

Détail des Propositions

PROJET IMMERSION EN LABO

INSTITUT DE PHYSIQUE DE NICE

1 Conception et développement d'instruments optiques à base de matrices de micro-miroirs -**Experimental-**

Responsables : Matthieu Bellec
mathieu.bellec@unice.fr

Lieu du stage: Valrose

Les matrices de micro-miroirs (ou DMD pour digital micromirror device) sont couramment utilisées pour mettre en forme la lumière. Ces systèmes se trouvent par exemple au coeur des video-projecteurs. Pour ce projet, on se propose de détourner les DMDs de leur utilisation usuelle pour concevoir et développer, en s'appuyant sur les outils disponibles au Fablab, deux instruments optiques: i) un filtre spatial automatisé et ii) un générateur de profil d'intensité aléatoire. Ces instruments seront ensuite mis au service d'expériences d'optique en milieux complexes actuellement menées à l'Institut de Physique de Nice.

Pré-requis: goût pour l'optique, le développement instrumental et la programmation python/arduino.

2 A la recherche de l'arc parfait-**Experimental-**

Responsables du stage : Franck Celestini, Christophe Raufaste
franck.celestini@unice.fr, christophe.raufaste@unice.fr

Lieu du stage: Valrose

L'équipe Fluides Complexes au sein du nouvel Institut de Physique de Nice a récemment mis en évidence le phénomène de Superpropulsion de gouttes et d'objets élastiques. Vous trouverez ci-dessous la référence à l'article initial ainsi que quelques références à des articles de vulgarisation scientifique. Le but de ce stage est de comprendre comment les archers choisissent leurs arcs et leurs flèches. Il existe actuellement des tables empiriques proposées par les différents constructeurs. Nous pensons que ce choix est directement relié au phénomène de Superpropulsion. Votre objectif sera d'apporter une rationalisation au choix optimal arc/flèche et donc de trouver l'arc idéal ... Au niveau expérimental, les étudiants se familiariseront avec la technique d'acquisition d'images par caméra ultra-rapide, le traitement d'images, l'analyse de données et la mesure des propriétés élastiques des flèches et de l'arc. Nous envisageons de filmer en caméra ultra-rapide des archers d'un club Niçois. Une partie simulation/théorique sera également abordée. Enfin, nous essaierons de mettre en place une expérience de laboratoire permettant de reproduire le lancer de flèches à une échelle réduite. Pour être retenus pour ce stage les étudiants devront impérativement nous contacter et venir nous rencontrer au laboratoire.

Références :

- <http://physicsworld.com/cws/article/news/2017/sep/13/shape-shifting-soft-projectile>
- <https://www.science-et-vie.com/nature-et-enviro/les-gouttes-peuvent-faire-de-la-s>
- <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.119.108001>

3 Mouvement collectif de fourmi : Mouvement Brownien ou mouvement dirigé-**Experimental-**

Responsable du stage : Thomas Frisch, Cyrille Claudet
thomas.frisch@unice.fr



Lieu du stage: Valrose

Les fourmis constituent la famille des Formicidae avec les guêpes et les abeilles. Ce sont des insectes sociaux qui forment des colonies appelées fourmilières, qui sont parfois extrêmement complexes, et qui peuvent contenir quelques dizaines à plusieurs millions d'individus. Elles sont apparues il y a plus de 150 millions d'années sur terre et il existe plus de 10 000 espèces différentes de fourmis. La biomasse sur terre des fourmis est 100 fois plus grande que celle des humains. Elles pratiquent une division d'un travail extrêmement efficace qui leur permet de résoudre des problèmes complexes (construction d'une fourmilière, transport de nourriture, protection de la reine, soins infirmiers, e.t.c).

Le but de ce stage expérimental est de découvrir les mécanismes collectifs qui permettent aux fourmis d'effectuer des tâches communes (interactions avec des repères visuels et transport de nourriture de grosses tailles). Nous étudierons en laboratoire des fourmis noires de type « *Messor Barbarus* » (Fourmis endémiques du pourtour méditerranéen).

- Dans un premier temps, nous étudierons expérimentalement le mouvement d'une fourmi sur un trajet unidimensionnel (un fil et un tube). Nous suivrons avec une caméra le mouvement de la fourmi et nous analyserons ce mouvement en utilisant un logiciel d'image. Cela nous permettra d'acquérir la position en fonction du temps et de regarder l'interaction entre la fourmi et les extrémités du fil. Que fait la fourmi quand elle arrive à une extrémité?
- Dans un second temps, nous étudierons toujours avec la même expérience, l'influence des repères visuels. Pour cela, nous changerons la couleur de l'environnement et nous placerons des repères visuels afin de comprendre comment cela peut affecter leur mouvement.
- Dans un troisième temps, nous effectuerons des mesures de positions avec deux fourmis toujours dans une géométrie unidimensionnelle afin de voir leurs interactions réciproques.
- Dans un quatrième temps, nous étudierons le mouvement collectif de fourmis (une dizaine de fourmis), lors du transport d'un objet volumineux vers leur nid dans une géométrie plane.

À chaque étape de ce stage expérimentale, il serait possible mais pas nécessaire de mettre en œuvre une modélisation numérique dont les paramètres pourraient être déduits des expériences.

