



**GABRIEL LIPPMANN**  
***L'art de geler la lumière***  
l'exposition

**AAP 2022 Doctorants  
& Stages M2**

**Entretiens avec les  
porteurs de projets AAP2021**

**Cycle de séminaires  
*Matériaux, recherche, innovation***

**La Fête de la Science  
Les Festives**

**Administration, communication** : Emmanuel Sautjeau

**Mail** : [emmanuel.sautjeau@sorbonne-universite.fr](mailto:emmanuel.sautjeau@sorbonne-universite.fr)

**Site internet** : <http://materiaux.sorbonne-universite.fr>

**Twitter** : @iMAT\_SorbUniv

## Sommaire

- **L'appel à projets 2022**..... 2  
Ouverture pour les projets de contrats doctoraux
- **Stages de Master 2**..... 3  
Une dizaine de stages à financer
- **Rencontre avec Marie D'angelo**..... 4  
*AAP 2021 - Défis et recherche fondamentale*
- **Rencontre avec Alain Brunelle**..... 6  
*AAP 2021 - Méthode, technique, innovation*
- **Rencontre avec Delphine Cabaret et Marion Harmand**..... 8  
*AAP 2021 - Défis et recherche fondamentale*
- **Rencontre avec Fahmi Bedoui**..... 10  
*AAP 2021 - Méthode, technique, innovation*
- **Rencontre avec Sorin Chiuzbaian**..... 12  
*AAP 2021 - Défis et recherche fondamentale*
- **Rencontre avec Thomas Pons**..... 14  
*AAP 2021 - Défis et recherche fondamentale*
- **Cycle Matériaux, Recherche, Innovation**..... 16  
Une nouvelle édition pour 2022
- **La Fête de la Science 2021**..... 18  
3 instituts pour une même ambition !
- **Lippmann s'invite aux Festives**..... 20

# Campagne 2022 de contrats doctoraux

**Pour la troisième année consécutive, les instituts et initiatives de l'Alliance Sorbonne Université bénéficieront de contrats doctoraux financés par l'initiative d'excellence.**

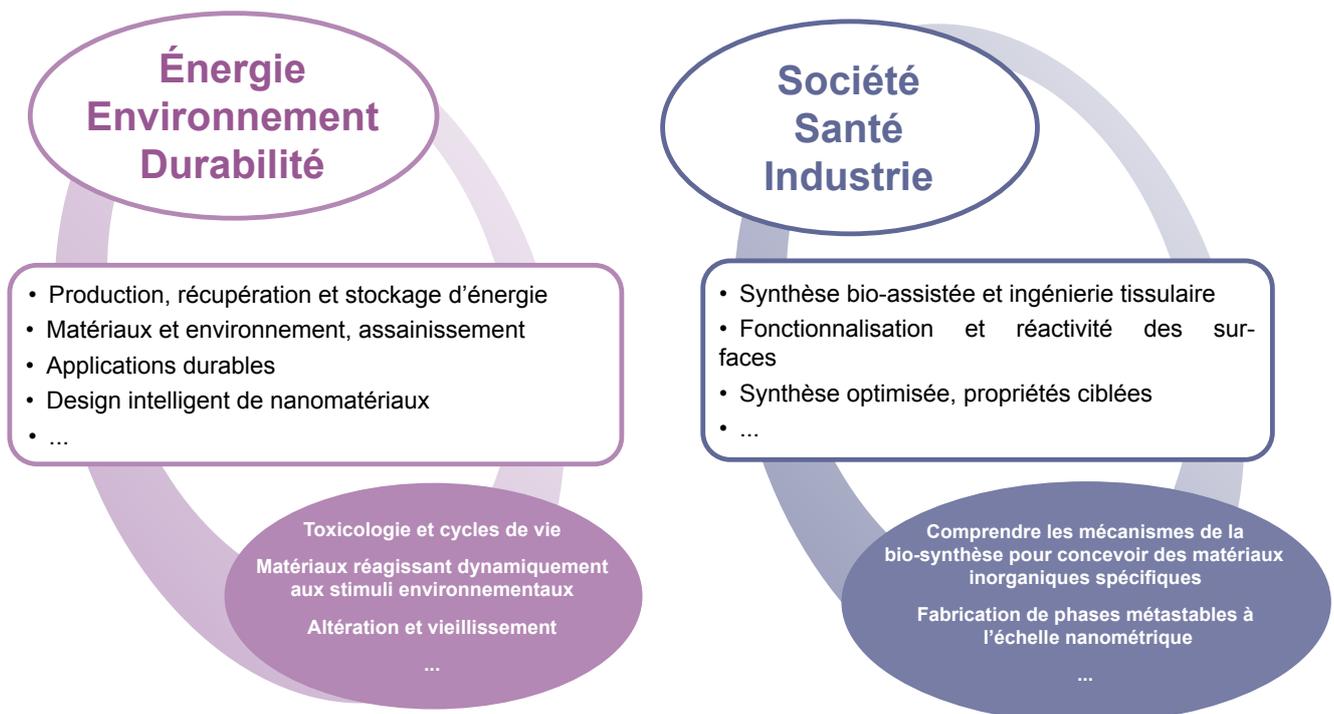
La campagne ouvrira le **14 janvier 2022**. Pour l'institut, ce troisième Appel à Projet de contrat doctoraux concerne les axes thématiques 1 et 2 de l'institut :

- **Axe 1 : Énergie, environnement et durabilité**
- **Axe 2 : Société, santé, industrie.**

Dans un deuxième temps, l'institut pourra accorder des bourses exploratoires pour soutenir des projets doctoraux prometteurs qui ont encore besoin de maturation (bourses exploratoires de 10 k€).

**4 (+1) nouveaux contrats doctoraux pour des projets de recherche innovants.**

**Pour chaque projet, 3 ans de financement et 10000 euros d'environnement.**



**Attention : le déroulement des appels à projet n'est pas le même pour tous les instituts.**

**AAP doctorants**

### Déroulement de la campagne pour iMAT

L'Institut demande aux laboratoires de mener une discussion scientifique interne pour déterminer les projets à soumettre. La manière de conduire ce débat et la sélection à présenter à l'AAP font partie de la vie interne du laboratoire et des décisions de ses instances.

