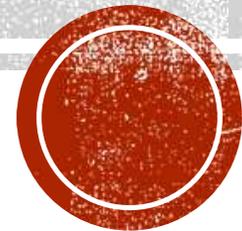


INTRODUCTION A LA CFD

Mécanique des fluides numérique
Computational Fluid Dynamique - CFD



Dr. Messaoud HAMDI

Maître de Conférences B

Département de Génie Mécanique

Université Abderrahmane Mira de Bejaia

PRINCIPE DE LA CFD

La CFD est simplement le calcul numérique appliqué à la mécanique de fluides, que l'on peut éventuellement coupler aux équations de transfert thermique ou de réaction chimique.

Ces équations non-linéaires (sans transfert de masse) s'écrivent sous leurs forme générale pour un domaine de fluide que l'on suit dans son mouvement :

- Equation de bilan de masse totale (équation de continuité) (hormis pour les réactions nucléaires)

$$\frac{\partial(\rho)}{\partial t} + \text{div}(\rho \mathbf{v}) = 0$$

- Equation de bilan de la quantité de mouvement

$$\rho \frac{\partial}{\partial t} \left(\mathbf{v} \right) + \left(\rho \mathbf{v} \cdot \text{grad} \right) \left(\mathbf{v} \right) = \rho \mathbf{f}_{\Omega} - \text{grad}(p) + \mu \left(\Delta \mathbf{v} + \text{grad} \left(\text{div} \left(\mathbf{v} \right) \right) \right)$$

- Equation de bilan de l'énergie

$$\rho C_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \text{grad}(T) \right) = \beta T \left(\frac{\partial p}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \text{grad}(p) \right) + Q_{\Omega} + \Phi + \text{div} \left(\mathbf{k} \text{grad}(T) \right)$$



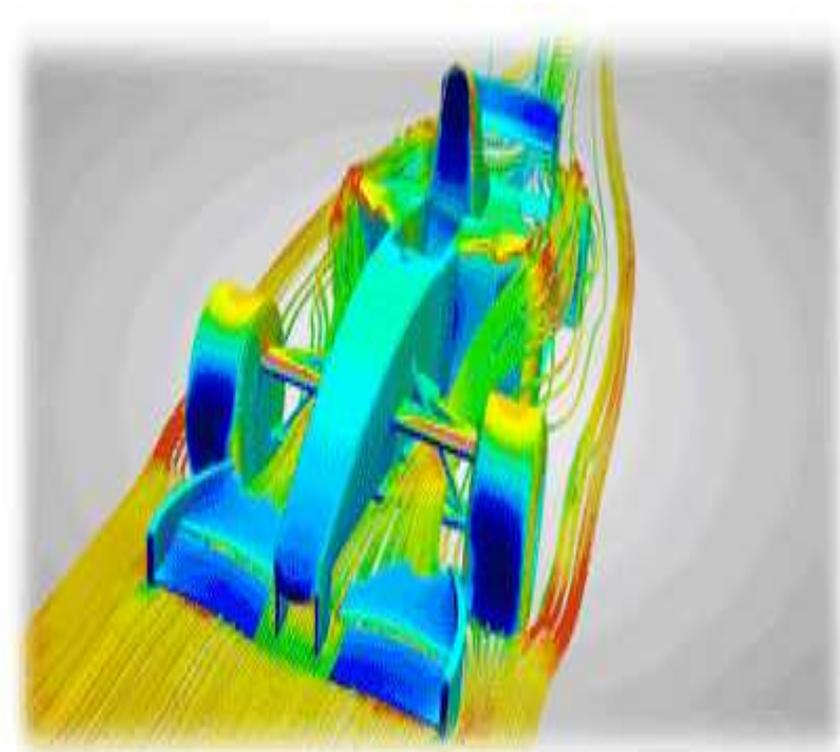
PRINCIPE DE LA CFD

La résolution de ces équations sont rendues possibles grâce à l'utilisation de méthodes numériques appropriées au problème considéré:

