

IMat

NEWSLETTER

PRINTEMPS ÉTÉ 2020



**Institut de science
des matériaux**
SORBONNE UNIVERSITÉ

Sommaire

Un nouvel Institut de recherche.....	3
Organisation et gouvernance.....	5
Un soutien structurant pour la recherche...	6
Les quatre thèmes clés.....	7
Les premières actions.....	9
Le premier Appel à Projets	10
Laboratoires et structures de l'IMat.....	19

Un nouvel Institut de recherche de l'Alliance Sorbonne Université

Une structure de recherche interdisciplinaire pour relever les grands défis scientifiques, industriels et sociétaux de la science des matériaux.

Des enjeux économiques et sociaux

Les matériaux sont au cœur de secteurs importants de l'économie et omniprésents dans la société. L'Institut de science des matériaux de Sorbonne Université (IMat) encourage l'innovation, l'interdisciplinarité et la recherche fondamentale et appliquée en sciences des matériaux pour aider à répondre aux grands enjeux scientifiques, économiques et sociaux.



**Institut de science
des matériaux**
SORBONNE UNIVERSITÉ

Des missions

L'Alliance Sorbonne Université réunit des acteurs majeurs dans le domaine des matériaux. Les missions de l'IMat consistent à renforcer leurs collaborations en soutenant des projets de recherche ambitieux, en favorisant de nouvelles actions de formations interdisciplinaires et en développant des échanges internationaux avec les milieux académiques et industriels, participant ainsi activement au rayonnement international de l'Alliance.

Un périmètre d'action

Le champ d'action de l'Institut couvre la recherche actuelle et prospective en science des matériaux, à l'interface de plusieurs disciplines : chimie, physique, sciences de la terre,

patrimoine et ingénierie. Dans le domaine de l'énergie et du développement durable les thèmes peuvent englober la production et stockage d'énergie ou le cycle de vie de matériaux. La synthèse bio-assistée, optimisée ou ciblée pour des propriétés spécifiques et la fonction-

nalisation de surfaces sont des exemples pertinents pour les domaines industriels et de la santé. L'institut s'intéresse également aux nouvelles propriétés fondamentales des matériaux hybrides, fonctionnels, ou à dimensionnalités réduites et aux dispositifs qui peuvent en émerger. Enfin, les développements de techniques et méthodes d'études innovantes en ingénierie des matériaux constituent naturellement des thématiques de l'Institut.

L'Alliance Sorbonne Université

- France Education International (anciennement Ciep)
- L'Insead
- Le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)
- Le Pôle supérieur d'enseignement artistique Paris Boulogne-Billancourt (PSPBB)
- Sorbonne Université
- L'Université de technologie de Compiègne (UTC)

Le comité de direction



Zoheir Aboura

Professeur, Laboratoire Roberval, Université Technologique de Compiègne

Domaine de recherche : comportement des matériaux composites



Xavier Carrier

Professeur, LRS, Sorbonne Université

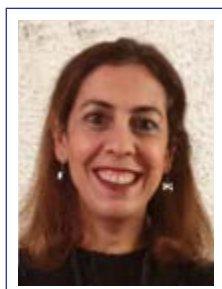
Domaine de recherche : synthèse de matériaux inorganiques pour la catalyse hétérogène



Sophie Cassaignon

Professeure, LCMCP, Sorbonne Université

Domaine de recherche : élaboration de nanomatériaux par chimie douce pour le stockage et la conversion de l'énergie



Maguy Jabber

Professeure, LAMS, Sorbonne Université

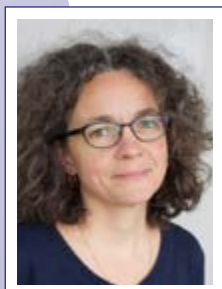
Domaine de recherche : matériaux du patrimoine culturel, archéomimétisme (synthèse de pigments)



Mathieu Salanne

Professeur, PHENIX, Sorbonne Université

Domaine de recherche : matériaux ioniques pour la production et le stockage d'énergie



Chrystèle Sanloup

Professeure, IMPMC, Sorbonne Université

Domaine de recherche : propriétés chimiques et physiques des matériaux planétaires sous pression



Abhay Shukla - Directeur, IMat, Professeur, IMPMC, Sorbonne Université

Domaine de recherche : matériaux 2D et matériaux fonctionnels : propriétés électroniques, optiques et vibrationnelles et dispositifs



Franck Vidal

Maître de conférence, INSP, Sorbonne Université

Domaine de recherche : matériaux magnétiques, nanomagnétisme

Organisation et gouvernance

Différentes cellules assurent le bon fonctionnement de l'Institut, son dynamisme, son ouverture et son rayonnement.

La direction - Gestion quotidienne

Mission : mise en œuvre, coordination et animation des projets, suivi et valorisation, gestion budgétaire et opérationnelle, pilotage de la communication.

- **Abhay Shukla, Directeur** - travail et coordination avec les différents comités
- **Emmanuel Sautjeau, Chargé de projet** (administration et communication)

Le comité de direction - Suivi régulier

Mission : soutient et assiste la direction, analyse et sélectionne les demandes de ressources, veille au développement des thématiques transversales et assure le fonctionnement du programme.

