Session 3 : Modélisation numérique et expérimentale des processus sédimentaires

Modélisation numérique bidimensionnelle des structures d'écoulement dans des réservoirs peu profonds

El Mehdi CHAGDALI[1], Kamal EL KADI ABDERREZZAK[1,2], Jacques FONTAINE[2], Cédric GOEURY[2], Benjamin DEWALS[3], Sébastien ERPICUM[3], Matthieu SECHER[4]

[1] Laboratoire d'Hydraulique Saint-Venant, Université Paris-Est, France

[2] EDF R&D, Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, France

[3] Université de Liège (ULg), Research Group of Hydraulics in Environmental and Civil Engineering, Belgique

[4] EDF Hydro – CIH, France

Plan de la présentation

- Contexte & objectifs
- Description du cas étudié et effet des schémas numériques
- Effet des modèles de turbulence
- Conclusion

Contexte & objectifs

CONTEXTE :

La sédimentation sur les réservoirs peu profonds doit être:

- soit minimisée : maîtrise des crues, production hydroélectrique…
- ou maximisée : traitement des eaux pluviales, dépollution…

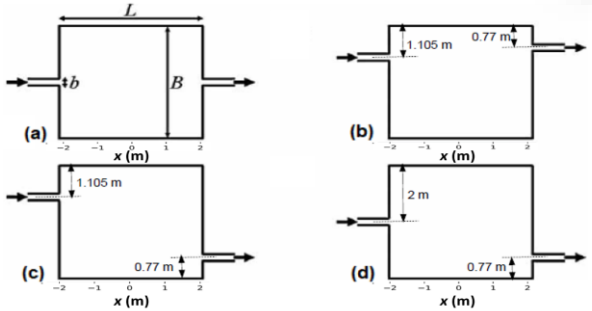
La conception, l'exploitation et la maintenance optimales des réservoirs peu profonds nécessitent une bonne prévision:

- Des caractéristiques d'écoulement dans le réservoir
- De l'efficacité du piégeage et localisation des dépôts de sédiments

OBJECTIFS :

-Modélisation numérique de l'écoulement dans des réservoirs rectangulaires peu profonds avec des conditions aux limites variables.

-Étude détaillée des effets de divers paramètres définis par l'utilisateur, taille de maille et modèles de turbulence à l'aide de TELEMAC-2D et basés sur les expériences de (Camnasio *et al*., 2011)



(a) C-C, (b) L-L, (c) L-R, (d) C-R.

Expériences de (Camnasio et al., 2011)
"Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)"

- L = 4.5 m de longueur
- B = 4 m de largeur

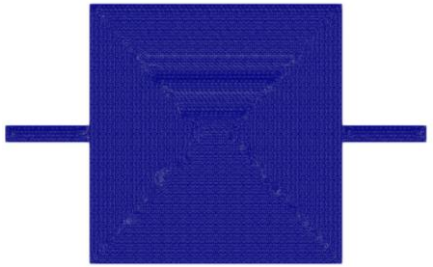
Deux canaux rectangulaires à surface libre :

- l = 1 m de long
- b = 0.25 m de large

Description du cas étudié et effet des schémas numériques

- **Les simulations numériques ont été réalisées avec le modèle open-source hydrodynamique aux éléments finis TELEMAC-2D qui résout les équations de Saint Venant.**