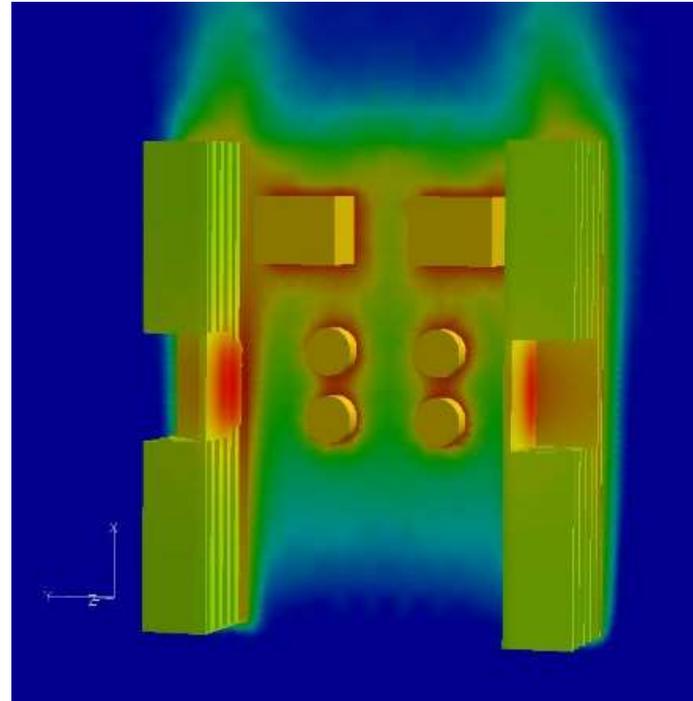
- Méthode des différences finis
- Méthode des éléments finis
- Méthode des volumes finies



