

Sillages et ondes de surface 3

Vendredi 4 mai 2018

Amphithéâtre de l'Institut de Physique du Globe de Paris



ESPCI PARIS



8h45	<i>Accueil</i>		
9h15	Ramiro Godoy-Diana	PMMH, ESPCI	Surface wave energy absorption using elastic slender structures
9h40	Timothée Jamin	Laboratoire de Physique, ENS Lyon	Déformation d'une interface eau-air par la turbulence hydrodynamique engendrée sous la surface libre
10h05	Romain Labbé	LadHyX, Ecole Polytechnique,	Thin or bulky: optimal aspect-ratios for ship hulls ?
10h20	Valentin Ageorges	LOMC, Université du Havre	Flow and air-entrainment around partially submerged vertical cylinders
10h35	Sander Wildeman	Institut Langevin et PMMH, ESPCI	Real-time Schlieren imaging by fast Fourier demodulation of a checkerboard background
10h50	<i>Pause</i>		
11h15	Philippe Bonneton	EPOC, Université de Bordeaux	Tidal bore dynamics
11h40	Quentin Ehlinger	ILM, Université Claude Bernard	Sillage capillaire instationnaire : génération de lobes en impact de gouttes
11h55	Pascal Hémon	LadHyX, Ecole Polytechnique	A propos des forces hydrodynamiques sur les pagaies de kayak de mer
12h10	Pierre-Philippe Cortet	FAST, Université Paris-Sud	Sillage d'ondes d'inertie d'un cylindre horizontal en translation dans un fluide en rotation
12h25	Pierre-Yves Lagrée	IJLRA, Sorbonne Université	Standing hydraulic jumps: focus on viscous effects, and multilayer numerical resolution. Estimation of closure coefficients for laminar Shallow Water models
12h40	<i>Déjeuner</i>		
14h00	Dider Clamond	Université de Nice	Computation of steady surface gravity waves in arbitrary depth
14h25	Nicolas Mordant	LEGI, Université Grenoble Alpes	Turbulence d'ondes de gravité: rôle de la dissipation et des ondes liées sur les propriétés statistiques observées dans les expériences de laboratoire
14h50	Antoine Campagne	LEGI, Université Grenoble Alpes	Turbulence d'ondes de gravité sur la plate-forme Coriolis
15h05	Bruno Issenmann	ILM, Université Claude Bernard	Wave turbulence in a two-layer fluid: Coupling between free surface and interface waves
15h20	Pierre Chantelot	PMMH, ESPCI	Ondes à la surface d'un gel élastique mou
15h35	<i>Pause</i>		
16h00	Ivan Redor	LEGI, Université Grenoble Alpes	Etude expérimentale d'un gaz de soliton
16h15	Annette Cazaubiel	MSC, Université Paris-Diderot	Génération d'ondes par un jet turbulent immergé
16h30	Clément Perrot-Minot	INSA Lyon	Couplage entre lâcher tourbillonnaire et oscillation de plan d'eau dans les cavités latérales à surface libre
16h45	Guillaume du Moulinet d'Hardemare	Institut Langevin	Topology and folding of a superluminal rotating wave source using water waves
17h00	Stéphane Perrard	FAST et LadHyX	Empreinte d'une couche limite turbulente sur un liquide visqueux
17h30	<i>Fin</i>		

8h45 Accueil

9h15 Ramiro Godoy-Diana (PMMH, ESPCI)

Surface wave energy absorption using elastic slender structures

Aquatic plants are known to protect coastlines and riverbeds from erosion by damping waves and fluid flow. These flexible structures absorb the fluid-borne energy of an incoming fluid by deforming mechanically. I will present our recent work on an experimental canopy model in a wave tank, where we focus on the mechanisms involved in these fluid-elasticity interactions, considering also their potential as a wave energy harvesting system. We study an array of partially-submerged flexible structures that are subjected to the action of a surface wave field, investigating in particular the role of spacing between the elements of the array on the ability of our system to absorb energy from the flow. The energy absorption potential of the canopy model is examined using global wave height measurements for the wave field and local measurements of the elastic energy based on the kinematics of each element of the canopy. We study different canopy arrays and show in particular that flexibility improves wave damping by around 40%, for which half is potentially harvestable.

