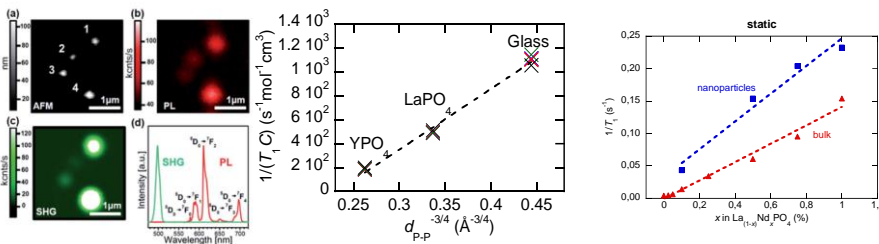


Proposition de stage 2020/21

	Analyse du dopage paramagnétique dans des nanoparticules diamagnétiques par relaxation RMN
Lieu :	Laboratoire PMC - École polytechnique, Route de Saclay – 91120 Palaiseau
Responsables :	Sébastien Maron ; Thierry Gacoin
e-mail / téléphone :	sebastien.maron@polytechnique.edu, 01 69 33 46 66 ; thierry.gacoin@polytechnique.edu, 01 69 33 46 56
Page internet du groupe	https://pmc.polytechnique.fr/spip.php?article108
Techniques utilisées / compétences développées :	élaboration de nanoparticules, RMN du solide, études structurales (RX, MET, MEB)
Profil du candidat :	Intérêt pour la science des matériaux. L'étudiant sera formé aux différentes techniques utilisées. Goût pour le travail expérimental. Expériences ou connaissances en RMN du solide (et plus particulièrement en relaxation) bienvenues mais non obligatoires.
Stage rémunéré - Possibilité de poursuivre en thèse :	oui

Une très grande majorité de matériaux fonctionnels présente des propriétés physiques (optiques, magnétiques, de transport...) dont l'origine provient de la présence d'éléments dopants. Présents souvent en faibles quantités, leur caractérisation précise en terme de répartition spatiale est une difficulté majeure en sciences des matériaux et la mise au point de techniques expérimentales adaptées est un sujet important. Sur cette thématique, le laboratoire travaille depuis quelques années à l'utilisation de la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) du solide, notamment en cherchant à utiliser des effets de relaxation induits par des dopants paramagnétiques.^{1, 2} Au-delà de l'aspect méthodologique, ce sujet est traité en rapport avec nos activités dans le domaine des nanoparticules luminescentes, dont les propriétés résultent de l'insertion de terres rares dans la matrice cristalline. Ces particules présentent un grand intérêt dans le domaine des sondes pour la biologie, en microfluidique ou pour des dispositifs d'éclairage ou d'affichage.



À gauche, application en biologie de nanoparticules dopées, ici de $\text{LaPO}_4:\text{Eu@KTP}$ (voir le dossier bibliographique). Au centre, loi liant la concentration C en dopant, la distance moyenne entre phosphores d_{P-P} (caractéristique d'un matériau) et le temps de relaxation longitudinal T_1 de ^{31}P . À droite, évolution du taux de relaxation en fonction du taux de dopage x pour la même phase de LaPO_4 , selon qu'il soit nanoparticulaire (carrés bleus) ou massif (triangles rouges).

Précédemment, nous avons montré que, quel que soit le matériau -massif, cristallin ou amorphe, la vitesse de relaxation longitudinale $1/T_1$ étant linéaire avec le taux de dopage, il existe une loi liant la concentration C en dopant, T_1 et la distance moyenne entre chaque noyau sondé par RMN, dans notre cas ^{31}P , d_{P-P} , caractéristique de chaque matériau.

Après avoir mis au point cette loi sur des matériaux massifs, nous l'avons mise en œuvre sur des nanoparticules de LaPO_4 en phase monazite.³ Nous souhaitons désormais comprendre pourquoi il existe des différences de T_1 selon la forme du matériau. Le stage se déroulera de la manière suivante, de manière concomitante :

- approfondissement de la RMN et de la relaxation ;
- synthèse de nanoparticules de LaPO_4 très faiblement dopées par différentes voies ;
- caractérisation par diffraction des RX, ATD/ATG, microscopie... de ces nanoparticules ;
- mesures de relaxation RMN.

Références : [1] Maron, S. et coll. DOI : 10.1039/C4CP02628D – [2] Maron, S. et coll. DOI : 10.1039/C7CP00451F –

[3] Rapport de stage de P. Castellani (2019)