Débit constant :
Q = 0,007 m³/s

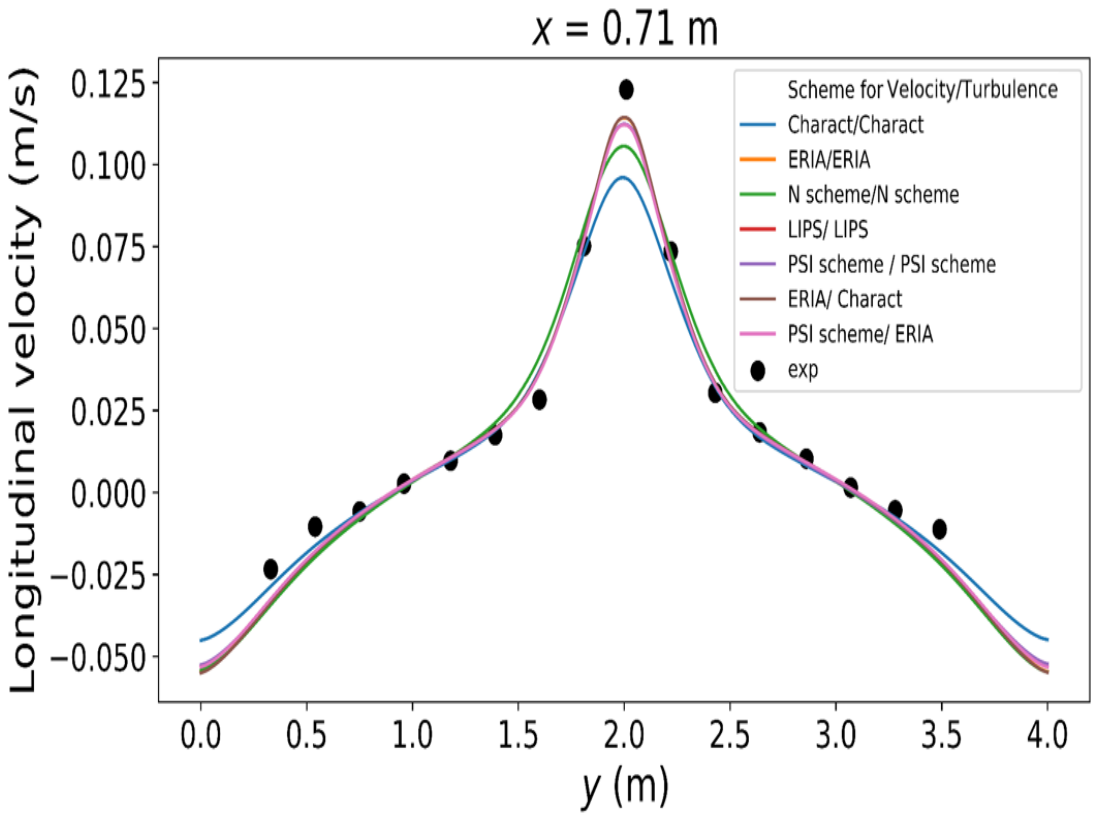


Hauteur imposée: 0,2 m

- Maillage non structuré (Taille de maille = 0,025m)
- Nombre de COURANT <0.8
- Régime permanent
- Loi de frottement de Strickler avec un coefficient : 80 $m^{1/3}/s$ (Plexiglass)
- Parois latérales lisses
- Absence de courants secondaires

Différents schémas numériques pour la résolution de l'étape de l'advection :

- La méthode des caractéristiques
- The PSI (Positive Streamwise Invariant) avec LIPS (Locally semi-Implicit Predictor-corrector Scheme)
- Le schéma N
- Le schéma ERIA (Element by element Residual distributive Iterative Advection)