- *Composition ci-jointe*

Le comité de structure - Réunion annuelle

Mission : sert d'intermédiaire entre l'Institut et les laboratoires, assure la bonne communication et la dissémination de l'information.

Le comité de structure est composé des représentants des UFR, des établissements, des formations, des Écoles Doctorales et des laboratoires.

Le comité stratégique - Réunion annuelle

Mission : conseille sur les priorités, les orientations scientifiques et la prospective.

Le comité stratégique est composé d'experts internationaux en science des matériaux.

- **Silke Biermann** - Professeure, Institut Polytechnique de Paris
Présidente du Département de Physique à l'École Polytechnique
- **Etienne Duguet** - Professeur, Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux, Président de la section Chimie des Matériaux du Conseil National des Universités,
- **Peter Fratzl** - Directeur du Max Planck Institute of Colloids and Interfaces de Potsdam
Rapporteur de l'Excellence Center Matters of Activity, Berlin
- **François Hild** - Directeur de Recherche CNRS, Laboratoire de Mécanique et Technologie, ENS Paris-Saclay
- **Petra de Jongh** - Professeure, Inorganic Chemistry and Catalysis, Utrecht, Pays-Bas
- **Ajay Sood** - Professeur honoraire émérite, Indian Institute of Science, Bangalore
- **Yanbin Wang** - Professeur, Center for Advanced Radiation Sources, Chicago University

Un soutien actif et structurant pour la recherche en science des matériaux

Le champ d'action de l'Institut couvre la recherche, fondamentale et appliquée, en science des matériaux et à l'interface de plusieurs disciplines : chimie, physique, sciences de la terre, patrimoine et ingénierie.

Les soutiens substantiels aux programmes de recherche

Les actions de soutien sont nombreuses et interviennent à différents niveaux du processus de recherche : le principal concerne le soutien direct aux programmes de recherche en finançant massivement des contrats doctoraux et postdoctoraux.

Soutenir la recherche en finançant des contrats de jeunes chercheurs

- **Contrats doctoraux**

Des contrats doctoraux de trois ans entièrement financés, avec environnement pour les frais de fonctionnement et les déplacements.

- **Contrats postdoctoraux**

Des contrats postdoctoraux d'un an entièrement financés, avec environnement pour les frais de fonctionnement et les déplacements.

D'autres soutiens financiers

Des bourses exploratoires pour amorcer des projets ambitieux

- **Subventions exploratoires ou des environnements de thèse**

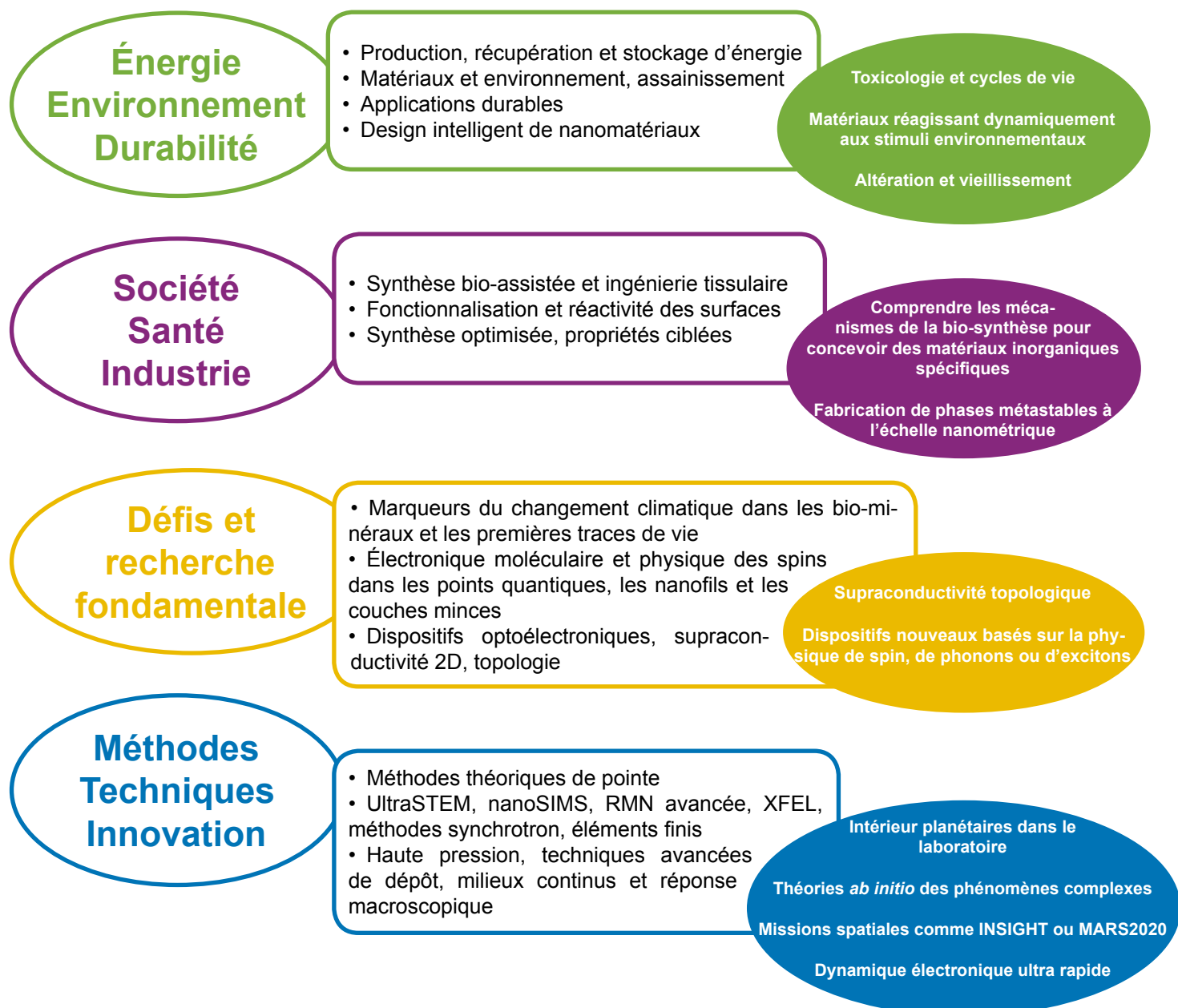
Les subventions exploratoires sont choisies parmi les projets soumis aux Appels à Projets doctoraux, non-sélectionnés mais qui sont jugés suffisamment prometteurs pour une amorce incitative. Des contrats doctoraux financés par d'autres sources mais sans environnement pourront être également soutenus sur la base de la qualité du projet et de la cohérence thématique.

