

Validité du filtre bio-sable par la dynamique des fluides à l'aide du solveur ANSYS-CFX



Pratik Kumar^{1,3}, Satinder Kaur Brar^{1,2,3}

1 INRS-Centre Eau Terre Environnement, Québec (QC), G1K 9A9, Canada

2 Department of Civil Engineering, Lassonde School of Engineering, York University, Toronto M3J 1P3, Ontario, Canada

3 CentrEau | Centre québécois de recherche sur la gestion de, 1065, Avenue de la Médecine, Québec (QC), G1V 0A6, Canada

Introduction / Objectif

- ❖ La mise à l'échelle d'un filtre à eau peut être effectuée en fonction des paramètres de performance du filtre à l'échelle du banc d'essai : A) vitesse linéaire du fluide et, (B) perte de pression pendant l'écoulement du fluide.
- ❖ Le logiciel ANSYS CFX est utilisé pour la simulation à l'aide des paramètres obtenus lors de l'expérience et des équations théoriques.
- ❖ Un paramètre important peut être utilisé pour vérifier le modèle (ici : vitesse linéaire).
- ❖ Importance : modernisation de l'exploitation et de la maintenance de l'usine d'eau potable?

Matériel et méthodes

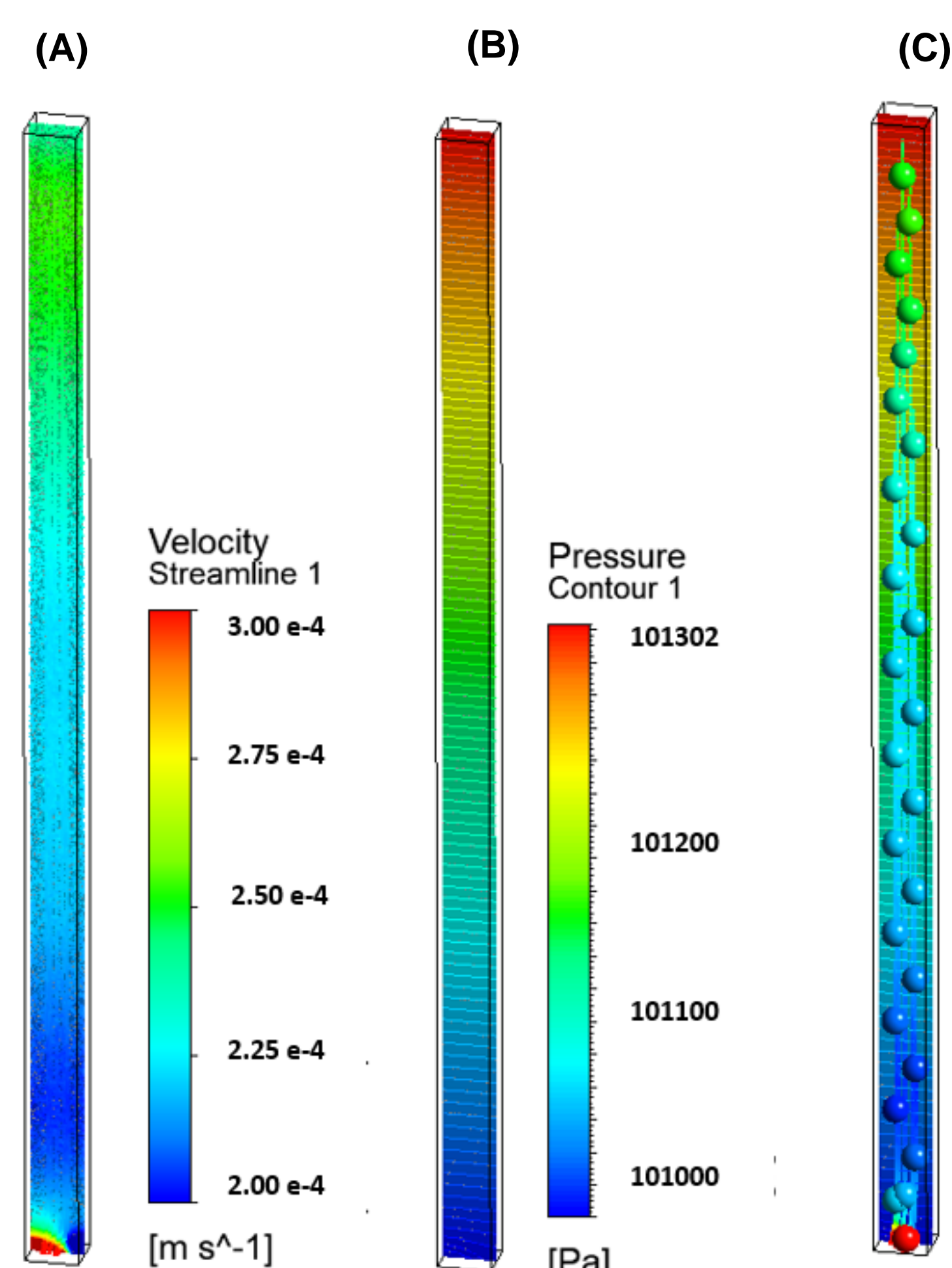
L'approche globale est conçue en 5 étapes clés :

