

Évaluation d'un code de calcul de mécanique des fluides pour la simulation de la surface de la mer

Y.H Hellouvy

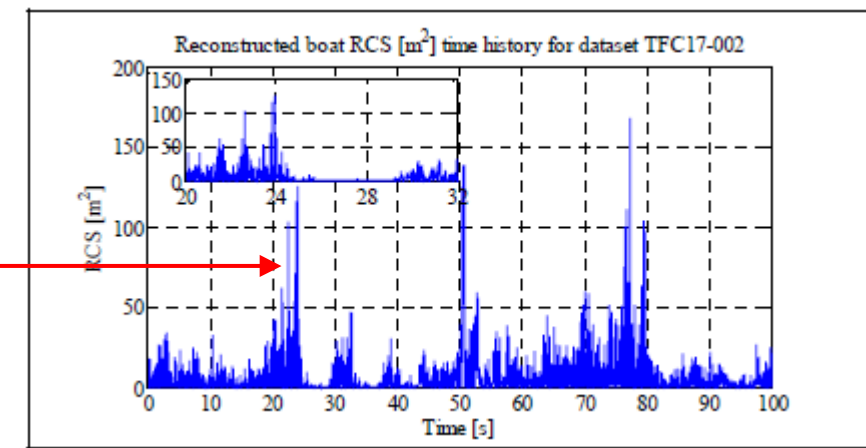
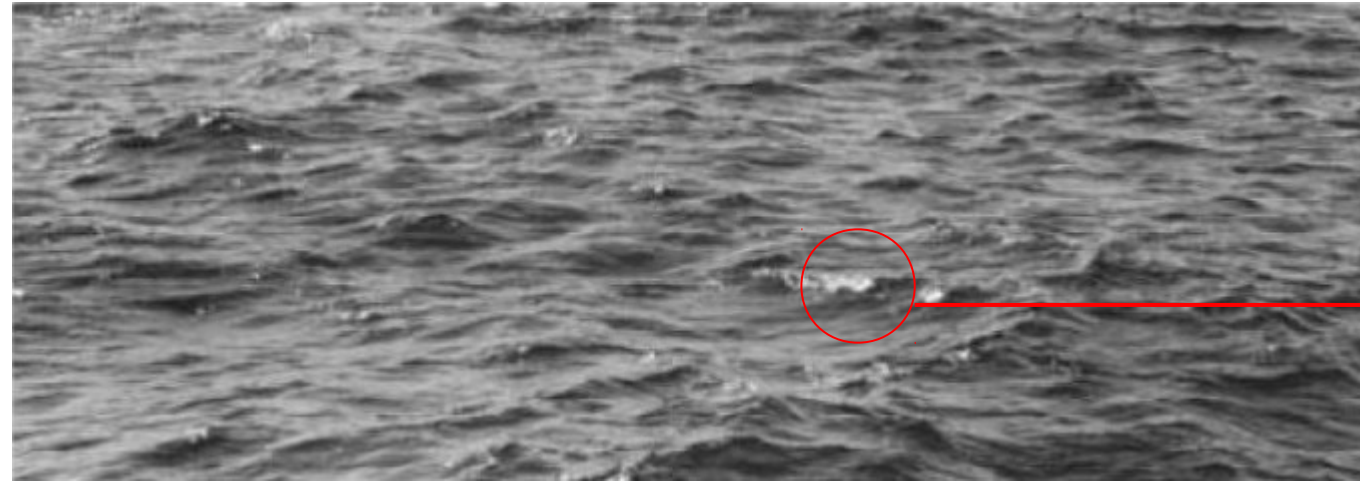
e-mail: yann-herve.hellouvy@alyotech.fr

Stage de fin d'étude réalisé à Alyotech Technologies – 2, allée A. Becquerel 35700 RENNES

Master Modélisation et Calcul Scientifique, Université de Rennes 1, 263 Avenue du Général Leclerc 35000 RENNES

