GEMaC
Groupe d'Étude
de la Matière Condensée

PRÉSENTATION DU GEMAC

La mission principale du GEMaC est d'entreprendre des recherches fondamentales avec des perspectives d'applications, dans les domaines de la physique et de la science des matériaux, afin de répondre aux grands enjeux sociétaux dans les domaines suivants :

- le stockage et le traitement d'information du futur
- les énergies vertes et l'optoélectronique à haut rendement
- l'électronique de puissance.

Notre recherche

Afin de répondre à ces enjeux, l'ensemble du laboratoire partage une expertise en physique de la matière condensée et en sciences des matériaux, à laquelle s'ajoutent des expertises plus spécialisées propres à chaque équipe.

Ainsi, nous nous appuyons sur un socle de compétences en synthèse de matériaux, caractérisation avancée, étude des propriétés physiques (structurales, optique, magnétisme, transport électrique, plasmonique, transitions de phase) ainsi qu'en modélisation et description théorique, auxquelles s'ajoute un aspect développement instrumental.

Nous réalisons et étudions notamment des nanostructures (structures dont les dimensions sont de l'ordre du nanomètre dans au moins une des trois directions de l' espace), hétérostructures (nanostructures composées de plusieurs matériaux), et prototypes de dispositifs et composants élémentaires pour l'électronique, l' optoélectronique, l'information quantique.

Enfin, nous menons des expériences de physique fondamentale mettant en jeu des systèmes de la matière condensée, dans des domaines tels que l'interaction lumière-matière, la plasmonique, les effets multicorps, les transitions de phase…

Les matériaux et phénomènes que nous étudions

Les activités de recherche du GEMaC sont basées sur plusieurs types de matériaux et structures semi-conductrices, notamment les semi-conducteurs à grand gap, les matériaux moléculaires commutables et les oxydes magnétiques multifonctionnels, le plus souvent à des dimensions nanométriques.

Les expériences que nous menons et les phénomènes que nous étudions touchent une large variété de problématiques au sein de nos thématiques de recherche :

- Traitement et stockage de l'information :

Il s'agit d'aller au-delà de l'électronique classique basée sur silicium et compléter des « fonctions » inexistantes dans les semi-conducteurs classiques. Un des enjeux est de pouvoir traiter de plus gros volumes d'information et cela beaucoup plus rapidement et plus efficacement. Dans ce domaine, nous nous intéressons, entre autres, aux oxydes complexes multifonctionnels qui permettent de combiner plusieurs propriétés physiques dans un seul matériau. Nous développons des semi-conducteurs magnétiques à base de grenats et de solution solide ilménite-hématite et étudions des pérovskites qui possèdent une large panoplie de propriétés couplées, car le contrôle conjugué de propriétés de matériaux (par exemple, du magnétisme par un champ électrique ou la lumière) est important pour diminuer la consommation énergétique des composants électroniques. Un autre aspect de l'électronique moderne – la diminution de taille de mémoires non-

volatiles – est également à l'étude au laboratoire (par exemple, des mémoires à base de matériaux moléculaires commutables).

Dans les domaines de l'information quantique et la nanophotonique, nous examinons les propriétés classiques et quantiques de nanocristaux CdSe/CdS (à l'échelle de l'objet individuel ou assemblées en agrégats), ainsi que les centres colorés dans des nanostructures de semiconducteurs à grand gap.

Nous étudions également les propriétés du nitrure de bore hexagonal (hBN), matériau qui s'est révélé un matériau stratégique dans la famille des nouveaux semi-conducteurs 2D. Utilisé comme substrat et isolant d'encapsulation, il permet d'obtenir les meilleures performances des composants basés sur le graphène ou d'autres matériaux bidimensionnels (par exemple MoS2), pour des applications dans le transport ou l' émission efficace de lumière.

» Énergie verte :

Les cellules solaires connaissent un nouveau développement par le biais d'une nouvelle famille de matériaux très bas coût, ce sont les pérovskites hybrides qui permettent de réaliser des dispositifs photovoltaïques à rendement intéressant. Nous étudions la dynamique temporelle des mécanismes de recombinaisons radiatives dans ces matériaux. Les pérovskites hybrides ainsi que d'autres matériaux moléculaires sont aussi étudiés pour réaliser des sources lumineuses de prochaine génération.

Les semi-conducteur II-VI présentent une grande variété de matériaux dont les grands gaps ZnO et ZnS qui sont étudiés sous forme de nano-objets et de nanostructures complexes pour leurs très grandes qualités radiatives permettant de prévoir la réalisation de sources blanches à LED pour l'éclairage domestique.

» Électronique de puissance :

Les forts champs de claquage et la bonne conduction thermique du diamant en font un matériau de choix pour fabriquer des composants pour l'électronique de puissance, dans ce sens nous travaillons à la mise au point du dopage de type n dans le diamant.

Un autre semi-conducteur à grande bande interdite, plus récent, est en train de se développer : l'oxyde de gallium (Ga2O3) sur lequel les efforts de contrôle du dopage sont en cours de développement.

Pour plus d'information, consulter les pages recherche.

Nos Collaborations

Notre laboratoire tire profit d’un vaste réseau de collaborations :
– tout d’abord locales : de nombreuses passerelles existent entre les différentes équipes du GEMaC, qui donnent lieu à des projets inter-équipes. Au sein de l’UVSQ, le GEMaC collabore avec l’ILV (institut Lavoisier Versailles).
– Ensuite régionales : le GEMaC entretient de nombreuses collaborations avec des laboratoires de l’université Paris-Saclay et d’autres laboratoires franciliens. Ainsi, nous assurons le pilotage du flagship AXION du labex NanoSaclay, qui regroupe huit équipes franciliennes.
– À l’échelle nationale, nous collaborons avec des laboratoires de communautés variées (semi-conducteurs, magnétisme, optique…)
– Enfin, notre laboratoire développe également des collaborations internationales. Ainsi, nous sommes impliqués dans le laboratoire international associé (LIA) IM-LED France-Japon, lancé en 2017. Nous avons également rejoint, en 2018, le Flaship européen sur le graphène.