



FICHE PROJET EUROPEEN			
ACRONYME : SQUID HT			
NOM COMPLET DU PROJET	Normandie Recherche 2024 - Plateforme - Magnétomètre SQUID HT		
NUMERO DE CONVENTION	00156991		
DATE DE DEBUT	01/10/2024		
DATE DE FIN	30/09/2026		
COORDINATEURS	Jean JURASZEK		
Etablissement(s)	Laboratoire(s)	Responsable(s)	Partenaire(s)
URN	GPM MICROSCOPIE	Etienne TALBOT	
CONTACT	<a href="mailto:etienne.talbot@univ-rouen.fr">etienne.talbot@univ-rouen.fr</a>		
SITE INTERNET DU LABORATOIRE ET PROJET			
DESCRIPTION DU PROJET			
RESUME	Achat d'équipement (Magnétomètre SQUID HT) pour la plateforme GPM Microscopie de l'Université de Rouen Normandie		
OBJECTIFS	<p>Le magnétométrie SQUID du laboratoire GPM, acquis il y a 25 ans, est exploité par des chercheurs du GPM pour caractériser les propriétés magnétiques de matériaux massifs et de nanomatériaux sous forme de nanoparticules, couches minces et multicouches. L'appareil permet jusqu'à présent la mesure de l'aimantation d'un matériau en fonction de la température (de 2 K à 400 K) et d'un champ magnétique appliqué (jusqu'à 5 T). Les performances du magnétomètre actuel du laboratoire, ne sont plus adaptées aux exigences et aux enjeux des projets en cours et à venir. Cet appareil, proche de l'obsolescence, est devenu difficile à maintenir en raison de l'indisponibilité des pièces de rechange. Ainsi l'opération vise à le renouveler afin de pouvoir bénéficier d'un instrument aux performances accrues en termes de sensibilité (facteur 10), de champ magnétique appliqué (jusqu'à 7 T), de gammes de température (jusqu'à 1000 K), et de rapidité de mesure (option VSM). Elle permettra donc de maintenir les instruments du parc instrumental du GPM au meilleur niveau, de conforter les compétences reconnues du laboratoire dans la caractérisation magnétique des matériaux et nanomatériaux et de permettre aux chercheurs de continuer à mener des recherches de haut-niveau.</p>		
Caractère innovant de l'opération :	<p>La plateforme « GPM microscopie » offre un panel d'instruments de premier rang pour caractériser la structure des matériaux depuis l'échelle macroscopique jusqu'à l'échelle atomique, en lien avec leurs propriétés physiques et notamment magnétiques.</p> <p>Le magnétomètre SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) est l'instrument le plus précis pour la mesure du moment magnétique, un paramètre fondamental pour appréhender les propriétés magnétiques des matériaux. Doté d'une sensibilité extrême et d'un bruit intrinsèque minime, cet instrument peut détecter avec une précision remarquable les plus infimes variations de champ magnétique. Cette capacité ouvre la voie à l'analyse de matériaux présentant des signaux magnétiques très faibles, tels que les nanostructures sous forme de nanoparticules ou de couches minces.</p> <p>Les magnétomètres SQUID reposent sur des matériaux supraconducteurs pour la détection, nécessitant ainsi un refroidissement à des températures cryogéniques proches du zéro absolu. Ils sont aussi équipés d'un aimant supraconducteur refroidi à l'hélium liquide, capable de générer des champs magnétiques atteignant plusieurs Teslas. Les modèles les plus récents</p>		