Les simples prérequis de ce stage sont :

la connaissance de la description simple du mouvement brownien qui a été vu dans le cours de L3 Méthode numériques au premier semestre S5. avoir une pratique éthique convenable avec les animaux et travailler en binôme. Pour en savoir plus:

- <http://www.myrmecofourmis.com/>
- https://www.youtube.com/channel/UCONd1SNf3_QqjzjCVsURNuA
- <https://www.larecherche.fr/parution/mensuel-537/T1\guillemotleftChaosetSystèmesCorT1\guillemotright>

4 La physique d'Efimov : une passerelle entre la physique nucléaire et atomique.- Théorique-Numérique-

Responsable du stage : Mario Gattobigio
mario.gattobigio@unice.fr

Lieu du stage: Sophia-Antipolis

À très basses températures (ou de façon équivalente à très basses énergies), la dynamique des particules est décrite par la mécanique quantique à l'aide de l'équation de Schroedinger. La nature des particules et l'interaction entre les particules rentrent dans la description à travers le potentiel et les propriétés statistiques de la fonction d'onde, solution de l'équation de Schroedinger.

Il peut se produire des cas où l'interaction devient universelle; le comportement des particules est plus ou moins indépendant de la force ou, autrement dit, des forces différentes donnent la même physique. Un exemple d'un tel cas est connu comme la "limite unitaire", où une fonction qui caractérise le processus de diffusion à basse énergie, la longueur de diffusion, devient très grande. Dans la nature il y a des systèmes physiques qui se trouvent à la limite unitaire, par exemple l'atome d'hélium dans le cadre de la physique atomique ou le système proton-neutron dans le cadre de la physique nucléaire. En plus, les scientifiques sont désormais en mesure de manipuler l'interaction entre les atomes et donc de produire de systèmes atomiques à la limite unitaire.

À la limite unitaire, grâce à l'universalité, il y a beaucoup de processus intéressants qui se produisent, parmi lesquels l'effet de Efimov : en 1970 le physicien russe Vitaly Efimov a prédit l'existence d'un nombre infini d'états liés à trois particules (molécules en physique atomique, noyaux en physique nucléaire) où le rapport entre les énergies de deux états consécutifs est constant. En plus, il a démontré qu'au voisinage de la limite unitaire un nombre fini de ces états survivent, même dans le cas où le sous-système à deux particules n'est pas lié (on a la molécule à trois atomes, mais pas celle à deux atomes !).

Jusqu'à 2006 cette prévision a resté à la marge de la recherche ; en 2006 des scientifiques ont démontré l'existence de ces états en manipulant l'interaction entre des atomes à très basse température. À partir de cette date, la recherche autour la physique d'Efimov est devenu très active : une recherche qui, avec un même langage, décrit à la fois la physique du noyau et de l'atome.

Dans ce projet je vous propose d'acquérir la connaissance technique pour comprendre la physique d'Efimov, notamment savoir résoudre le problème à deux corps en mécanique quantique avec un potentiel pathologique comme $1/r^2$.

5 Imagerie hyperspectrale de sources lasers -Experimental-

Responsable du stage : Mathias Marconi
mathias.marconi@unice.fr

Lieu du stage: Sophia Antipolis

Les lasers sont une source de lumière présente aujourd'hui dans d'innombrables applications telles que l'imagerie, les télécommunications ou bien encore la détection (LIDAR). Tous ces domaines requièrent un contrôle élevé de la qualité de l'émission de la source. De plus une bonne caractérisation des propriétés du faisceau peut fournir des informations sur la qualité du processus de fabrication du dispositif. Ces-dernières années ont été développés à l'INPHYNI des systèmes d'imagerie hyperspectrale permettant d'analyser spatialement (dans les 2 dimensions transverses de l'espace) et spectralement l'émission de différentes sources lasers. Ce type d'imagerie a permis de fournir notamment une cartographie extrêmement détaillée et résolue en polarisation de l'émission de laser à cavité verticales (VCSEL), dispositifs couramment utilisés dans les systèmes de télécommunication par fibre optique [1,2]. Nous proposons un stage expérimental où l'étudiant devra mettre en place d'un système d'imagerie hyperspectrale dans les trois dimensions de l'espace (les 2 dimensions transverses et la dimension longitudinale) afin d'imager diverses sources lasers. Ce stage pourra comporter notamment une partie programmation de la plate forme de contrôle selon les axes X, Y et Z (langage python).

Références :

1. T. Wang and G-L Lippi, Polarization resolved cartography of light emission of a vertical cavity surface-emitting laser with high space and frequency resolution, Applied Physics Letters 107, 181103 (2015).

