

# IDEALISATION GEOMETRIQUE ET MISE A ECHELLE REDUITE DE RESERVOIRS PEU PROFONDS A L'AIDE DE MODELISATION NUMERIQUE

## GEOMETRIC IDEALIZATION AND SCALING OF SHALLOW RESERVOIRS USING NUMERICAL MODELING

**Auteur correspondant :** **EL Mehdi CHAGDALI**, EDF R&D-LNHE, LHSV & HECE (Université de Liège), 6 Quai Watier, 78400 Chatou, France  
el-mehdi.chagdali@edf.fr

**Auteurs de la communication :** **Cédric GOEURY**, EDF R&D-LNHE, Chatou, France  
**Benjamin DEWALS**, HECE, Université de Liège, Liège, Belgique  
**Sébastien ERPICUM**, HECE, Université de Liège, Liège, Belgique  
**Matthieu SECHER**, EDF Hydro-CIH, La Motte-Servolex, France  
**Kamal EL KADI ABDEREZZAK**, EDF R&D-LNHE, Chatou, France

### Résumé

Le bassin peu profond du Cheylas constitue le bassin inférieur de la Station de Transfert d'Énergie par Pompage du Cheylas-Flumet. Afin de préparer une phase d'étude expérimentale, l'idéalisation de la géométrie du bassin et l'étude de l'effet de sa mise à une échelle réduite sur les écoulements sont examinées en utilisant le modèle numérique bidimensionnel TELEMAC-2D. Les simulations de la géométrie réelle et du bassin idéalisé (échelle prototype) sont comparées afin de proposer une forme géométrique simple, conservant les conditions aux limites, et qui reproduirait les caractéristiques principales de l'écoulement. Le bassin à géométrie idéalisée est ensuite mis à l'échelle selon la similitude de Froude ; des modèles réduits non-distordus et distordus sont simulés afin d'évaluer la perte d'information sur la typologie de l'écoulement, en comparaison avec le bassin prototype.

### 1. Introduction

La sédimentation dans les réservoirs peu profonds dépend des structures d'écoulement, qui à leur tour dépendent de la forme géométrique du bassin et des conditions aux limites. Les travaux existants (en grande partie en laboratoire) ont porté sur des bassins dont les canaux d'entrée et de sortie étaient à surface libre et situés sur des faces opposées [1]. Ceci ne couvre pas l'ensemble des configurations réelles.

Un programme expérimental sur les réservoirs peu profonds est en cours de préparation à l'Université de Liège en collaboration avec le département LNHE d'EDF R&D. Il s'agit d'étudier les écoulements dans une série de bassins peu profonds à la géométrie simple avec des conditions aux limites plus complexes. Compte tenu des contraintes expérimentales, des formes géométriques arbitraires des bassins réels ou encore de la faible hauteur d'eau des écoulements, une mise à l'échelle réduite d'un bassin réel est délicate. Il est donc pertinent de vouloir idéaliser la forme géométrique du bassin avant de procéder à sa mise à l'échelle, permettant également une construction facile de la maquette et la réalisation d'un nombre d'essais suffisant. Pour ce faire, des simulations numériques sont effectuées avec le modèle TELEMAC-2D pour examiner la pertinence d'une idéalisation géométrique des bassins. Le cas du bassin du Cheylas est retenu à titre d'illustration.

### 2. Méthodologie et Résultats

Une première étape consiste à idéaliser la géométrie du bassin du Cheylas en se rapprochant d'un bassin rectangulaire et à s'assurer que la géométrie idéalisée conserve la typologie d'écoulement du bassin réel. La seconde étape consiste à effectuer une mise à l'échelle de la configuration idéalisée

selon la similitude de Froude. Compte tenu des contraintes techniques en laboratoire, la largeur du modèle réduit est celle du canal expérimental, soit 0,985 m ; il en découle une échelle d'environ 1:426 en modèle non distordu. Deux autres modèles distordus sont également proposés (Tableau 1). La condition d'entrée représente la sortie de la galerie en charge entre le bassin et l'usine du Cheylas, la condition de sortie représente des clapets qui s'ouvrent sur le canal de restitution.