	<p>sont également munis d'un système de recyclage de l'hélium liquide, réduisant ainsi considérablement les coûts de fonctionnement et résolvant les problèmes d'approvisionnement en ce fluide cryogénique.</p> <p>Cet instrument se complète parfaitement avec la spectroscopie Mössbauer du <math>^{57}\text{Fe}</math> dont le laboratoire dispose du plus grand parc instrumental national. Cette technique fournit des informations sur le magnétisme à l'échelle locale pour des matériaux limités aux composés contenant l'élément fer. Récemment, le laboratoire a acquis un cryostat équipé d'un aimant supraconducteur pour des mesures Mössbauer sous champ magnétique appliqué de 7 T (Projet RIN Recherche TEMPO).</p> <p>Les caractéristiques novatrices de l'instrument que nous envisageons d'acquérir comprennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un champ maximal jusqu'à 7 T, permettant l'étude de matériaux à forte coercivité tels que les aimants permanents, essentiels dans de nombreuses applications technologiques allant de l'électronique de puissance au stockage de l'information, la production d'énergie électrique renouvelable ou encore le recyclage des aimants.</li> <li>- Une plage de température allant jusqu'à 1000 K, facilitant l'étude des transitions magnétiques et la mesure des températures critiques au-delà de 400 K. L'étude des transitions magnétiques à haute température peut aider à identifier de nouveaux matériaux avec des propriétés magnétiques intéressantes. Ces matériaux pourraient avoir des applications potentielles dans divers domaines, de l'électronique à la spintronique, en passant par l'énergie.</li> <li>- Un mode VSM (Vibrating Sample Magnetometry) qui permet d'obtenir des cycles d'aimantation plus rapidement, ouvrant notamment la voie à des mesures plus précises de l'effet magnétocalorique. Les matériaux magnétocaloriques peuvent être utilisés dans des applications de réfrigération magnétique, où l'effet magnétocalorique est exploité pour refroidir un environnement en absorbant de la chaleur. Ces propriétés revêtent une importance capitale pour le développement de nouveaux matériaux et technologies de refroidissement plus efficaces et respectueux de l'environnement.</li> </ul>
<p><b>RESULTATS</b></p>	<p>L'acquisition d'un magnétomètre SQUID de dernière génération aura un impact direct sur plusieurs activités de recherches du laboratoire GPM en améliorant la résolution des analyses et en ouvrant la voie à la caractérisation de nouveaux types de matériaux présentant des transitions magnétiques à haute température. Il bénéficiera notamment aux études en lien avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les matériaux pour l'énergie : matériaux couplant magnétisme et thermoélectricité (projets LABEX EMC3 SPINTEP, ANR ThermoDFT), matériaux magnétocaloriques, aimants permanents,...)</li> <li>- le développement durable : recyclage des terres rares dans les aimants permanents (Projet de prématuration CNRS, CARNOT)</li> <li>- les matériaux et nanostructures pour la spintronique (oxydes magnétiques fonctionnels, matériaux multiferroïques, semi-conducteurs magnétiques dilués,...)</li> </ul> <p>Il permettra également d'initier de nouvelles collaborations académiques ou industrielles tout en confortant les collaborations existantes en lien avec l'instrument sur le territoire normand, notamment avec le laboratoire CRISMAT de Caen (matériaux thermoélectriques, oxydes fonctionnels) via la fédération de recherche CNRS IRMA. Au plan national et international, des collaborations pourront être développées au sein du Réseau Francophone de Magnétométrie, branche francophone du réseau européen European Magnetometry Network. Le magnétomètre SQUID sera également dédié à la formation des doctorants et postdoctorants mais également ponctuellement aux étudiants de licence (L3 Physique-Chimie et L3 sciences des matériaux) et de master (Scémad) de l'Université de Rouen Normandie (UFR sciences et techniques) dans le cadre de stages et de travaux pratiques R&amp;D.</p>
<p><b>MODALITES DE FINANCEMENT</b></p>	<p>BUDGET TOTAL : 950 000€</p>
<p>Niveau de soutien FEDER / FSE / FAEDER</p>	<p>570 000€</p>
<p>Niveau de soutien Région</p>	<p>380 000€</p>



RÉGION  
**NORMANDIE**



UNION EUROPEENNE

*Niveau de Soutien  
Etat-CPER2021/2027*

***L'Europe s'engage en  
Normandie avec le  
Fonds Européen de  
Développement  
Régional***

