

## Détail des Propositions

### PROJET IMMERSION EN LABO

INSTITUT DE PHYSIQUE DE NICE

#### 1 Les isolants topologiques illustrés par la mécanique -T-E-

*Responsables :* Fabrice Mortessagne, Matthieu Bellec

fabrice.mortessagne@unice.fr, mathieu.bellec@unice.fr

*Lieu du stage:* Valrose

Un isolant topologique est un matériau aux propriétés de transport électronique étonnantes : il est à la fois isolant en volume et conducteur en surface. Comme dans l'effet Hall quantique, la conduction est extrêmement robuste, car directement reliée à un invariant topologique, ce qui laisse entrevoir de nombreuses applications. Le transport reposant sur l'aspect ondulatoire des électrons, ces phénomènes ne sont pas limités à des objets quantiques – ils sont universels ! – et ont, récemment, été étendus à de nombreux autres types d'ondes, allant de la photonique à l'acoustique, en passant par les ondes équatoriales. Le projet proposé consistera à illustrer et étudier ces concepts de transport topologique en s'appuyant sur des systèmes mécaniques simples composés d'un arrangement de briques Lego.

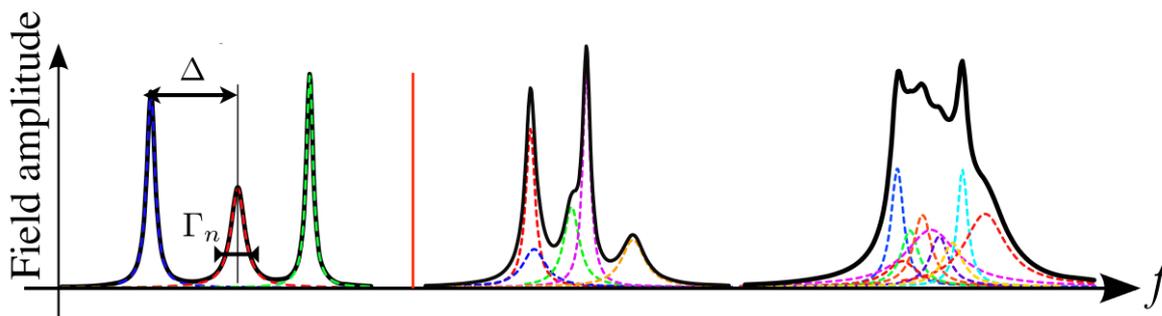
#### 2 Approche modale de l'acoustique des salles -E-T-N-

*Responsables du stage :* Olivier Legrand

olivier.legrand@unice.fr

*Lieu du stage:* Valrose

Pour comprendre la qualité acoustique d'une salle, particulièrement à basses fréquences, une approche mettant en jeu les modes peut être appropriée. Ces modes sont autant de résonances dont les fréquences centrales sont suffisamment espacées pour que leur élargissement dû aux phénomènes d'amortissement n'empêche pas de les résoudre individuellement.



Ainsi, à basses fréquences, la transmission d'un son pur à une fréquence entre deux points de la salle peut être très réduite si cette fréquence se trouve entre deux fréquences de résonance de la salle. A plus hautes fréquences, lorsque les résonances voient leur densité par intervalle de fréquence augmenter, elles se recouvrent et ne peuvent plus être résolues : on rentre alors dans un régime où la une approche statistique est plus appropriée que l'approche modale (voir figure). Dans ce projet, on abordera l'étude des résonances d'une salle à la fois analytiquement et expérimentalement dans un espace clos de forme parallélépipédique. On construira une telle salle à l'échelle métrique et on évaluera les pertes attendues du fait de l'absorption sur les murs. Par une analyse de signaux enregistrés via un microphone, on utilisera plusieurs techniques pour remonter aux fréquences des modes. On déterminera également le facteur de qualité global des résonances dans un intervalle de fréquences, ce dernier étant intimement lié au concept de réverbération, élément clé de la qualité acoustique d'une salle. Ce projet pourra se poursuivre dans sa

partie expérimentale en complexifiant la géométrie de la cavité par l'ajout d'objets en volume et/ou d'éléments sur les parois plus ou moins absorbant, afin d'étudier comment la transition évoquée ci-dessus en est modifiée.