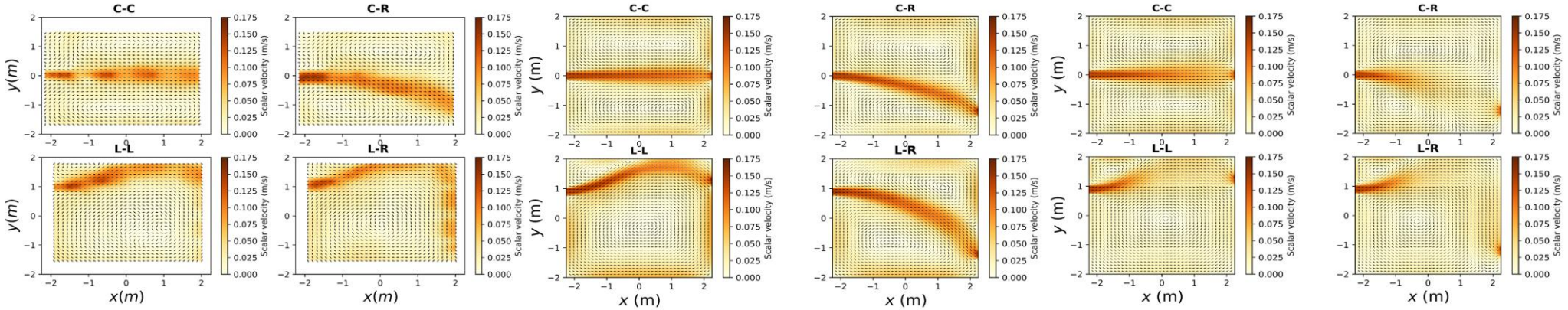


- ✓ L'effet des schémas numériques sur les résultats est très faible
- ✓ Les schémas LIPS pour l'advection de la vitesse et de la turbulence sont choisis pour le suite de l'étude

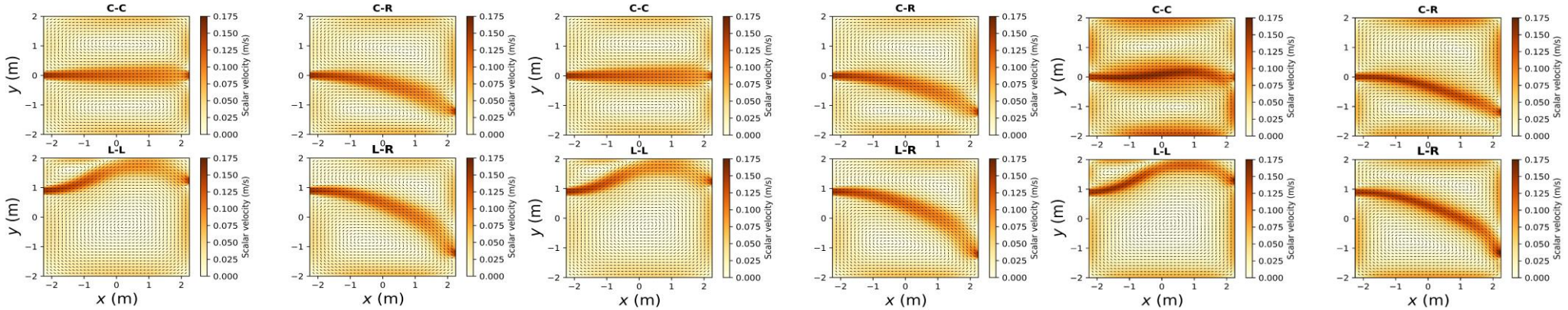
Effet des modèles de turbulence

Schémas :
LIPS/LIPS
Taille de Maille :
0,025m

Expérimentale | *K-epsilon* | *Spallart-Allmaras*



Elder | *Viscosité constante(10 $^{-3}$)* | *Longueur de mélange*



- ✓ Le modèle de turbulence de Spallart-Allmaras fournit des résultats satisfaisants pour les quatre configurations, bien qu'il montre une moins bonne représentation des pics de vitesses par rapport à K-ε
- ✓ Les modèles de K-ε, Elder et de viscosité constante ($10^{-3}m^2s^{-1}$) fournissent des résultats satisfaisants pour les configurations CC, LL and CR.

Conclusion

- ✓ Une modélisation numérique des écoulements pour quatre bassins rectangulaires avec des conditions aux limites variables a été réalisée à l'aide de TELEMAC-2D
- ✓ L'effet des schémas numériques pour l'advection de la vitesse et de la turbulence est très faible
- ✓ Le modèle de turbulence de Spallart-Allmaras fournit des résultats satisfaisants pour les quatre configurations
- ✓ Les modèles de K-ε, Elder et de viscosité constante ($10^{-3} m^2 s^{-1}$) fournissent des résultats satisfaisants pour les configurations CC, LL and CR

Les travaux à venir porteront sur la simulation 3D de réservoirs d'eau peu profonde à l'aide de TELEMAC-3D