Paramètres	Bassin réel	Bassin idéalisé	Modèle non distordu (1 :426)	Modèle distordu (facteur 2)	Modèle distordu (facteur 4)
Longueur (m)	1390	1194	2,802	2,802	2,802
Largeur (m)	450	420	0,985	0,985	0,985
Largeur bassin en entrée (m)	38	38	0,089	0,089	0,089
Hauteur d'eau (m)	237	237	0,556	1,112	2,225
Débit en entrée (m <sup>3</sup> /s)	98	98	2,62×10 <sup>-5</sup>	7,40×10 <sup>-5</sup>	2,09×10 <sup>-4</sup>
Coefficient de Manning	0,02	0,02	0,007	0,011	0,018

Tableau 1 : Caractéristiques géométriques et hydrauliques du bassin réel, du bassin idéalisé et de trois modèles réduits. Le facteur de distorsion est défini par le ratio échelle horizontale - échelle verticale.

Les résultats pour les bassins réel et idéalisé sont en accord avec les mesures présentées dans [2] (Figure 1). Ils montrent une recirculation au nord, générée par l'écoulement sortant du jet d'entrée selon une direction perpendiculaire à l'axe de la longueur bassin. Le jet principal en entrée se sépare en deux en rive droite du bassin. La majeure partie part vers le sud en restant collée à la rive avant de rejoindre la sortie du bassin. Ceci génère une grande recirculation sur la majeure partie du bassin en rive gauche. Le bassin non distordu ne permet pas de reproduire la recirculation au nord du canal. Les modèles distordus (facteur de 2 et 4) reproduisent correctement la typologie d'écoulement. La géométrie du bassin idéalisé peut être retenue pour le programme expérimental.

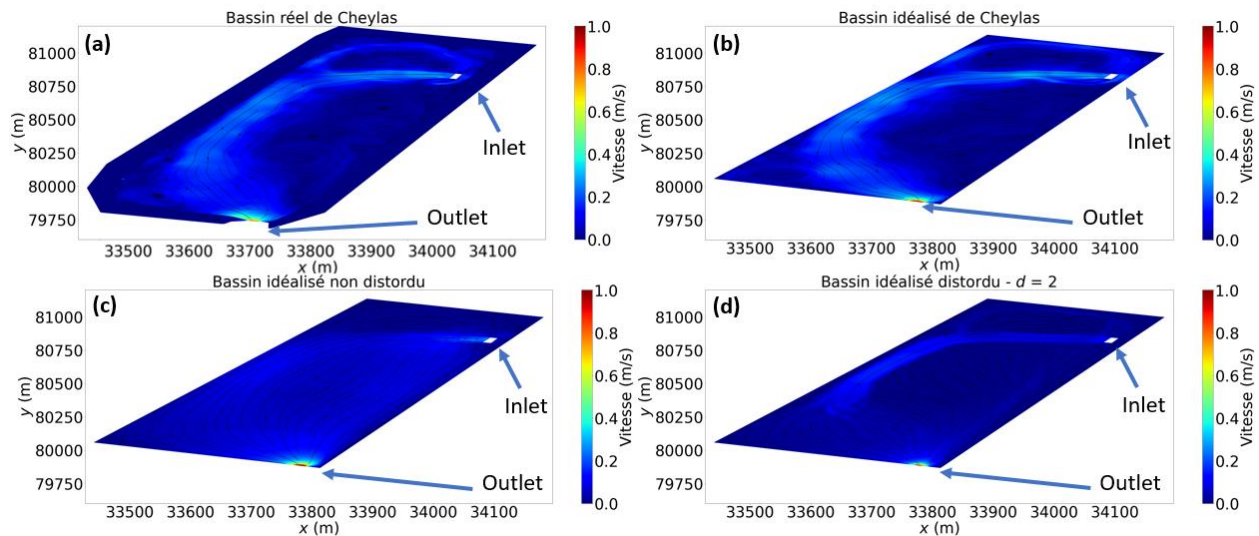


Figure 1 : Amplitude des vitesses et lignes de courant modélisés avec TELEMAC-2D - (a) Bassin réel, (b) Bassin idéalisé, (c) Bassin idéalisé à échelle non distordue et (d) Bassin idéalisé à échelle distordue (facteur de 2). Avec les schémas LIPS/LIPS et le modèle de turbulence  $k - \epsilon$ .

## REFERENCES

- [1] B. Dewals, S.A. Kantoush, S. Ercicum, M. Pirotton, A.J. Schleiss, "Experimental and numerical analysis of flow instabilities in rectangular shallow basins," Environmental Fluid Mechanics, 8, 2008, pp. 31-54.
- [2] N. Claude, M. Secher, J. Deng, E. Valette M. Duclercq, "2D and 3D numerical modelling of the flow and sediment transport in shallow reservoirs: application to a real case," XXVI<sup>th</sup> Telemac & Mascaret User Club, 2019.