### 3 La Physique du propulseur : une arme préhistorique-E-

*Responsables du stage* : Franck Celestini, Christophe Raufaste

franck.celestini@unice.fr, christophe.raufaste@unice.fr

*Lieu du stage*: Valrose

Déboussolés par la Physique Quantique, échauffés par la Thermodynamique, dépassés par les Systèmes Dynamiques et noyés sous l'Hydrodynamique ? Si tel est le cas, vous pouvez toujours envisager une petite pause et venir faire un peu de Physique Préhistorique pour votre stage de recherche L3. Notre équipe a récemment mis en évidence un 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 si l'arme préhistorique « sagaie/propulseur » (voir également la référence jointe) n'a pas été empiriquement confectionné de manière à vérifier l'optimum de propulsion que nous venons de mettre en évidence théoriquement et expérimentalement. 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 sagaies. Des tirs réels devraient se faire dans le Parc Valrose. Une partie simulation/théorique sera également abordée. Pour être retenus pour ce stage les étudiants devront impérativement nous contacter et venir nous rencontrer au laboratoire.

#### Références :

- <https://www.science-et-vie.com/nature-et-enviro/les-gouttes-peuvent-faire-de-la-superpropulsion-9548>
- <http://physicsworld.com/cws/article/news/2017/sep/13/shape-shifting-soft-projectiles-travel-faster>
- <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.119.108001>
- <http://www.survival-gear.fr/autonomie/fabriquer-et-lancer-une-sagaie.html>

### 4 Programmation et analyse d'images -N-

*Responsable du stage* : Philippe Thomen

philippe.thomen@unice.fr

*Lieu du stage*: Valrose

Des expériences réalisées au laboratoire permettent de visualiser des microorganismes se déplaçant dans des montages microfluidiques. Les microorganismes modifient leur déplacement en fonction de leur environnement. Le suivi (tracking) des microorganismes au cours du temps permet de mieux comprendre le lien environnement/déplacement. La stage consiste à écrire des programmes (par exemple en utilisant Matlab ou ImageJ) permettant de tracker les trajectoires des microorganismes puis d'en extraire des informations pertinentes.

### 5 Simulation d'écoulement de fluides par la méthode du gaz de Boltzmann sur réseau-T-N-

*Responsables du stage* : Mathias Albert, Frédéric Hébert

mathias.albert@inln.cnrs.fr, frederic.hebert@unice.fr

*Lieu du stage*: Sophia-Antipolis

Le but de ce projet sera de construire un programme permettant d'étudier l'écoulement d'un fluide dans un tunnel, en deux dimensions. Une fois le programme écrit, les étudiants devront étudier différents types d'écoulement. Des écoulements de Poiseuille où le fluide subit un frottement sur les parois du tunnel permettront de faire des tests du programme. Le programme sera ensuite utilisé pour étudier l'écoulement du fluide autour d'un obstacle (disque) dans différents régimes d'écoulement allant du régime laminaire jusqu'à des régimes quasi turbulents.

Pour étudier ces écoulements de fluide, nous proposons d'utiliser une méthode inspirée par la physique statistique hors équilibre : la méthode du gaz de Boltzmann sur réseau. Elle consiste à considérer l'évolution dans le temps de  $D(\mathbf{r}, \mathbf{v})$ , où  $D$  est la densité de particules ayant une vitesse  $\mathbf{v}$  au point  $\mathbf{r}$  ( $\mathbf{r}$  et  $\mathbf{v}$  seront discrétisés). Cette évolution se fait par propagation de la densité  $D$  à vitesse  $\mathbf{v}$  (les particules qui se trouvaient au temps  $t$  en  $\mathbf{r}$  avec une vitesse  $\mathbf{v}$  se retrouve en  $\mathbf{r} + \mathbf{v}dt$  au temps  $t + dt$ ) et relaxation vers une distribution d'équilibre de type Maxwell qui prend en compte les collisions entre molécules composant le gaz. Une difficulté de ce type de code est de prendre en compte des conditions aux bords variées (mur réfléchissant, vitesse nulle sur un mur, mur exerçant une pression sur le gaz, etc).

