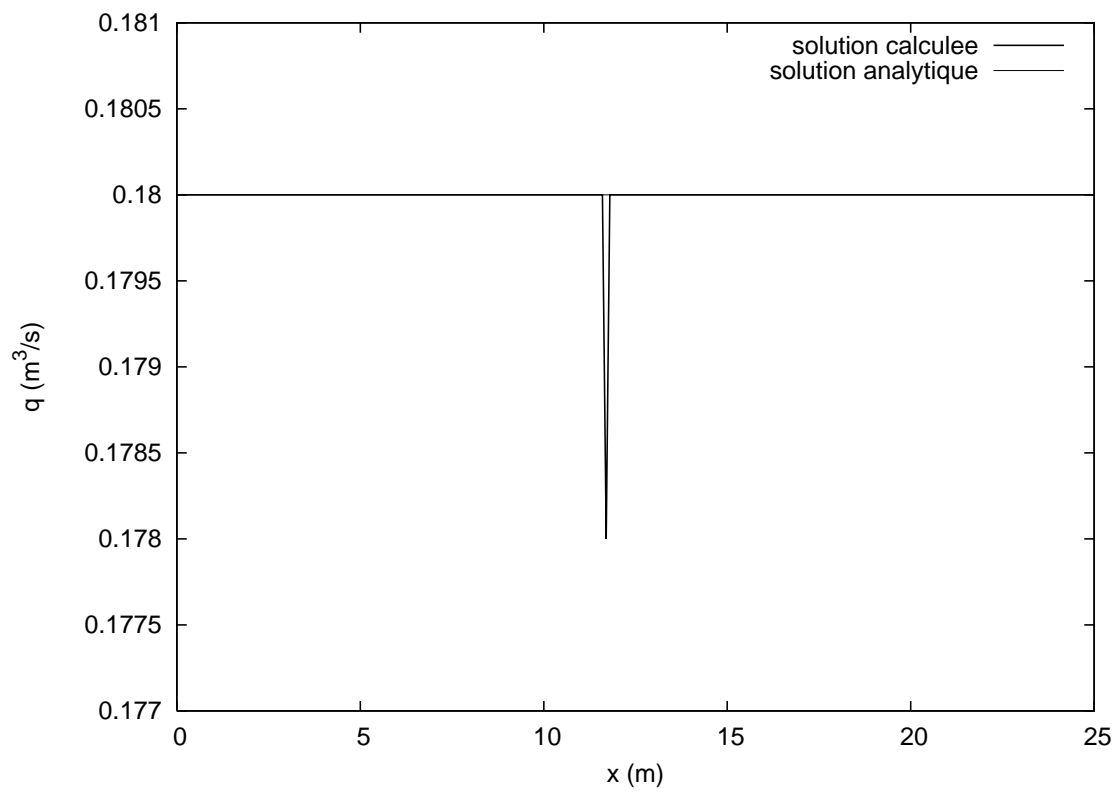


FIGURE 3 – Débit de l'écoulement transcritique avec choc

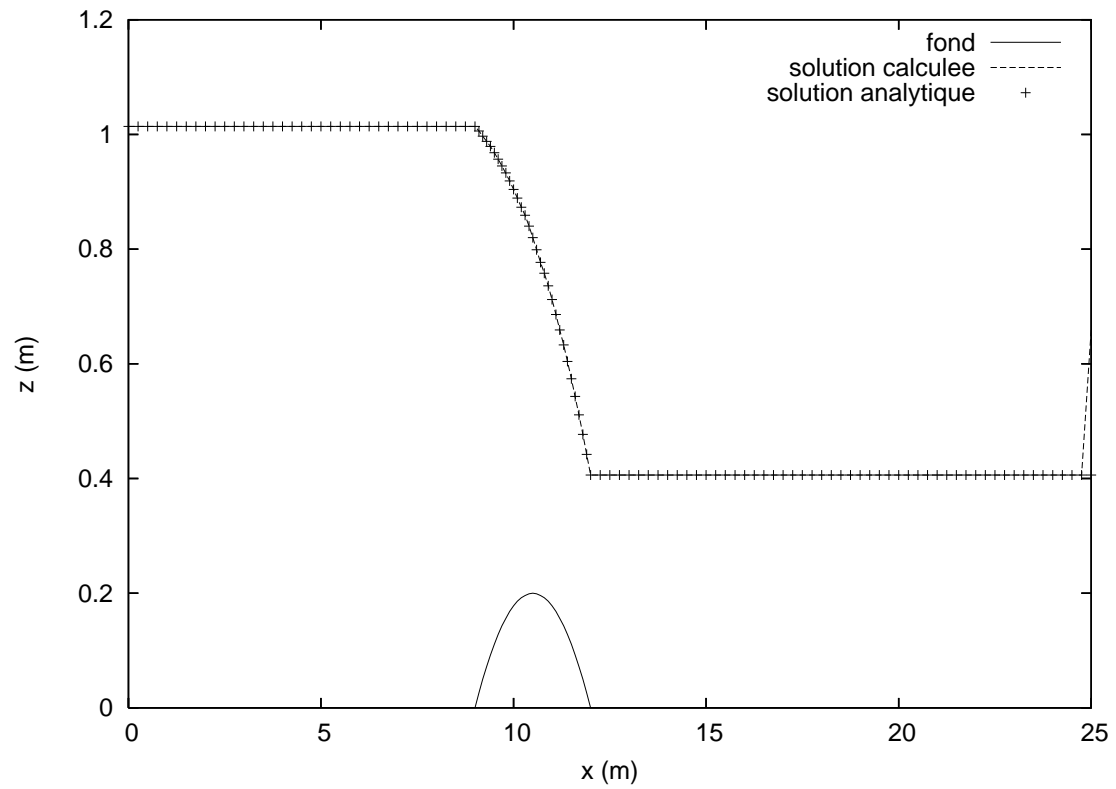


FIGURE 4 – Cote de l'écoulement