Fiche V1 · Vérification

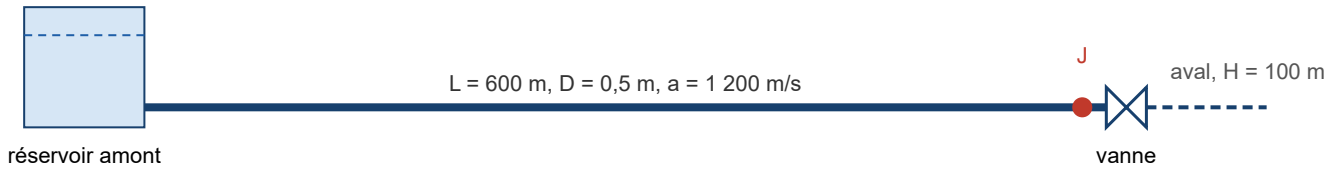
Fermeture instantanée : surpression de Joukowsky et période 4L/a

Source : Solution analytique (Joukowsky) et MOC de référence écrit indépendamment (verification/cvb/run_cvb.js, cas CV-001 et CV-002)

1. La question posée

Quand une vanne se ferme d'un coup, la surpression vaut a·V0/g et dure 2L/a. CBELIER retrouve-t-il ces deux valeurs, et toute la courbe d'un calcul de référence écrit à part ?

2. Le cas

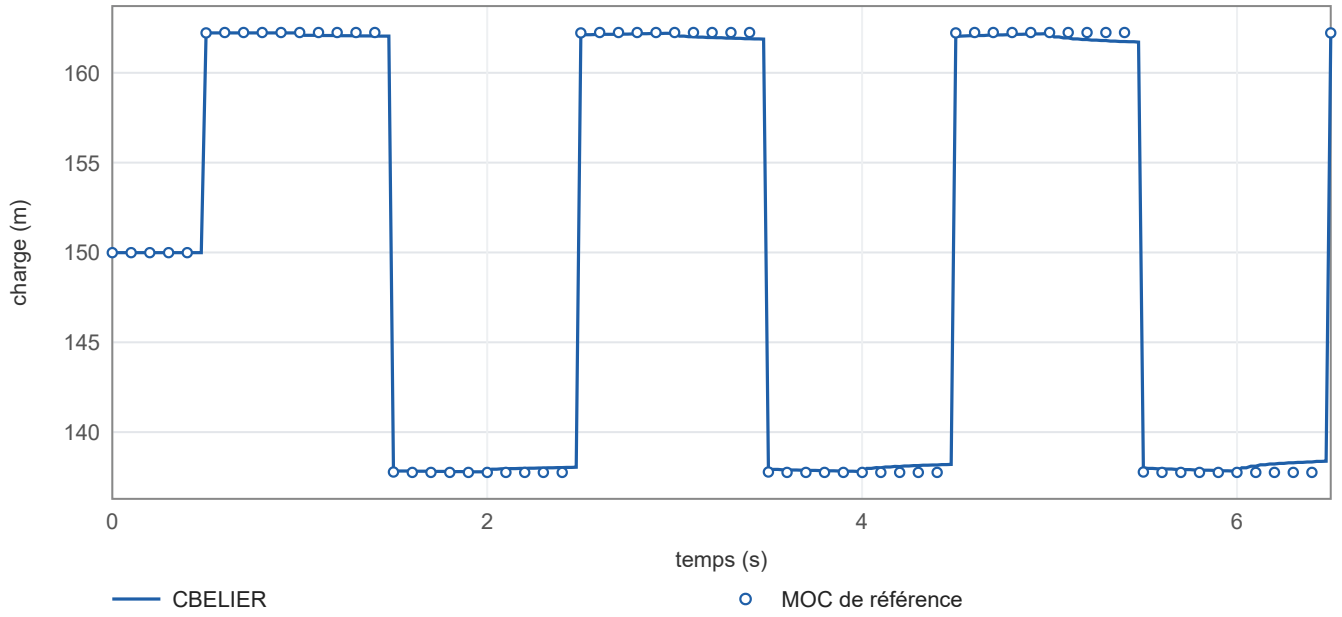


Un réservoir alimente une conduite de 600 m fermée brusquement par une vanne à t = 0,5 s. La vitesse initiale est petite (0,10 m/s) pour que le frottement, que CBELIER ne permet pas de supprimer, reste négligeable. La charge à la vanne est comparée à la formule de Joukowsky et à un calcul par la méthode des caractéristiques sans frottement, écrit indépendamment du moteur.

3. Données et statut

Donnée	Valeur	Statut
Conduite : longueur, diamètre	600 m ; 0,50 m	DÉFINI
Célérité a	1 200 m/s	DÉFINI
Réservoir amont ; aval de la vanne	150 m ; 100 m	DÉFINI
Vitesse initiale V0 (petite : frottement négligeable)	0,10 m/s	DÉFINI
Maillage : 20 mailles, nombre de Courant = 1	20	DÉFINI
Référence : MOC sans frottement écrit à part (même schéma)	—	DÉFINI

4. Résultats



Charge à la vanne : CBELIER (trait) et MOC de référence sans frottement (cercles, un point sur quatre).

5. Écarts

Indicateur	CBELIER	Référence	Écart
Surpression ΔH (V₀ = 0,10 m/s)	12,24 m	12,23 m	0,1 %
Durée du palier (2L/a = 1,00 s)	0,975 s	1,000 s	1 pas de temps
Écart quadratique à la courbe de référence	2,00 % ΔH	—	tolérance 2 %
Contrôle de la suite (vitesse plus forte)	102,31 m	101,63 m	0,7 %

La surpression et la durée du palier sont retrouvées ; l'écart quadratique de 2 % vient des fronts raides, où un décalage d'un pas de temps suffit. Avec une vitesse plus forte, l'écart à Joukowsky monte à 0,7 % : c'est l'effet attendu du frottement.

6. Limites et hypothèses

- Cas d'école : il prouve que le code résout bien les équations, pas qu'il représente un réseau réel.
- Le frottement ne peut pas être supprimé dans CBELIER : la vitesse initiale est choisie petite pour le rendre négligeable.

Calcul : moteur CBELIER 3c.26, 2026-11-06. Rejoué à chaque version par la suite de vérification (verification/qv1). Bureau d'Études Alfa Wamane — cbelier.alfawamane.ma