9h40 Timothée Jamin (Laboratoire de Physique, ENS Lyon)

Déformation d'une interface eau-air par la turbulence hydrodynamique engendrée sous la surface libre

Une interface eau-air peut facilement être déformée par des mouvements fluides sous la surface libre qui en augmentent ainsi la rugosité. La réponse d'une surface libre à une turbulence hydrodynamique n'a que rarement été étudiée, en dépit du caractère fondamental de cette question relative à des phénomènes souvent observés dans la nature. Dans notre étude expérimentale, une turbulence hydrodynamique sans écoulement moyen est générée grâce à 64 jets disposés au fond d'une cuve carrée de 40 cm de côté et 1 m de hauteur et dirigés vers le haut. Ces jets sont allumés et éteints selon un motif spatiotemporel aléatoire. Au moyen de mesures PIV, nous observons une turbulence homogène et isotrope, qui devient cependant fortement anisotropique à l'approche de la surface libre. Grâce à la profilométrie par transformée de Fourier, nous analysons par ailleurs les fluctuations spatiotemporelles de la surface libre déformée par la turbulence hydrodynamique. Les spectres de puissance spatiotemporels révèlent un comportement complexe de la surface libre, similaire à celui observés dans une étude numérique précédente [Guo et Shen 2010]. Nous mettons en évidence la génération d'ondes de surface qui sont toutefois dominées par la présence d'une empreinte de la turbulence, c'est-à-dire une réponse passive de l'interface aux fluctuations de pression de la turbulence sous la surface.

10h05 Romain Labbé, Jean-Philippe Boucher, Christophe Clanet et Michael Benzaquen (LadHyX, Ecole Polytechnique)

Thin or bulky: optimal aspect-ratios for ship hulls?

We present a minimal theoretical approach to address the problem of ship hull optimisation. We show that optimal hull aspect-ratios result – at given load and propulsive power – from a subtle balance between wave drag, pressure drag and skin friction. Slender hulls are more favourable in terms of wave drag and pressure drag, while bulky hulls have a smaller wetted surface for a given immersed volume, by that reducing skin friction. We confront our theoretical results to real data and discuss discrepancies in the light of hull designer constraints, such as stability or manoeuvrability.

10h20 Valentin Ageorges, Jorge Peixinho et Gaële Perret (LOMC, Université du Havre)

Flow and air-entrainment around partially submerged vertical cylinders

Vertical cylinders are translated at constant speed through water initially at rest. The cylinders are partially immersed and the motion induces flow and free-surface deformation. Eleven cylinder diameters from $D=1.4$ to 16 cm were employed, allowing us to study at constant immersed height h or constant h/D . The range of translation velocities and diameters used are in the regime of turbulent wake.

10h35 Sander Wildeman (Institut Langevin et PMMH, ESPCI)

Real-time Schlieren imaging by fast Fourier demodulation of a checkerboard background

The reconstruction of transparent interfaces is a recurring challenge for experimental fluid physicists. In this work a quantitative synthetic Schlieren imaging (SSI) method based on fast Fourier demodulation is presented. Instead of a random dot pattern (as usually employed in SSI) a 2D periodic pattern (such as a checkerboard) is used as a backdrop to the refractive object of interest. The range of validity and accuracy of this "Fast Checkerboard Demodulation" (FCD) method are assessed using both synthetic data and experimental recordings of patterns optically distorted by small waves on a water surface. It is found that the FCD method is at least as accurate as sophisticated, multi-stage, digital image correlation (DIC) or optical flow (OF) techniques used with random dot patterns, and it is significantly faster.

10h50 Pause

11h15 Philippe Bonneton (EPOC, Université de Bordeaux)

Tidal bore dynamics

Lorsqu'une onde de marée de forte amplitude se propage dans un estuaire convergeant et peu profond, un ressaut en translation peut se former dans la partie amont de l'estuaire en début de marée montante. Ce ressaut de marée est aussi dénommé mascaret lorsque l'intensité du ressaut (i.e. le nombre de Froude) est supérieure à une valeur critique (Bonneton et al. C.R. Geoscience, 2012). La dynamique des ressauts en translation 2D dans un plan vertical (ondes de Favre), qu'ils soient ondulants ou turbulents, a été étudiée depuis très longtemps, aussi bien du point de vue expérimental, théorique que de la modélisation numérique. En revanche, les ressauts de marée se propageant en milieu estuarien ont fait l'objet de très peu d'études. L'objectif de notre communication est de présenter une analyse détaillée de la dynamique des ressauts de marée se propageant en milieu estuarien (cf. Bonneton et al., JGR 2015, Filippini et al. EJMB/Fluids 2018). Nous montrons que la présence de berges estuariennes naturelles (berges en pente douce) joue un rôle essentiel sur la structure des ressauts de marée ondulants. Nous avons en particulier identifié un nouveau régime d'écoulement pour ces ressauts. Dans ce régime les ondes secondaires associées aux ressauts ne sont plus régies par des processus de dispersion classique comme pour les ondes de Favre (i.e. chocs dispersifs), mais par un mécanisme de réfraction hydrostatique sur les berges. Ce processus ondulatoire est régi par des équations d'onde hyperboliques 2D non dispersives. Cependant, l'intégration des effets de réfraction le long de la section de l'estuaire conduit à une équation d'onde 1D quasi-dispersive, qui permet de décrire la structure ondulatoire des ressauts en milieu estuarien.