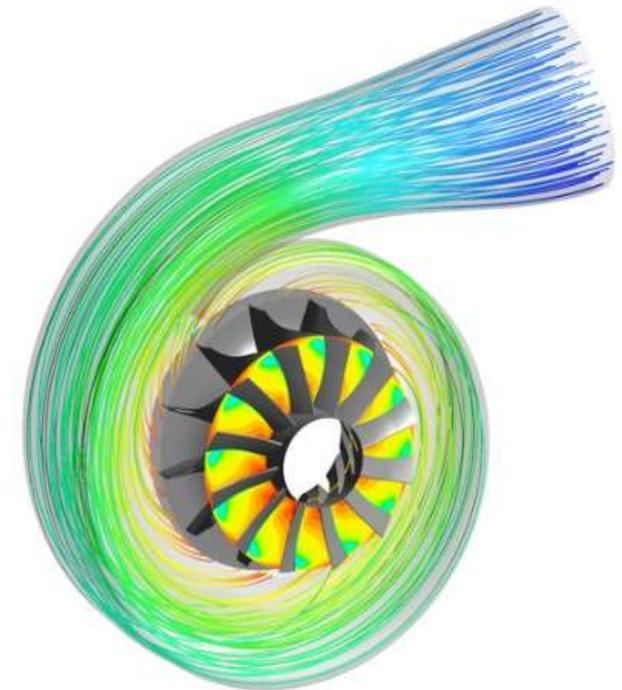
CHAMP D'APPLICATION



Aérodynamique



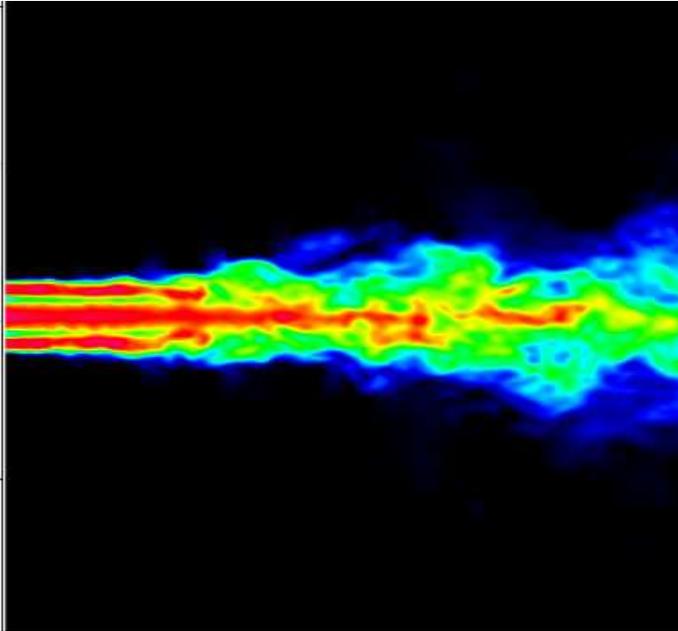
Transferts thermiques



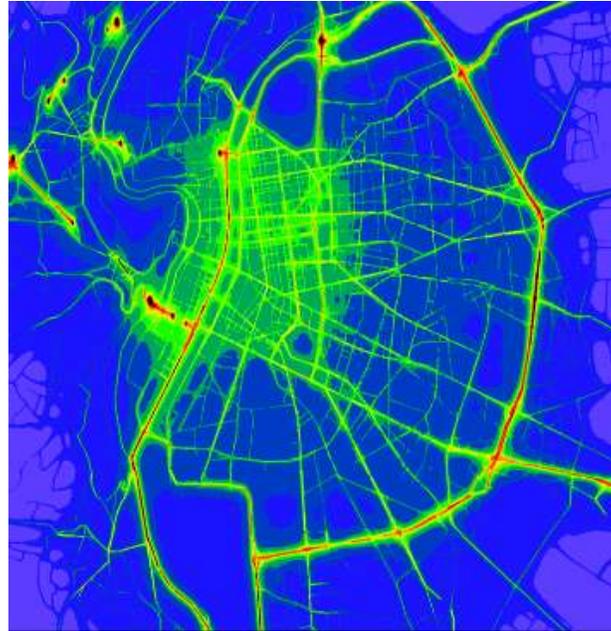
Turbomachines



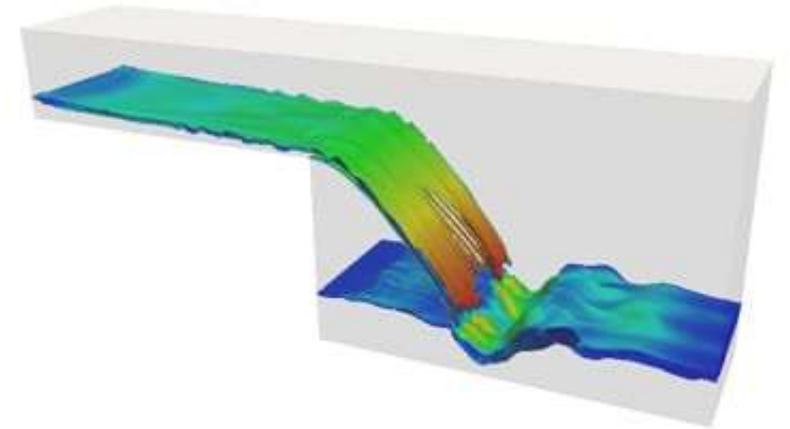
CHAMP D'APPLICATION



