

Action 2IM : Financement stages Master 2 (2026) vague 1 – Projets financés

Dans le cadre l'action 2IM « Bourses de Stage Master 2 (2026) », et après évaluation par les bureaux, le comité de pilotage de l'institut intégratif des matériaux a décidé de soutenir les projets suivants :

Encadrant	Laboratoire
L. Bertrand	PPSM
G. Snoussi	LMPS
S. Lebrun	LCF
E. Paineau	LPS
H. Girard	NIMBE
H. Dammak	SPMS
E. Cassette	LUMIN

BERTRAND - Relations structure – propriétés de nouveaux matériaux de structure paléo-inspirés élaborés par procédé sol-gel

Le concept de « paléo-inspiration » propose de s'inspirer des propriétés de matériaux anciens pour développer de nouveaux matériaux. En milieu tempéré, les fibres textiles archéologiques fossilisent dans certaines conditions mal identifiées. Le PPSM a développé des méthodes analytiques pour étudier ces textiles. La minéralisation suit trois étapes : diffusion cationique, remplacement minéral et conservation pseudomorphe. En parallèle, le designer Émile de Visscher a expérimenté la production de matériaux en optimisant la condensation sol-gel sur des templates cellulotiques. Nous proposons donc un stage de M2 en partenariat entre le PPSM, le LMPS et le CRD visant à caractériser l'impact des conditions d'élaboration sur les propriétés des matériaux en identifiant les paramètres physico-chimiques clés et les corrélations procédé – propriétés. Ces travaux pourraient aboutir à une méthode douce de production d'objets par condensation sol-gel, sans cuisson à haute température.

SNOUSSI - Valorisation de poudres céramiques recyclées comme substituts du ciment pour la formulation d'un liant bas carbone

Le projet proposé vise à développer un liant hydraulique bas carbone à base de poudres céramiques recyclées. En effet, il s'agira de substituer partiellement le ciment Portland, ciment traditionnel à fort impact CO₂ par sa production, par des poudres céramiques recyclées. Le travail débutera par une caractérisation physico-chimique de ces poudres (granulométrie, DRX, BET-BJH) afin d'évaluer leur réactivité potentielle au sein d'un liant hydraulique. Dans un second temps, l'effet de leur substitution partielle au ciment sur l'ensemble des performances du matériau sera analysé, en étudiant successivement les propriétés à l'état frais (maniabilité, viscosité, temps de prise) et à l'état durci (résistances et modules mesurés à 3, 7, 28 et 90 jours). La cinétique d'hydratation sera étudiée par calorimétrie isotherme. La durabilité sera évaluée au travers de la porosité, de l'absorption d'eau, de la résistance aux cycles gel- dégel et du comportement hygrothermique. L'objectif final est ainsi de proposer une formulation de liant performante, durable et optimisée sur le plan environnemental.

LEBRUN - Nanofibres optiques de silice fonctionnalisées pour la réalisation de supercontinuum pour des applications en spectroscopie

La spectroscopie Raman, technique non invasive et sans marquage, permet d'identifier la composition chimique d'un échantillon avec une grande spécificité et une résolution sub-micrométrique. L'imagerie Raman spontanée est toutefois limitée par la faiblesse de ses signaux, nécessitant de longs temps d'acquisition. Les techniques d'amplification, notamment la diffusion Raman stimulée (SRS), offrent un gain considérable en intensité. La SRS repose sur l'interaction de deux lasers synchronisés et permet une amplification résonante du signal, mais son extension à de larges bandes spectrales requiert des systèmes laser coûteux. Le projet vise à remplacer ces systèmes par un supercontinuum (SC) généré dans une nanofibre optique (ONF), intrinsèquement

synchronisé avec la pompe. Les ONF offrent notamment une dispersion chromatique ajustable, via des dépôts de couches minces à sa surface. Le stage consistera à concevoir, fabriquer et revêtir des ONF, à caractériser différents régimes de dispersion, et à proposer de nouvelles sources SC compactes pour la microscopie Raman et la spectroscopie.

