

FICHE DE VALIDATION DU LOGICIEL MASCARET V7P0

Validation des noyaux de calcul transitoires en régime transcritique

Cas de rupture réelle du barrage de Malpasset

Numéro du cas test : 24

Auteur : N. Goutal

Description

Le barrage de Malpasset a été construit pour l'irrigation et le stockage de l'eau potable. Il est localisé dans une gorge étroite de la vallée du Reyran dans le département du Var, approximativement 12 km en amont de Fréjus.

Le barrage est un barrage voûte à double arche de 66.5 m de hauteur avec une longueur de crête de 223 m.

La capacité du réservoir était de 55 Mm³ quand le barrage s'est rompu de façon instantanée pendant la nuit du 2 décembre 1959.

Le remplissage du réservoir a d'abord été relativement lent mais les derniers 4 m se sont remplis en 3 jours à cause de pluies exceptionnelles.

Pour contrôler la crue, la vidange de fond a été ouverte à 18 : 00 pour contrôler le remplissage du réservoir.

L'onde due à la rupture du barrage s'est propagée le long de la vallée du Reyran jusqu'à Fréjus. On dénombre 443 morts.

Une petite partie du barrage est restée en place et 1 km en aval du barrage, une portion de l'autoroute a été détruite et un pont également.

De lourds blocs ont été transportés et déposés à l'aval. Des laisses sur le rocher indiquent que l'onde a atteint une hauteur de 20 mètres au dessus du lit.

Ce cas réel est considéré comme un cas de référence pour la validation des codes utilisés pour les calculs d'onde de submersion et a fait partie des cas proposés dans le cadre de l'action concertée "CADAM".

Topographie

Description générale

En raison des modifications de géométrie provoqués par l'accident, les anciennes cartes (carte 1/20000 IGN carte de Saint-Tropez numéro 3, datée de 1931) ont été utilisées pour digitaliser la topographie et lever les profils pour le modèle 1D.

A l'aval du barrage, la vallée est relativement étroite avec 2 virages serrés. Puis, la vallée s'élargit avec quelques affluents. Plus à l'aval, la vallée se rétrécit de nouveau avant quelques larges virages puis arrive dans la plaine de Fréjus (voir figure 1).

La longueur de la vallée et de la retenue est de 20 km environ. La retenue fait 4820 m de longueur et la vallée est modélisée par des profils en travers du barrage à l'abscisse 0 jusqu'à la mer située à 15079.

Singularités

Les singularités ne sont pas incluses dans la géométrie.

- Le barrage n'est pas complètement détruit
- 1.5 km à l'aval du barrage : les remblais de l'autoroute "L'esterel", le pont et une partie de l'autoroute (800 m) ont été emportés par l'onde
- 9.5 km à l'aval du barrage : Les remblais de la ligne SNCF Nice-Marseille

Pour les 2 dernières singularités, les données ne sont pas disponibles. L'analyse sur modèle physique a montré que ces singularités avaient juste une influence locale. Nous n'avons aucune information sur le comportement des remblais de la voie ferrée Nice-Marseille. Le modèle physique ne peut pas donner d'information car la condition limite est située juste en amont.

Conditions initiales

Le niveau dans le réservoir est pris à 100 m ABS. Le niveau dans la mer est pris égal à zéro.

Excepté dans la mer et le réservoir, le fond du Reyran est supposé sec bien que la vanne de fond soit ouverte.