Transport de polluants



Météorologie



Ecoulements de fluide

...Etc



PERSPECTIVE DES RÉSULTATS

- QUELQUES EXEMPLES -

1. Transfert de chaleur



1. Transfert de chaleur

Conditionnement des locaux

Refroidissement des composants
électroniques

Dimensionnement des collecteurs
solaires

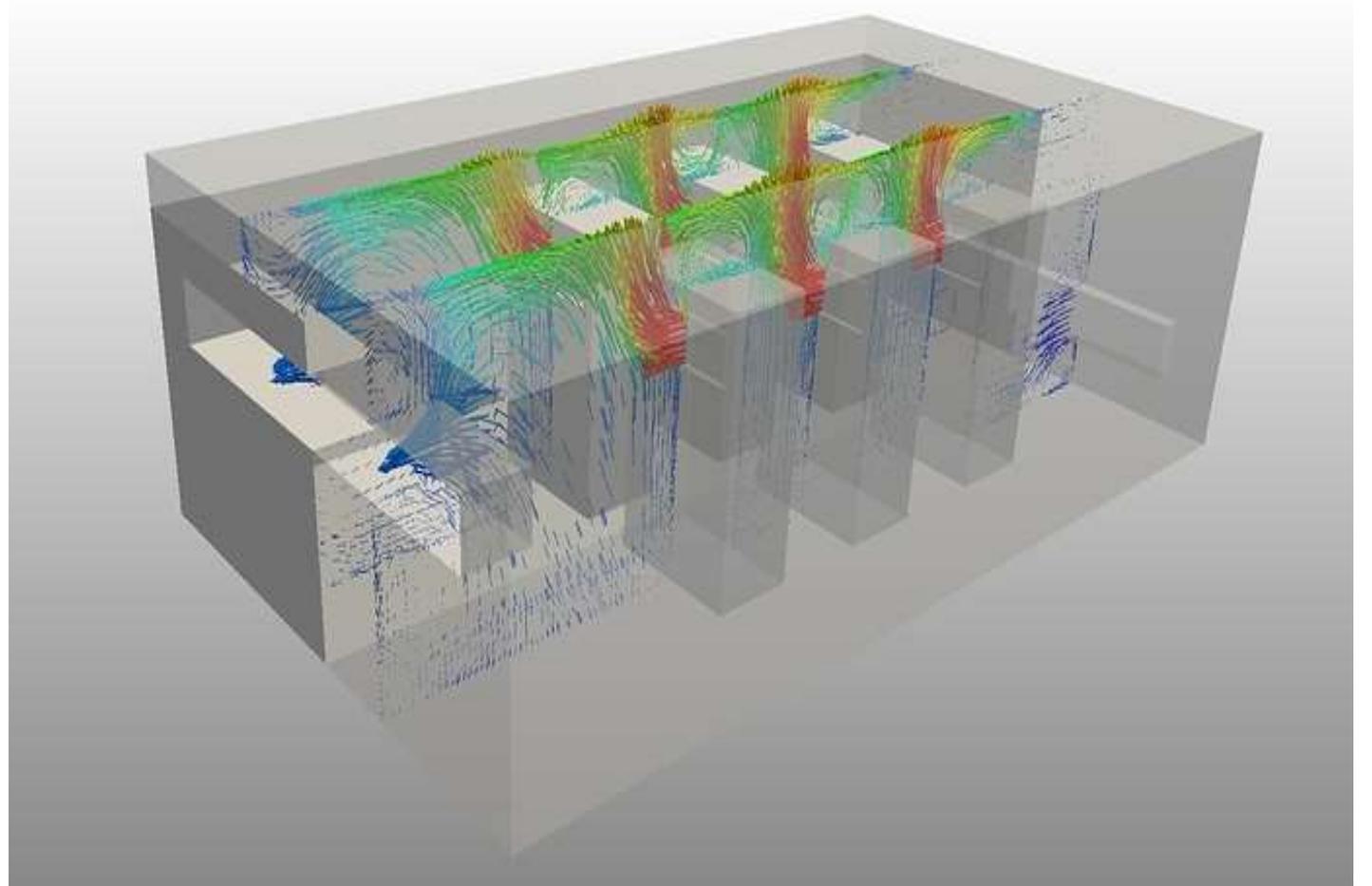


1. Transfert de chaleur

Conditionnement des locaux

Refroidissement des composants
électroniques

Dimensionnement des collecteurs
solaires

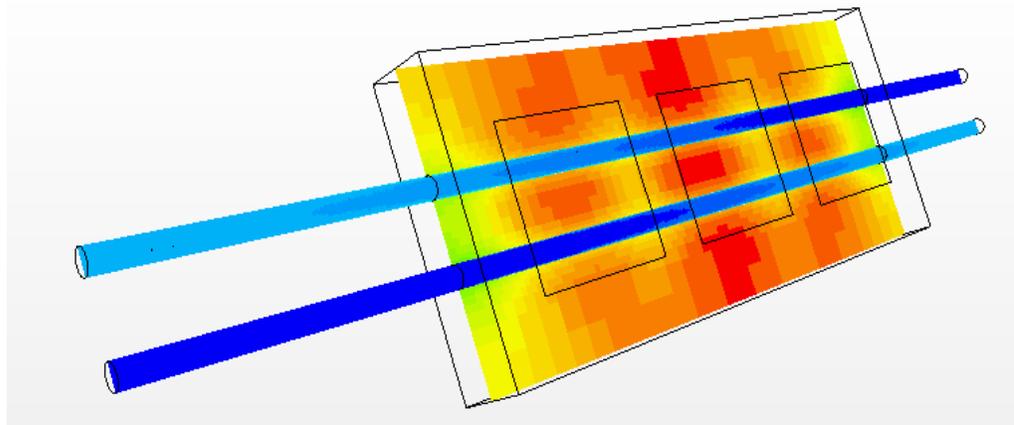
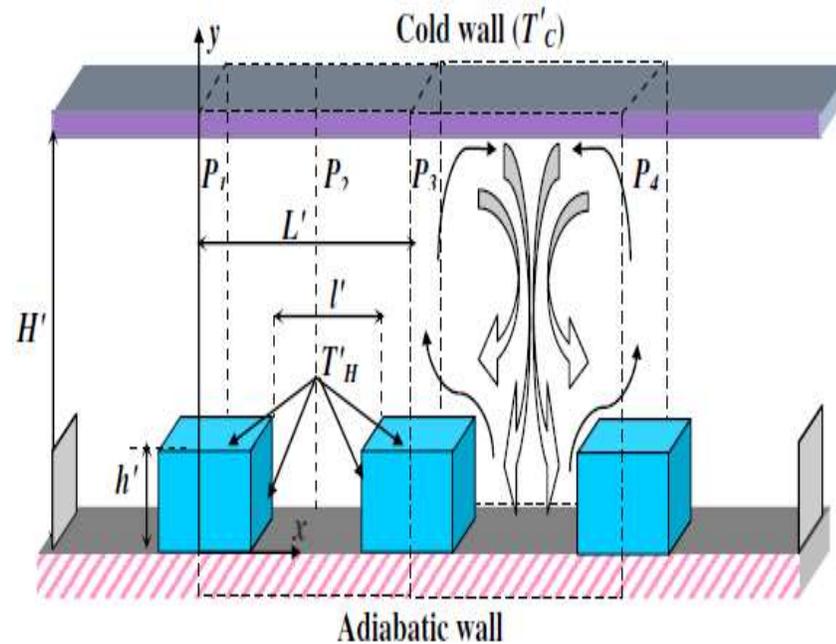