Mars/Septembre 2010

Contexte



Détection de la surface de mer par analyse d'image radar
Problèmes d'échos radar : observation de spike issus de petits déferlements
↓
Besoin d'identifier le phénomène du déferlement et sa signature radar

Objectifs

- Évaluer d'un code de calcul de CFD
- Étudier le phénomène du déferlement des vagues et ses différentes approches
- Simuler le déferlement

OpenFOAM

Choix d'OpenFOAM, logiciel de CFD (Computational Fluid Dynamics) sous licence GPL : OpenFOAM

- Maillage 3D polyédrique intégré
- Résolution d'EDP avec la méthode des volumes finis :

$$\frac{\partial \rho U}{\partial t} + \nabla \cdot \rho U U - \nabla \cdot \mu \nabla U = -\nabla p$$

```

solve
(
    fvm::ddt(rho, U)
  + fvm::div(phi, U)
  - fvm::laplacian(mu, U)
  ==
  - fvc::grad(p)
);
    
```

- Exécution en parallèle

- Solveurs & bibliothèques implémentés en C++ : permet de traiter des problèmes d'écoulements compressibles, incompressibles, multiphasiques, mais aussi de combustion, de transfert de chaleur, d'électromagnétisme, dynamique des solides etc...

- Facilité pour créer/modifier un solveur
- Post-traitement avec Paraview

Simulation du déferlement

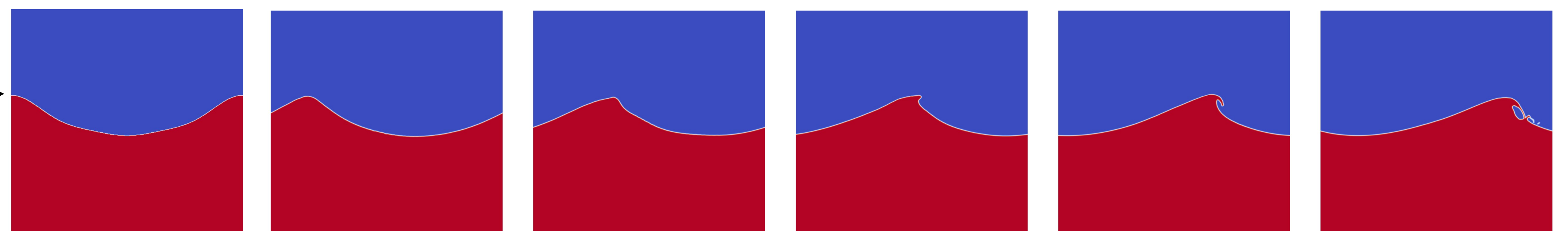
Solveur interFoam

- Utilisation pour 2 fluides incompressibles, isothermes et non miscibles
- Approche de capture d'interface par la méthode de fraction de phase Volume of Fluid (VOF)
- Résolution des équations de Navier-Stokes + équation de fraction de phase