**Les projets seront ensuite déposés par les laboratoires à l'IFD et à l'ED de rattachement en remplissant un formulaire en ligne.** IMAT sélectionnera 4 (+1) projets. L'appel à candidature aux étudiants sera alors ouvert sur chacun des projets sélectionnés.

**Pour postuler  
il est indispensable de consulter le site web de l'institut :  
<http://materiaux.sorbonne-universite.fr>.**

**Vous y trouverez le calendrier, le lien vers le formulaire, les modalités propres, les critères de sélection et la foire-aux-questions.**

**La FAQ vous apportera toutes les réponses !**



### Financement de stages M2

IMAT a la possibilité de financer une dizaine de stages de M2 (forfait bourse de stage sur 5 mois).

**STAGES M2**

**En pratique**, une fois le stage M2 finalisé avec un étudiant, vous pouvez envoyer votre demande de financement avec les détails du stage et le cv de l'étudiant à : [emmanuel.sautjeau@sorbonne-universite.fr](mailto:emmanuel.sautjeau@sorbonne-universite.fr).

#### Les cas de figure prioritaires

- stage interdisciplinaire proposé en collaboration par des encadrants d'institutions ou de disciplines diverses d'iMAT,
- encadrant de stage en fonction depuis moins de 4 ans

## Rencontre avec Marie D'angelo, porteuse de projet AAP 2021

**Projet :** *Growth and Characterization of Bidimensionnal Pb Layers on Silicon Carbide Substrates*

**Co-porteurs :** Marie D'angelo (INSP - Equipe *Spectroscopie des nouveaux états quantiques*), Geoffroy Prévot (INSP - Equipe *Physico-chimie et dynamique des surfaces*)

**Doctorant :** Axel Malécot

**Axe thématique :** Défis et recherche fondamentale

**Dans quel axe thématique s'inscrit votre projet ?**  
*Défis et recherche fondamentale.* Il s'agit d'un projet expérimental qui porte sur la croissance et la caractérisation de couches bi-dimensionnelles de plomb (Pb) sur des substrats de carbure de silicium (SiC).

**Pourquoi développer une action de recherche dans cette direction ?**

Ce projet s'inscrit dans le domaine très large des matériaux bi-dimensionnels (2D), domaine qui connaît un essor remarquable depuis 2004 lorsque une équipe de l'université de Manchester a mis pour la première fois expérimentalement en évidence l'existence d'un cristal 2D stable : le graphène, constitué d'un unique plan d'atomes de carbone.

Ce matériau présente des propriétés mécaniques, thermiques et électroniques exceptionnelles : léger, flexible, il est plus résistant que l'acier et conduit l'électricité de façon remarquable. De plus, le graphène a ouvert un large champ totalement nouveau de la physique des matériaux en montrant qu'il était possible d'obtenir de nombreux cristaux sous forme bi-dimensionnelle, ces matériaux possédant eux aussi des propriétés - en particulier électroniques - exceptionnelles.

**Quelle propriété par exemple ?**

Parmi ces propriétés, l'effet Hall quantique de spin (QSHE) est parmi les plus prometteurs en termes

d'applications en particulier pour la spintronique. Les matériaux à effet Hall quantique de spin sont isolants en volume et présentent des états de bord conducteurs polarisés en spin, protégés topologiquement. Des travaux théoriques montrent que le graphène devrait présenter un tel effet mais à des températures extrêmement faibles qui excluent toute possibilité d'application. Ceci est dû à un faible couplage spin-orbite. La solution consiste à synthétiser un matériau ayant la même structure atomique que le graphène (structure nid-d'abeille) mais constitué d'atomes plus lourds. Ainsi le silicène ou le germanène ont été largement étudiés ces dernières années mais la synthèse de plombène (équivalent du graphène avec des atomes de Pb)

permettrait de travailler à des températures encore plus élevées, autour de la température ambiante.

Jusqu'à présent, il n'existe que très peu d'études expérimentales concernant le plombène sans résultat vraiment convaincant (une seule étude à notre connaissance a mis en évidence la formation possible de plombène par dépôt de Pb sur une surface de palladium mais la structure atomique reste encore à confirmer). De plus, pour de futures applications, l'idéal serait de synthétiser ce matériau sur un substrat semi-conducteur ou isolant. Des travaux théoriques ayant suggérés SiC (semiconducteur à grand gap) comme un substrat adapté à la croissance de plombène, nous avons donc décidé

**« Le graphène a ouvert un large champ totalement nouveau de la physique des matériaux. »**

## « L'effet Hall quantique de spin (QSHE) est parmi les plus prometteurs en termes d'applications en particulier pour la spintronique. »

d'étudier la formation de couches 2D de Pb sur SiC. Même si nous ne parvenons pas à synthétiser du plombène, nous nous attendons à ce que le système Pb/SiC présente une physique riche de la même façon que Pb/Si ou Pb/Ge pour lesquels des propriétés de supraconductivité 2D, l'apparition d'une phase de Mott ou la formation d'une onde de densité de charge ont pu être mises en évidence.

### En quoi la collaboration avec un autre laboratoire enrichie-t-elle votre projet de recherche ?

Cette thèse s'effectue en co-direction avec Geoffroy Prévot de l'Institut des Nanosciences de Paris : il est un spécialiste de la diffraction des rayons X en incidence rasante ce qui nous permettra d'obtenir de précieuses informations sur la structure atomique de nos systèmes. G. Prévot a beaucoup travaillé sur des systèmes 2D à base de silicium (sur des substrats d'argent ou d'aluminium) et grâce à des études structurales détaillées et rigoureuses, ses collaborateurs et lui ont pu montrer que dans le domaine des «Xènes» (matériau 2D ayant la même structure que le graphène mais constitué d'atomes différents, X = Si, Ge, Pb...) il faut être extrêmement prudent afin de s'assurer que l'on est bien en présence d'un tel matériau et non pas d'un alliage de surface.