1. Transfert de chaleur

Conditionnement des locaux

Refroidissement des composants électroniques

Dimensionnement des collecteurs solaires

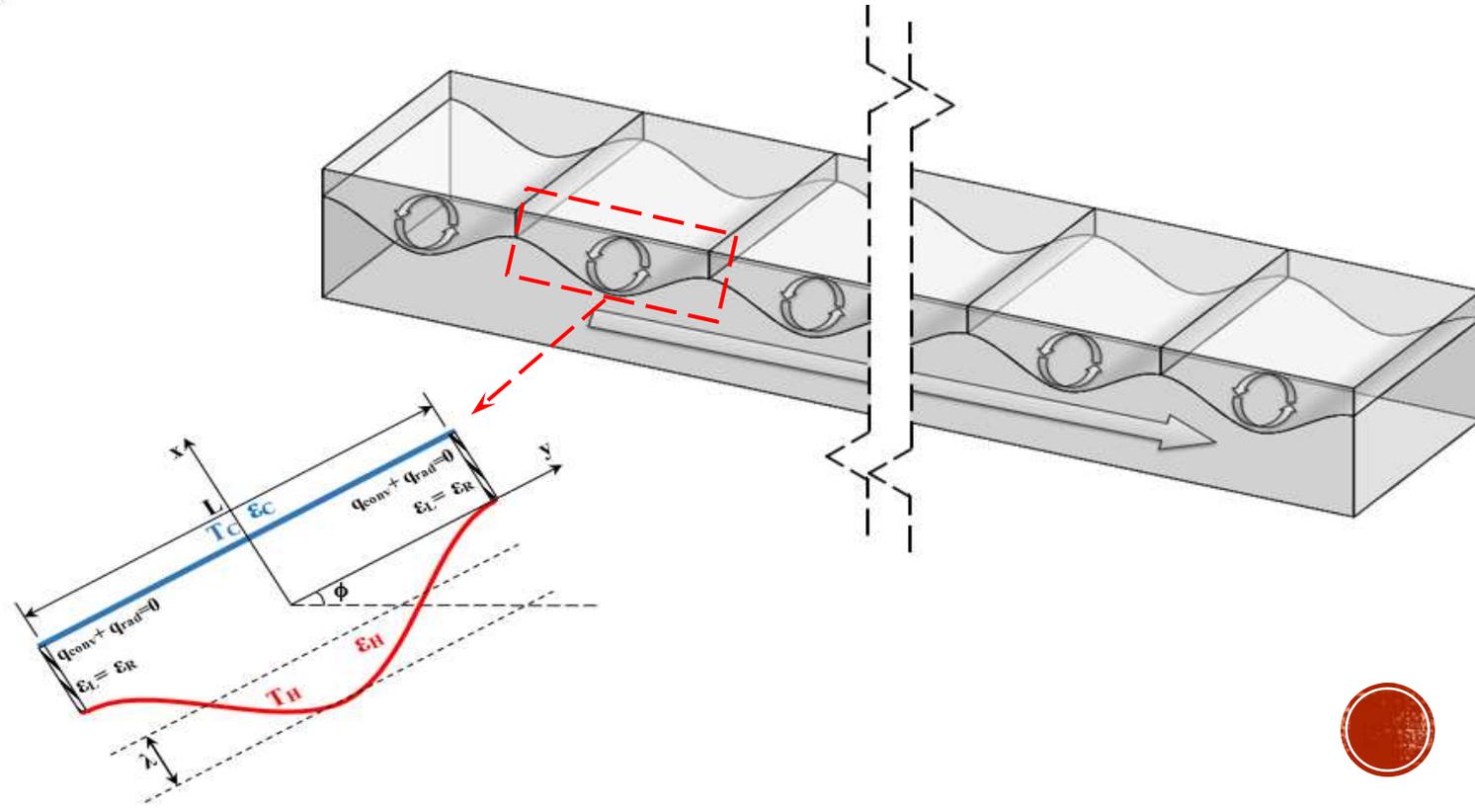
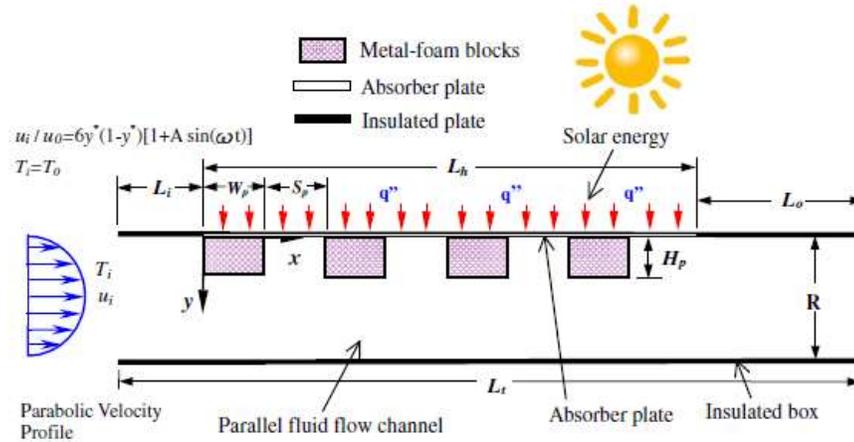