- **Bourses de mobilité**

Des bourses pour étudiants et chercheurs pourraient être financées par un fonds spécifique de Sorbonne Université

Quatre thèmes clés pour identifier des domaines de recherche aux potentiels prometteurs

L'IMat encourage l'émergence de réponses originales aux défis sociaux et économiques, aux problèmes industriels et environnementaux ainsi qu'aux questions fondamentales ou méthodologiques.



Promouvoir une formation pluridisciplinaire pour favoriser une recherche dynamique

La science des matériaux est un domaine de recherche où des compétences pluridisciplinaires sont requises et fructueuses : c'est une priorité dans la formation pour l'Institut de science des matériaux de Sorbonne Université.

Parcours de Master « Physique et Chimie des Matériaux »

Depuis plusieurs années, les départements de Physique et Chimie développent séparément des parcours-type « recherche » dans le domaine des Matériaux. Or, les activités de recherche qui sous-tendent ces parcours de Master sont marquées par des interactions fructueuses entre les deux disciplines. Ce besoin de pluridisciplinarité s'est trouvé en parfaite adéquation avec la mise en place du fonctionnement en majeure-mineure ou double majeure de la Licence à Sorbonne Université.

Depuis la rentrée 2016, la faculté des Sciences de Sorbonne Université propose un parcours de **master physique et chimie des matériaux** sur deux ans qui permet :

- un partage d'Unités d'enseignement entre les deux masters sur les 3 semestres de cours (M1S1, M1S2 et M2S3)
- des interactions privilégiées entre les laboratoires de chimie et de physique pour les stages proposés

Actions à venir

L'IMat envisage des actions qui pourraient être financées dans le cadre du projet GUR-SFRI de Sorbonne Université :

- Les actions de mobilités en lien avec la formation avec le financement des stages locaux, des stages de mobilité sortante au niveau M1 et M2 et les bourses de mobilité entrante pour des étudiants étrangers pour les masters internationaux. Au niveau Licence, des bourses de mobilité pour le financement de stages de découverte et approfondissement de la recherche.
- Les actions de mobilités enseignant/chercheur, en lien avec la formation, pour monter des enseignements en commun avec des partenaires internationaux, et des actions de mobilité chercheur/doctorant (1/2 semaines, 2/3 mois) pour des thèses en commun avec des partenaires internationaux.
- Les actions liées spécifiquement à l'innovation pédagogique :
 - modules interdisciplinaires (physique-chimie/sciences de la terre/ingénierie SU/UTC),
 - modules transversaux (SU/INSEAD/UTC),
 - participation des étudiants SU dans le *Certificate course* de l'INSEAD,
 - remote learning, modules vidéo.

Workshops et table-rondes avec l'University of Sydney

En préparation pour octobre ou novembre 2020.

Organisateurs : M. Salanne, SU, D. Mackenzie, U. Sydney

Thématiques : Materials for energy, medicine and biology, catalysis and optics, experiment and Theory.

L'Institut de science des matériaux, les premières actions

L'IMat a été créé officiellement le 1er janvier 2020 dans le giron des Instituts thématiques de l'Alliance Sorbonne Université. La priorité a été de donner corps à la structure pour pouvoir rapidement mener des actions concrètes

La mise en place des comités, l'organisation, les premières actions

La constitution du comité de structures et l'organisation du comité stratégique a subi un retard à cause de la crise sanitaire. Nous avons donné la priorité au processus d'organisation, de participation et de sélection du premier Appel à Projets. Préparé et muri avant la création officielle, il a été possible de l'adapter rapidement à la crise sanitaire du printemps 2020.

La communication

La communication est devenue primordiale avec les mesures de confinement. Les actions en cours sont précisées dessous. Avec les restrictions prévisibles sur les animations telles que workshops et séminaires et les actions de mobilité, nous réfléchissons sur les possibilités de visioconférences, webinars et forums pour mener l'animation.