11h40 Quentin Ehlinger, Anne-Laure Biance, Christophe Ybert (ILM, Université Claude Bernard)

Sillage capillaire instationnaire : génération de lobes en impact de gouttes

Lors d'un impact de goutte en régime Leidenfrost, la goutte s'étale puis se rétracte. Lors de la phase d'étalement, deux zones distinctes apparaissent : -une lamelle à interfaces libres, siège d'un écoulement inertiel centrifuge -un bourrelet capillaire périphérique qui limite l'extension de la goutte. On réalise des impacts au voisinage d'un défaut micrométrique, qui perturbe l'étalement. Un sillage dans la lamelle en aval dudit défaut est alors généré. L'épaisseur de la lamelle et la vitesse du fluide qui s'y écoule étant instationnaires, le sillage l'est aussi. Des excroissances, appelées lobes, se développent aussi dans le bourrelet périphérique. On distingue deux régimes de dynamique des lobes, un premier que l'on explique avec un modèle de sillage instationnaire, puis un second à temps plus long bien décrit par une dynamique inertio-capillaire.

11h55 Pascal Hémon (LadHyX, Ecole Polytechnique)

A propos des forces hydrodynamiques sur les pagaies de kayak de mer

L'hydrodynamique des pagaies de kayak de mer a très rarement été étudiée, notamment les pagaies traditionnelles optimisées par les Inuits et les Groenlandais au cours des siècles. Mais ce savoir-faire n'a pas été transcrit scientifiquement. C'est l'objet de l'étude menée au LadHyX. Des mesures de force sur un cycle de coup de pagaie simplifié en situation de laboratoire montrent que la force hydrodynamique peut se décomposer en un terme lié à la

masse ajoutée et un autre lié à un coefficient de traînée dépendant du nombre de Reynolds. Or il apparaît après analyse que le terme de masse ajoutée présente un déficit entre les mesures et l'expression théorique pourtant réputée fiable par ailleurs. L'une des pistes envisagées concerne la "vague d'étrave" que l'on observe en amont de la pelle au début du cycle propulsif. Jusqu'à présent cette vague n'est pas prise en compte par la modélisation, ce qui fait l'objet de la présente discussion.

12h10 Pierre-Philippe Cortet, Nathanaël Machicoane, Vincent Labarre, Bruno Voisin, Frédéric Moisy (FAST, Université Paris-Sud)

Sillage d'ondes d'inertie d'un cylindre horizontal en translation dans un fluide en rotation

De manière analogue au sillage d'ondes de gravité créé à la surface de l'eau par le déplacement des bateaux, un objet se déplaçant dans un fluide en rotation va dans certains régimes créer derrière lui un sillage d'ondes internes d'inertie. Je présenterai des mesures expérimentales d'un tel sillage dans le cas d'un cylindre invariant dans la direction perpendiculaire à la rotation. Je montrerai que le sillage est stabilisé, par le processus de pompage d'Ekman, jusqu'à des nombres de Reynolds beaucoup plus grands que dans un fluide non-tournant. Je montrerai ensuite comment, lorsque la rotation est forte, le sillage d'ondes peut être décrit de manière quantitative grâce à une approximation de corps élancé alors même que le corps considéré ne l'est pas. Le succès, à première vue déroutant, de cette approche est lié à la relation de dispersion des ondes d'inertie qui relie univoquement l'inclinaison des mouvements du fluide à leur fréquence.

12h25 Pierre-Yves Lagrée, Francesco de Vita, Sergio Chibbaro and Stéphane Popinet (IJLRA, Sorbonne Université)

Standing hydraulic jumps: focus on viscous effects, and multilayer numerical resolution. Estimation of closure coefficients for laminar Shallow Water models

A thin layer flow of fluid is considered over a flat surface. A kind of boundary layer system with hydrostatic pressure is presented. Integration over the depth of fluid of this system gives the "Shallow Water" or "Saint Venant" system of equations, these equations of conservation of mass and momentum link the flow rate and the depth of fluid. To solve Shallow Water equations a "closure" is needed, this is a relation between an integral of the square of the velocity and the shear stress as a function the flow rate and the depth. This closure needs strong hypothesis on the flow régime. The proposed boundary layer system with hydrostatic pressure allows to solve the flow without those hypothesis. The closure relations are a result of the computation, it is shown that they vary a lot on different laminar examples such as slumps and hydraulic jumps.