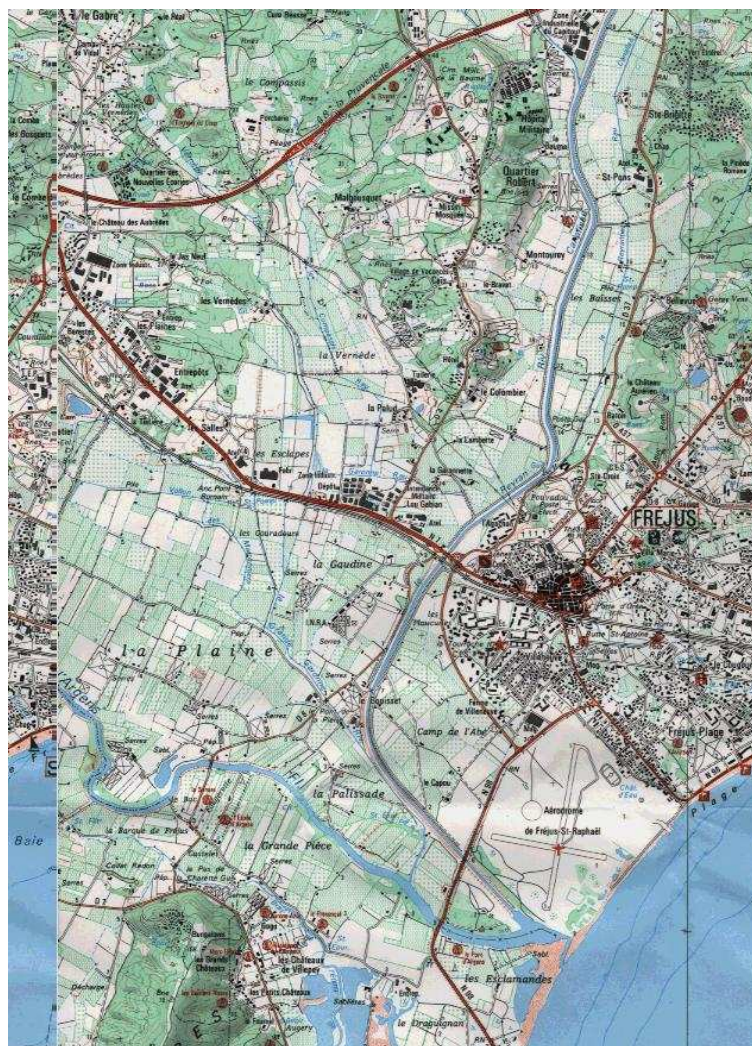


FIGURE 2 –

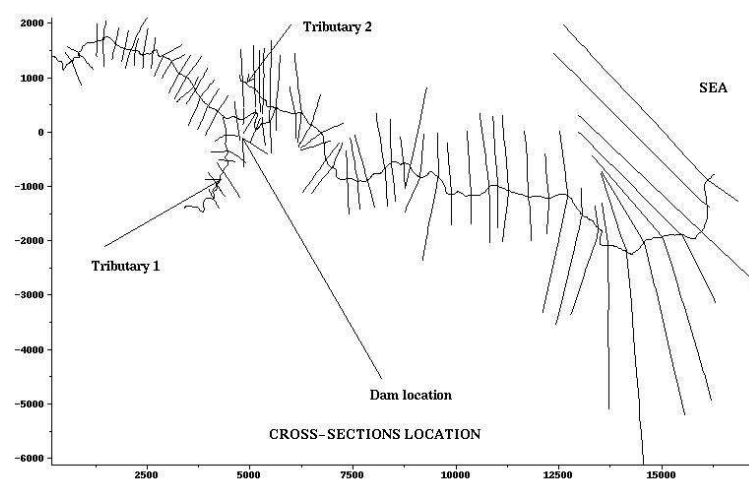


FIGURE 3 – Position des profils

Conditions aux limites

A l'amont du réservoir, le débit entrant n'est pas connu donc nous avons choisi d'imposer un débit nul. Le niveau de la mer est constant égal à zero.

Paramètres

Paramètres physiques

Le coefficient de Strickler est estimé entre 30 et 40. Pour modéliser la perte de charge due au double virage en aval, un coefficient de frottement égal à 5 a été imposé localement.

Paramètres numériques

- Pas d'espace : 25 *m*
- Pas de planimétrage : 2 *m*
- Version explicite : Nombre de Courant = 0.8
 - avec option " optimisation du noyau transcritique "
 - sans option " optimisation du noyau transcritique "
- Version implicite : Nombre de Courant = 2
- Implicitation du frottement

Les données disponibles

Données de terrain

Les données de terrain les plus intéressantes concernent les temps de propagation de l'onde : trois transformateurs électriques ont été détruits par l'onde et le temps exact des claquages des transformateurs est connu. Les transformateurs notés A,B et C et leurs positions sont données dans le tableau 1. Pour le transformateur A, vu sa position par rapport au barrage, le temps de claquage correspond au temps d'arrivée de l'onde. Pour les autres, le temps de claquage est compris entre le temps d'arrivée de l'onde et le temps d'obtention du maximum.

TABLE 1 – Coordonnées des transformateurs

Transformateurs électriques	Coordonnées $X(m)$	Coordonnées $Y(m)$	Temps de claquage des transformateurs (<i>s</i>)
A	5550	4400	100
B	11900	3250	1240
C	13000	2700	1420

Vitesse moyenne entre A et C = 25 *km.h*⁻¹

Modèle physique

Un modèle non distordu à l'échelle a été construit au LNH en 1964 et calé à partir des observations. Le coefficient de frottement a été estimé entre 30 – 40. Quatorze sondes (6 dans le réservoir) placées dans la vallée ont permis de mesurer les cotes maximales atteintes par l'onde.

