INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

INSTITUT FRESNEL
MARSEILLE

Mardi 21 janvier 2020

Campus Saint Charles

Faculté des Sciences
Aix*Marseille Université

Programme

9h00 Philippe Lalanne, Laboratoire Photonique, Numérique et Nanosciences (LP2N), CNRS-IOGS-Univ Bordeaux, Directeur du GDR Ondes, « *Optique non-hermitienne: des réseaux de diffraction aux nano-résonateurs* ».

9h40 Prof. Rémi Carminati, Institut Langevin - ESPCI Paris, "*Interférences d'intensité pour voir à travers le désordre".*

10h20 -10h40 pause-café

10H40 Prof. Christophe Finot, Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, *"De la diffraction de Fresnel aux outils temporels : comment voir et manipuler la lumière à des échelles de la pico- ou femto- seconde".*

11H20 Miguel Alonso, Institut Fresnel, *La théorie ondulatoire de Fresnel a-t-elle tué les rayons ? Comment réconcilier les rayons et les ondes*

11h40 Anne Sentenac, Institut Fresnel, *Voir la microscopie autrement*

12h00 -> 13h30 - cocktail déjeunatoire pour le personnel de nos tutelles (AMU-CNRS-ECM)

13h30 Discours d'ouverture de la 1/2 journée grand public

13h40 Prof. Alain Aspect, Professeur à l'Institut d'Optique (chaire Augustin Fresnel) et à l'École Polytechnique, *"Des ondes de Fresnel au photon d'Einstein : la dualité onde-particule."*

14h30 Prof. Mathias Fink, ESPCI Paris, membre de l'Académie des Sciences, *"Ondelettes d'Huygens-Fresnel, Holographie, Renversement du temps et Matériaux temporels"* .

15h20 Alexandre Echasseriau, Designer, *"Exemple de collaboration Art-Science"*

15h50 goûter et exposition interactive dans la salle de conférence (posters, films, manips Onde Mécanique, Biréfringence, Arago Spot, Cuve à ondes/interférences...)

17h30 fin de l'événement

Aix*Marseille université Initiative d'excellence · cnrs · CENTRALE MARSEILLE · INSTITUT CARNOT STAR · GDR ONDES

RESUMES DES CONFERENCES

Philippe LALANNE, Laboratoire Photonique, Numérique et Nanosciences (LP2N), CNRS-IOGS-Univ Bordeaux

« Optique non-hermitienne: des réseaux de diffraction aux nano-résonateurs »

Le confinement extrême de la lumière dans de minuscules cavités optiques offre de nouvelles opportunités en nanoscience, pour étudier les interactions d'un faible nombre de photons avec des objets uniques, ou en nanotechnologie pour repousser les limites de la miniaturisation.
Les nano-résonateurs, et plus généralement les cavités électromagnétiques, sont des systèmes ouverts (non-hermitiens) qui ne conservent pas l'énergie: leurs « modes propres », c'est-à-dire leurs résonances naturelles, soulèvent des difficultés théoriques qui ont longtemps freiné le développement d'une théorie modale générale des résonances. L'exposé présentera les progrès décisifs récemment obtenus et leur apport pour comprendre et prédire le comportement des nano-résonateurs. Seront ensuite présentés des effets contre-intuitifs prédits par cette théorie qui conduisent à revisiter des grands classiques du confinement, comme l'effet Purcell ou la théorie de perturbation des cavités, souvent indûment considérés dans un cadre hermitien.

Prof. Rémi CARMINATI, Institut Langevin, ESPCI Paris

« Interférences d'intensité pour voir à travers le désordre »

Un matériau désordonné à l'échelle de la longueur d'onde devient rapidement opaque du fait de la diffusion multiple de la lumière (pensons à une feuille de papier, une couche de peinture blanche, ou encore à un tissus biologique). L'éclairement d'un matériau diffusant par un faisceau de lumière cohérente (laser) génère une distribution d'intensité complexe, dite figure de tavelure (ou de speckle). Bien que semblant à première vue aléatoires, les figures de speckle réfléchies et transmises, mesurées de part et d'autres d'une couche diffusante, portent une information croisée. Nous montrerons comment cette information croisée émerge du processus de diffusion multiple des ondes sous la forme de corrélations statistiques d'intensité, et nous présenterons un exemple d'imagerie à travers un milieu opaque utilisant cette information croisée.