PAINEAU - Structure and swelling properties of boehmite nanoparticles by X-ray scattering techniques

The project concerns the structure and swelling properties of boehmite nanoparticles by small and wide-angle X-ray scattering techniques. Boehmite (γ - AlOOH) is an important raw material, widely studied due to its importance in alumina industry, including ceramics, catalysis, or treatment of Al-rich nuclear disposals. Boehmite can adopt different morphologies from plate-like to rod-like shapes, depending on synthesis conditions. Although the growth mechanisms of these objects are known, their microstructural and hydration properties remain largely unexplored, which seems rather surprising given the widespread use of boehmite dispersions in various industrial applications. The objective of this project is twofold, first by reinvestigating the structure of boehmite nanoparticles synthesized under mild conditions to then study the swelling properties of boehmite and of the structure of hydration water by X-ray scattering either starting from the dry state (using humidity cell chamber) or from dilute suspensions (using levitated droplets) in close collaboration with the SWING beamline.

GIRARD - Dégradation photocatalytique de PFAS en présence de nanodiamants hydrogénés

Les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) sont des molécules extrêmement persistantes et difficiles à dégrader, présentes de manière omniprésentes dans les eaux souterraines et les sols. Leur stabilité réside dans la robustesse des liaisons C-F, nécessitant des processus très énergétiques pour leur dégradation. La recherche de méthodes économes en énergie capables de dégrader ces polluants est donc primordiale. Dans ce cadre, les méthodes de dégradation photochimiques présentent des possibilités prometteuses. Ce stage a pour objectif de poursuivre des travaux préliminaires menés dans nos équipes, qui ont permis d'identifier la grande efficacité des nanodiamants hydrogénés pour la photodégradation de certains PFAS. Il s'agira (i) d'explorer et d'optimiser les performances de nanodiamants hydrogénés de différentes natures et d'étendre la méthode à d'autres molécules de la famille des PFAS et (ii) de cerner les mécanismes à l'origine du phénomène, notamment l'adsorption des molécules perfluorées à la surface des nanodiamants, étape clé dans le procédé de dégradation.

DAMMAK - Modélisation et simulation de l'effet électrocalorique dans les paraélectriques quantiques à températures cryogéniques (ELECTROQUANT)

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un projet visant à modéliser l'effet électrocalorique dans les paraélectriques quantiques, matériaux prometteurs pour le refroidissement solide à très basse température. L'étudiante développera un Hamiltonien effectif dérivé des premiers principes pour des matériaux riches en SrTiO_3 (BST), dans le but de décrire leur comportement polaire et thermodynamique en présence d'un champ électrique. Elle mettra en œuvre des simulations numériques avancées pour reproduire les observations expérimentales, en particulier la transition paraélectrique quantique/paraélectrique. Le stage constituera la première étape de sa thèse, centrée sur la prédiction quantitative de la réponse électrocalorique dans le régime cryogénique. Ce travail guidera la synthèse et la caractérisation expérimentales réalisées au laboratoire. Ces recherches contribuent au développement de technologies de réfrigération écologiques sans fluide frigorigène, pour des applications cryogéniques et quantiques.

CASSETTE - Enhanced Collective Emission Process in Films of organized CsPbBr₃ Nanocrystals

This Master 2 project aims to continue our investigation on the interactions between emitters in photo-active nanomaterials synthesized by colloidal synthesis. More precisely, the goal is to study the collective photoemission properties of superlattices composed of ordered halide perovskite nanocrystals. The student will measure the time-resolved photoluminescence of films of self-assembled nanostructures under various excitation fluences, from room- to cryogenic temperature. In particular, using a picosecond streak camera, the amplified spontaneous emission

(ASE), which measures the optical gain of a material via stimulated emission (cascade effect, first step toward lasing) will be scrutinized. Intrinsic limiting process such as nonradiative Auger recombination will be characterized. Biexciton binding energy, ASE threshold and exciton delocalization length will be determined. In addition, internal superradiance (iSR) effects (giant oscillator strength) will be observed and quantified at low temperature. Finally, the student will work on making ordered assemblies of nanocrystals, allowing a control over the orientation of the lowest energy transition dipole. This will be a first step toward achieving superradiance between emitter (eSR), resulting from the coherent emission of dipoles (dipole-dipole coupling).