### Comment s'est passé le recrutement du doctorant ?

Nous avons ouvert le recrutement via une annonce sur le site de l'ED et celui de l'association Bernard Gregory. Nous avons reçu une vingtaine de candidatures dont malheureusement très peu correspondaient au profil demandé. Trois candidats ont passé un oral à l'issue duquel Axel Malécot a été sélectionné. Axel a effectué son master à Sorbonne Université dans le parcours «Sciences des Matériaux et Nano-objets». Il a travaillé sur les couches 2D de plomb pendant son stage de master de 5 mois et souhaitait poursuivre en thèse sur cette thématique qui le motive grandement.

### « Répondre à l'AAP de l'institut nous a permis d'avoir une chance supplémentaire d'obtenir une bourse de thèse. »

### Pourquoi répondre à l'AAP de l'Institut ? A vos yeux, que peut apporter l'Institut à votre projet ?

Répondre à l'AAP de l'institut nous a permis d'avoir une chance supplémentaire d'obtenir une bourse de thèse (nous avons fait une demande ANR qui malheureusement n'a pas été retenue). Cette bourse de thèse est de plus environnée, ce qui assure au doctorant un certain «confort» permettant de financer dans notre cas des campagnes d'expériences en rayonnement synchrotron et la participation à des conférences par exemple.

## Rencontre avec Alain Brunelle, porteur de projet AAP 2021

**Projet :** *Comprehensive Study of Polymeric Materials in Ancient Paintings by a Multimodal Analysis*

**Co-porteurs :** Alain Brunelle (LAMS - SU), Michel Sablier (CRC - MnHn)

**Doctorant :** Gauthier Rosé

**Axe thématique :** Méthode, technique et innovation

Le projet de recherche d'*Alain Brunel* et de *Michel Sablier* ambitionne de produire des analyses complètes en associant deux méthodes : la spectrométrie de masse associée à la chromatographie gazeuse bidimensionnelle pourront ainsi enrichir les caractérisations d'échantillons dans tous les champs de la recherche en science des matériaux.

### Dans quel axe thématique s'inscrit votre projet ?

Notre projet répond à la thématique *Méthode, technique et innovation*. Il vise à améliorer l'analyse de tableaux anciens par les méthodes d'imagerie par spectrométrie de masse TOF-SIMS (spectrométrie de masse d'ions secondaires par temps de vol) en les enrichissant par des analyses poussées en Py-GCxGC/MS (chromatographie gazeuse bidimensionnelle couplée à la spectrométrie de masse).

### Pourquoi développer une action de recherche dans cette direction ?

Depuis mon arrivée au LAMS en janvier 2019, j'explore les capacités de l'imagerie par spectrométrie de masse TOF-SIMS pour l'analyse d'objets patrimoniaux, en particulier les prélèvements de tableaux anciens. Cette méthode permet d'obtenir une analyse de la composition organique et minérale de la surface d'un échantillon à une échelle de moins d'un micromètre. Les huiles sont bien caractérisées, mais les liants à base d'œuf ou de protéines restent une difficulté, tout comme les résines et les cires.

La chromatographie gazeuse bidimensionnelle couplée à la spectrométrie de masse est une méthode séparative qui apporterait un éclairage complémentaire en réalisant une analyse complète d'un échantillon.

**« J'explore les capacités de l'imagerie par spectrométrie de masse pour l'analyse de tableaux anciens. »**

### Quel est l'origine de votre projet de recherche ?

Une première thèse consacrée aux développements de méthodes en imagerie par spectrométrie de masse d'échantillons a montré les grands avantages de cette méthode mais aussi des limites dans l'identification des liants organiques. L'idée est naturellement venue de se tourner vers une autre méthode innovante et complémentaire.

## « Le premier champ d'application désigné est le patrimoine, mais la méthode pourra s'appliquer à l'étude de matériaux au sens large. »

**« Nous espérons que iMAT apportera plus de visibilité à ce projet et une plus grande intégration dans le campus de la FSI. »**

Le projet ambitionne de caractériser en imagerie TOF-SIMS les liants organiques, leurs produits de dégradations et leurs interactions avec le milieu environnant à l'aide d'analyses croisées avec la chromatographie gazeuse. Les tests seront réalisés sur des échantillons modèles ou sans valeur historique avant d'appliquer la méthode à des échantillons de peintures anciennes.

### Quels en seraient les champs d'application éventuels ?

Le premier champ d'application désigné est le patrimoine, mais la méthode pourra s'appliquer à l'étude de matériaux au sens large, en particulier des matériaux complexes comme des mélanges de liants et de pigments, ou entre des matériaux organiques et minéraux...

### Votre projet est-il collaboratif ?

Compte-tenu des nécessités scientifiques et techniques, la collaboration s'est naturellement établie avec Michel Sablier, DR CNRS au CRC (MNHN), spécialiste reconnu en GC-2D. Nous nous connaissons depuis de nombreuses années à travers la communauté française en spectrométrie de masse mais nous n'avons cependant jamais réellement travaillé ensemble.



spectromètre de masse TOF-SIMS

Le projet de thèse mûrissait dans les discussions entre Michel Sablier et moi il s'est inséré tout naturellement dans la thématique *Méthode, technique et innovation*. Nous espérons que l'institut apportera plus de visibilité à ce projet et j'espère aussi une plus grande intégration dans le campus de la faculté de Sciences et Ingénierie où je suis encore un petit nouveau.

## Rencontre avec Delphine Cabaret et Marion Harmand, porteuses de projet AAP 2021

**Projet :** *Iron Oxides under extreme pressure and temperature condition for planetary interiors*

**Co-porteurs :** Delphine Cabaret (IMPMC - équipe *Théorie quantique des matériaux*), Marion Harmand (IMPMC - équipe *Minéralogie, pétrologie et physique planétaire*)

**Doctorant :** Juan Pintor

**Axe thématique :** Défis et recherche fondamentale

**Delphine Cabaret et Marion Harmand** travaillent dans le même laboratoire mais dans deux équipes différentes. Au croisement entre la recherche fondamentale et l'innovation technologique, leur projet compte reproduire en laboratoire des conditions de forte pression et de forte température pour observer des oxydes de fer inobservables dans des conditions normales.

