ESPCI PARIS
ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLES DE LA VILLE DE PARIS

PSL RESEARCH UNIVERSITY PARIS

Proposition Stage

Laboratoire d'accueil : Institut Langevin

Responsable du projet : Emmanuel Fort

Email responsable : emmanuel.fort@espci.fr

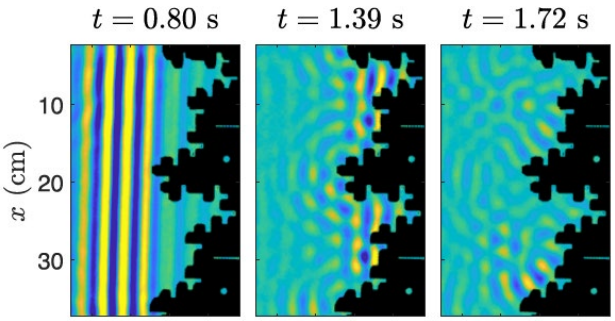
Co-encadrement : Angélique Campaniello

Intitulé du projet

Erosion des côtes : Comment les vagues façonnent-elles les côtes fractales ?

Problématique scientifique et objectifs

Les côtes présentent des formes extrêmement complexes, souvent décrites par une géométrie fractale : leurs contours restent irréguliers lorsqu'on les observe à différentes échelles. Cette géométrie résulte notamment de l'action répétée des vagues qui érodent et façonnent progressivement le littoral. Mais la forme des côtes influence elle-même la propagation des vagues. Il existe donc une rétroaction entre les vagues et la géométrie des côtes, dont les mécanismes restent encore mal compris.



Champ d'ondes arrivant avec une paroi fractale (fréquence 8 Hz) et interagissant avec celle-ci en créant des modes localisés (extrait thèse A. Campaniello, 2026)

Des travaux théoriques, notamment ceux de Bernard Sapoval, suggèrent que la géométrie fractale des côtes pourrait conduire à une forme de stabilisation de l'érosion. Mais les frontières complexes peuvent également piéger les vagues dans des modes localisés près du rivage, concentrant leur énergie dans certaines régions. Ces concentrations pourraient au contraire favoriser localement l'érosion et modifier continuellement la forme de la côte.

Une question fondamentale se pose alors : l'interaction entre les vagues et l'érosion conduit-elle à une géométrie fractale stable, ou à une évolution permanente du littoral sous l'effet des modes localisés ?

Ce projet expérimental propose d'étudier cette question à l'aide d'un système modèle à l'échelle du laboratoire. Dans un bassin à ondes, nous chercherons à reproduire l'érosion progressive d'une frontière initialement rectiligne soumise à des vagues de surface. L'objectif sera de suivre simultanément l'évolution de sa géométrie et la distribution de l'énergie des vagues, afin de comprendre comment apparaissent les irrégularités du contour et les modes localisés qui leur sont associés.

Nous chercherons notamment à déterminer si cette dynamique conduit spontanément à une géométrie fractale stationnaire ou si, au contraire, la localisation des vagues entretient l'érosion et l'évolution de la frontière.

Ce projet, à l'interface entre physique des ondes, systèmes complexes et hydrodynamique, vise ainsi à mieux comprendre les mécanismes fondamentaux qui gouvernent la formation et l'évolution des côtes naturelles.