

Proposition de thèse de doctorat: Etude de la turbulence d'ondes élastiques ou capillaires: une turbulence pas si faible que ça ?

Supervision: Nicolas Mordant (Professeur à l'Université de Grenoble)

Lieu: Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels (LEGI)
Campus universitaire de Saint Martin d'hères

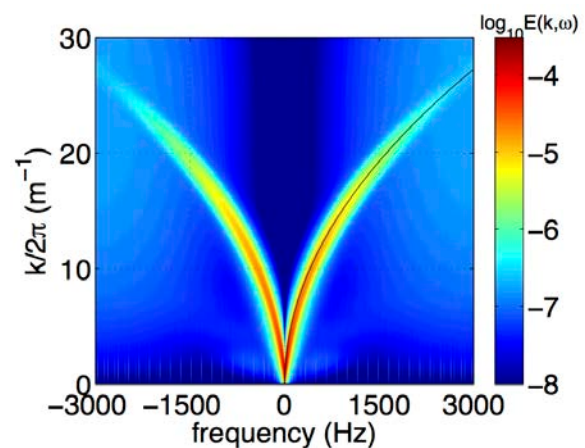
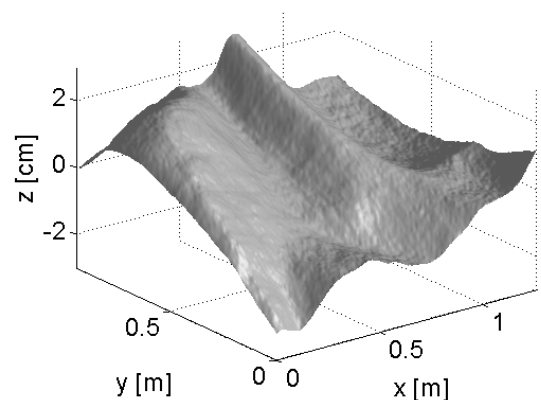
Financement: European Research Council (ERC)

Durée trois ans, début de la thèse: septembre 2015

Cadre de la thèse de doctorat

Le projet WATU "*Wave turbulence: beyond weak turbulence*" est un programme de recherche de 5 ans dirigé par N. Mordant et sélectionné par l'ERC avec un budget de 2 millions d'euros pour étudier les propriétés statistiques de la turbulence d'onde (à partir de septembre 2015). La turbulence d'onde est un état statistique d'un grand nombre d'ondes couplées entre elles par des effets non linéaires. L'exemple typique de turbulence d'onde est le cas des vagues océaniques (ondes de surface de gravité) qui développent un spectre très large de longueurs d'ondes entre le centimètre et plusieurs dizaines de mètres. De nombreux autres systèmes d'ondes peuvent donner lieu à de la turbulence d'onde: optique dans les fibres, lasers, ondes magnétohydrodynamiques dans les vents solaires, turbulence superfluide, plasmas confinés type ITER...

La turbulence d'onde présente la particularité qu'une théorie statistique dite de turbulence faible (weak turbulence) a été développée à partir des années 1960 qui permet de prédire notamment l'évolution du spectre de Fourier des vagues. La phénoménologie prédite ressemble fortement à la cascade d'énergie dans les échelles observée en turbulence hydrodynamique: l'énergie injectée à grande échelle est transférée vers des échelles de plus en plus petites jusqu'à ce qu'elle soit dissipée. Suite à cette théorie, le domaine de la turbulence d'onde a vu de nombreux développements théoriques mais qui manquent cependant de support expérimental. Le but du projet WATU est de fournir un effort significatif en vue de combler ce manque et obtenir ainsi des informations expérimentales avancées dans le cadre de turbulence faible mais aussi dans le cas d'ondes fortement non linéaires.



En haut: exemple de déformation d'une tôle vibrée en acier, mesurée à 10000 images/s. En bas: spectre spatiotemporel des ondes de flexion sur une telle plaque montrant un spectre turbulent d'ondes faiblement non linéaire. On observe des fréquences allant du Hz à plusieurs kHz.



European Research Council
Established by the European Commission

Université
Joseph Fourier 
GRENOBLE


LABORATOIRE DES ECOULEMENTS
GÉOPHYSIQUES ET INDUSTRIELS

Au cours de ce projet nous nous intéresserons à plusieurs types d'ondes: ondes élastiques sur une tôle vibrée (figure ci-dessus), ondes de gravité ou de capillarité à la surface d'un fluide, ondes internes de gravité et d'inertie dans un fluide stratifié tournant. Ces ondes présentent des dimensionnalités variées de 1D à 3D et les mécanismes de couplage non linéaires peuvent être différents impliquant de 3 à 5 ondes. Par ailleurs, plusieurs types de cascades ont été prédits et nous testeront leur existence en laboratoire. Du point de vue expérimental, notre but est de développer des techniques de mesure de ondes résolues en espace et en temps de manière à pouvoir tester de manière fine la structure des ondes et les couplages non linéaires dans des conditions de turbulence faible ou forte. Ces expériences seront également de tailles variées: expériences en petite cuve, canal à houle de 30m, plateforme Coriolis (cuve tournante de 13m de diamètre).

Thèse de doctorat proposée

La thèse de doctorat proposée ici se concentrera sur le cas de la plaque mince vibrée et des ondes capillaires à l'interface entre deux fluides. Le cas de la plaque élastique mince est très riche et reproduit à faible forçage la phénoménologie de la turbulence faible. On peut également comparer des mesures par profilométrie 2D à haute cadence et des simulations numériques rendues possibles par le caractère purement 2D du mouvement des plaques minces. Les ondes de capillarité semblent également vérifier un certain nombre de prédictions théoriques mais des mesures récentes tendent à remettre en cause ces résultats antérieurs. Le doctorant mettra en place une nouvelle expérience sur les ondes capillaires et effectuera également des expériences et des simulations numériques d'une plaque mince. Il utilisera des outils d'analyse statistique pour étudier les couplages entre les ondes dans les différents systèmes (expériences et simulations numériques). On s'intéressera particulièrement au cas du forçage fort qui sort du cadre actuel de la théorie. Le doctorant sera également associé aux autres expériences du projet (ondes de gravité à 1D, 2D ou 3D dans les fluides dans les grandes installations du LEGI: canal à houle et plateforme Coriolis) pour y implémenter des techniques similaires d'analyse des données.

Compétences

Les candidats éventuels auront de préférence une formation en physique non linéaire et/ou en mécanique des fluides avec des notions de turbulence. Des compétences en analyse statistique des signaux ou en expérimentation en mécanique des fluides seront favorablement appréciées.

Contact pour davantage d'informations:

Nicolas Mordant nicolas.mordant@ujf-grenoble.fr, 04 76 82 50 47

Informations sur le laboratoire: <http://www.legi.grenoble-inp.fr>

Pour une candidature, fournir un CV et le nom d'une personne susceptible de vous recommander.



European Research Council
Established by the European Commission