TABLE 2 – Coordonnées des sondes dans le modèle physique

Numéro des sondes	Coordonnées $X(m)$	Coordonnées $Y(m)$
6	4947.4	4289.7
7	5717.3	4407.6
8	6775.1	3869.2
9	7128.2	3162.0
10	8585.3	3443.1
11	9675.0	3085.9
12	10939.1	3044.8
13	11724.4	2485.1
14	12723.7	2485.1

Resultats

Comparaison des résultats de Mascaret 7.0 avec les données de terrain

Dans le tableau suivant, sont comparées les temps d'arrivée de l'onde aux transformateurs A, B et C avec les temps de claquage.

Transformateurs électriques (Abscisse curviligne le long de l'axe hydraulique)	Données (s)	Temps d'arrivée (s)	Temps d'obtention de la cote maximale (s)
A(1400)	100	91.4	726.5
B(9200)	1240	1221	1952
C(1420)	1420	1467	2400

Comparaison des résultats de Mascaret 7.0 avec les données du modèle physique

Sondes	Temps de propagation (s) modèle physique	Temps de propagation Mascaret V7P0	Cote d'eau maximale (m) modèle physique	Cote d'eau maximale (m) Mascaret V7P0
S6 (290 m)	10.2	8.7	84.2	85.6
S7 (1600 m)	102	105.8	56.84	56.84
S8 (2930 m)	182	215.8	54	49.3
S9 (3830 m)	263	303.1	40.2	41.74
S10 (5410 m)	404	501.8	34.9	37.28
S11 (6720 m)	600	724.2	27.4	27.14
S12 (8210 m)	845	1011.7	21.5	21.43
S13 (9005 m)	972	1173.2	16.1	19.16
S14 (10100 m)	1139	1390	12.9	10.69

La lecture de ce tableau nous montre le bon accord entre les résultats de simulation et les résultats du modèle physique. Les résultats de simulation ont été obtenus avec les options suivantes du noyau transcritique : Explicitation des flux avec un nombre de Courant égal à 0.8, implicitation du frottement et pas d'optimisation sur le temps calcul.

Sur la figure 4, sont comparés les temps d'arrivée de l'onde pour les différentes options du noyau transcritique. On note un bon accord pour les 3 options.

Sur la figure 5, sont comparées les cotes maximales atteintes avec la version 7.0 de Mascaret. Ces cotes sont comparées d'une part à l'ancienne version et d'autre part au modèle physique. On remarque l'influence de la perte de charge locale qui permet de représenter la résistance à l'écoulement due au double virage.

Conclusion

Le noyau transcritique avec ses différentes options de la version 7.0 de Mascaret est en accord d'une part avec la version 4.1 qui avait été utilisée pour réaliser les cas dans le cadre du projet " CADAM " et avec les données du modèle physique.

