

Étude numérique de l'influence du nombre de Reynolds sur la forme des vagues océaniques déferlantes

Alan Riquier*¹ et Emmanuel Dormy¹

¹Département de Mathématiques et Applications, CNRS UMR 8553, École Normale Supérieure - PSL, 45 rue d'Ulm, 75005 Paris, France

Nous avons développé une méthode numérique, fondée sur la méthode des éléments finis, pour résoudre l'équation de Navier-Stokes à surface libre (cf. RIQUEIER et DORMY 2024). Cette dernière se base sur un schéma d'advection lagrangien de l'interface afin de limiter la dissipation numérique. Cela permet d'atteindre des valeurs assez importantes du nombre de Reynolds, défini comme

$$\text{Re} = \frac{h\sqrt{gh}}{\nu},$$

avec h la profondeur du bassin, g l'accélération de la pesanteur et ν la viscosité cinématique. Il n'est pas supposé que l'interface est un graphe de fonction, ce qui permet de le retournement de celle-ci.

Cette méthode est employée pour l'étude d'une vague déferlante. Pour cela nous choisissons une condition initiale irrotationnelle afin de comparer nos résultats avec la solution de l'équation d'Euler calculée à l'aide du code de DORMY et LACAVER 2024. Cette condition correspond à la solution linéaire de l'équation d'Euler à surface libre sortie de son régime d'applicabilité puisque l'amplitude de la vague est finie et comparable à la profondeur. Nous obtenons de cette manière le résultat présenté en figure 1. Nous constatons la convergence de la solution visqueuse vers la solution non-visqueuse lorsque le nombre de Reynolds devient important. Nous présenterons des résultats préliminaires sur des cas non-turbulents pour lesquels la limite de Navier-Stokes à grand Reynolds diffère de la solution non-visqueuse.

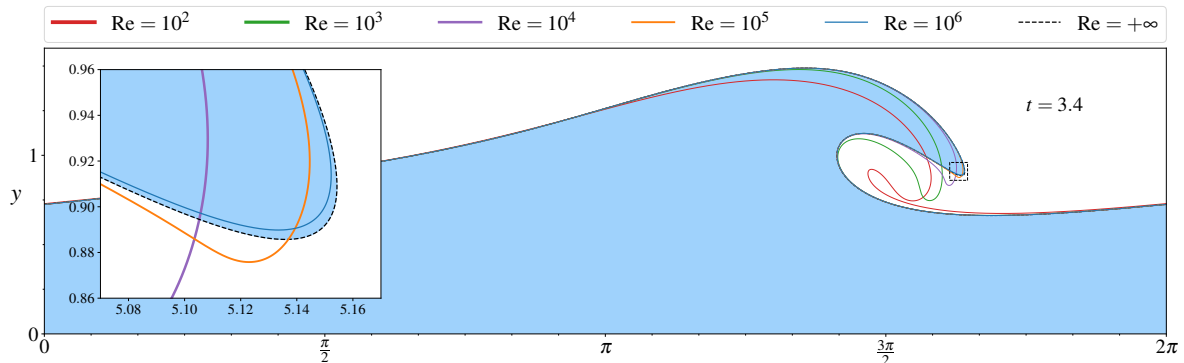


Figure 1 – Effets du nombre de Reynolds sur la forme d'une vague déferlante. La simulation $\text{Re} = +\infty$ est la solution de l'équation d'Euler avec la même condition initiale.

RÉFÉRENCES

- DORMY, Emmanuel et Christophe LACAVER. « Inviscid water-waves and interface modeling ». Dans : *Quarterly of Applied Mathematics* (2024). En cours d'impression, consultable en ligne. DOI : 10.1090/qam/1685. URL : <https://arxiv.org/abs/2306.02363>.
- RIQUIER, Alan et Emmanuel DORMY. « Numerical study of a viscous breaking water wave and the limit of vanishing viscosity ». Dans : *Journal of Fluid Mechanics* 984 (2024), R5. DOI : 10.1017/jfm.2024.208.

*Corresponding author : alan.riquier@ens.psl.eu