
MAIDESC-T2-D1: Spécification de ATC1 -Chute d'une colonne liquide 2D. Juillet 2014

A. Dervieux

INRIA, alain.dervieux@inria.fr

Summary. Ce court document décrit le cas test proposé par l'INRIA pour le projet MAIDESC.

Key words: Chute d'une colonne de liquide, interface, adaptation de maillage

1 Rupture d'un barrage 2D

Une colonne de liquide est initialement retenue par une trappe dans la configuration de la Figure 1. Le calcul commence lorsque la trappe se dérobe. La colonne d'eau, soumise à la gravité, s'effondre. Ce test a l'avantage d'être relativement facile. De nombreuses publications donnent des solutions expérimentales ou numériques de cet écoulement. Nous présentons un premier calcul issu de [1]. Les expériences existantes sont celles de Koshizuka *et al.* [2] et de Martin et Moyce [3].

Les mesures expérimentales relèvent la position du point en bas à droite le long de l'axe x au cours du temps.

Les caractéristiques physiques et numériques de ce test sont présentées dans le Tableau 1.

Nous avons effectué des simulations numériques de cet écoulement avec la méthode d'épaississement de l'interface sur un maillage 50×50 . La Figure 2 montre l'interface, la quantité de mouvement (en haut) et la densité (en bas) $t = 0.2s$.

Pour évaluer la précision, on présente l'évolution des capteurs numériques par rapport aux mesures expérimentales. La Figure 3 représente le graphe des différentes positions en x au cours du temps du point à l'extrémité de la vague. Les grandeurs adimensionnelles utilisées sont:

$$x^* = \frac{x}{L},$$
$$t^* = t \sqrt{\frac{2g}{L}}.$$

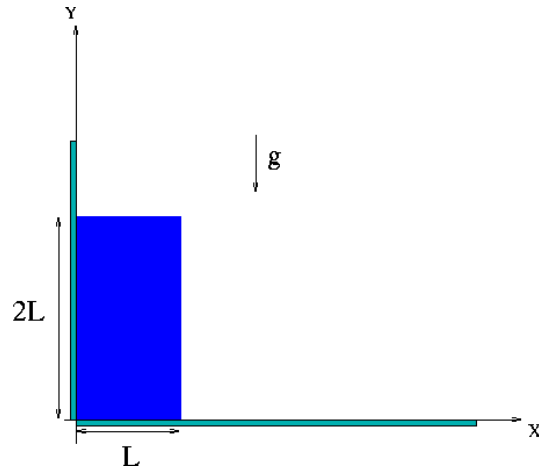


Fig. 1. Rupture d'un barrage 2D - Géométrie et conditions initiales du test.

Taille du domaine	: $4L \times 4L$
Longueur de référence	: $L = 0.146 \text{ m}$
Maillages	: 50x50, 100x100 et 200x200 mailles
Densité du liquide	: $\rho_{\text{liq}} = 998 \text{ kg.m}^{-3}$
Densité du gaz	: $\rho_{\text{gaz}} = 1.2 \text{ kg.m}^{-3}$
Viscosité cinématique du liquide	: $\nu_{\text{liq}} = 0 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$
Viscosité cinématique du gaz	: $\nu_{\text{gaz}} = 0 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$
Gravité	: $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$
Tension de surface	: $\sigma = 0 \text{ PA}$
CFL	: 0.2
Schémas en temps pour l'advection de U	: ordre 3
Schémas en espace pour U	: ordre 2
Schémas en temps pour ϕ	: ordre 3
Schémas en espace pour ϕ	: ordre 2

Table 1. Rupture d'un barrage 2D - Paramtres physiques et numériques du test.

En haut de la Figure 3 nous montrons une convergence en maillage d'un calcul en méthode Ghost Fluid (cf. [1]). Visuellement, ce graphe montre un ordre de convergence proche de 2. Ce test ne présente pas de difficulté particulière et l'ordre 2 peut également être obtenu avec la méthode d'épaississement.

L'image en bas de cette figure montre une comparaison entre les capteurs des méthodes Ghost Fluid et interface épaissie sur un maillage de 100x100. Nous constatons que les deux méthodes ne tendent pas vers la même solution. La méthode d'épaississement est plus proche des résultats de Koshizuka *et al.* et de Martin et Moyce (pour $L = 2.25 \text{ m}$) tandis que la Ghost Fluid Method se rapproche plus de l'expérience de Martin et Moyce (pour $L = 1.125 \text{ m}$). La