1. Transfert de chaleur

Conditionnement des locaux

Refroidissement des composants électroniques

Dimensionnement des collecteurs solaires



PERSPECTIVE DES RÉSULTATS

- QUELQUES EXEMPLES -

2. Transport de fluide



2. Transport de fluide

Choc stationnaire dans un tube à choc

Calcul de pertes de charges dans une conduite

Écoulements multiphasiques

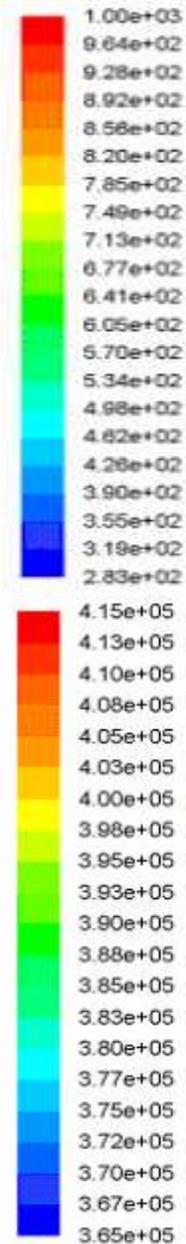


2. Transport de fluide

Choc stationnaire dans un tube à choc

Calcul de pertes de charges dans une conduite

Écoulements multiphasiques



Propagation de la pression instantanément dans une conduite

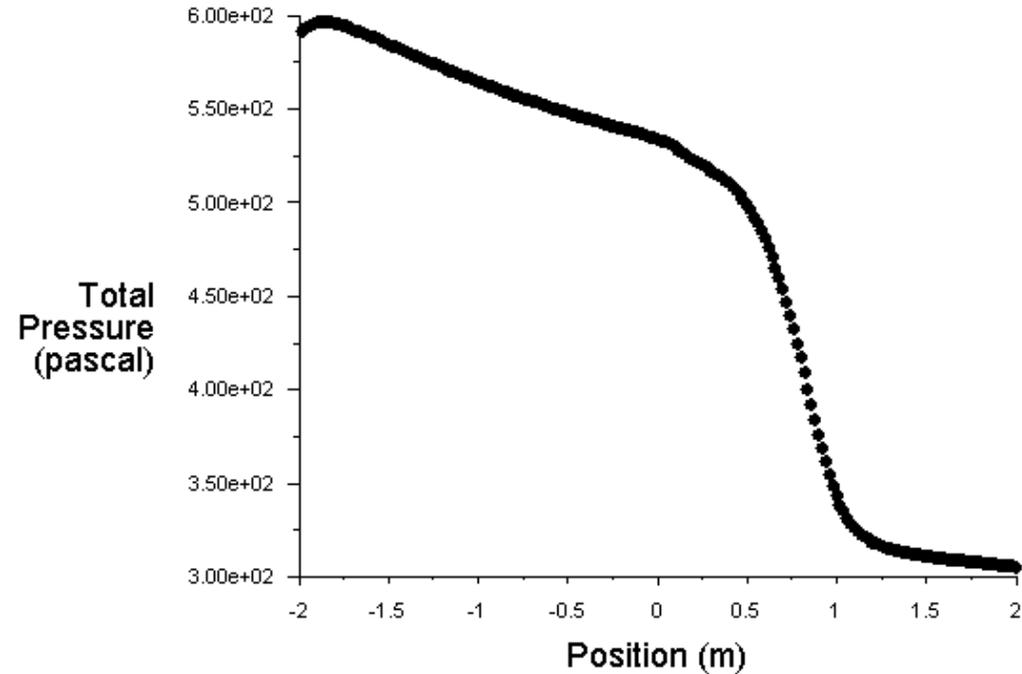


2. Transport de fluide

Choc stationnaire dans un tube à choc

Calcul de pertes de charges dans une conduite

Écoulements multiphasiques



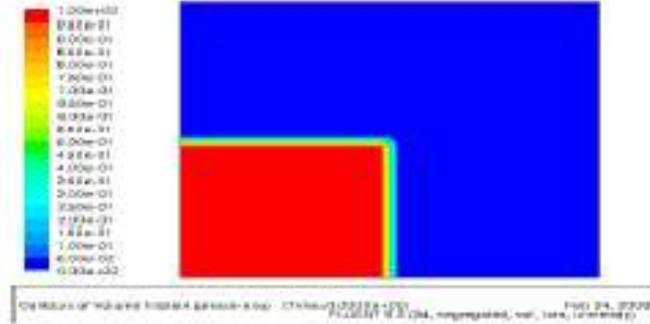
Évolution de la pression totale le long d'une conduite