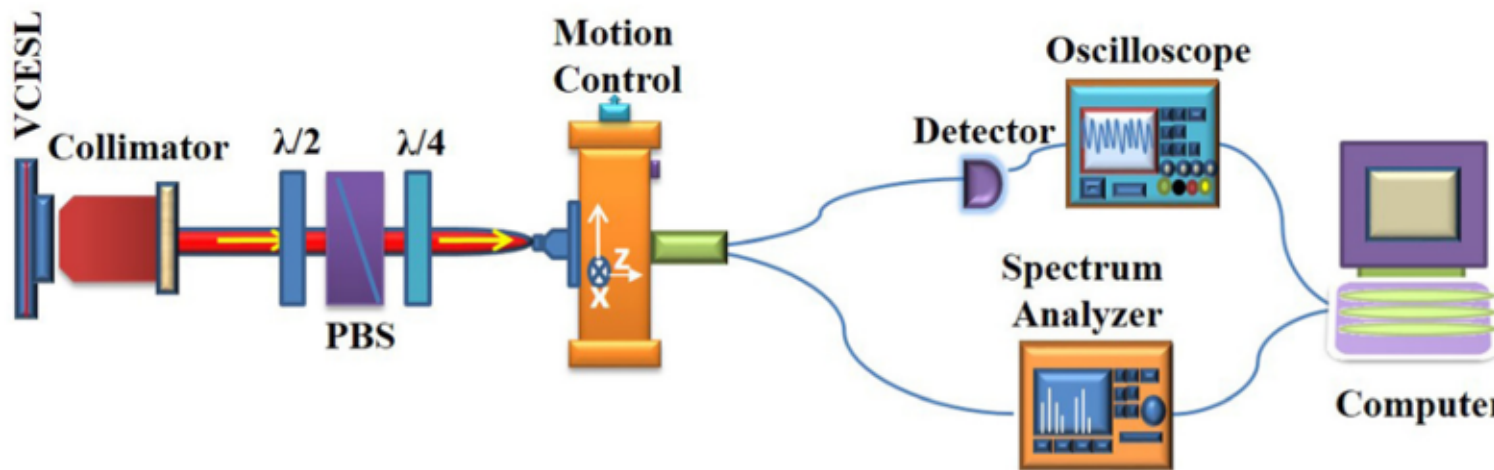


Figure 1: a) Montage expérimental pour l'imagerie hyperspectrale d'un VCSEL. b) Cartographie résolue en polarisation du spectre d'émission de la surface du VCSEL (diamètre de $6 \mu m$). L'échelle de couleur indique l'écart à une longueur d'onde de référence (unité : nm).

2. T. Wang and G-L Lippi, Synchronous characterization of semiconductor microcavity laser beam, Review of scientific instruments 86, 063111 (2015).

ECOLE SUPÉRIEURE DU PROFESSORAT ET DE L'ÉDUCATION

Réalisation d'objets connectés-**Experimental**-

Responsable du stage : Didier Orlandi, Guillaume Huillard

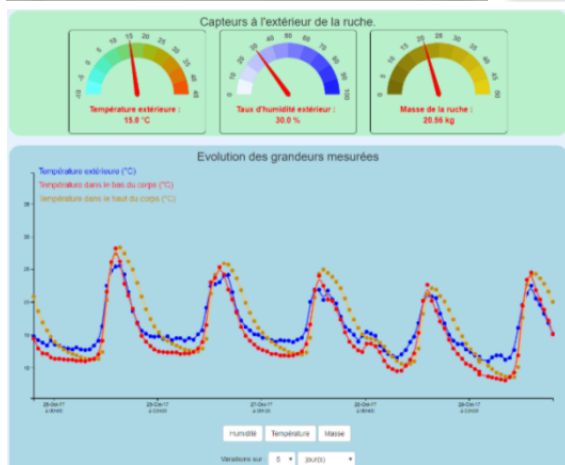
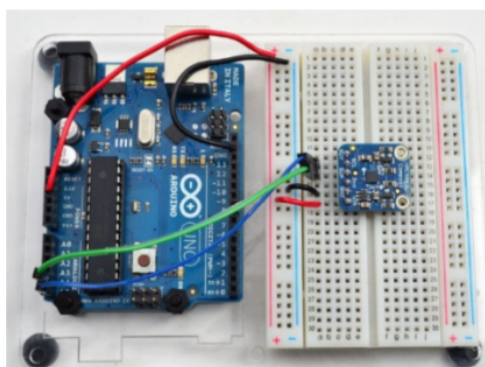
didier.orlandi@unice.fr, guillaume.huillard@unice.fr

Lieu du stage: ESPE ou Valrose

Les deux projets proposés permettront aux étudiants de s'initier à la mise en œuvre d'objets connectés. Les données physiques seront acquises grâce à des microprocesseurs de type Arduino et transmises ensuite à une interface web par l'intermédiaire d'un serveur Node.js.

Les compétences abordées pendant ces projets :

- Initiation au langage HTML et à la programmation javascript
- Programmation de microprocesseurs d'Arduino (proche du langage C)
- Communication « temps réel » entre un serveur web et une interface web.
- Principe physique des différents capteurs utilisés.



Ces projets s'adressent à tout étudiant quel que soit son niveau en électronique et en programmation. Pour initier ces projets, nous proposons une formation et un encadrement qui permettra à chaque étudiant motivé et intéressé de progresser et d'arriver à un résultat satisfaisant. Pour faciliter la programmation de nombreuses bibliothèques d'objets sont disponibles (menus de l'interface, cadrans d'affichages, commandes des capteurs, ...) Les étudiants pourront aussi bénéficier des cours dispensés en master M2 MEEF (création de ressources : mise en œuvre d'objet connectés). Les réalisations finalisées pourront être converties en application mobile (Android ou IOS) ou en application Windows 10.