### Dans quel axe s'inscrit votre projet ?

**Delphine :** cette recherche répond à des ambitions théoriques et simultanément innovantes d'un point de vue instrumental. Mais c'est dans l'axe *Défis et recherche fondamentale* que nous avons déposé notre projet.

**Marion :** le but est d'étudier des diagrammes de phase haute pression et haute température d'oxyde de fer, le FeO en particulier.

### Pourquoi vous intéressez-vous aux oxydes de fer ?

**Marion :** La nature et les propriétés des oxydes de fer sont étudiés depuis de nombreuses années en planétologie dans l'étude des manteaux planétaires : les oxydes de fer participent à la détermination des propriétés des structures minérales qui composent le manteau. La découverte récente d'oxydes de fer particulièrement exotiques dans des conditions extrêmes de pression et de température a révélé une complexité ignorée jusqu'à présent : en cherchant à comprendre l'existence de ces nouveaux oxydes de fer dans des conditions extra-normales, un tout nouveau champ de recherche théorique et aussi expérimental s'est ouvert. Au niveau expérimental, nous allons utiliser des laser de haute énergie focalisé sur des échantillons pour re-

**« Nous allons utiliser des lasers de haute énergie sur des échantillons pour reproduire des conditions de très hautes pressions et très hautes températures. »**

produire des conditions de très hautes pressions et très hautes températures, comme dans un manteau planétaire, mais sur un temps très court. Nous devons donc utiliser des instruments de mesure qui permettent des observations fiables sur des durées très courtes : de l'ordre de la nanoseconde avec les synchrotrons et de la femtosecondes avec XFELs (laser à électrons libres).

**Delphine :** Dans ce projet de thèse, nous nous appuyons simultanément sur des modélisations théoriques de spectre d'excitation électronique et sur ces expériences

de compression laser récemment développées dans les synchrotrons et dans les XFEL pour étudier les structures cristallographiques des oxydes de fer. Nous allons tester nos modèles et les améliorer par l'expérience et simultanément les utiliser pour mieux comprendre les résultats mesurés par les instruments. L'utilisation et l'amélioration des méthodes de caractérisation avec le XFEL est l'une des parties innovantes du projet d'un point de vue expérimental.

### Comment est née votre collaboration ?

**Delphine :** dans le labo (IMPMC), nous sommes amenés naturellement à confronter nos résultats théoriques et expérimentaux. Les équipes sont habituées à jauger

« iMAT a permis d'unir  
des discussions  
théoriques et expérimentales  
dans un projet de recherche commun  
hyper cohérent. »



et comparer leurs résultats et intuitions et se nourrissent mutuellement des efforts de modélisation et des explorations expérimentales. Avec Marion, nous avons déjà initié un travail qui a posé les jalons de ce projet de recherche.

**Marion** : L'appel à projet de l'institut a clairement offert les conditions de réalisation de cette recherche : nous

« **L'amélioration des méthodes de caractérisation avec le XFEL est l'une des parties innovantes du projet.** »

avons le thème du sujet en tête pour la partie expérimentation. Et nous collaborons déjà avec différents laboratoires et équipes sur la partie expérimentale de ce thème de recherche (Université de Stanford, Univer-

sité d'Oxford, European XFEL à Hambourg, Synchrotron ESRF), mais pour développer ce projet à l'échelle de Sorbonne Université, il fallait réunir plusieurs compétences que jusqu'à présent nous ne pouvions conjuguer. Par ses critères de sélection qui privilégient les collaborations interdisciplinaires, l'institut a permis d'unir des discussions théoriques et expérimentales dans un projet de recherche commun hyper cohérent.

## Rencontre avec Fahmi Bedoui, porteur de projet AAP 2021

**Projet :** *Investigation of nanoparticle size effect on the properties of nano-reinforced polymers*

**Co-porteurs :** Fahmi Bedoui (laboratoire ROBERVAL - UTC), Djimédo Kondo (Institut Jean Le Rond d'Alembert - SU), Isabelle Lisiecki (MONARIS - SU), Ahn-Tu Ngo (MONARIS - SU)

**Doctorante :** Sakina Meftah

**Axe thématique :** Méthode, technique et innovation / Défis et recherche fondamentale

**Fahmi Bedoui mène ses travaux de recherche au Laboratoire ROBERVAL de l'UTC. Son projet d'exploration à différentes échelles des comportements à l'interface de deux matériaux est le fruit de la collaborations de trois laboratoire de l'Alliance Sorbonne Université.**

### En une phrase, en quoi consiste votre projet ?

Notre projet est à cheval entre les deux thématiques : la recherche fondamentale et l'innovation technologique. Nous cherchons une compréhension fondamentale d'un phénomène qui nécessite le développement d'une nouvelle méthode d'investigation.

### Quel est votre sujet de recherche ?

La communauté des nanosciences s'accorde pour dire que les nanos augmentent les propriétés d'un matériau, c'est prouvé par de nombreux constats macroscopiques. Plus précisément, nous travaillerons à la limite de passage d'un matériau à un autre car certains des comportements technologiques et industriels proviennent justement de la structure et de l'organisation de la matière à l'interface. Notre projet consiste à investiguer à ce niveau expérimentalement pour renforcer la modélisation de propriétés mécaniques : élastique, viscoélastique, plastique, rupture... Nous comptons fabriquer des matériaux mo-

dèles composés de matrice polymère dans laquelle seront insérées des nanoparticules de taille et de chimie de surface contrôlée. Ces matériaux modèles seront ensuite testés expérimentalement à l'échelle macroscopique et à l'échelle nanoscopique sur des lignes de synchrotron pour observer les changements des propriétés du matériaux lorsqu'il est sollicité en fonction de la nature des nanoparticules qui y ont été insérées. Enfin les informations collectées seront confrontées aux modèles pour les faire évoluer.



**« Nous comptons fabriquer des matériaux modèles composés de matrice polymère dans laquelle seront insérées des nanoparticules. »**

Nous essaierons ensuite de tester les comportements à l'échelle de la mécanique des milieux continus en fonction de ce que nous aurons compris à l'échelle atomistique.