disparité entre les résultats expérimentaux ne nous permettent pas de comparer efficacement la précision des deux méthodes. Les données numériques relatives aux mesures sont donnée en fin de ce paragraphe.

```
Colonne2D_Expe_KoshizukaTomako  
L = 0.146 m
```

```
VARIABLES = temps, CapteurX  
0 1  
0.86 1.234  
1.43 1.666  
1.65 1.891  
1.83 2.088  
2 2.322  
2.233 2.566  
2.337 2.753  
2.512 2.988  
2.616 3.231  
2.86 3.466  
2.965 3.663  
3.14 3.888
```

```
Colonne2D_Expe_MartinMoyce1  
L= 1.125 m
```

```
VARIABLES = temps, CapteurX  
0 1  
0.395 1.122  
0.767 1.263  
1.174 1.516  
1.547 1.9  
1.942 2.256  
2.314 2.603  
2.709 2.997  
3.117 3.625
```

```
Colonne2D_Expe_MartinMoyce2
L = 2.25 m

VARIABLES = temps, CapteurX
0 1
0.86 1.234
1.198 1.422
1.605 1.9
1.884 2.331
2.221 2.753
2.57 3.231
2.895 3.644
```

2 Remerciements

Ce rapport est une livraison du projet MAIDESC n^o ANR-13-MONU-0010 de l'Association Nationale de la Recherche.

References

1. D. Guégan, O. Allain, A. Dervieux, and F. Alauzet. An l^∞ - l^p mesh adaptive method for computing unsteady bi-fluid flows. *Int. J. Num. Meth. Engg.*, 84(11):1376–1406, 2010.
2. S. Koshizuka, S. Tamako, and Y. Oka. A particle method for incompressible viscous flows with fluid fragmentation. *Computational Fluid Dynamics Journal*, 4:29–46, 1995.
3. J. C. Martin and W. J. Moyce. Part IV. An experimental study of the collapse of liquid columns on a rigid horizontal plane. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 244(882):312–324, March 1952.

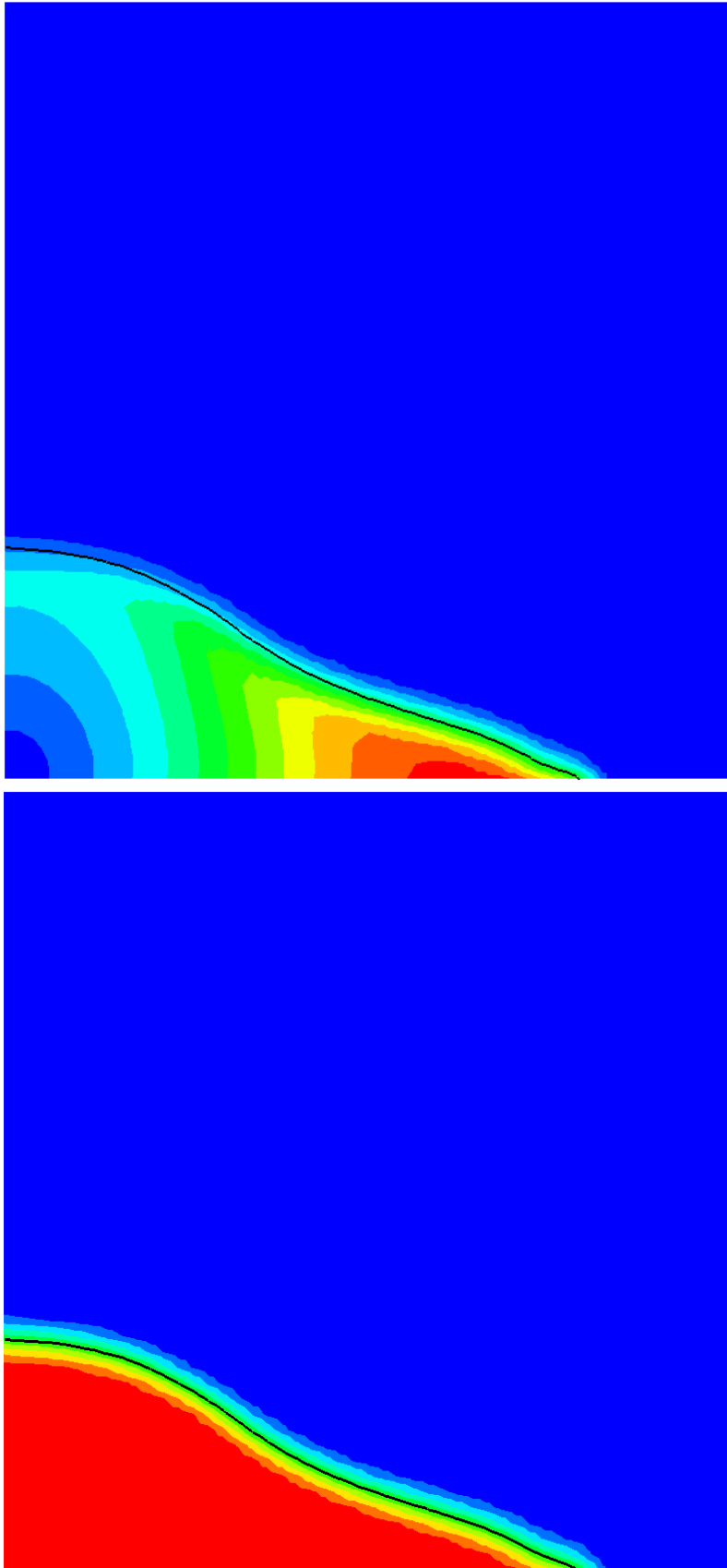


Fig. 2. Rupture d'un barrage 2D - En haut, les visualisations de la quantité de mouvement et de l'interface - En bas, les visualisations de la densité et de l'interface.