6 Projet 1 : Station météo connectée.

Le projet consiste en l'amélioration de la station météo réalisée l'an passé lors d'un projet de L3 avec entre autres ajout de détecteur de particules fines pour la qualité de l'air. La chaîne de mesures est représentée ci-dessous : Capteurs, Arduino, Serveur, Node.js, Interface, web. Cette station météo sera installée soit dans le bâtiment de TP physique à Valrose ou dans sur le centre Stephen Liégeard (Nice proche Villa Arson). En fonction de l'avancée du projet d'autres capteurs pourront être installés : par exemple une caméra miniature permettant de diffuser une image à intervalle de temps régulier (toutes les 5 secondes par exemple) L'interface web permettra de lire les données reçues en temps réels et d'afficher les différents graphes. Cette application pourra publiée sur Google Store ou Windows ou bien être insérée dans une plateforme pédagogique.

7 Projet 2 : Acquisition de données et diffusion en wifi (ou par Ethernet) dans une salle de travaux pratiques de Sciences-Physiques

Les Arduino sont des microprocesseurs bon marché qui possèdent des convertisseurs Analogique-numérique. Ils peuvent être aussi équipés de modules Wifi ou Ethernet. L'objectif de ce projet est de montrer qu'un microprocesseur Arduino peut être utilisé en salle de travaux pratiques à la place d'une carte d'acquisition classique beaucoup plus onéreuse. De plus il permettra de diffuser les résultats de l'expérimentation à tout étudiant (ou élève) présent dans la salle par le réseau internet (Wifi local ou Ethernet). Les étudiants connectés sur une interface web pourront recevoir des données ou envoyer une commande. Nous proposons de commencer ce projet à partir d'expériences sur des oscillateurs mécaniques simples ou couplés disponibles dans les salles de bâtiment de TP physique de Valrose. Dans un premier temps les oscillateurs mécaniques sont lancés manuellement et les données acquises transmises aux étudiants sur une interface web (ordinateur, tablette,...). Les capteurs utilisés sont des potentiomètres fournissant une tension analogique au CAN de l'Arduino. Les données sont récupérées et stockées sous forme de fichiers texte ou Excel, leur exploitation est effectuée par un logiciel annexe. Capteur (potentiomètre) Arduino CAN, Server Web Stockage données Module Wifi Ethernet Interface web Il sera proposé surtout de développer la visualisation temps réel de l'expérience avec un camera ip pour un pilotage entièrement à distance. Au cours de ce projet le microprocesseur Arduino sera utilisé comme un serveur web et équipé d'une carte Wifi Ethernet pour la transmission des données.

8 Projet 3 : Ruche connectée

Ce projet consiste en la réalisation d'une ruche connectée et sera mené en collaboration avec un collège (Collège Matisse Nice). Le collège possède 2 ruches, ce projet a été commencé l'année dernière avec des étudiants de Master2 MEEF, mais le projet consistera en l'installation des capteurs sur les ruches.

LABORATOIRE LAGRANGE-OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR

9 Etude des variations chimiques des étoiles dans la Galaxie grâce à la mission spatiale Gaia -Numérique-

Responsable du stage : Georges Kordopatis
gkordo@oca.eu

Les êtres humains ont depuis toujours été fascinés par la formation de notre Galaxie. Ainsi, depuis plusieurs siècles nous tentons de cartographier les propriétés des étoiles, partant de la plus simple observation (positions dans le ciel) aux plus complexes (position dans la Galaxie). La mission spatiale européenne Gaïa, lancée en 2013, s'inscrit dans cet effort global. En avril dernier, Gaïa a publié les positions et les distances de 1 milliard d'étoiles, représentant près de 1% de toutes les étoiles de la Voie Lactée. Il s'agit à ce jour du plus grand et du plus précis des catalogues stellaires jamais conçus.

Afin d'apporter des contraintes aux théories de formation de la Voie Lactée, la composition chimique des étoiles est un des paramètres clés à explorer. Au cours de ce stage nous utiliserons les toutes dernières données de Gaïa et nous verrons comment obtenir (et comment interpréter) les cartes de la composition chimique des étoiles à travers la Voie Lactée, ainsi que leurs distributions.

10 La coronographie: l'optique diffractive au service de la détection des exoplanètes-Experimental-Numérique-Théorique-

Responsable du stage : Patrice Martinez
patrice.martinez@oca.eu

Lieu du stage: Laboratoire Lagrange-bâtiment Fizeau

Notre équipe développe une plateforme instrumentale d'étude des techniques d'imagerie directe d'exoplanètes dans le contexte du développement des futurs très grands télescopes au sol. Le banc de recherche, SPEED (Segmented Pupil Experiment for Exoplanet Detection), est installé en salle propre ISO 7 au laboratoire Lagrange: <https://lagrange.oca.eu/fr/accueil-speed>. Imager des systèmes étoile-planète où les rapports de flux sont très défavorables à l'observation des planètes nécessite de combiner de puissants instruments d'optique à des méthodes d'analyse de la lumière innovantes car pour un photon issu de la planète, un million de photons au moins proviennent de l'étoile. L'optique diffractive a permis l'émergence de composants optiques cruciaux pour imager une exo-planète en orbite autour d'une étoile en supprimant une partie du flux stellaire: le coronographe. Le projet consiste à étudier le principe de fonctionnement d'un coronographe et pourra se décliner en plusieurs niveaux de compréhension: de manière théorique, par des simulations numériques, et de manière expérimentale par l'utilisation du banc SPEED.