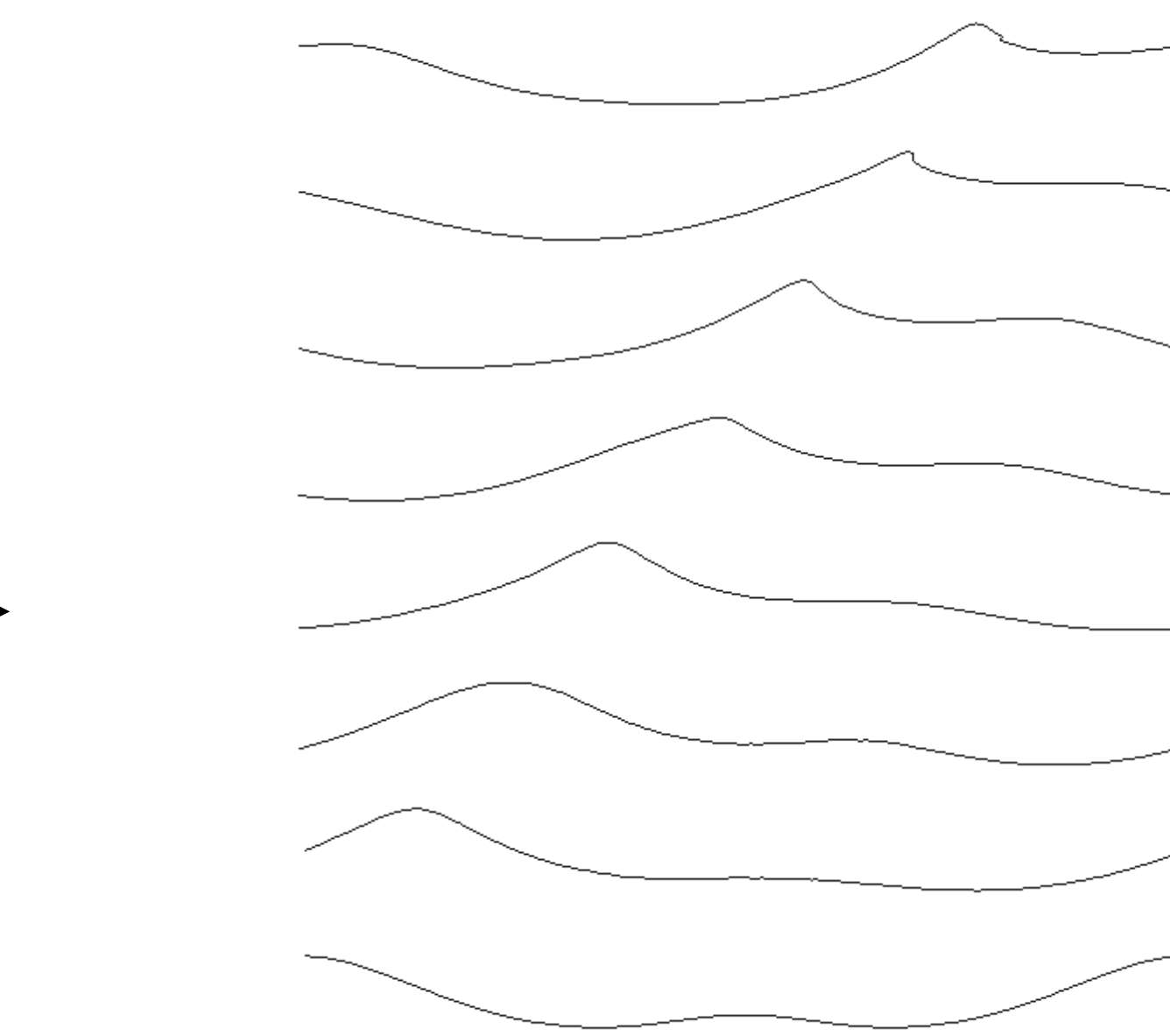
Théorie des vagues

- Approche des vagues régulières : Théorie non linéaire des ondes de Stokes
- Initialisation du profil de surface et du champ de vitesse d'une onde de Stokes à l'ordre 3
- Déferlements paramétrés par la cambrure initiale ak