### Avez-vous un agenda précis ?

Pour les 6 premiers mois et peut-être la première année, notre doctorante travaillera sur le campus de Jussieu à la synthèse de ces nanoparticules par chimie contrôlée et sur la conception des échantillons modèles. Nous l'aiderons à monter en compétence pour

## « En soutenant la recherche fondamentale, iMAT nourris des projets que quasiment aucun financeur ne soutiendrait car il n'y a pas d'applications technologiques immédiates à la clé »

qu'elle puisse mener les deux tâches simultanément. La deuxième année, elle devrait pouvoir confronter ses mesures avec des approches atomistiques. Le but de la fin de projet sera de travailler sur une approche macroscopique. Elle travaillera dès le début en double compétence modélisation/expérimentation pour bien s'appropriier tous les tenants et aboutissants du projet.

### Quelles applications imaginez-vous ?

Nous partons sans idées d'applications. Mais des doctorants de mon équipe travaillent sur des couples de matériaux semblables avec des ambitions applicatives (capteur de courants par exemple). La meilleure compréhension de ces phénomènes et l'amélioration des modélisations permettraient en toute logique le développement de meilleurs systèmes technologiques

### Que vous apporte l'AAP de l'institut ?

Je travaille déjà sur une série de projets collaboratifs sur ces effets nano et nous avons

validé l'intérêt d'une thèse sur ce projet. Nous sommes maintenant convaincus que grâce à ce travail, nous comprendrons mieux les phénomènes observés et surtout nous pourrions enfin les quantifier. L'AAP de l'institut en s'intéressant aux mécanismes fondamentaux et

**« L'interface d'un matériau détermine les différents comportements technologiques et industriels. »**

en soutenant la recherche fondamentale nourris des projets que quasiment aucun financeur ne soutiendrait car il n'y a pas d'applications technologiques immédiates à la clé.

D'autre part, nous avons l'habitude de travailler de façon séparée et bilatérale : c'est la première fois que nous travaillerons à trois laboratoires avec des savoir-faire triple mis en œuvre simultanément : nous allons mener un projet puissamment multidisciplinaire qui unira physique, chimie, mécanique et ingénierie à différentes échelles de modélisation et d'expérimentation, un projet de recherche fondamentale qui pourrait apporter de nouvelles solutions technologiques pour des applications industrielles.

## Rencontre avec Gheorghe Sorin Chiuzbaian, porteur de projet AAP 2021

**Projet :** *Investigation of the crystal field in rare-earth titanate pyrochlores by resonant inelastic x-ray scattering*

**Co-porteurs :** Gheorghe Sorin Chiuzbaian (LCPMR - SU), Amélie Juhin (IMPMC - SU)

**Doctorant :** Octave Ducros

**Axe thématique :** Défis et recherche fondamentale

**Gheorghe Sorin Chiuzbaian et Amélie Juhin ont déposé un projet de recherche fondamentale portant sur les glaces de spin. Le développement d'un outil avec le Synchrotron SOLEIL particulièrement performant, la lecture d'articles durant les déplacements de Sorin et l'AAP Défis et recherche fondamentale de l'institut sont les trois facteurs qui ont conduit à la concrétisation de cette recherche sur les moments magnétiques des terres rares.**



### Parlez-nous de votre projet ?

Les glaces de spin sont des matériaux solides présentant un magnétisme frustré : toutes les interactions magnétiques ne peuvent pas être satisfaites à l'état fondamental du système. Assez récemment, ce type de manifestation magnétique a été mis en évidence dans des oxydes ayant une structure cristalline particulière, dite « pyrochlore ». Les mécanismes qui gouvernent l'apparition de ces glaces de spin sont encore mal compris.

J'ai découvert la recherche sur ces matériaux pyrochlores pendant mes déplacements en parcourant des articles scientifiques et je m'y suis progressivement intéressé pour son intérêt conceptuel. Lorsqu'une opportunité de contribution au sujet s'est ouverte pour moi, j'ai établi une colla-

boration avec un chercheur américain qui m'a proposé des monocristaux de haute qualité.

Ce qui me passionne, c'est la physico-chimie de ces composés : un composé avec une certaine terre rare peut donner une glace de spin et un composé de formulation identique, mais avec une autre terre rare, non. Cela est très intrigant. Quels sont les facteurs qui font basculer d'un côté ou de l'autre ? C'est de la curiosité scientifique à l'état pur !

### Pourquoi les terres rares ?

Les glaces de spin sont constituées de tétraèdres (d'où la référence à la glace). Dans les pyrochlores, les ions de terres rares et de métaux de transition forment deux réseaux interpénétrés de tétraèdres partageant des sommets. Ce sont les moments magnétiques des terres rares qui peuvent donner naissance aux glaces de spin.

### Quel lien entre vos recherches et les glaces de spins ?

Je suis spécialiste en spectroscopie par diffusion inélastique des rayons X. Avec des collègues du Synchrotron SOLEIL, j'ai développé un spectromètre qui est ouvert à la communauté internationale et qui a la particularité d'être

**« J'ai découvert la recherche sur ces matériaux pyrochlores en parcourant des articles scientifiques pendant mes déplacements »**

## « C'est dans le champ cristallin, l'environnement électrostatique des terres rares, que réside le mystère de l'appartenance des pyrochlores aux glaces de spin. »

un des plus performants au plan international dans une gamme d'énergie propice à l'étude des terres rares.

C'est dans l'environnement électrostatique des terres rares, appelé champ cristallin, que réside le mystère de l'appartenance des pyrochlores de terres rares aux glaces de spin. L'étude des terres rares est donc une des clés du mystère. Grâce à notre outil spectroscopique, nous pourrions éclaircir cet aspect.

### **Votre recherche est donc purement fondamentale ?**

Pour l'instant, nous nous situons effectivement dans la recherche fondamentale. Des collègues essaient de comprendre d'un point de vue théorique les changements de comportement dus aux terres rares. Mais, pour eux, le champ cristallin à prendre en compte n'est pas caractérisé avec une précision suffisante. Nous espérons produire des résultats permettant de choisir parmi les modèles théoriques actuellement proposés ceux à même de décrire de manière satisfaisante cette famille de systèmes.