11 Cophasage d'une pupille segmentée: l'optique active au service des observatoires astronomiques-Experimental-Numérique-Théorique-

Responsable du stage : Patrice Martinez
patrice.martinez@oca.eu

Lieu du stage: Laboratoire Lagrange-bâtiment Fizeau

Notre équipe développe une plateforme instrumentale d'étude des techniques d'imagerie directe d'exoplanètes dans le contexte du développement des futurs très grands télescopes au sol. Le banc de recherche, SPEED (Segmented Pupil Experiment for Exoplanet Detection), est installé en salle propre ISO 7 au laboratoire Lagrange: <https://lagrange.oca.eu/fr/accueil-speed>. Imager des systèmes étoile-planète où les rapports de flux sont très défavorables à l'observation des planètes nécessite de combiner de puissants instruments d'optique à des méthodes d'analyse de la lumière innovantes car pour un photon issu de la planète, un million

de photons au moins proviennent de l'étoile. La course aux grands télescopes (pour collecter plus de photons) impose des contraintes architecturales majeures. En particulier, au delà de 10m, le miroir primaire du télescope est segmenté. Le miroir est alors constitué d'un pavage de sous-miroirs hexagonaux de dimension plus raisonnable, qui rend indispensable l'optique active de cophasage pour permettre l'alignement fin des miroirs hexagonaux entre eux (au niveau nanométrique) pour obtenir une image en limite de diffraction (dont la qualité est équivalente à celle que l'on obtiendrait si le télescope n'était pas segmenté). Le projet consiste à étudier le principe de fonctionnement de l'optique active de cophasage et pourra se décliner en plusieurs niveaux de compréhension: de manière théorique, par des simulations numériques, et de manière expérimentale par l'utilisation du banc SPEED.

12 Variation avec l'activité magnétique du gradient de température dans la photosphère solaire-Numérique-

Responsable du stage : Marianne Faurobert
marianne.faurobert@oca.eu

Lieu du stage: Laboratoire Lagrange-bâtiment Fizeau

Contexte : Des mesures faites hors-atmosphère ont montré que l'irradiance solaire (flux d'énergie radiative reçu au niveau de la Terre) varie de 0.1d'activité magnétique de onze ans. Les fréquences des modes d'oscillation de pression du Soleil varient également au cours du cycle indiquant une variation des conditions physiques dans les régions proches de la surface. **But du stage :** mesurer le gradient de température photosphérique à partir de données obtenues sur le satellite Hinode entre 2008 et 2014 (du minimum au maximum du cycle 24) et voir si on observe une variation avec le cycle magnétique. **Méthode :** Nous disposons d'images de la photosphère solaire à différentes longueurs d'ondes dans une bande spectrale visible à 630 nm observées avec un spectromètre sur le satellite Hinode de façon régulière. A partir de ces images nous avons proposé une méthode de mesure différentielle qui nous a permis de mettre en évidence des variations du gradient de température photosphérique entre deux journées d'observation au minimum et au maximum du cycle 24 (Faurobert et al. A&A 2016). Nous observons, de plus, des asymétries de température entre les hémisphères nord et sud solaires au moment du maximum. Ces résultats doivent être confirmés et précisés par l'analyse d'autres journées d'observations.

13 Imagerie Solaire Ca IIR, le cycle solaire et le climat-Numérique-Experimental-

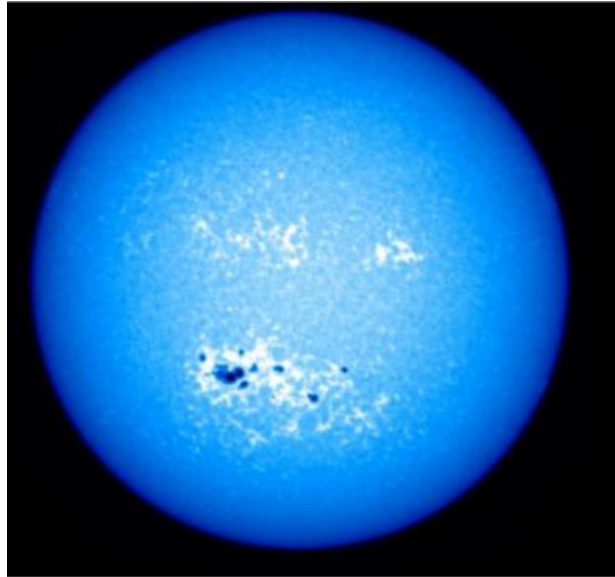
Responsable du stage : Thierry Corbard
thierry.corbard@oca.eu