transcritique sans choc

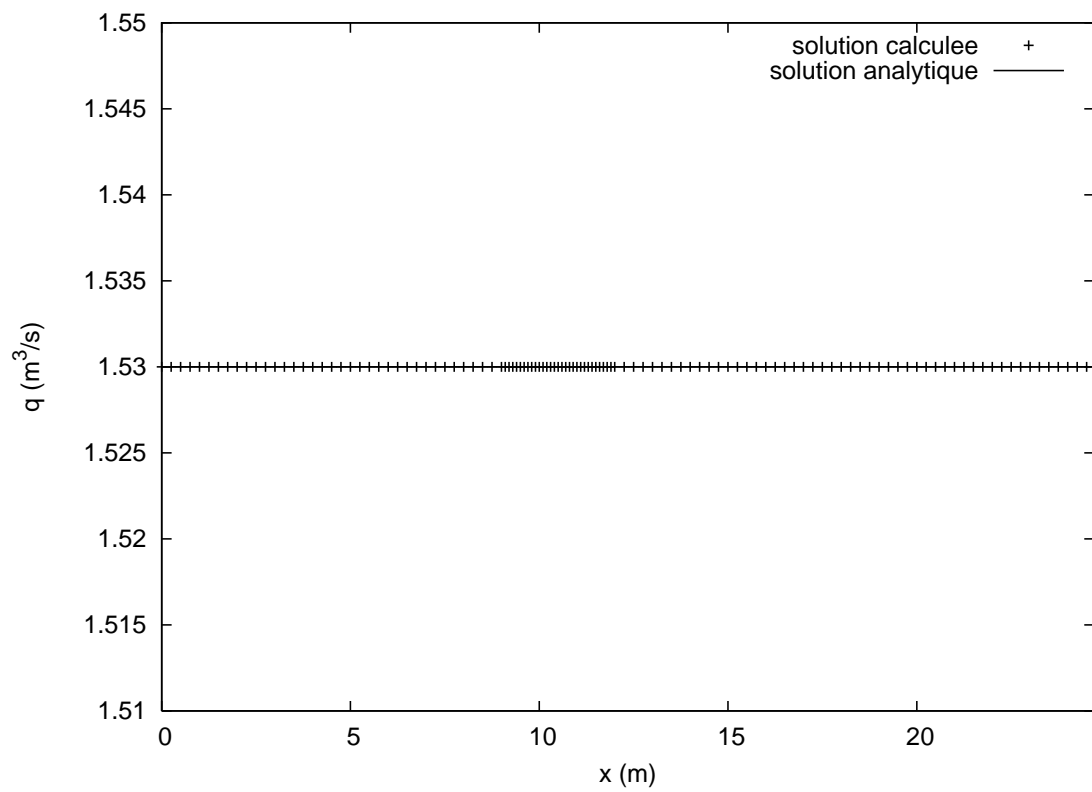


FIGURE 5 – Débit de l'écoulement transcritique sans choc

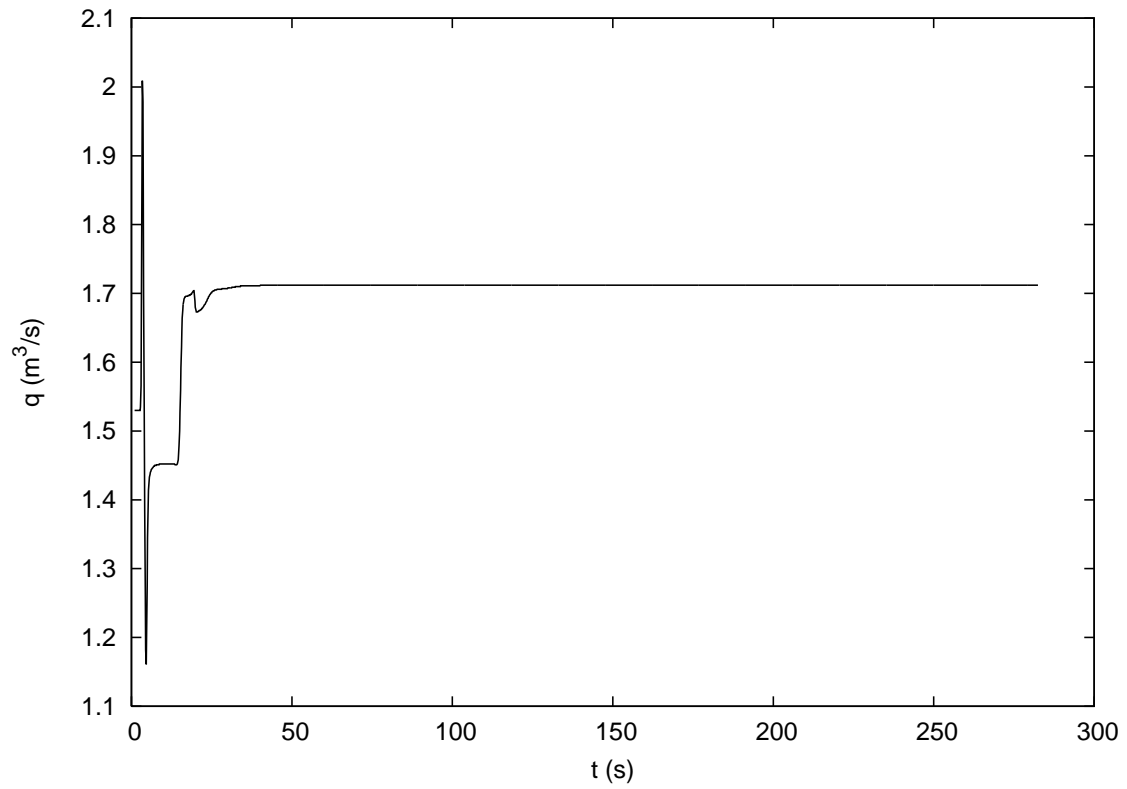