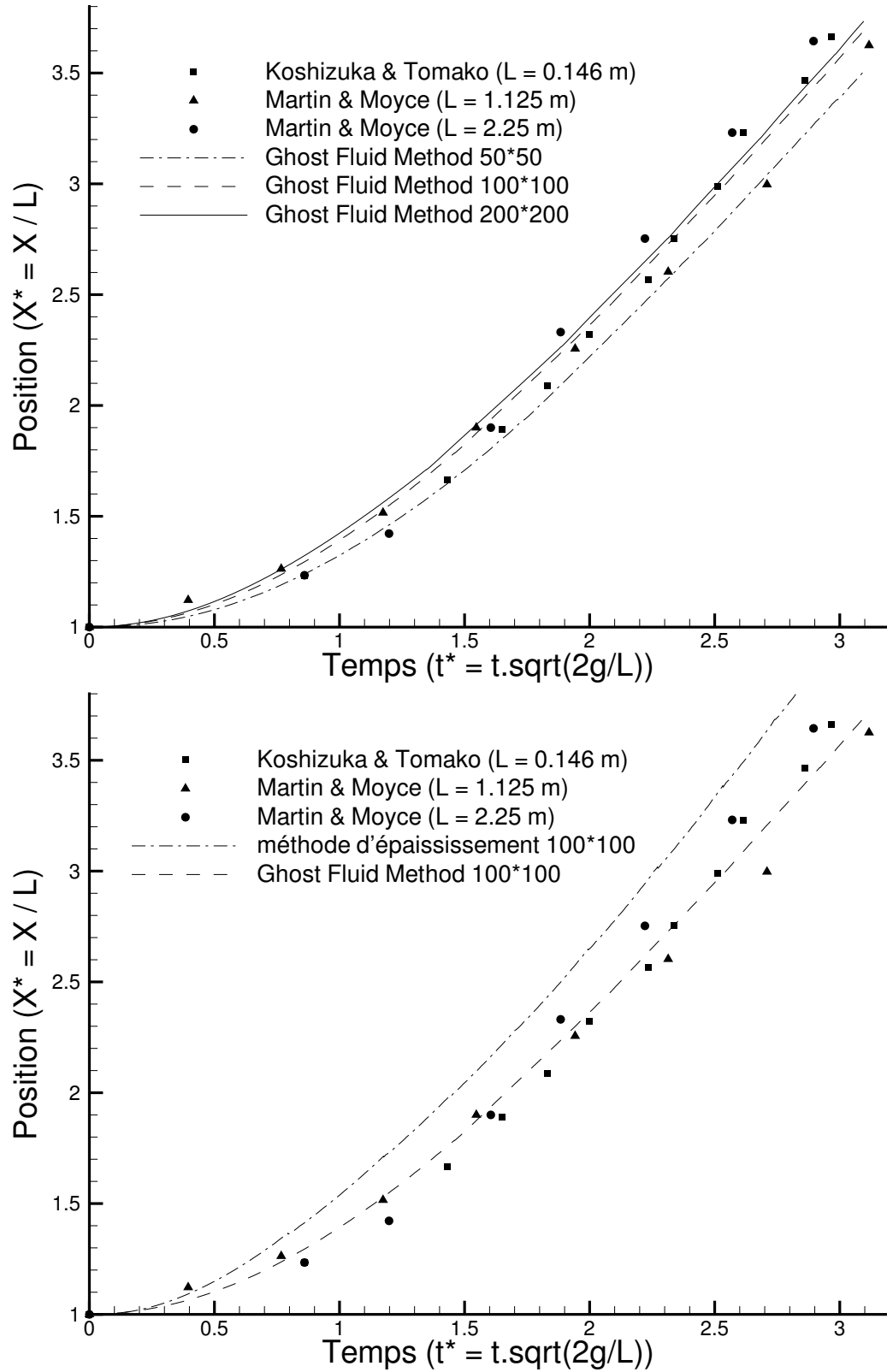


Fig. 3. Rupture d'un barrage 2D - En haut, l'étude de convergence en espace de la Ghost Fluid Method - En bas, la comparaison des capteurs entre la méthode d'épaississement et la Ghost Fluid Method.