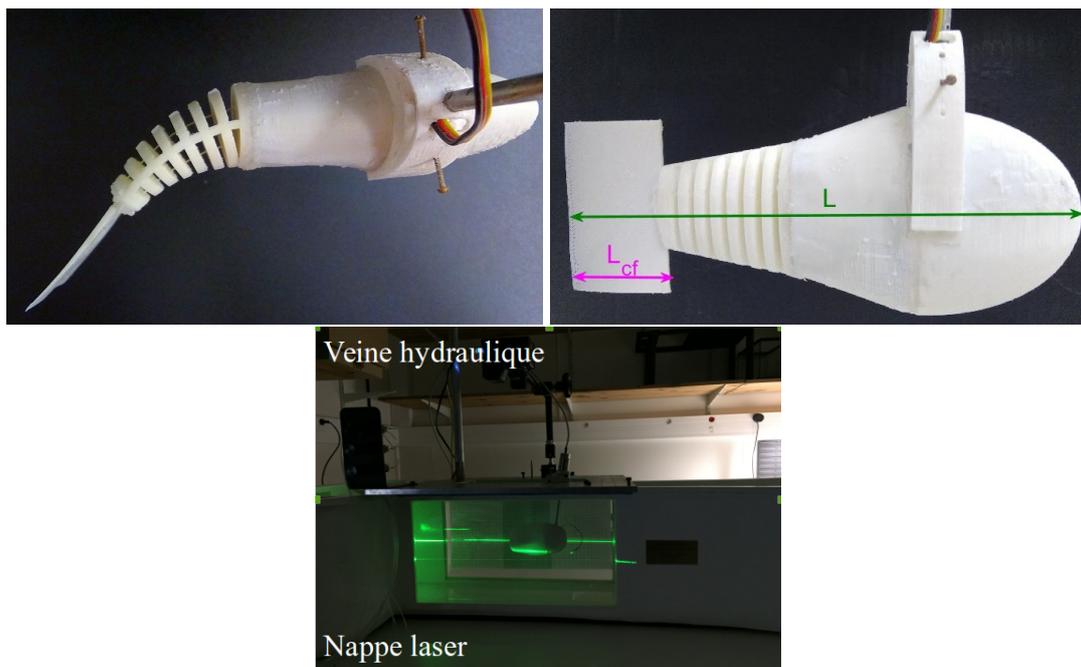
## 6 Etude expérimentale de la nage d'un robot -E-

Responsable du stage : Médéric Argentina

mederic.argentina@inphyni.cnrs.fr

Lieu du stage: Sophia Antipolis

Notre équipe a récemment mis à jour une loi théorique décrivant la vitesse de la nage de gros organismes en fonction de leur cinématique (taille, fréquence, amplitude de la nageoire). Ce projet vise à étudier expérimentalement la physique de la nage aquatique. Le travail consistera à analyser la nage de robots dans une veine hydraulique, localisée à l'INPHYNI, site Sophia. Les robots seront manufacturés avec une imprimante 3D, à l'aide de polymères mous. Les muscles seront modélisés avec un servo-moteur piloté par ordinateur. Le champs de vitesse généré par le nageur sera mesuré et analysé avec un système PIV, basé sur une nappe laser et une caméra rapide.