Lieu du stage: Observatoire de Nice et station de Calern Le Soleil est le principal fournisseur d'énergie à la Terre. L'énergie radiative reçue du Soleil par unité de temps et de surface à une unité astronomique (distance moyenne Terre-Soleil) est nommée irradiance solaire. La mesure de cette quantité est cruciale pour les études climatiques. Les mesures directes de l'irradiance ne sont cependant possibles que depuis l'espace et n'ont été obtenues que depuis 1978. Elles montrent une variation de 0.111 ans. Ces enregistrements ne remontent cependant pas suffisamment loin dans le temps pour permettre d'étudier l'impact de l'éclairement solaire sur le système complexe du climat terrestre. Les variations d'irradiance sur des échelles allant jusqu'au millénaire sont généralement attribuées aux contributions variables des régions sombres (taches) et régions brillantes (plages ou facules) observables à la surface du Soleil et qui sont deux manifestations du champ magnétique de surface. Pour remonter plus loin, il faut donc utiliser des observations indirectes du champ magnétique. Cela a été fait avec l'observation des taches solaires, qui remontent au 17^{ème} siècle, mais il faudrait aussi exploiter les observations des plages qui révèlent une autre composante du champ magnétique. Ces structures sont bien visibles sur les images solaires prises dans la raie du calcium ionisé. Nous réalisons de telles observations à Calern depuis 2011 et le spectro-héliographe de Meudon produit également des images calcium depuis plus de 100 ans. Le but de ce stage sera d'exploiter ces images pour isoler les zones brillantes

correspondant aux plages (segmentation d'image) et de mener des comparaisons entre les différents types d'observations. Les étudiants pourront également participer aux observations sur le site de Calern.

Nature du travail confié aux stagiaires:

- Recherche bibliographique : 20 %
- Traitement des images : 65 % (sous IDL mais pas de prérequis ; les étudiants doivent simplement être familiers avec un langage de programmation)
- Participation aux acquisitions sur site : 5 %
- Interprétation : 10 %



14 Modéliser l'émission des disques protoplanétaires -Numérique-

Responsable du stage : Alexis Matter

`alexis.matter@oca.eu`

Lieu du stage: Laboratoire Lagrange-bâtiment Fizeau Il est admis aujourd'hui que les systèmes planétaires se forment dans les environnements de gaz et de poussière entourant les étoiles nouvellement formées (moins de 10 millions d'années). Ces environnements sont aussi appelés disques protoplanétaires. Chauffés par leur étoile centrale notamment, ces disques réémettent leur propre rayonnement qui peut donc ainsi être observé et analysé. Une telle analyse permet de déterminer les propriétés physiques des briques primordiales (poussière, gaz) à l'origine des planètes, mais aussi de déterminer la façon dont les disques sont structurés et comment ils évoluent. Dans un premier temps, ce projet tuteuré abordera les éléments et notions physiques de base du rayonnement (radiométrie), et de l'émission des poussières. Dans un second temps c'est la modélisation des disques qui sera abordée. Afin de mettre en relation les observations de disques et leurs propriétés physiques, il est donc prévu le développement d'un code analytique Python simple modélisant l'émission des poussières. Un tel code sera appliqué au cas d'un des disques protoplanétaires actuellement observés par interférométrie optique au VLTI de l'ESO.

15 A la recherche des jumeaux perdus du Soleil -Numérique-

Responsable du stage : Alejandra Recio-Blanco

Alejandra.Recio-Blanco@oca.eu

Lieu du stage: Laboratoire Lagrange-bâtiment Fizeau La plupart des étoiles naissent quand des nuages de gaz et de poussière s'effondrent sur eux-mêmes pour former des amas d'étoiles. Notre Soleil se serait ainsi formé dans un de ces amas il y a 4.5 milliards d'années, en même temps qu'environ 1000 autres étoiles jumelles du Soleil (Solar Siblings en anglais). Au cours du temps, cette "famille" d'étoiles s'est dispersée à travers la galaxie. Retrouver ces jumelles du Soleil aiderait à mieux comprendre comment et où notre Soleil s'est formé: a-t-il migré à travers le disque Galactique?, a-t-il fait des rencontres proches avec d'autres étoiles? De plus, les jumelles du Soleil sont de très bons candidats pour la recherche de vie au delà du système solaire. Dans ce projet, vous allez rechercher des étoiles jumelles du Soleil, grâce à l'analyse de données physiques et chimiques d'un grand échantillon d'étoiles (température, composition chimique, ...) obtenues avec des télescopes du European Southern Observatory dans le désert de l'Atacama (Chili) et des données dynamiques (orbites dans la galaxie) fournies par la mission Gaia de l'Agence Spatiale Européenne. Ce travail sera réalisé à l'observatoire de Nice au sein de l'équipe Galaxies et Cosmologie du Laboratoire Lagrange de l'Observatoire de la Côte d'Azur.



Figure 2: Amas d'étoiles IC4651. Le Soleil est né dans un amas similaire à celui-ci