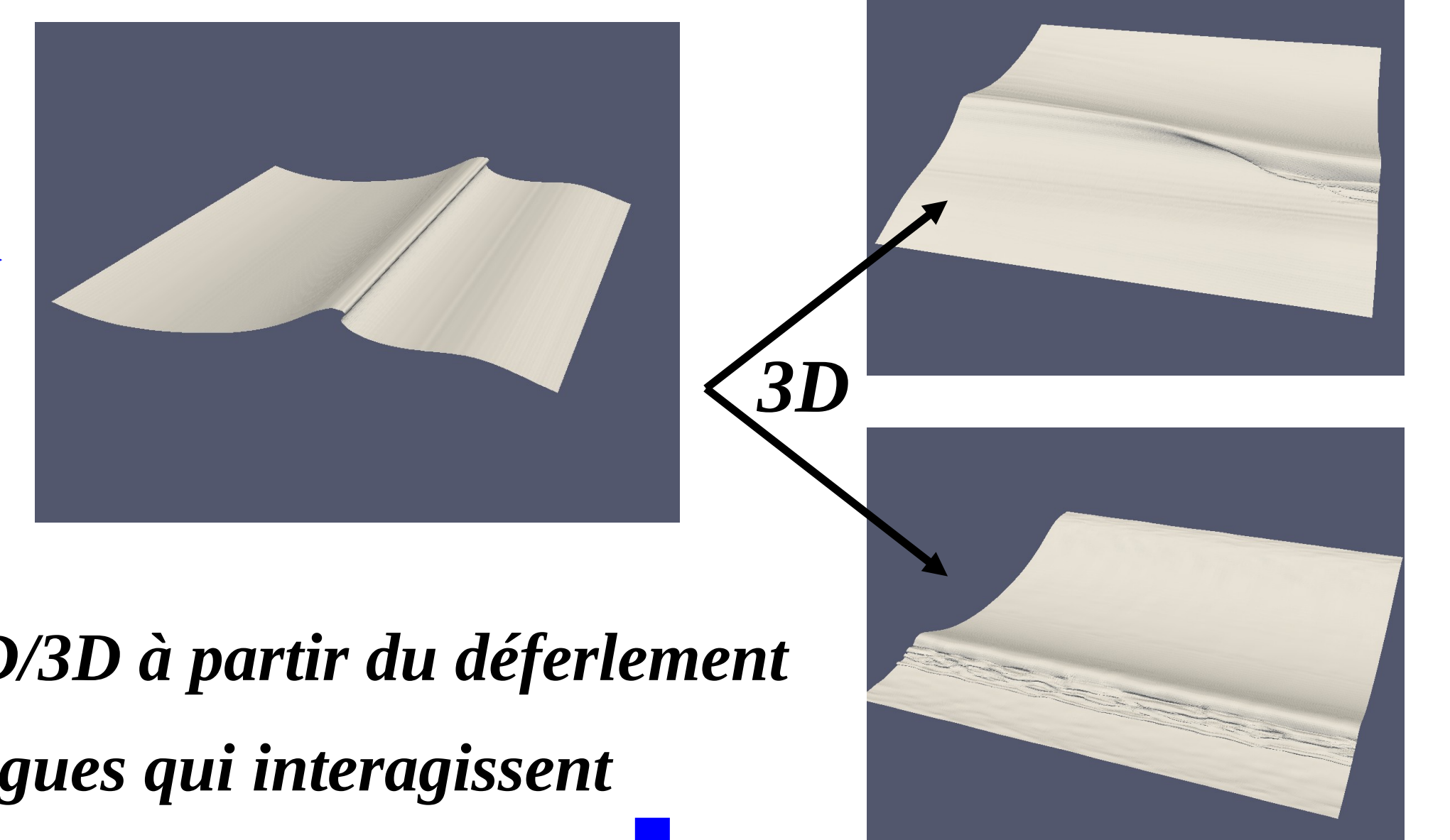
1 Une vague en eau profonde : déferlement pour $ak > 0.44$ → Validation de la simulation