La cellule de communication de l'Institut (chargé de communication, directeur), secondée par le comité de direction a déjà produit :

- les premiers textes de communication institutionnels,
- une réflexion sur le futur site internet et la réalisation d'un site d'essai,
- la réflexion sur une plaquette,
- la rédaction du présent rapport.

Le site internet

Un site internet provisoire est en construction, nous attendons l'aval de la cellule communication de SU pour la bascule sur le site définitif.



Le premier Appel à Projets de l'IMat

L'Appel à Projets 2020 concerne l'allocation de contrats doctoraux et postdoctoraux dans les thèmes clés *Énergie, Environnement et Durabilité et Société, Santé et Industrie*.

L'IMat encourage l'émergence de réponses originales aux défis sociaux et économiques, aux problèmes industriels et environnementaux ainsi qu'aux questions fondamentales ou méthodologiques. Sa mission est d'identifier des domaines de recherche aux potentiels prometteurs.

21 projets déposés

- 16 de la FSI
- 1 du MNHN
- 1 de médecine
- 3 de l'UTC

En ce sens, les projets lauréats 2020 comportent un niveau de risque ou un élément de rupture manifeste et donne une place importante à la pluridisciplinarité. La qualité scientifique du projet, les travaux et publications des équipes impliquées et le temps que les équipes peuvent y consacrer ont été également d'importants critères de sélection.

Un objectif structurel de l'Institut est de nourrir le débat scientifique *dans et entre* les laboratoires. Les projets soutenus par l'IMat sont le fruit d'un tel travail d'échange et doivent s'intégrer fortement dans les objectifs scientifiques des laboratoires participants.

Le nombre de propositions portées par laboratoire était limité à un ou deux en fonction de la taille (plus ou moins 50 personnes dans la science des matériaux). Les projets ont donc préalablement été discutés en interne, une condition indispensable à la stratégie scientifique de l'IMat qui est de fournir aux laboratoires des moyens substantiels pour atteindre leurs objectifs.

Sélection des projets (*finalisée*) et des candidats (*en cours de finalisation*)

- **Projets doctoraux** : 15 projets déposés pour 20 laboratoires de l'Alliance Sorbonne Université dans 7 différentes écoles doctorales. A l'issue de la première étape, 4 projets ont été sélectionnés. Les candidats sont actuellement auditionnés par des jurys composés d'un représentant de l'Institut, d'un représentant de l'équipe d'accueil et d'un représentant de l'École Doctorale concernée. *La sélection est en cours de finalisation.*
- **Les projets postdoctoraux** : 3 projets postdoctoraux ont été sélectionnés parmi les 6 projets déposés réunissant 8 laboratoires de l'Alliance. Les porteurs de projets sélectionnent également les candidats : ils sont actuellement auditionnés par des jurys composés de membres de l'Institut et de l'équipe d'accueil. *La sélection est en cours de finalisation.*

Les subventions exploratoires

Parmi les projets déposés, ceux qui ont attiré l'attention de l'IMat en raison de leur potentiel, de leur rupture ou de leur originalité se verront éventuellement gratifier d'une bourse exploratoire. Un classement lors de la sélection a permis d'isoler les projets potentiellement concernés.

L'objectif structurel est de nourrir le débat scientifique
dans et entre les laboratoires

Les résultats de l'AAP 2020

Les 4 projets lauréats pour l'allocation de contrats doctoraux :

- ***Design of heterostructured photoelectrodes for water splitting***
Olivier Durupthy / Christel Laberty-Robert, LCMCP, SU
- ***Enzyme-assisted mineralization for the design of biomimetic enamel***
Karim El Kirat, BMBI, UTC - Jessem Landoulsi, LRS, SU
- ***A Radical Approach to New Organic Light-Harvesting Molecular Materials***
David Kreher IPCM, SU - Thierry Barisien, INSP, SU
- ***Elucidating interplay, stability and charge transfer dynamics at lead halide perovskite nanocrystal / 2D transition metal dichalcogenide interface for solar cells applications***
Nadine Witkowski, INSP, SU

Les 3 projets lauréats pour l'allocation de contrats postdoctoraux :

- ***Utilisation de carbonates amorphes produits par des bactéries pour la dépollution de radioisotopes d'alcalino-terreux***
Karim Benzerara, IMPMC, SU - Thierry Azaïs, LCMCP, SU
- ***Sensing and Profiling Extracellular Vesicles related to Neurodegenerative Diseases***
Souhir Boujday, LRS, SU - Christian Neri, Brain-C Lab – IBPS, SU
- ***Aggregation of clay nanoplatelets: time-resolved SAXS and NMR investigation***
Natalie Malikova / Ali Abou Hassan PHENIX, SU - François Ribot, LCMCP, SU

Les 5 projets lauréats pour l'allocation d'une subvention exploratoire

- ***Modulating the structural dimensionality in complex oxides to enable reversible aluminium ion intercalation***
Damien Dambournet, PHENIX, SU
- ***Valorization of Bio-Ethanol by Controlling the Selectivity in Various Reactions Catalyzed by Bioinspired Modified Hydroxyapatites***
Guylène Costentin / Laurent Delannoy, LRS, SU
- ***Ageing/alteration of organic materials: Implications for the search for biosignatures on Mars***
Sylvain Bernard, IMPMC, MNHN - Arnaud Buch, LGPM, CentraleSupélec
- ***Développement de matériaux issus de la biomasse pour un procédé catalytique de dépollution des eaux***
Erwann Guenin, TIMR, UTC - Claude Jolival, LRS, SU
- ***Modéliser pour maîtriser les étapes de réduction/nucléation pour la synthèse de nanoparticules de cuivre métalliques***
Hélène Gérard / Johannes Richardi, LCT, SU

« L'Institut est un stimulateur de recherche dans les domaines clés des matériaux au niveau de Sorbonne Université ».