Figure 3: Le télescope 3.6m de l'ESO au Chili

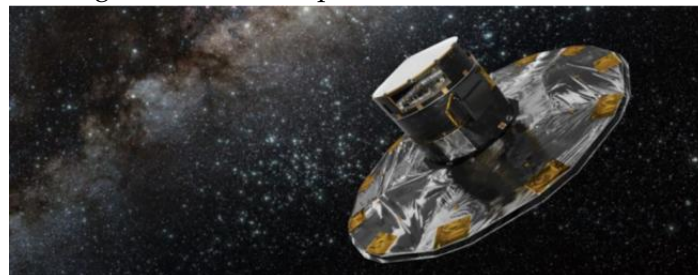


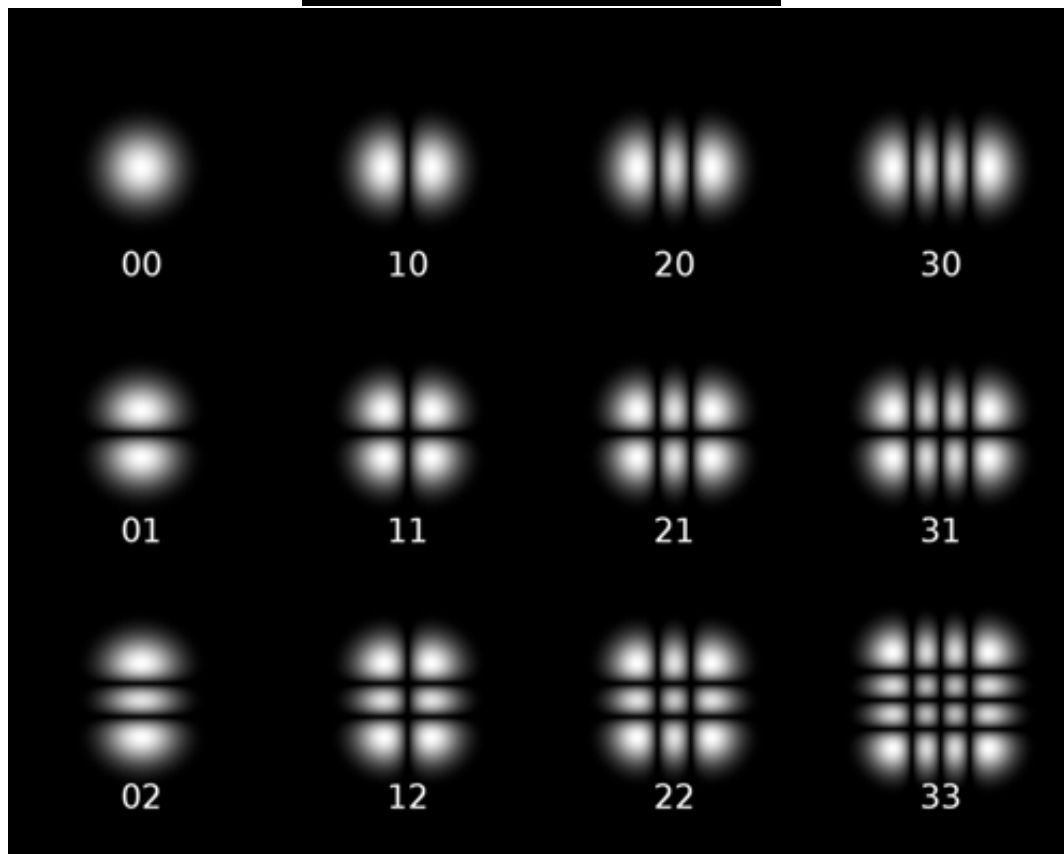
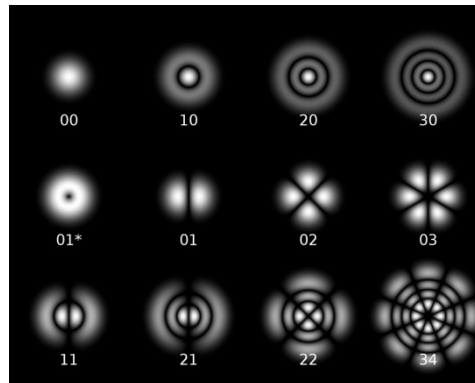
Figure 4: Le satellite Gaia de l'Agence Spatiale Européenne

LABORATOIRE ARTHEMIS-OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR

16 Faisceaux Gaussiens, mise en forme de modes d'ordre élevé et couplage dans une cavité Fabry-Perot -Experimental-théorique-

Responsable du stage : Margherita Turconi
 margherita.turconi@oca.eu

Lieu du stage: Observatoire de Nice



Lasers et cavités sont des éléments clé de nombreuses applications en optique. La formulation de faisceaux gaussiens décrit la propagation des faisceaux lumineux dont le profil transversal d'amplitude est proportionnel à une fonction gaussienne. Ce modèle décrit bien les faisceaux monochromatiques et cohérents, c.a.d les faisceaux laser.

Notre équipe au sein du laboratoire ARTEMIS conduit des études sur les lasers et les cavités optiques pour la détection d'onde gravitationnelles. Une des sources principales de bruit qui affecte les détecteurs d'onde gravitationnelles sont les fluctuations thermiques des miroirs. Une solution à ce problème a été proposé : c'est d'utiliser des modes d'ordre élevés au lieu du mode 00 (voir figures).

Dans ce projet, des notions théoriques sur les faisceaux gaussiens et sur les cavités Fabry-Perot seront abordées, en suite, la mise en forme de mode d'ordre élevé et le couplage dans une cavité Fabry-Perot seront réalisés expérimentalement au sein des salles propres d'ARTEMIS qui se trouvent au bâtiment PES de l'observatoire.