2 Interactions de deux vagues :



3 Surfaces générées :



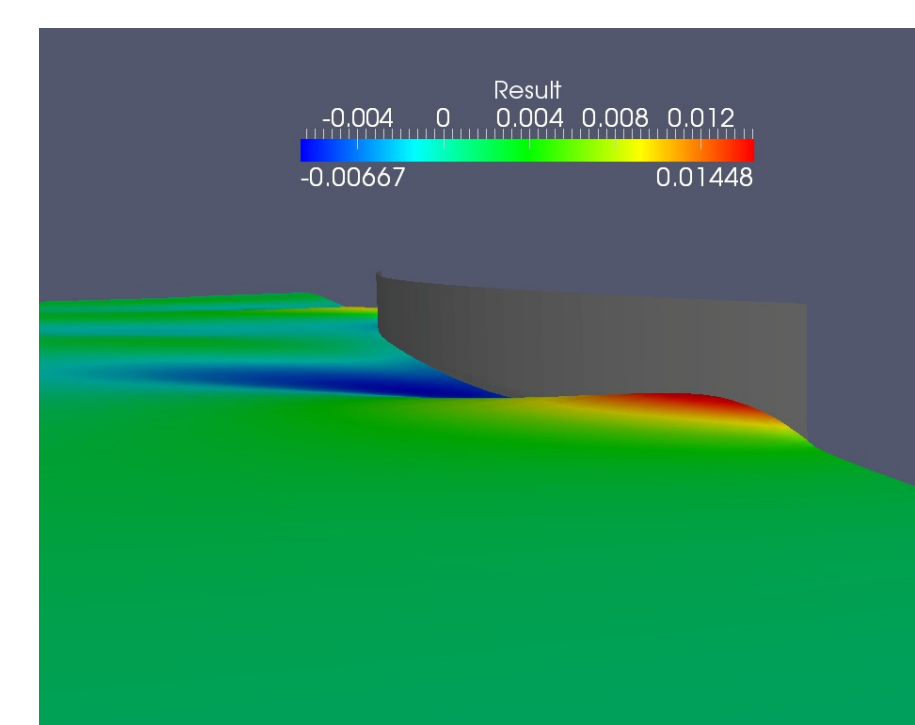
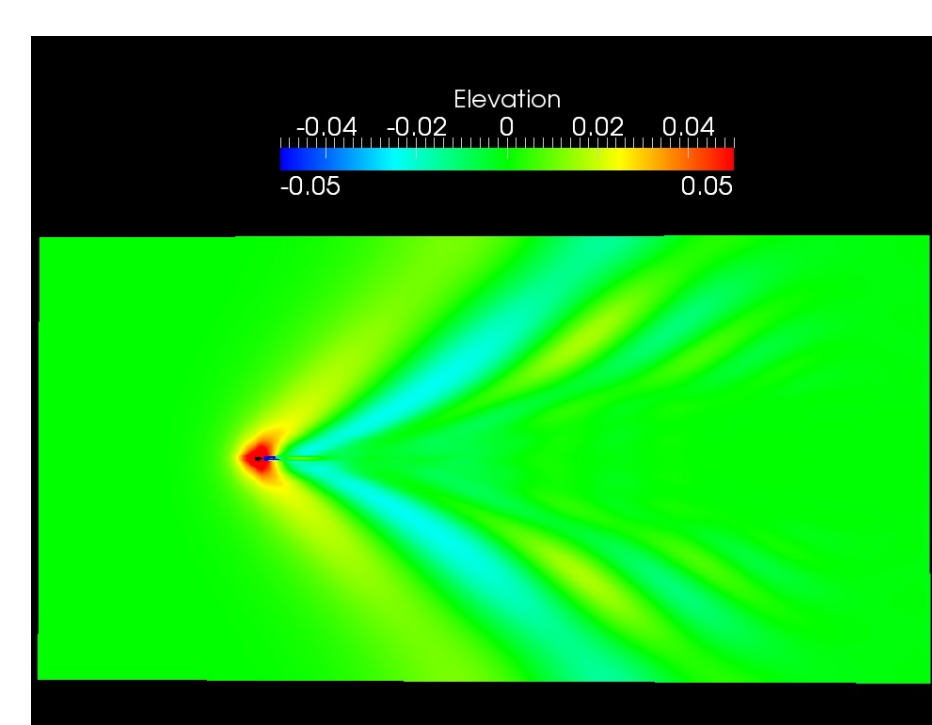
Surface 2D/3D à partir du déferlement de deux vagues qui interagissent