### **Comment s'est passée la sélection de votre doctorant ?**

Ce projet de thèse est un travail collaboratif. Les spectres que nous enregistrons sont assez compliqués à interpréter. En particulier, en extraire des paramètres du champ cristallin, requière d'avoir recours à un traitement théorique.

Je travaille avec Amélie Juhin de l'IMPMC, codirectrice de thèse : elle est théoricienne et son champ de recherche concerne la diffusion inélastique. Sa contribution en modélisation nous permet de « lire » les résultats spectro-

scopiques. Cette collaboration est indispensable : je peux faire des mesures extraordinaires, mais c'est Amélie qui m'aidera à décrypter les données spectrales pour en extraire des résultats quantitatifs sur le champ cristallin et montrer leur impact sur les propriétés des pyrochlores.

Nous recherchions donc un candidat capable non seulement de s'impliquer dans des expériences sur synchrotron, qui sont complexes, mais aussi de s'investir dans l'analyse théorique des spectres. Le temps imparti pour le recrutement a été assez court, mais nous avons réussi à sélectionner un candidat avec les compétences requises.

### **Que vous apporte le soutien de l'institut ?**

Ce que nous apporte l'initiative de l'institut ? Amélie est en Physique ; moi je suis en Chimie. Avant, nous n'avions donc pas de cadre local permettant de déposer des projets communs. iMAT a créé un espace pour déposer enfin ce projet : nous étions prêts depuis quelque temps, et l'institut, en soutenant la recherche fondamentale par un appel à projets dont un critère de sélection est l'interdisciplinarité, a créé un concours propre à mener cette recherche interdisciplinaire.

**« En soutenant la recherche fondamentale, IMAT a créé un espace pour enfin déposer ce projet. »**

## Rencontre avec Thomas Pons, porteur de projet AAP 2021.

**Projet :** *Nanocrystal-based micro-lasers for biological sensing*

**Co-porteurs :** Thomas Pons (LPEM - ESPCI), Agnès Maitre (INSP - SU)

**Doctorant :** Charlie Kersuzan

**Axe thématique :** Défis et recherche fondamentale

Ce projet de recherche fondamentale associe l'Institut des Nanosciences de Paris et le Laboratoire de Physique et d'Etude des Matériaux pour étudier et développer de nouveaux capteurs biomoléculaires. Les champs d'applications vont de la photonique quantique au développement de nouveaux biocapteurs diagnostic de santé.



### Dans quel axe s'inscrit votre projet ?

Le projet s'inscrit dans l'axe *Défis et recherche fondamentale*. A long terme, il s'agit de développer de nouveaux capteurs biomoléculaires plus rapides, plus

sensibles et à faible coût, pour le diagnostic médical ou environnemental par exemple.

Le développement de ces nouveaux capteurs nécessite la miniaturisation de micro-sources de lumière et leur intégration avec d'autres composants micro-optiques ou micro-électroniques. Les micro-lasers sont donc une source prometteuse pour le développement d'applications allant de la photonique quantique à de

nouveaux biocapteurs pour le diagnostic.

### Quels sont les améliorations que vous envisagez dans le développement de ces nouveaux capteurs ?

Les méthodes de fabrication actuelles présentent de nombreux défis comme l'obtention de microcavités avec des facteurs de qualité

élevés ou la compatibilité entre le matériau de gain optique et le substrat. De nouvelles approches basées sur la micro-structuration de films de nanoparticules colloïdales sont actuellement en cours et nous proposons ici de fabriquer des micro-lasers à partir de nanocristaux semi-conducteurs colloïdaux afin de les utiliser dans un nouveau capteur de diagnostic par biodétection.

Ces nouveaux capteurs fonctionneraient en utilisant le piégeage de la lumière à l'intérieur de cavités optiques micrométriques. Notre projet ambitionne de développer la fabrication de ces microcavités et

**« Notre projet ambitionne de développer la fabrication des micro-lasers plus performants. »**

d'y introduire des nanocristaux fluorescents : cela nous permettra de construire des micro-lasers et ces nouvelles

sources de lumière nous permettront de repousser les limites de détection de biomolécules (marqueurs de maladie, polluants, etc.).

### Votre projet est-il collaboratif ? pourquoi ?

C'est effectivement un projet collaboratif : il associe le LPEM qui est expert en fabrication de nanocristaux fluorescents et en biodétec-

## « Les micro-lasers sont une source prometteuse pour le développement d'applications allant de la photonique quantique à de nouveaux biocapteurs pour les diagnostics. »

tion, et l'INSP qui apporte son expertise en micro-fabrication et en caractérisation optique de matériaux nano et microstructurés.

### Comment avez-vous convaincu l'INSP de s'associer à votre projet ?

Nos deux laboratoires collaborent déjà sur plusieurs projets, sur l'étude et le contrôle des propriétés optiques des nanocristaux de semi-conducteurs, et c'est donc tout naturellement que nous nous sommes tournés vers l'INSP pour démarrer cette nouvelle thématique de recherche.

### « L'appel de l'institut était donc une parfaite opportunité de rapprocher nos compétences »

### Pourquoi avoir répondu à l'AAP de l'institut ? que vous apporte-t-il de particulier ?

L'appel de l'institut était donc une parfaite opportunité de rapprocher nos compétences pour recruter un doctorant sur ce projet vu que parmi les critères de sélection la transdisciplinarité et les projets collaboratifs sont primés. Nous avons eu la chance de recevoir

plusieurs très bonnes candidatures, et nous avons finalement sélectionné un candidat opticien de formation, et agrégé de physique-chimie pour ce projet pluridisciplinaire.