17 Spectroscopie au service de l'Astronomie au Sol et dans l'Espace-**Experimental-Numérique-**

Responsable du stage : Merieme Chadid
chadid@unice.fr

Lieu du stage: Observatoire de Nice

Le but de ce projet est de comprendre comment, à partir d'une approche spectroscopique en Astronomie d'observation, le chercheur arrive à résoudre certaines énigmes dans l'Univers. Ce projet est basé sur trois axes principaux:

1. L'observation en spectroscopie par différentes méthodes au Sol et dans l'Espace, avec l'initiation à l'astronomie d'observation.
2. L'analyse et la réduction des données issues des observations spectroscopiques. L'étudiant apprendra à utiliser les logiciels de base concernant l'analyse des données spectroscopiques. Il développera à son tour un « Pipeline » logiciel automatique d'analyse, de réduction et d'interprétation d'images.
3. L'interprétation des données spectroscopiques. L'étudiant apprendra à extraire, des données d'observation, les outils nécessaires, la courbe de vitesse radiale, la largeur équivalente, la largeur à mi-hauteur etc., vers l'interprétation physique des phénomènes non linéaires, des mouvements hypersoniques, ainsi que la détermination des paramètres fondamentaux et les distances dans l'Univers. Une recherche bibliographique précédera et elle présentera le 20 % de travail dans le cadre de ce projet.

LABORATOIRE DIEUDONNÉ

18 Modélisation de la Matière Active-**Théorique-Numérique**

Responsable du stage : Fernando Peruani
fernando.peruani@unice.fr

Lieu du stage: Laboratoire de Mathématiques

Systèmes de «matière active» se rencontrent à toutes échelles dans la nature. Citons par exemple, à l'échelle micro-cellulaire, le «cytoskeleton», où des micro-tubules propulsés par les moteurs moléculaires qui présentent une captivante dynamique collective, à l'échelle cellulaire, la formation de tissus, un aspect clé pour la biologie du développement et du cancer, à l'échelle des organismes, les nuages d'insectes, les troupeaux d'animaux, ou même les foules humaines. Il est aussi intéressant de souligner qu'on peut aussi trouver des systèmes de matière active les systèmes non vivants, par exemple, la matière granulaire agitée. Une caractéristique commune à tous ces systèmes est la consommation constant d'énergie et une source constante de dissipation où la prise et dissipation d'énergie se fait au niveau des agents ou unités (penser aux cellules qui stockent et consomment l'ATP). Cela signifie que ces systèmes sont intrinsèquement (du point de vue thermodynamique) hors d'équilibre. L'absence de conservation de moment et l'impossibilité d'utiliser (à échelles de temps courte et moyenne) les théorèmes de fluctuation-dissipation nous laissent sans théorie physique pour comprendre la dynamique complexe de la matière active. De plus, la description de ces systèmes avec des équations des milieux continus, pour avoir une description de «coarse-grain», est un grand défi au niveau théorique du fait de la présence d'une dynamique multi- échelle chez la matière active où l'on observe des fluctuations anormales au niveau microscopique et macroscopique. En résumé, la matière active est un premier pas vers la construction d'une physique du vivant.

Problèmes suggérés:

- Modélisation de la croissance et déplacement d'une colonie des myxo-bactéries [données expérimentales à disposition].
- Modélisation de l'exploration et la formation des pistes chez la fourmi « Messor Barbarus ». [projet en collaboration avec Thomas Frisch qui a proposé un projet expérimental sur ces questions]

Pour des exemples de matière active:

- <https://www.youtube.com/watch?v=M1Q-EbX6dso&feature=youtu.be>
- <https://youtu.be/q27Jn3h4kpE>
- <https://youtu.be/V6Yg2BQy82w>
- Pour en savoir plus, <https://math.unice.fr/~peruani/research.html>

PROJET ENSEIGNEMENT FABLAB DE L'UNIVERSITÉ

19 Illustrer la mécanique de première année par des manip de cours

Référents: Claire Michel, Philippe Thomen, Patrice Di Russo

Une expérience présentée 'en direct' en cours est un excellent moyen d'illustrer les concepts et les notions théoriques du cours. C'est aussi un bon moyen de susciter l'intérêt, de soulever des questions, de comprendre des phénomènes.

Dans ce projet, nous vous proposons de gérer dans sa totalité la réalisation d'une expérience de cours pour illustrer les notions relatives à la chute libre. Pour mener à bien ce projet, vous vous appuyerez sur le "tout-nouveau" fablab de l'université, vous bénéficierez des interactions avec des personnes référentes pour répondre à vos questions et/ou pour valider vos choix, théoriques et techniques. Vous disposerez d'une partie du matériel à compléter par vos soins sur un budget défini.

PROJET VULGARISATION SCIENTIFIQUE FABLAB DE L'UNIVERSITÉ

20 Fontaine lumineuse, Stroboscope,...

Comment rendre accessible au grand public les phénomènes physiques que vous connaissez?

Sur des thèmes donnés ou choisis, Fibre optique, Stroboscope, nous vous proposons d'imaginer, concevoir, réaliser une ou des expériences de vulgarisation scientifique pour illustrer des phénomènes tout en expliquant des notions de physique. Ces projets se réaliseront en autonomie au fablab de l'université avec le soutien de groupes de chercheurs/enseignants-chercheurs référents pour répondre à vos questions et vous assistez dans vos choix techniques. Vous travaillerez en équipe (4 max) et vous disposerez d'un budget prédéfini pour réaliser votre projet de médiation scientifique. L'expérience devra être montée avant la fin mai. Vous aurez l'occasion de la présenter lors des oraux, mais aussi devant un vrai grand public à l'occasion de la fête de la science 2019. Pour le détail des sujets proposés, voir document joint.