Fiche V3 · Vérification

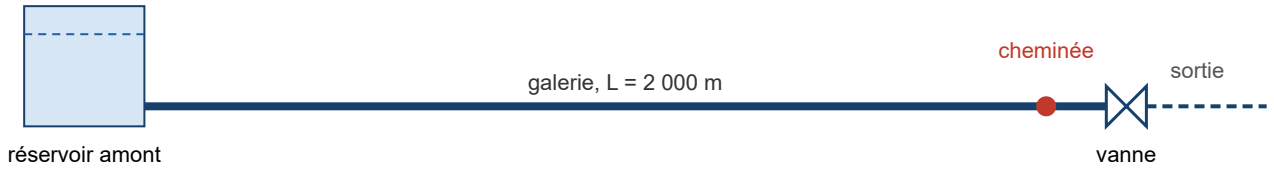
Oscillation en masse dans une cheminée d'équilibre

Source : Intégration indépendante de la colonne rigide (Runge-Kutta d'ordre 4), verification/tests/CBELIER_test_verification_methodologie.mjs

1. La question posée

Après la fermeture d'une vanne, le niveau d'une cheminée oscille lentement. CBELIER, qui calcule les ondes, retrouve-t-il les niveaux extrêmes donnés par l'équation de la colonne rigide ?

2. Le cas

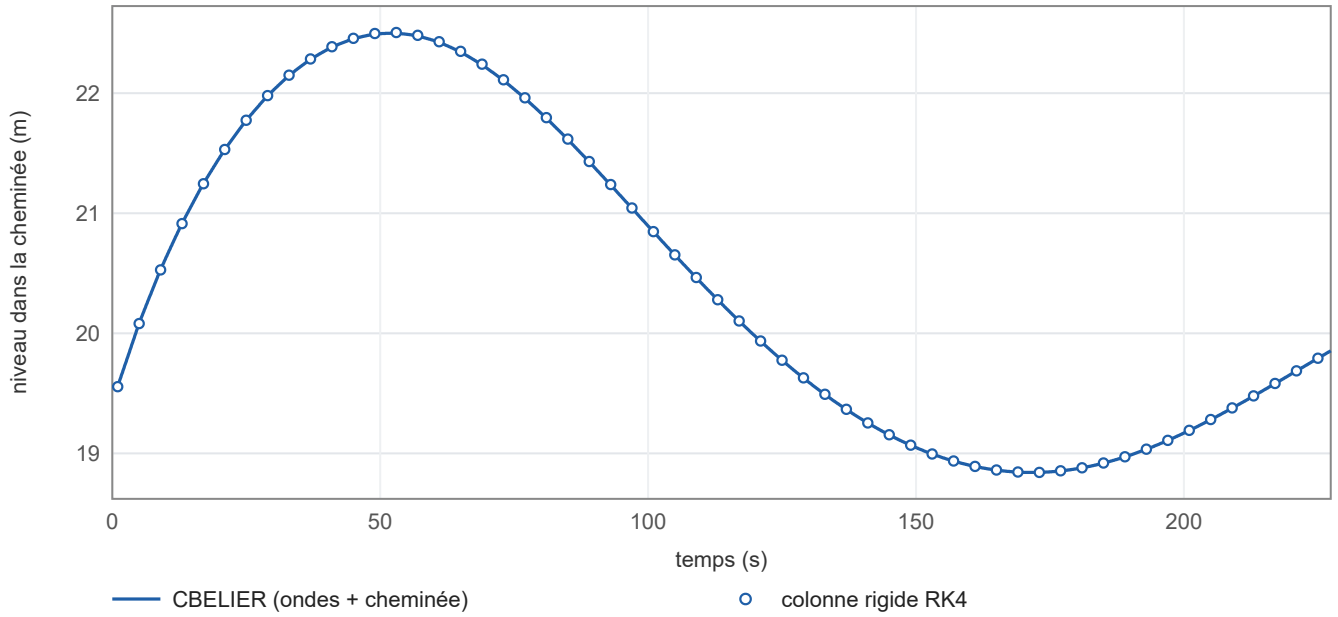


Un réservoir alimente une galerie de 2 000 m qui débouche sur une cheminée, puis une vanne fermée à t = 1 s. Le calcul complet de CBELIER (ondes et cheminée) est comparé à une intégration de la colonne rigide écrite à part, avec le même frottement et la même perte à l'entrée de la cheminée. Trois géométries sont essayées.

3. Données et statut

Donnée	Valeur	Statut
Galerie : longueur, célérité	2 000 m ; 1 000 m/s	DÉFINI
Cas 1 : D, section de la cheminée, ζ	2 m ; 20 m² ; 0	DÉFINI
Cas 2 : D, section de la cheminée, ζ	2 m ; 20 m² ; 1	DÉFINI
Cas 3 : D, section de la cheminée, ζ	1,5 m ; 30 m² ; 0,2	DÉFINI
Fermeture de la vanne	instantanée à 1 s	DÉFINI

4. Résultats



Cas 2 (ζ = 1) : niveau dans la cheminée, CBELIER (trait) et colonne rigide (cercles). La colonne rigide démarre à la fermeture (t = 1 s).

5. Écarts

Indicateur	CBELIER	Référence	Écart
Cas 1 : niveau maximal	22,097 m	22,096 m	0,001 m
Cas 1 : écart rapporté à l'amplitude	0,04 %	—	tolérance 1 %
Cas 2 : niveau maximal	22,500 m	22,506 m	−0,005 m
Cas 2 : écart rapporté à l'amplitude	0,15 %	—	tolérance 1 %
Cas 3 : niveau maximal	22,196 m	22,201 m	−0,005 m
Cas 3 : écart rapporté à l'amplitude	0,14 %	—	tolérance 1 %

Les niveaux extrêmes concordent à mieux que 0,2 % de l'amplitude dans les trois géométries. CBELIER calcule à la fois les ondes rapides et l'oscillation lente sans perdre de masse.

6. Limites et hypothèses

- La référence est une intégration numérique indépendante, pas une mesure.
- La colonne rigide néglige les ondes : un léger écart au tout début de l'oscillation est normal.

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