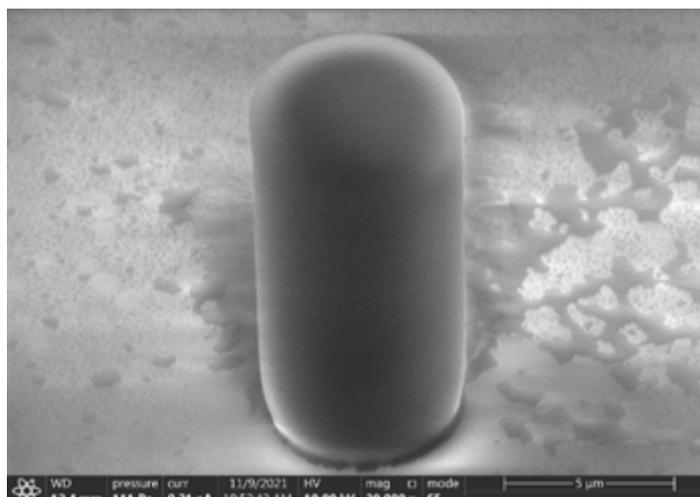


Image de microscopie électronique à balayage d'une microcavité réalisée par photolithographie, de diamètre 6  $\mu\text{m}$  et de hauteur 14  $\mu\text{m}$  environ.

# Cycles de séminaires 2022

## *Matériaux, Recherche, Innovation,* deuxième édition.

IMAT organisera de février à mars 2022 son deuxième cycle de séminaires de formation ouvert à tous et particulièrement **destinés aux masters et doctorants**.

Vu le succès rencontré par ces séminaires en 2021, iMAT compte en faire un rendez-vous annuel et organise la deuxième édition de février à mars 2022.

Les séminaires, ouverts aux étudiants de l'*Alliance Sorbonne Université*, se dérouleront en visio-conférences le vendredi de 11h à 12h30 (dates probables : 11 et 18 février, 11, 18 et 25 mars, dates précises et programme à venir). Ces séminaires seront organisés en partenariat avec les ED concernées pour être homologués comme temps de formation des doctorants.

**Le thème 2022 :**  
***Liens industrie-université, recherche et insertion professionnelle.***

Le programme prévoit un cycle de cinq séminaires animés par des membres de la cellule industrie et du comité de direction. Ils seront suivis de discussions et questions. Les séminaires seront accessibles à partir du niveau Master et seront annoncés dans les départements de formation et les ED concernées.



« En deuxième année de doctorat, j'attendais des retours d'expériences et j'ai été servi : les intervenants étaient de très grande qualité. »

« Mes objectifs étaient d'explorer les divers domaines de la science des matériaux et de rencontrer des professeurs spécialistes. Objectif atteint ! »

« Le cycle m'a permis de nourrir ma réflexion pour me préparer à l'après thèse. »

« J'ai trouvé particulièrement intéressant de découvrir des domaines auxquels je ne me serais jamais intéressée toute seule. »

« Le cycle m'a permis de découvrir le travail et le point de vue de grands chercheurs en science des matériaux dans de nouveaux domaines. »

## Les séminaires de l'iMAT sont filmés !



Nous enregistrerons les séminaires et les mettrons à disposition sur la chaîne **YouTube de l'institut** ([https://www.youtube.com/channel/UC\\_yKI5VeonFCXohBLIKoOAA](https://www.youtube.com/channel/UC_yKI5VeonFCXohBLIKoOAA)).

Les vidéos de la première édition :

- **La science des matériaux : à la croisée des chemins et des métiers** - Rencontre avec *Georges Calas*
- **De l'intérêt d'étendre le concept de valence des atomes à l'échelle des nanoparticules** - Rencontre avec *Etienne Duguet*
- **De l'imagerie quantitative en science et mécanique des matériaux** - Rencontre avec *François Hild*
- **Recherche et Innovation : de l'idée au marché** - Rencontre avec *Xavier Fanton* de la SATT Lutech (Société d'accélération de transfert de technologie), *Chloé Deygout* (biologie/chimie) et *Olivia Leroy* (mathématiques/physique)



# La Fête de la science 2021 : 3 instituts pour une ambition !

Le vendredi 8 octobre, 4 speedmeetings organisés en collaboration avec l'Observatoire des Patrimoines et le Quantum Information Center Sorbonne ont prouvé l'efficacité de la formule.

*En proposant pour chaque classe de lycée une succession de 6 rencontres avec nos jeunes chercheurs, nous avons branché plus de 100 lycéens d'Île-de-France en prise direct avec la vie scientifique et la recherche universitaire.*

iMAT, l'OPUS et le QICS se sont donc associés pour proposer ce projet de speedmeeting :

- un rendez-vous d'une heure et demi avec une classe divisée en petits groupes,
- pour une succession de 6 rencontres de 10 à 12 mn
- avec de jeunes chercheurs, doctorants ou post-doctorants,
- dans différents domaines d'excellence de nos 3 instituts.

Ces rencontres ont permis à de jeunes lycéens de découvrir la pluralité des parcours qui font la recherche universitaire mais aussi la diversité des sujets et la vie quotidienne d'un chercheur. L'association avec l'OPUS et le QICS a enrichi le projet en permettant d'aborder un large éventail de disciplines et en montrant les nombreuses passerelles qui existent dans les parcours universitaires.

Pratiquement nos 15 jeunes chercheurs sont intervenus devant :

- deux groupes de 30 élèves du *Lycée Jacques Brel de La Courneuve*,
- une classe 29 élèves de terminale du *Lycée Hector Berlioz de Vicennes*,
- une classe de 24 élèves de première du *Lycée Montaigne de Paris*.

« Je vous remercie pour votre accueil. Nos élèves ont apprécié ces échanges et les ont trouvés riches et intéressants. Nous n'hésiterons pas à revenir vers vous une prochaine fois. »

« Merci pour l'organisation de ce speed-meeting ! Merci à tous les intervenants, c'était parfait, les élèves étaient ravis. »

« Ce fut un plaisir partagé. Mes élèves ont beaucoup apprécié cette session ! Merci donc, à vous pour l'organisation et aux chercheurs pour leur enthousiasme. »



**12**  
minutes par  
rencontre

**3**  
instituts  
thématiques

**6**  
rencontres  
par classes

**12**  
interventions  
en anglais

**15**  
jeunes  
chercheurs

**113**  
lycéens

*12 interventions ont été assurées en anglais par Neha Mehta (IMPMC - iMAT) après en avoir discuté avec les enseignants concernés. Neha était accompagnée par Cynthia Travert, collègue de labo. Un grand merci à elle !*

L'expérience très positive, les élèves intéressés et curieux, les nombreuses questions posées - sur les projets de recherche comme sur les parcours - et l'investissement enthousiaste de nos jeunes chercheurs poussent nos 3 instituts à réfléchir dès aujourd'hui à une réédition des spee-meetings.