## ECOLE SUPÉRIEURE DU PROFESSORAT ET DE L'ÉDUCATION

### 7 Réalisation d'objets connectés-E-

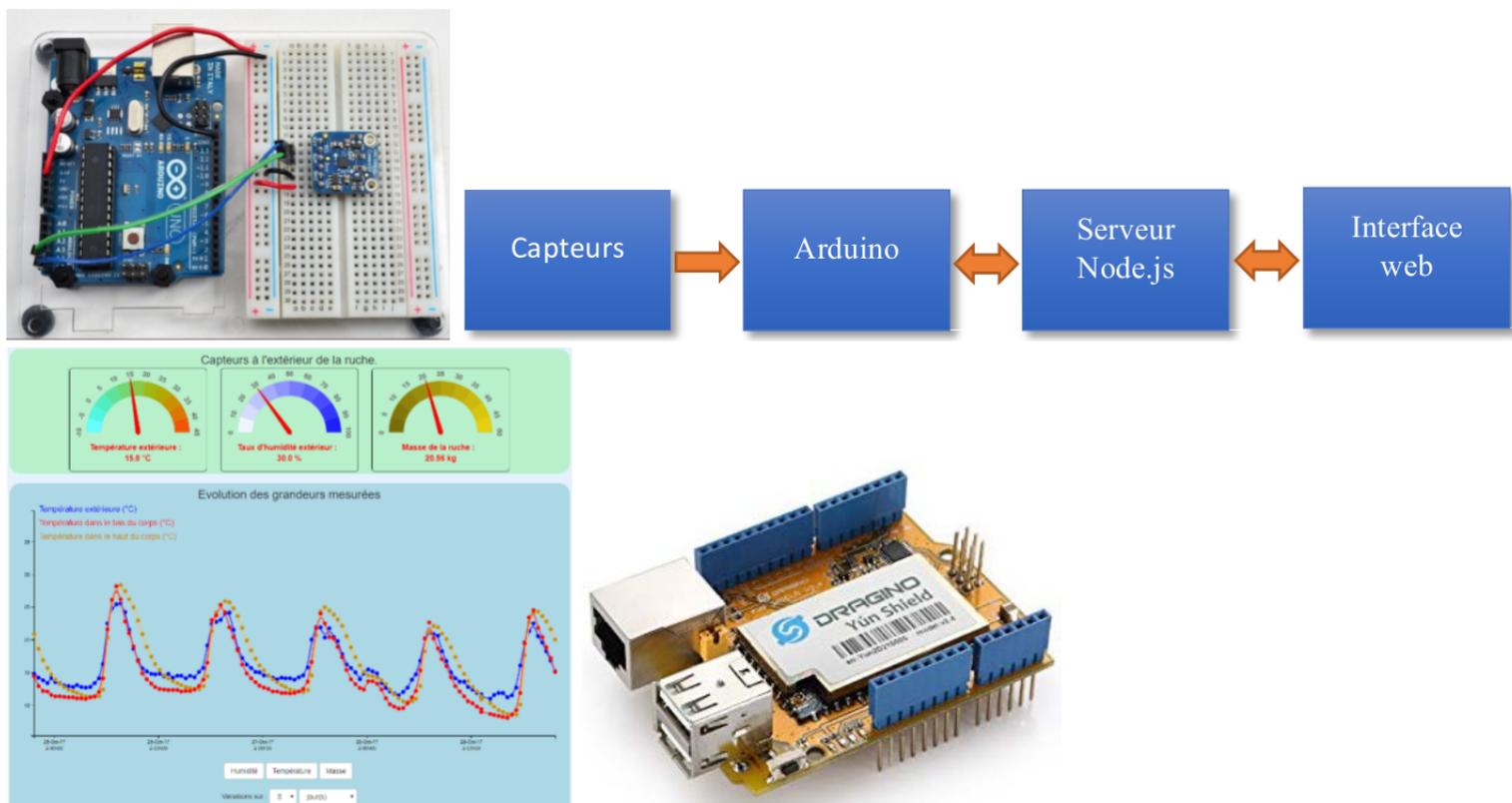
Responsable du stage : Didier Orlandi, Guillaume Huillard  
 didier.orlandi@unice.fr, guillaume.huillard@unice.fr

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.

### **Projet 1 : Création d'un station météo connectée.**

Le projet consiste à mettre en œuvre différents capteurs tels que température, humidité, pression, éclairément, anémomètre, pluviomètre, reliés à un microprocesseur Arduino. 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.

### **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 seront lancés manuellement et les données acquises transmises aux étudiants sur une interface web (ordinateur, tablette,...). Les capteurs utilisés seront des potentiomètres fournissant une tension analogique au CAN de l'Arduino. Les données pourront être récupérées et stockées sous forme de fichiers texte ou Excel, leur exploitation sera effectuée par un logiciel annexe. Capteur (potentiomètre) Arduino CAN, Server Web Stockage données Module Wifi Ethernet Interface web Dans une deuxième partie un système de lancement de l'oscillateur armé pourra être réalisé et commandé à partir de l'interface web via l'Arduino. (moteur de lancement, électro-aimant,...) 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.

## LABORATOIRE LAGRANGE-OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR

**8 Construire des cartes de la Galaxie grâce à la mission spatiale Gaia -N-**

*Responsable du stage* : Georges Kordopatis  
georges.kordopatis@gmail.com

Les êtres humains ont depuis toujours été fascinés par les étoiles et leurs mouvements dans le ciel. 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. Elle a comme but de publier les positions et les distances de 1 milliard d'étoiles, représentant près de 1% de toutes les étoiles de la Voie Lactée. A terme, ce catalogue constituera le plus grand et le plus précis des catalogues stellaires jamais conçu. Au cours de ce stage nous utiliserons les premières données de Gaïa (2 millions d'étoiles), publiées en septembre 2016, et nous verrons comment obtenir les cartes des différentes propriétés de la Voie Lactée (composition chimique des étoiles et vitesses moyennes) et comment les interpréter. Enfin, en fonction de l'état d'avancement du projet, l'étudiant aura la possibilité d'utiliser les toutes dernières données du satellite qui seront publiées en Avril 2018, et qui sonderont notre Galaxie à des plus grandes distances, et ainsi avoir un avant goût quasi-exclusif de la révolution que Gaïa enclenchera.