12h40 Déjeuner

14h00 Dider Clamond (Université de Nice)

Computation of steady surface gravity waves in arbitrary depth

Ce travail porte sur la résolution numériques des équations d'Euler à surface libre en écoulement irrotationnel permanent, c'est à dire les ondes de gravité progressives bidimensionnelles. L'algorithme, rapide et précis, permet la résolution en précision et profondeur arbitraires. En particulier, on peut obtenir les houles cnoidales sans avoir à recourir à des équations simplifiées, telles que KdV ou les équations de Boussinesq. De plus, on montre que la résolution numérique des équations d'Euler n'est pas plus difficile et est aussi rapide que celle de KdV.

14h25 Nicolas Mordant (LEGI, Université Grenoble Alpes)

Turbulence d'ondes de gravité : rôle de la dissipation et des ondes liées sur les propriétés statistiques observées dans les expériences de laboratoire

Des études expérimentales de turbulence d'ondes de surface ont été menées dans la plateforme Coriolis (cuve circulaire de 13m de diamètre). Les mesures effectuées par des sondes locales et une méthode de reconstruction stéréographique résolue en temps montrent que le spectre de Fourier des vagues est systématiquement plus raide que les prédictions théoriques malgré un effort significatif pour réduire la contamination de la surface libre. L'impact de la dissipation visqueuse sur les statistiques de la turbulence d'onde sera discuté. Par ailleurs, l'analyse spatio-temporelle montre que sur une partie importante des fréquences observées, une part importante de l'énergie est due aux ondes liées. Celle-ci sont des ondes générées par interactions triadiques dans lesquelles une des composantes ne vérifie pas la relation de dispersion linéaire des ondes de surface.

14h50 Antoine Campagne, Mordant, Quentin Aubourg, Roumaïssa Hassaini, Ivan Redor, Nicolas Mordant (LEGI, Université Grenoble Alpes)

Turbulence d'ondes de gravité sur la plate-forme Coriolis

La surface de l'océan peut être décrit comme un ensemble non-linéaire d'ondes de gravité. Dans le limite de faible non-linéarité, la théorie de la turbulence faible d'onde appliquée aux ondes de gravité de surface procure une possible explication d'un tel système. Cette théorie prédit un transfert d'énergie vers les petites échelles (grandes fréquences temporelles) au travers d'interactions résonantes à quatre ondes. Nous étudions expérimentalement ces processus élémentaires d'interaction dans la plate-forme Coriolis. Un ensemble d'ondes de gravité non-linéaires est maintenu dans un état statistiquement stationnaire et isotrope. Des mesures de l'élévation de surface sont réalisées via des sondes capacitatives et une technique de reconstruction stéréoscopique (résolue en temps et en espace). Nous examinons les processus d'interactions non-linéaires grâce à l'évaluation de corrélations fréquentielles d'ordre trois et quatre. On s'attache en particulier à distinguer les interactions entre ondes libres et celles faisant intervenir des ondes liées.

15h05 Bruno Issenmann, Claude Laroche, Eric Falcon (ILM, Université Claude Bernard)

Wave turbulence in a two-layer fluid: Coupling between free surface and interface waves

We experimentally study gravity-capillary wave turbulence on the interface between 2 immiscible fluids of close density with free upper surface. We show that the inertial range of the capillary wave turbulence regime is significantly extended when the upper fluid depth is increased: The crossover frequency between the gravity and capillary regimes decreases due to the decoupling between interface and surface waves. The dissipative cut-off frequency increases due to the disappearance of parasitic capillaries.

15h20 Pierre Chantelot, Lucie Domino, David Quéré & Antonin Eddi (PMMH, ESPCI)

Ondes à la surface d'un gel élastique mou

On étudie les ondes se propageant à la surface d'un solide élastique mou. On excite mécaniquement un hydrogel (Agar) placé dans une cuve rectangulaire de profondeur h , soit à l'aide d'un point source soit avec une vibration verticale (instabilité de Faraday). L'observation du champ d'onde permet de mesurer la relation de dispersion et de tester la compétition entre les effets capillaires et élastiques.