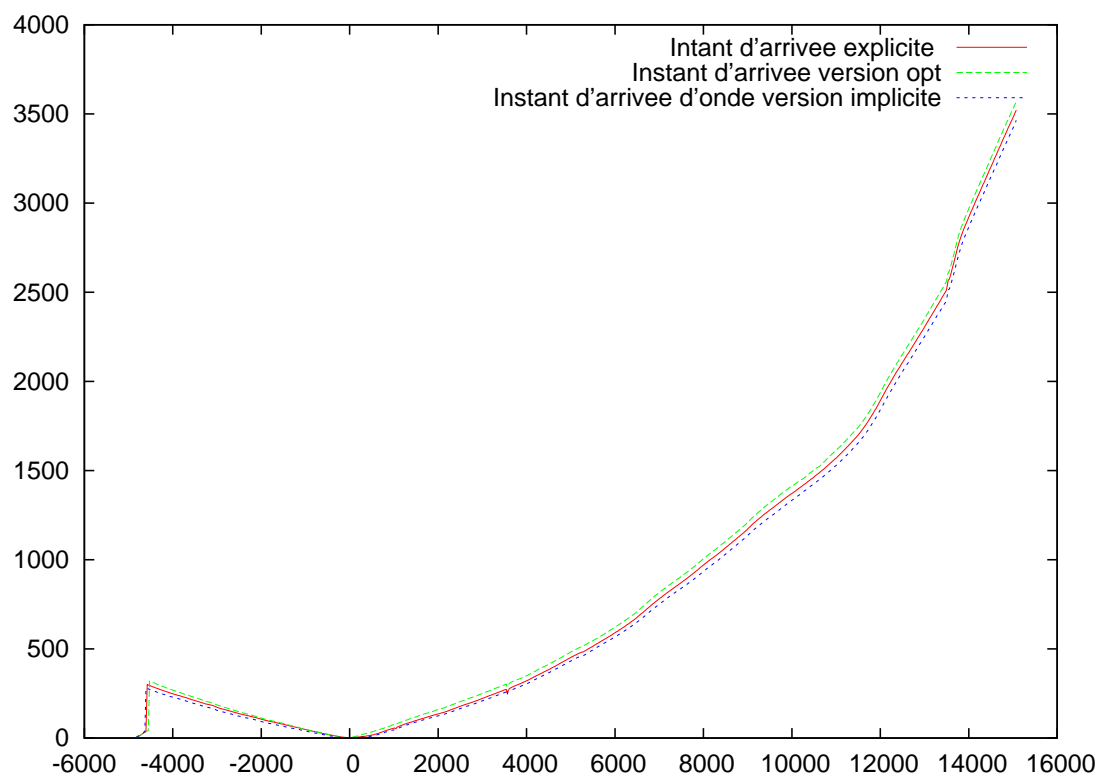


FIGURE 4 – Comparaison des temps d'arrivée de l'onde

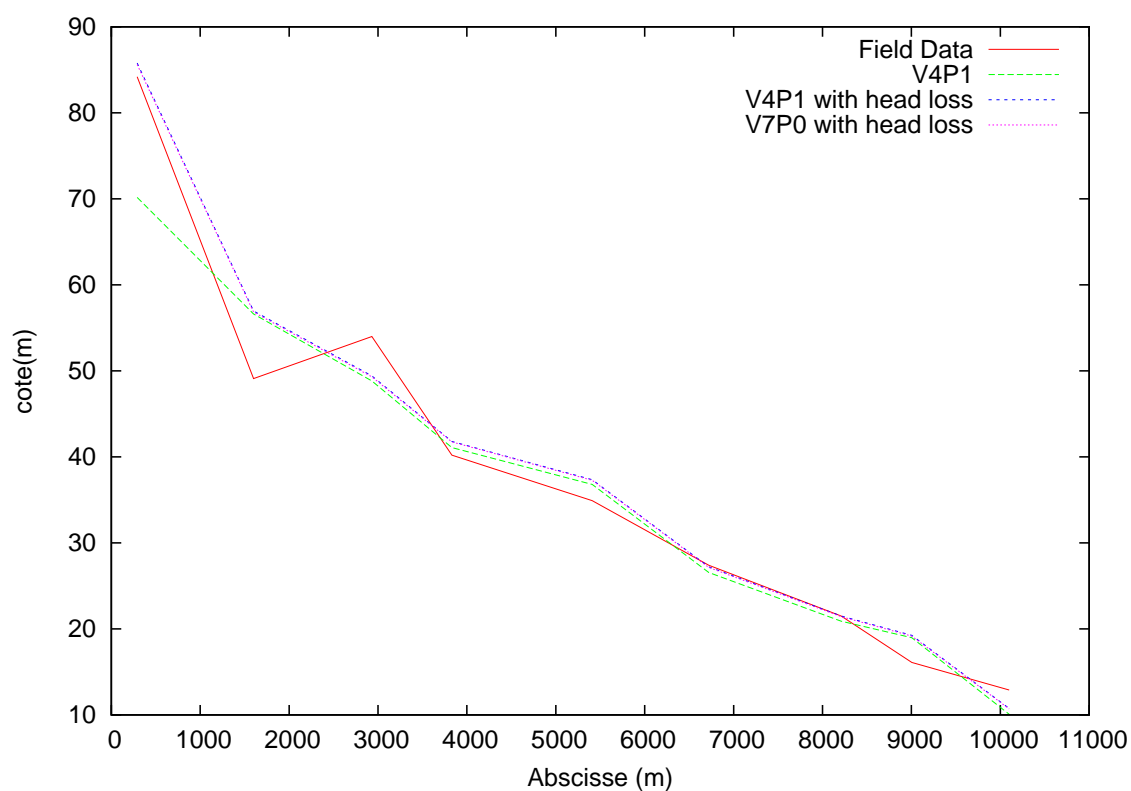


FIGURE 5 – Comparaison des cotes maximales atteintes aux sondes