- Géométrie** du filtre (banc d'essai : 22 mm x 22 mm x 490 mm).
- Maillage** : divise la totalité de la géométrie en unités de taille élémentaire (> 260 000 nœuds).
- Mise en place** : définition des conditions limites, du support poreux et des propriétés du fluide.
- Solution** : simulation basée sur les valeurs d'entrée.
- Résultat** : obtenir des courbes de niveau et des données importantes relatives à la faisabilité de la mise à l'échelle.

Résultats

Résultats de la simulation :

- Carte de répartition de la section du filtre (longitudinale) montrant la distribution de vitesse
- Carte de répartition de la distribution de pression.
- Distribution de masse pendant la filtration.



| Filtre | EBCT (sec) | Δp/h | K | e | Δp (Pa) | Velocity 1 (m/s 10 ⁻⁴) | Velocity 2 (m/s 10 ⁻⁴) | Accuracy (%) |
|--------|------------|------|-----|------|---------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| RS | 270 | 616 | 2.7 | 0.47 | 302 | 2.92 | 2.46 | 84 |
| RSMN | 336 | 608 | 3.3 | 0.45 | 298 | 2.35 | 2.07 | 88 |
| GS1 | 360 | 359 | 2.1 | 0.50 | 176 | 2.19 | 2.02 | 92 |
| GS2 | 426 | 336 | 2.3 | 0.48 | 165 | 1.85 | 1.69 | 91 |
| GS1MN | 516 | 291 | 2.4 | 0.48 | 143 | 1.53 | 1.47 | 96 |
| GS2MN | 564 | 310 | 2.8 | 0.47 | 152 | 1.40 | 1.20 | 86 |

$$\frac{\Delta p}{h} = 150 \frac{(1 - \epsilon)^2}{\epsilon^3} \frac{\mu_g v_s}{(\Phi d_s)^2}$$

ε = Porosité du lit, K = (1 - ε)² / ε³
 μg = viscosité
 Vs = vitesse superficielle
 ds = diamètre de la particule
 Φ = facteur de forme
 h = hauteur du support poreux
 Velocity 1 et Velocity 2 sont les vitesses expérimentale et calculée, respectivement.
 RS: sable brut, GS: sable graphité, MN: Manganèse

Discussion

- ❖ Après avoir obtenu une précision d'au moins 90%, la vitesse linéaire est calculée pour les filtres mis à l'échelle.
- ❖ Le facteur de surface est pris en compte et le débit est calculé. Sur la base du débit, le nombre d'unités de filtration est déterminé.
- ❖ Cette approche peut aider l'ingénieur de la station de traitement d'eau potable à comprendre le fonctionnement, les défauts et l'entretien spécifique, si nécessaire.
- ❖ Les sables enrobés se sont avérés plus précis.

Conclusion

- ❖ La différence entre la valeur expérimentale et la valeur obtenue avec le solveur ANSYS-CFX était comprise entre 4% et 15%.
- ❖ La différence de pression calculée à partir de l'équation de Kozeny s'est avérée être en coordination avec les paramètres du filtre.
- ❖ Le résultat ci-dessus peut être utilisé pour prédire le nombre requis d'unités de filtration à l'échelle dans une station de traitement d'eau potable.

Éléments clé de la recherche

- ANSYS-CFX peut être utilisé pour prédire le nombre réel d'unités de filtration nécessaires en utilisant les résultats expérimentaux des filtres à l'échelle de référence ?
- À l'avenir, SCADA peut être utilisé pour établir une liaison avec ANSYS-CFX afin de faciliter la maintenance de l'unité de filtration ?