15h35 Pause

16h00 Ivan Redor (LEGI, Université Grenoble Alpes)

Etude expérimentale d'un gaz de soliton

Nous étudions expérimentalement la propagation d'ondes de gravité en eau peu profonde afin de mettre en évidence la présence d'un régime de turbulence solitonique bidirectionnelle potentiellement décrit dans le cadre de la turbulence intégrable. Nos mesures sont réalisées dans un canal à houle linéaire de 36m de long à paroi vitrées à l'aide de 8 caméras synchronisées fournissant une résolution verticale inférieure au mm, sur 16m de long et à 20 images par secondes. Nous comparons d'abord nos mesures aux prédictions théoriques dans les cas de la propagation d'un unique soliton, de la fission d'une onde sinusoïdale en solitons et de l'interaction entre 2 solitons afin d'estimer dans quel mesure le comportement intégrable survit à la perturbation notamment de la dissipation qui n'est pas négligeable dans nos expériences. Nous étudions ensuite statistiquement le régime de gaz de solitons en fonction des paramètres de forçage.

16h15 Annette Cazaubiel, Eric Falcon, Michaël Berhanu (MSC, Université Paris-Diderot)

Génération d'ondes par un jet turbulent immergé

Les écoulements naturels (océans, rivières, atmosphère) présentent souvent des situations où des ondes se propagent en présence de turbulence. Afin de contribuer à la compréhension de l'interaction turbulence/ondes de surface, nous nous sommes intéressés au cas particulier d'un jet turbulent immergé impactant verticalement une surface libre eau/air. Une buse au fond d'une cuve remplie d'eau émet un jet vertical, qui impacte la surface libre et la déforme. A partir du point d'impact, des ondes de surface sont générées à la fréquence correspondant à une instabilité du jet. Les ondes suivent une relation de dispersion advectée par effet Doppler dû à un courant radial sous la surface. Ce phénomène présente un exemple non trivial d'une interaction ondes/courant.

16h30 Clément Perrot-Minot, Emmanuel Mignot, Nicolas Riviere, Richard Perkins, Diego Lopez (INSA Lyon)

Couplage entre lâcher tourbillonnaire et oscillation de plan d'eau dans les cavités latérales à surface libre

Nous étudions en laboratoire le couplage entre un écoulement à surface libre et sa cavité latérale adjacente. Ce couplage est dû aux tourbillons générés dans la couche de mélange à l'interface entre écoulement et cavité, qui impactent périodiquement le coin aval de la cavité, générant une onde de pression qui remonte vers l'amont et déclenche la génération d'un nouveau tourbillon. Si la fréquence de cette onde est en accord avec une fréquence de résonance de la cavité, le processus de résonance entraîne des oscillations de grande amplitude de l'ensemble du plan d'eau. Pour identifier les modes d'oscillation en présence et le lâcher tourbillonnaire, nous utilisons une technique de projection de franges permettant de mesurer la déformée 2D du plan d'eau à haute fréquence. Nous étudions notamment l'influence de la forme de la cavité sur les modes d'oscillation.

16h45 Guillaume d'Hardemare, E. Eddi, S. Wildeman, E. Fort (Institut Langevin)

Topology and folding of a superluminal rotating wave source using water waves

Topology and folding of a superluminal rotating wave source using water waves. G. d'Hardemare, E. Eddi, S. Wildeman, E. Fort Wave sources moving faster than the waves they emit create a Mach cone which includes features that depend only on geometrical considerations, whatever the nature of the wave. In the case of a rotating superluminal source, topological features can be understood by folding the envelope of the wave fronts emitted along the trajectory. The resulting wake is composed of parallel co-rotating spiraling branches which define a region with an odd number of interfering images of the source. In addition the projection also creates a cusp in the wake. In this paper, taking advantage of the slow wave velocity associated to water waves, we perform experiments to measure in real-time the emission of superluminal sources up to several Mach Numbers and characterize its topological features.

17h00 Stéphane Perrard (FAST et LadHyX)

Empreinte d'une couche limite turbulente sur un liquide visqueux

When the wind blows on a liquid surface above a speed threshold of few meter per second, it generates surface waves that could be amplified either by shear instability [Miles 1957] or resonance between turbulent pressure fluctuations and surface waves [Phillips 1957]. In the low wind speed regime, surface waves are not amplified and the surface remains almost flat. The surface deformation, however, does not vanish. A. Paquier et al. have identified in 2015 a regime below the onset of wave generation called wrinkle. In that regime, desorganized patterns of small amplitude ($1 \sim 10 \mu\text{m}$) propagate on the liquid surface. We combine theory, numerics and experiments to investigate this wrinkle regime and disentangle their generation from pressure or shear sources. I will show that these wrinkles are the remembrance of air Turbulence footprinted on the liquid surface, and a base state for wind wave generation.

17h30 Fin