### Les intervenants de la matinée...

**Beate-Elisabeth Asenbeck** (Laboratoire Kastler-Brossel - QICS), **Adeline Blot** (Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris - MAT), **Adrien Bouscal** (Laboratoire Kastler-Brossel - QICS), **Brittany Foley** (Laboratoire Biomécanique et Bioingénierie / Laboratoire de Réactivité de Surface - iMAT), **Kim-Chi Le** (Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris - iMAT), **Yoann Piétri** (laboratoire d'informatique de Paris 6/LIP6 - QICS), **Clementine Rouviere** (Laboratoire Kastler-Brossel - QICS), **Zakaria Said** (Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure - QICS).



### ... et les intervenants de l'après-midi !

**Anthony Beauvois** (Physicochimie des Électrolytes et Nanosystèmes interfaciaux/Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris - iMAT), **Julia Cabanes** (Histoire naturelle de l'Homme préhistorique - OPUS), **Quentin Favré** (Centre André Chastel - OPUS), **Neha Mehta** (Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie / Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris - iMAT), **Thomas NIEDDU** (Laboratoire Kastler Brossel - QICS), **Zakarya Ouzit** (Institut des NanoSciences de Paris - iMAT), **Francesca Sansavini** (Laboratoire Kastler-Brossel - QICS) et **Cynthia Travert** (Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie / Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris - iMAT)



# Gabriel Lippmann à l'honneur pour *Les Festives*

L'institut a participé au festival de culture scientifique *Les Festives* de SU en consacrant la journée du 27 novembre au *Projet Lippmann* de valorisation des plaques photographiques.

*Deux conférences le samedi matin sont revenues sur la méthode de photographie couleur Lippmann et son impact dans l'histoire de l'art. Une exposition spécialement conçue pour l'occasion a permis de partager la vie du célèbre prix Nobel et l'histoire de ses photographies. 30 reproductions inédites des plaques de la collection SU ont été présentées au public.*



A gauche, *Arnaud Maillet*, conférencier (Centre André Chastel, *Projet Lippmann*) et *Yann Migoubert*, coorganisateur des *Festives*, directeur de la Direction des Affaires culturelles de Sorbonne Lettre.

## L'exposition l'Art de geler la lumière

L'équipe du *Projet Lippmann* a saisi l'opportunité du festival pour concevoir et présenter une exposition itinérante sur *Gabriel Lippmann* et sa méthode de photographie couleur. L'exposition, installée dans le Passage Champollion de la Sorbonne, est composée de 6 panneaux consacrés à la vie du scientifique, à sa méthode photographiques et aussi à la place dans l'histoire de l'art de ses plaques photographiques. Les plaques de la collection étant en phase de restauration, l'équipe a trouvé une ingénieuse astuce pour présenter 30 des 46 photos précieusement conservées dans les collections de Sorbonne Université.



## L'art de geler la lumière

### la collection des photographies Lippmann de Sorbonne Université.

L'exposition a été conçue à l'occasion de l'édition 2021 des Festives de Sorbonne Université. Pensée comme évolutive et itinérante, cette exposition présente, à partir de la collection de Sorbonne Université, l'oeuvre scientifique de Gabriel Lippmann qui lui valut le prix Nobel de Physique en 1908 : la photographie couleur interférentielle.

Elle est composée de 6 panneaux autoportants et de 14 tablettes lumineuses qui présentent de façon astucieuse 30 des 46 plaques photographiques de la collection de SU.



# Gabriel Lippmann à l'honneur pour *Les Festives*

## Les conférences

Pour enrichir l'expérience du public, deux conférences ont été données dans l'amphithéâtre Descartes de la Sorbonne par des membres de l'équipe du *Projet Lippmann* :

- *La photographie couleur interférentielle de Gabriel Lippmann : objets d'art et de physique*  
par **Marie-Angélique Languille** (Centre de recherche sur la conservation)  
et **Christian Brouder** (Institut de minéralogie, de physique des matériaux et de cosmochimie)
- *Les photographies de Gabriel Lippmann dans l'histoire de la couleur*  
par **Arnaud Maillet** (Centre André Chastel)



## Les instruments

La *Plateforme pédagogique d'expérience* de l'UFR de Physique a participé à la manifestation en mettant à disposition un choix d'instruments en lien direct avec le travail de Gabriel Lippmann : deux magnifiques portes lentilles d'époque, deux petites cellules, un microscope, une source lumineuse, un porte prisme et un microscope ont ainsi été exposés au public pour enrichir son expérience.



Un magnifique banc optique d'époque a lui aussi été mis à disposition par la *Collection sciences et techniques* du pôle *Collections scientifiques et patrimoine de la Bibliothèque de Sorbonne Université*.

Un grand merci aux conservateurs et différents partenaires des collections de SU qui ont permis cette présentation d'instruments historiques !



**EXPOSITION**

### L'art de geler la lumière

La collection des photographies Lippmann de Sorbonne Université

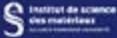
**27 novembre 2021**

Exposition : 10h - 18h  
Passage Champollion  
18 rue de la Sorbonne  
75005 Paris

Conférences : 09h30 et 10h  
Amphi Descartes  
17 rue de la Sorbonne  
75005 Paris

 ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ

 Premiers Pas

 INSTITUT DE SCIENCE DES MATÉRIELS



**Administration, communication** : Emmanuel Sautjeau  
**Mail** : [emmanuel.sautjeau@sorbonne-universite.fr](mailto:emmanuel.sautjeau@sorbonne-universite.fr)  
**Site internet** : <http://materiaux.sorbonne-universite.fr>  
**Twitter** : @iMAT\_SorbUniv