Entretien avec *Olivier Durupthy* du Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris (LCMCP), porteur de projet lauréat.



Projet : *Design of heterostructured photoelectrodes for water splitting.*

Dans quel axe s'inscrit votre projet et pourquoi développer une action de recherche dans cette direction ?

Le projet s'inscrit dans la thématique énergie avec une forte connotation de développement durable car il s'agit de stocker de l'énergie solaire sous forme d'hydrogène utilisable dans une filière énergétique totalement décarbonée.

La filière 'solar to hydrogen' n'est pas encore mature pour de nombreuses raisons, notamment de coût de production par rapport aux autres techniques actuelles de production de H₂ mais elle peut être mise en œuvre sous forme de petites unités localisées au plus près des utilisations évitant ainsi un maximum de problèmes liés au transport de ce gaz explosif.

Quel est le point de départ de votre projet de recherche ?

Deux groupes du LCMCP travaillent déjà ensemble sur la question de l'optimisation de la composition de la photoanode pour le water splitting et une voie explorée par certaines équipes à travers le monde est de jouer sur la texturation de l'électrode pour collecter plus de lumière. Comme un troisième groupe du laboratoire est spécialiste de texturation de

AAP : 2020 Projet doctoral

Axe thématique : Énergie, environnement et durabilité

Laboratoire : Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris

films minces par des méthodes chimiques, nous avons décidé de mettre en commun nos compétences pour optimiser de manière synchrone la composition et le design de l'électrode. Cette approche est rarement explorée car ces compétences sont rarement réunies dans un même laboratoire. Une réelle avancée peut être obtenue en termes d'efficacité par cette approche.

Quels objectifs pourriez-vous atteindre ?

Le but serait d'atteindre l'efficacité maximale du procédé qui serait de 20 % avec un seul matériau photosensible mais beaucoup plus élevé dans un système combiné.

Les champs d'application éventuels seraient la production et le stockage d'énergies propres possible au plus près de l'endroit de son utilisation.

« La possibilité de réunir un consortium efficace sur le campus de Jussieu a été l'une des motivations principales ».

Entretien avec *David Kreher* de l'Institut Parisien de Chimie Moléculaire (IPCM), porteur de projet lauréat.



Projet : *A Radical Approach to New Organic Light-Harvesting Molecular Materials (RadMoIMat).*

Dans quel axe s'inscrit votre projet et pourquoi développer une action de recherche dans cette direction ?

Notre projet s'inscrit clairement dans l'axe Énergie, environnement et durabilité. Il adresse des questions fondamentales dont les études pourront servir diverses problématiques : énergie, optoélectronique, transport et stockage de l'information quantiques... Pour atteindre de tels objectifs, il faut cependant *repenser* les matériaux à concevoir en développant des stratégies innovantes en synthèse.

Quelle est l'origine de votre projet de recherche ?

L'origine du projet est la découverte de concepts similaires discutés par des groupes concurrents. La possibilité de réunir un consortium efficace sur le campus de Jussieu (IPCM-INSP) a été l'une des motivations principales.

Quel sont les objectifs à atteindre ?

L'idéal serait de parvenir à des résultats basés sur la démonstration de la sensibilité magnétique de nos matériaux et en particulier de la façon dont l'énergie est relaxée à la fois dans le temps et l'espace

AAP : 2020 Projet doctoral

Axe thématique : Énergie, environnement et durabilité

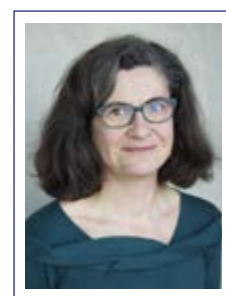
Laboratoires coporteurs : Institut Parisien de Chimie Moléculaire, Institut des NanoSciences de Paris

En quoi la collaboration avec un autre laboratoire enrichit-elle votre projet de recherche ?

La collaboration est ici indispensable puisque le projet repose sur la fonctionnalisation de matériaux dont la synthèse est extrêmement exigeante. Les spécialistes de la chimie des polymères sont donc les premiers garants du bon déroulement du projet. Le groupe de physique apporte, de son côté, une expertise *de la classe du matériau mis en œuvre* et des études spectroscopiques attenantes. Les aspects théoriques sont également couverts grâce à la participation d'un théoricien au projet et ce dès sa genèse. La structure mise sur pied couvre donc les besoins fondamentaux de ce type de projet : l'élaboration du matériau (IPCM), son conditionnement sous diverses formes (IPCM et INSP), son étude à l'aide d'un panel de techniques spectroscopiques et magnéto-optiques (INSP et Université de Cambridge) et la modélisation (INSP).

