

## Retournement temporel des ondes amplifié (par « freezing » gravitaire)

Contact : Emmanuel Fort, Institut Langevin, [emmanuel.fort@espci.fr](mailto:emmanuel.fort@espci.fr)

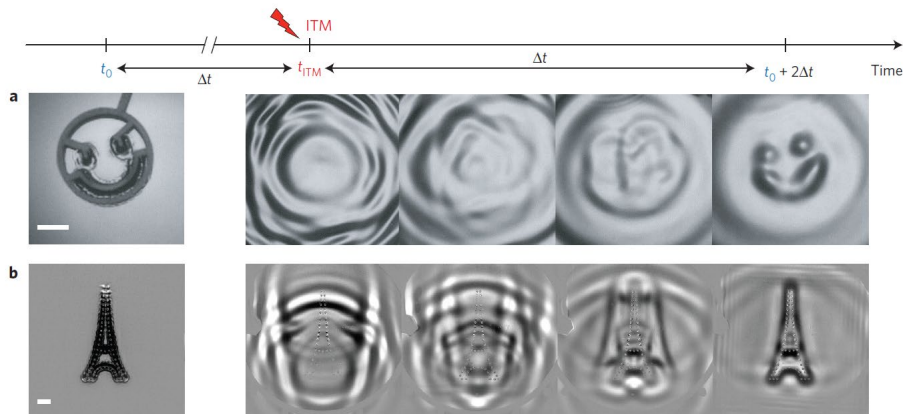


Figure : Exemple d'expériences de miroir à retournement temporel (ITM) sur une surface liquide pour une source en forme de Smiley (a) et en forme de Tour Eiffel (b) [1]. L'ITM est réalisé en modifiant subitement la gravité effective du bain liquide en donnant un choc vertical de 20g.

Nous avons introduit un nouveau concept permettant le retournement temporel des ondes appelé Miroirs Temporels Instantanés (MTI). Le principe s'appuie sur une modification brusque la vitesse de propagation des ondes dans un milieu pour induire la production d'ondes retournées temporellement qui se refocalisent sur les sources. Nous avons également implémenté ce concept avec des ondes hydrodynamiques [1]. L'application brutale d'un pic d'accélération verticale permet de générer un MTI sur les ondes de surface qui se refocalisent sur la source en forme de Smiley ou de Tour Eiffel (voir figure). Ce concept est générique et a été depuis réalisé dans les lignes à transmission hyperfréquences (à 1D) et pour des ondes ultra-sonores avec illumination d'un laser pulsé pour générer le MTI.

Récemment, l'équipe de Nader Engheta (Penn State Univ., USA) avec qui nous collaborons, a montré théoriquement qu'il était possible de générer un MTI en électromagnétisme avec un pulse de permittivité négative [2]. Durant ce pulse, les ondes, qui se propageaient dans le milieu, s'immobilisent et croissent de façon exponentielle. Lorsque le pulse s'arrête, les ondes amplifiées repartent dans le sens de propagation initiale mais également de façon contra-propagative en « remontant le temps » jusqu'à leur source initiale.

Le but de ce stage est de réaliser avec des ondes hydro ce concept en accélérant verticalement le liquide. Il s'agit de monter l'expérience et de caractériser le phénomène (notamment l'amplification). Ce stage peut être poursuivi en thèse dans des expériences de contrôle temporel des ondes (financement Fondation Simons).

### Références :

[1] Time reversal and holography with spacetime transformations V Bacot, M Labousse, A Eddi, M Fink, E Fort, Nature Physics 12, (2016).

[2] V. Pacheco-Pena et al, ArXiv:2304-03861 (2023)