FIGURE 6 – Evolution temporelle du débit à l'aval (sans choc)

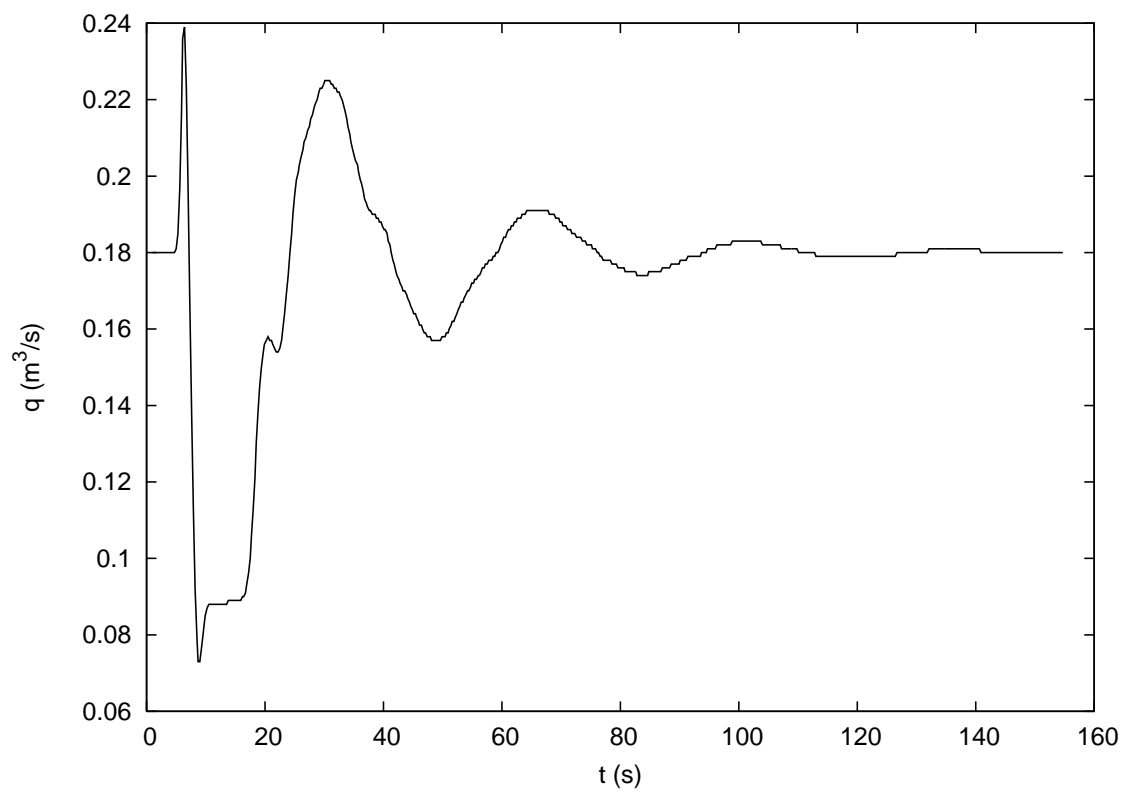


FIGURE 7 – Evolution temporelle du débit à l'aval (avec choc)