« L'Institut favorise des recherches amont originales dans le domaine de l'Énergie, créant une véritable communauté au sein de l'Alliance ».

Entretien avec *Nadine Witkowski*, de l'Institut des Nano Sciences de Paris (INSP), porteuse de projet lauréat.



Projet : *Elucidating interplay, stability and charge transfer dynamics at lead halide perovskite nanocrystal / 2D transition metal dichalcogenide interface for solar cell applications.*

A quel axe appartient votre projet ?

Le projet appartient à la thématique *Énergie, environnement et durabilité*, dans la recherche de performance pour de nouveaux types de cellules solaires à base de matériaux 2D.

Pourquoi développer une action de recherche dans cette direction ?

La France s'est engagée dans la loi pour la croissance verte de 2015 à augmenter la part de sources d'énergie renouvelables de 23 % en 2020 et 32 % en 2050. Pour 2020, la France atteint à peine les 20 % ce qui justifie l'effort à fournir pour développer des nouvelles technologies qui puissent s'intégrer dans la ville.

Depuis quelques années, je collabore avec des ingénieurs de l'Université Sud Danemark cherchant à comprendre les facteurs limitant les performances de leurs cellules solaires organiques et hybrides.

Dans le projet soutenu par l'Institut, j'imagine comment de nouveaux matériaux 2D vont pouvoir améliorer le transfert de charge entre les différentes couches dans des cellules solaires à base de nanocristaux de pérovskite.

AAP : 2020 Projet doctoral

Axe thématique : Énergie, environnement et durabilité

Laboratoire : L'Institut des NanoSciences de Paris

Quel est l'objectif visé aujourd'hui ?

Le but à atteindre est d'élucider les mécanismes qui favorisent ou empêchent le transfert de charge dans les interfaces entre matériaux 2D et nanocristaux de pérovskite afin de proposer des architectures de cellules solaires aux ingénieurs qui soient le plus performantes et plus stables dans le temps.

Imaginez-vous déjà des champs d'application éventuels ?

Le champ d'application pour ce type de cellule solaire est vaste et la perspective la plus intéressante sera de pouvoir disposer de films photovoltaïques de grande surface et de haute performance pouvant s'intégrer facilement sur tout type de façades dans les villes grâce à leur légèreté, leur flexibilité et leur transparence.

« En scellant la collaboration entre les laboratoires BMBI de l'UTC et LRS de SU, l'Institut est fortement structurant pour notre projet ».

Entretien avec *Karim El Kirat*, du Laboratoire Biomécanique et Bioingénierie (BMBI), porteur de projet lauréat.

Projet : *TOOTHMIMIC - Enzyme-assisted mineralization for the design of biomimetic enamel.*



Dans quel axe s'inscrit votre projet ?

Nous nous inscrivons dans l'axe Santé, dans le domaine des biomatériaux pour des applications en odontologie et chirurgie dentaire.

Pourquoi développer une action de recherche dans cette direction ?

Les partenaires du projet ont travaillé sur la biominéralisation du tissu osseux avec une approche biomimétique originale à base d'enzyme. Ces travaux ont montré la pertinence de cette approche et nous avons souhaité l'étendre à l'émail dentaire : il n'est pas capable de s'auto-réparer et sa composition est plus riche en minéral.

Quelle l'origine du projet ? et ses défis ?

L'origine du projet TOOTHMIMIC tient au challenge posé par la minéralisation de l'émail. Il est relativement simple de minéraliser un biomatériau par voie chimique ou enzymatique. Mais il est beaucoup plus difficile de développer une minéralisation *in vitro* qui reproduit les propriétés mécaniques d'un tissu minéralisé naturel. En travaillant sur l'os, nous avons développé des approches enzymatiques et des protocoles prometteurs qui permettent d'obtenir un matériau composite satisfaisant à l'échelle nanométrique.

AAP : 2020 Projet doctoral

Axe thématique : Santé, société, industrie

Laboratoires coporteurs : Laboratoire Biomécanique et Bioingénierie, Laboratoire de Réactivité de Surface

En proposant de travailler sur l'émail, nous devons relever plusieurs défis : changer d'échelle pour fabriquer des implants de taille millimétrique, préparer un matériau très minéralisé et le plus difficile, nous assurer que les propriétés mécaniques sont proches de celles de l'émail naturel.

L'accomplissement ultime sera d'obtenir un implant dentaire *in vitro* qui mime la nature chimique et les propriétés mécaniques de l'émail naturel et qui soit utilisable pour les applications dentaires.

Donc des retombées dans la médecine dentaire...

Le champ d'application principal se situe dans ce domaine mais plus largement on peut imaginer des applications plus larges par le renforcement des matériaux à différentes échelles par minéralisation enzymatique grâce aux protocoles que nous allons développer pour l'émail.

« L'axe thématique *Énergie* de l'IMat a catalysé la collaboration de nos deux laboratoires sur des techniques complémentaires ».

Entretien avec *Natalie Malikowa*, du laboratoire Physicochimie des Electrolytes et Nanosystèmes interfaciaux, porteuse de projet lauréat.