**9 Estimer la masse des amas de galaxies par leur nombre de galaxies-N-**

*Responsable du stage* : Christophe Benoist  
christophe.benoist@oca.eu

*Lieu du stage: Laboratoire Lagrange* Les amas de galaxies sont les systèmes dynamiques virialisés les plus massifs de l'univers. Dans le cadre de la formation hiérarchique des structures la masse des amas croit au cours du temps cosmique par accréation continue de galaxies et/ou par fusion avec d'autres groupes de galaxies. La vitesse de croissance des amas dépend en particulier des paramètres cosmologiques. Ainsi, l'évolution de leur densité volumique représente une méthode prometteuse pour contraindre en particulier l'équation d'état de l'énergie sombre. Cependant, une des difficultés majeures pour utiliser les amas de galaxies comme sonde cosmologique est de parvenir à estimer leur masse de façon robuste. Dans le cadre de ce stage il s'agira dans un premier temps de comprendre les différentes approches permettant de peser les amas de galaxies, puis, en s'appuyant sur des catalogues connus, de comparer différents estimateurs de masse. Les étudiants mettront notamment en place une méthode permettant d'estimer la masse des amas à partir du comptage des galaxies qui les composent et évalueront les performances d'une telle approche.

## LABORATOIRE DIEUDONNÉ

**10 Échange d'énergie entre particules chargées dans un champ magnétique-T-N**

*Responsable du stage* : Afeintou Sangam  
afeintou.sangam@unice.fr

*Lieu du stage: Laboratoire de Mathématiques*

Le projet est motivé par la production d'énergie par fusion thermonucléaire. Elle est une réaction consistant à mettre ensemble des atomes légers pour obtenir un plus lourd et des neutrons rapides transportant une grande quantité d'énergie à récupérer. C'est de la réaction de fusion de leurs composants chimiques que le soleil et les étoiles s'auto-entretiennent. Elle se produit naturellement à des pressions et températures extrêmement élevées qui existent au centre du soleil : 15 millions de degrés Celsius. A ces hautes températures, tout gaz devient un plasma, un mélange d'électrons chargés négativement et de nucléons ou encore d'ions chargés positivement. Afin de reproduire la fusion sur Terre, les gaz doivent être chauffés à des températures extrêmes auxquelles les atomes deviennent complètement ionisés engendrant ainsi un plasma chaud. Dans les réacteurs de fusion naturels ou ceux envisagés sur Terre, la matière à l'état de plasma est en interaction avec un champ électromagnétique. Ce plasma est le siège d'échange d'énergies internes des électrons, d'ions positifs et électromagnétique. L'objectif de ce projet est d'étudier

cet échange d'énergies.

## 11 Influence de la géométrie sur la dynamique des particules chargées dans un champ magnétique intense-T-N

*Responsable du stage* : Afeintou Sangam  
afeintou.sangam@unice.fr

*Lieu du stage*: Laboratoire de Mathématiques

Le projet est motivé par la production d'énergie par fusion thermonucléaire. Elle est une réaction consistant à mettre ensemble des atomes légers pour obtenir un plus lourd et des neutrons rapides transportant une grande quantité d'énergie à récupérer. C'est de la réaction de fusion de leurs composants chimiques que le soleil et les étoiles s'auto-entretiennent. Elle se produit naturellement à des pressions et températures extrêmement élevées qui existent au centre du soleil : 15 millions de degrés Celsius. A ces hautes températures présentes dans le soleil, tout gaz devient un plasma, un mélange d'électrons chargés négativement et de nucléons ou encore d'ions chargés positivement. Afin de reproduire la fusion sur Terre, les gaz doivent être chauffés à des températures extrêmes auxquelles les atomes deviennent complètement ionisés engendrant ainsi un plasma chaud. Le tokamak est l'un des réacteurs prévus pour l'exploration de la fusion envisagée sur Terre. Il est un tore dans lequel la matière à l'état de plasma est confiné grâce un champ électro-magnétique intense. La dynamique des particules chargées du plasma est alors fortement liée à cette géométrie. L'objectif de ce projet est d'étudier les effets de cette géométrie toroïdale et du champ électro-magnétique intense sur les comportements des particules chargées du plasma chaud.

## PROJET ENSEIGNEMENT FABLAB DE L'UNIVERSITÉ

### 12 Illustrer la mécanique de première année par une manip de cours

*Référents: Frédéric Blanc, Patrice Di Russo, Frédéric Hebert, Giovanna Tissoni*

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

### 13 Fibre Optique, Surfaces & Interfaces, Laser

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

Sur trois thèmes donnés, Fibre optique, Surfaces et Interfaces, Laser, 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 2018.