Comparer la perte de charge évaluée avec celle donnée par les formules semi-empiriques.

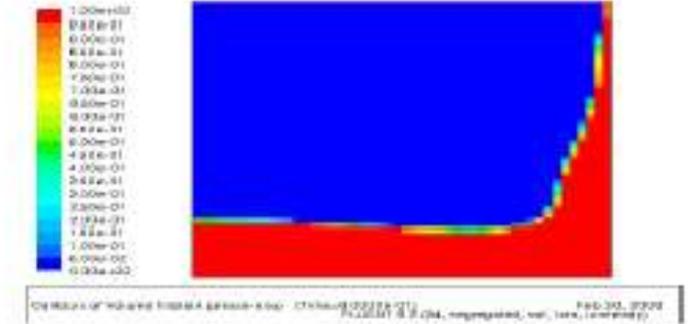


2. Transport de fluide

Choc stationnaire dans un tube à choc

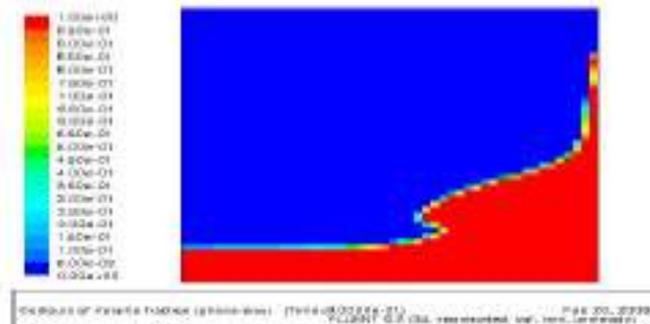


(a) $t = 0$ s

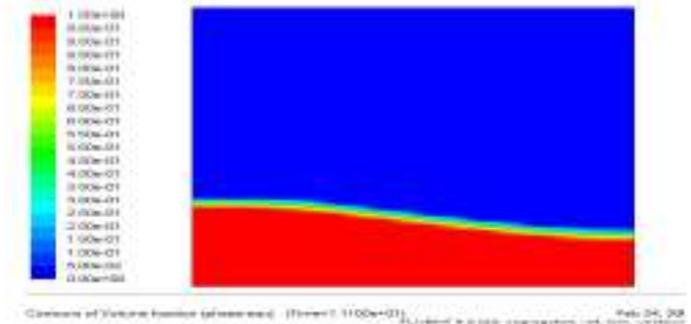


(b) $t = 0.6$ s

Calcul de pertes de charges dans une conduite



(c) $t = 0.9$ s



(d) $t = 11.1$ s

Écoulements multiphasiques

RUPTURE D'UN BARRAGE



2. Etape de la CFD

1- CAO

Toute simulation CFD commence par la réalisation de la géométrie en 2D ou 3D, soit avec un logiciel intégré au code de calcul CFD soit à l'aide d'un logiciel de CAO. Dans le deuxième cas, la géométrie doit être exportée en un format lisible par le logiciel de maillage. (Notre cas Gambit msh)

2- Maillage

La génération du maillage (2D ou 3D) est une phase très importante dans une analyse CFD, vu son influence sur la solution calculée. Un maillage de très bonne qualité est essentiel pour l'obtention d'un résultat de calcul précis, robuste et signifiant. La qualité du maillage a un sérieux impact sur la convergence, la précision de la solution et surtout sur le temps de calcul

3- Simulation (Fluent....)

4- Post traitement