Projet : *Aggregation of clay nanoplatelets: time-resolved SAXS and NMR investigation.*

Dans quel champ de recherche s'inscrit votre projet ?

Nous sommes plutôt orienté *Environnement et durabilité*. Il s'agit d'étudier l'organisation de nanoparticules constitutives des argiles pendant leur agrégation dans l'eau afin de comprendre certains processus naturels dans les sols et d'optimiser des méthodes d'accès à des matériaux multi-fonctionnelles tels que les nanocomposites polymères-argiles.

Pourquoi développer une action de recherche sur les argiles ?

Les avancées récentes des méthodes et dispositifs expérimentaux, en particulier la microfluidique, permettent de suivre le processus d'agrégation de ces nanoparticules chargées et fortement anisotropes en temps réel et donc de révéler non seulement l'état final mais aussi le mécanisme.

Le laboratoire PHENIX s'intéresse depuis plus que 15 ans aux nanoparticules d'argiles, par des techniques expérimentales et des simulations numériques. Un grand axe de notre recherche considère les réseaux de ces nanoparticules comme des matrices de confinement, avec une structure complexe et multi-échelle. Le

AAP : 2020 Projet postdoctoral

Axe thématique : Énergie, environnement et durabilité

Laboratoires : Physicochimie des Electrolytes et Nanosystèmes interfaciaux, Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris

but sera de comprendre le transport de l'eau, des ions ou des molécules organiques à travers ces matrices, avec des applications dans les sciences environnementales mais aussi la gestion des déchets radioactifs, la séquestration du CO₂ ou la récupération du pétrole. Le projet actuel s'intéresse à la fois au processus de création d'un réseau de ces nanoparticules d'argile et à l'influence des ions sur les caractéristiques du réseau final.

Sur quelle collaboration vous appuyez-vous ?

La collaboration PHENIX-LCMCP permet de mettre ensemble une caractérisation structurale du réseau d'argile formé (par des techniques de diffusion des rayons X résolus en temps réel à l'aide des dispositifs microfluidique - expertise de PHENIX) et l'étude de la mobilité des ions dans ces réseaux (par la technique de PFG-NMR - expertise du LCMCP).

« Au-delà de moyens de recherche indispensables, l'IMat apporte une visibilité et un fructueux terrain d'échange interdisciplinaire ».

Entretien avec *Karim Benzerara*, de l'Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie, porteur de projet lauréat.



Projet : *Utilisation de carbonates amorphes produits par des bactéries pour la dépollution de radioisotopes d'alcalino-terreux.*

A quel axe de l'AAP avez-vous répondu ?

Notre projet s'inscrit dans l'axe *Environnement*. Il s'agit de faire progresser notre connaissance d'un processus qui permettrait la décontamination d'eaux polluées par des radionucléides.

Pourquoi développer une action de recherche dans cette direction ?

Des recherches antérieures ont permis d'identifier ce processus prometteur et original en regard des solutions actuelles. Au-delà des applications de remédiation, nous voyons un potentiel pour faire progresser notre connaissance fondamentale sur les interactions entre certaines bactéries et les radionucléides.

Quel est l'origine de votre projet ?

L'origine remonte au projet ERC Calcyan démarré en 2013 au cours duquel nous avons étudié des bactéries photosynthétiques (cyanobactéries) formant des carbonates de calcium intracellulaires. Nous étions motivés par des questions purement fondamentales visant à comprendre l'abondance et la diversité de ces bactéries sur Terre. Au cours d'un projet financé par le *LabEx MATISSE*, nous avons découvert

AAP : 2020 Projet postdoctoral

Axe thématique : Énergie, environnement et durabilité

Laboratoires coporteurs : Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris, Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie

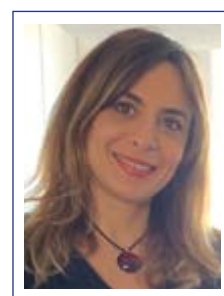
que certaines espèces prélevaient des alcalino-terreux lourds comme le strontium (Sr) et le baryum (Ba) préférentiellement au calcium (Ca) : c'était tout à fait original et probablement dû à une sorte d'« effet vital » propre à ces microorganismes.

Quel but à atteindre idéalement ?

La mise au point d'une approche couplant la RMN et la microscopie électronique en transmission pour identifier et quantifier la taille des réservoirs au sein des cellules bactériennes des alcalino-terreux. Un autre objectif serait de quantifier plusieurs paramètres clés pour évaluer les performances de piégeages des radionucléides par ces bactéries. Au-delà du champ de connaissance fondamentale, un grand champ d'application est la dépollution d'eaux contaminées par le radium et/ou l'isotope radioactif 90 du strontium.

« Notre projet transdisciplinaire est en phase avec l'esprit de l'IMat : allier la physicochimie et la biologie pour des applications en médecine ».

Entretien avec *Souhir Boujday*, du Laboratoire de Réactivité de Surface, porteuse de projet lauréat.



Projet : *Sensing and Profiling Extracellular Vesicles related to Neurodegenerative Diseases.*

Dans quel axe s'inscrit votre projet ?