Perspectives et conclusion

OpenFOAM

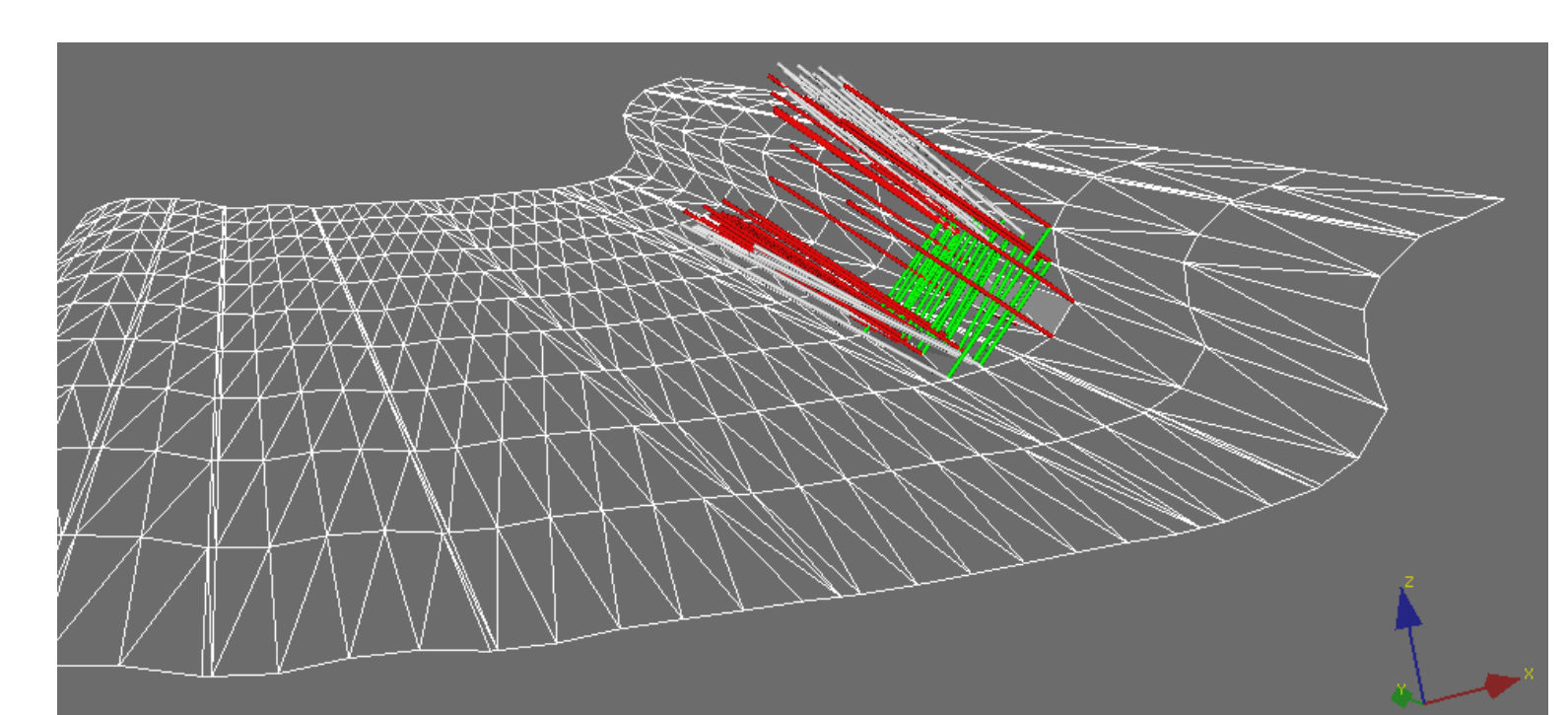
- Richesse du code, intérêt de travailler sur un code libre et modifiable selon les besoins
- Défauts : faiblesses du maillage, manque de documentation, temps de prise en main important
- Réutilisation dans le cadre d'autres projets pour valider des modèles

Simulations de sillage



- Réalisation d'un cas d'un sillage de cylindre
- Cas d'une coque de Wigley
- Possibilité de simuler de chute, de dérive d'objets flottants etc...

Étude radar des surfaces de déferlement



- Utilisation avec MOCEM (logiciel de simulation d'image SAR développé par Alyotech)
- Étude électromagnétique avec le logiciel PUMA EM

Conclusion : Simulation du déferlement validée avec la théorie, Utilisation des surfaces générées pour les études électromagnétiques