Prof. Christophe Finot, Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

« De la diffraction de Fresnel aux outils temporels : comment voir et manipuler la lumière à des échelles de la pico- ou femto- seconde »

L'optique ondulatoire est souvent enseignée à travers ses manifestations dans le domaine spatial : motifs d'interférence entre ondes lumineuses cohérentes, figures de diffraction, propagation en espace libre ou à travers des lentilles... Mais il est possible de dresser une analogie très forte entre le comportement spatial de la lumière régie par les lois de la diffraction et l'évolution temporelle d'une impulsion lumineuse ultra brève impactée par la dispersion. Ce traitement formellement identique a permis la transposition de solutions connues de l'optique spatiale à l'optique temporelle. Nombreux sont les applications qui confirment la puissance de cette dualité temps-espace: lentille temporelle, interféromètres temporels de Fresnel ou de Billet, d'un analogue temporel à la tâche d'Arago, de lentilles temporelles lenticulaires ou bien encore de réseaux temporels dispersifs…

Prof. Miguel ALONSO, Institut Fresnel, Ecole Centrale Marseille

« La théorie ondulatoire de Fresnel a-t-elle tué les rayons ? Comment réconcilier les rayons et les ondes »

Fresnel a fourni des bases mathématiques solides au modèle ondulatoire de la lumière, capables de prédire même des phénomènes aussi surprenants que la tâche d'Arago. Naïvement, on pourrait penser que cette formalisation mettrait le dernier clou dans le cercueil du modèle de rayons, plus ancien et plus simple. Cependant, les rayons se sont révélés étonnamment résilients et capables de capturer de nombreuses propriétés considérées souvent comme intrinsèquement ondulatoires (par exemple la diffraction et l'interférence), s'ils sont utilisés et interprétés correctement. En fait, certains phénomènes ondulatoires surprenants ont des interprétations intuitives en termes de rayons.

Anne Sentenac, Institut Fresnel, CNRS

« Voir la microscopie autrement »

Le microscope est l'instrument le plus emblématique du scientifique (avec la blouse blanche) et de vagues souvenirs de lentilles, de rapport de focales et de trajets optiques entourent son fonctionnement d'une aura mystérieuse. Dans cet exposé, nous regarderons la microscopie d'un autre oeil en nous intéressant surtout à l'éclairement et à la détection. En utilisant un principe fondamental de la lumière, 'si je te vois, tu me vois', nous montrerons que le principe du microscope est étonnamment proche de celui d'un lecteur CD (ce dernier étant beaucoup plus simple à expliquer).

Conférences Grand Public

Des ondes de Fresnel au photon d'Einstein : la dualité onde particule

Alain Aspect, Professeur à l'Institut d'Optique (chaire Augustin Fresnel) et à l'École Polytechnique

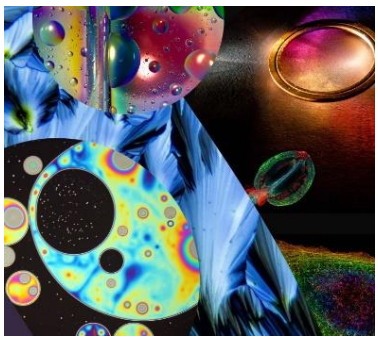
A la fin du 19ème siècle, après les travaux de Young, Fresnel et Maxwell et bien d'autres, la nature ondulatoire de la lumière semblait définitivement établie. Le caractère contradictoire de l'hypothèse du photon d'Einstein, émise en 1905 et validée expérimentalement par Millikan dix ans plus tard, représenta alors pour les physiciens un très grand mystère qui ne fut élucidé qu'avec le concept de dualité onde-particule, proposé par Louis de Broglie en 1923. Des expériences, permises par l'invention de sources de photons uniques en 1985, ont permis à de mettre directement en évidence cette dualité. Ces progrès conceptuels ont ensuite débouché sur des progrès technologiques, avec notamment l'invention de méthodes de cryptographie quantique.

Ondelettes d'Huygens-Fresnel, Holographie, Renversement du temps et Matériaux temporels

Prof. Mathias Fink, ESPCI Paris, membre de l'Académie des Sciences

Huygens fut le premier à proposer un mécanisme universel décrivant la façon dont se propage une onde. Son intuition le poussa à imaginer d'étranges petites sources virtuelles d'ondelettes dont les propriétés ne furent explicitées que, plus tard, par Augustin Fresnel. C'est par le biais de ces ondelettes d'Huygens-Fresnel qu'on explique les propriétés magiques de l'holographie. On discutera de ces idées et on montrera comment cette approche peut être généralisée pour manipuler une onde dans les milieux les plus complexes. On décrira en particulier un mécanisme qui permet de transformer ces sources virtuelles en sources réelles permettant de faire revivre à une onde sa vie passée.

Exemple de collaboration Art-Science, ou comment les accidents technologiques subliment l'Art ?

Alexandre Echasseriau, Designer, Crafter Studio, paris

Exposition
Expériences
(Arago Spot, Ondes Mécanique, Lévitation acoustique)