Notre projet concerne principalement la *santé* puisqu'il porte sur les maladies neurodégénératives. Mais il est également *sociétal* vu l'importance que prennent aujourd'hui ces maladies et *industriel* du fait des retombées attendues.

Plus précisément, quel est votre projet ?

Nous étudions les vésicules extracellulaires : ce sont des médiateurs clés de la communication intercellulaire. Ils regorgent d'informations, de messages et de fonctions encore peu identifiés. Ils ont un potentiel diagnostique car ils peuvent refléter l'état de santé des cellules sécrétrices et ils ont également un potentiel thérapeutique. Ces objets sont au centre de la médecine de demain !

Quel est l'origine de votre projet et quel est son objectif ?

Dans notre équipe-projet *NanoBioSurf* au LRS, nos travaux de recherche s'appuient sur une approche moléculaire de la chimie de surface à l'interface solide/liquide, pour des applications biologiques. Notre projet est le fruit d'une collaboration récente débutée en 2018 : Christian Néri (IBPS) m'a alors contactée pour combiner nos compétences dans l'étude des vésicules extracellulaires.

AAP : 2020 Projet postdoctoral

Axe thématique : Santé, société, industrie

Laboratoires coporteurs : Laboratoire de Réactivité de Surface, Institut de biologie Paris-Seine

Notre objectif est d'abord de comprendre et d'explorer le rôle de ces vésicules dans les maladies neurodégénératives. Pour les différencier, les diagnostiquer et *in fine* explorer leur potentiel au sens large. Il y a des applications évidentes dans le traitement des maladies neurodégénératives mais les vésicules sont également très prometteuses pour le traitement du cancer.

En quoi la collaboration avec un autre laboratoire enrichie votre projet de recherche ?

Il s'agit d'un projet porté avec le Brain-C Lab (IBPS) qui apporte ses compétences en dynamiques de vieillissement cellulaire du cerveau. Nous sommes en collaboration avec l'équipe ChemBio de l'IPCMI spécialiste en chimie des protéines et chimie médicinale. Chacun des trois partenaires apporte des compétences à la fois différentes et complémentaires, indispensables à la conduite du projet.

Laboratoires et structures de l'Institut

L'Institut accueille toutes les structures de recherches scientifiques de l'Alliance Sorbonne Université dans le domaine de la science des matériaux. Des laboratoires clefs dans 5 disciplines sont listés ci-dessous.

Chimie

- **Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée (LCMCP)** – UMR 7574 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Laboratoire de Réactivité de Surface (LRS)** – UMR 7197 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Physicochimie des Électrolytes et Nanosystèmes Interfaciaux (PHENIX)** – UMR 8234 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Laboratoire Interface et Systèmes Electrochimiques (LISE)** – UMR 8235 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Institut Parisien de Chimie Moléculaire (IPCM)** – UMR 8232 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Sciences et Ingénierie de la Matière Molle (SIMM)** – UMR 7615 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **de la Molécule aux Nano-Objets : Réactivité, Interactions et Spectroscopies (MONARIS)** - UMR SU-CNRS 8233 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Laboratoire de Chimie Physique - Matière et Rayonnement (LCP-MR)** – UMR 7614 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Laboratoire de Chimie Théorique (LCT)** – UMR-7616 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université

Physique

- **Institut de Minéralogie et de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC)** – UMR 7590 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Institut des Nanosciences de Paris (INSP)** – UMR 7588 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Laboratoire de Physique et d'Étude des Matériaux (LPEM)** – UMR 8213 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée (LPTMC)** – UMR 7600 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université

+500
permanents

5
disciplines

Sciences de la terre

- **Institut de Minéralogie et de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC)** – UMR 7590 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Institut des Sciences de la Terre Paris (ISTeP)** – UMR 7193 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Milieus Environnementaux, Transferts et Interactions dans les Hydrosystèmes et les Sols (METIS)** – UMR 7619 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université

Patrimoine

- **Centre André Chastel (CAC)** – UMR 8150 – Faculté de Lettre - Sorbonne Université
- **Centre de Recherche sur la Conservation (CRC)** – USR 3224 – Muséum national d'Histoire naturelle
- **Laboratoire d'Archéologie Moléculaire et Structurale (LAMS)** – UMR 8220 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université

Ingénierie

- **Institut Jean Le Rond d'Alembert (∂ 'Alembert)** – UMR 7190 – Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
- **Laboratoire Biomécanique et Bioingénierie (BMBI)** – UMR CNRS 7338 – Université de Technologie de Compiègne
- **Laboratoire Génie enzymatique et cellulaire (GEC)** - UMR CNRS 7025 – Université de Technologie de Compiègne
- **Laboratoire Roberval** – FRE UTC-CNRS 2012 – Université de Technologie de Compiègne
- **Laboratoire Transformations Intégrées de la Matière Renouvelable (TIMR)** – EA 4297 – Université de Technologie de Compiègne

24
laboratoires

La liste des laboratoires est indicative : le périmètre de l'Institut concerne toute l'Alliance Sorbonne Université, le seul critère est la recherche en science des matériaux.

Administration et communication : Emmanuel Sautjeau
Mail : emmanuel.sautjeau@sorbonne-universite.fr
Site internet : <http://www.matisse.upmc.fr/fr/institut.html>