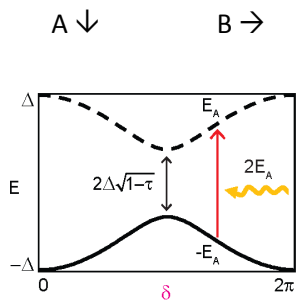




## Spectroscopie de paires de Cooper localisées à un contact atomique entre deux supraconducteurs

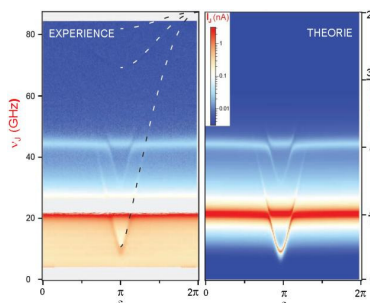
Çaglar Girit, caglar.girit@cea.fr. Hugues Pothier, hugues.pothier@cea.fr. Daniel Estève, daniel.esteve@cea.fr. Cristian Urbina., christian.urbina@cea.fr. Groupe Quantronique, T : 01.69.08.55.29

Le spectre d'énergie d'un supraconducteur massif isolé présente un gap  $2\Delta$  autour de l'énergie de Fermi. Ce gap représente l'énergie minimale pour exciter une paire de Cooper. Pour un lien faible entre deux supraconducteurs, où la phase supraconductrice peut facilement être tordue, le spectre est localement modifié, avec notamment l'apparition de doublets d'états dans le gap. Ces états, appelés états d'Andreev, ont des énergies  $\pm E_A$  qui dépendent de la différence de phase  $\delta$  entre les électrodes supraconductrices et de la probabilité de transmission  $\tau$  des électrons (Fig. A). Comme l'énergie des états d'Andreev est inférieure au gap  $\Delta$ , ils ne peuvent pas se propager dans les supraconducteurs massifs et sont localisés au niveau du lien faible. L'état d'énergie  $-E_A$  correspond donc à une paire de Cooper localisée dans son état fondamental. L'excitation de



A. Spectre d'une paire d'Andreev localisée entre deux supraconducteurs en fonction de la différence de phase. B. Spectre d'un contact atomique comprenant trois paires d'Andreev. Les mesures (à gauche) sont en très bon accord avec les prédictions théoriques (à droite). Les lignes pointillées indiquent les positions attendues pour les transitions d'Andreev. Les lignes horizontales correspondent à des excitations d'un mode harmonique du circuit bien identifié. Des hybridations apparaissent entre le mode harmonique et les transitions d'Andreev.

plus faible énergie est une excitation de cette paire de Cooper vers l'état d'énergie  $+E_A$ . La dépendance en phase de l'état fondamental est responsable du supercourant à l'équilibre : c'est l'effet Josephson, qu'a décrit Brian Josephson il y a 50 ans dans le cas de jonctions tunnel. Nos expériences révèlent l'existence de l'état excité par des mesures de spectroscopie sur des contacts atomiques supraconducteurs (Fig. B). Les contacts atomiques, dans lesquels un seul atome fait le contact entre deux électrodes, ici supraconductrices, constituent le lien faible le plus simple qu'on puisse imaginer, avec seulement quelques états d'Andreev mis en jeu. Cette expérience démontre l'existence d'un degré de liberté interne dans les jonctions Josephson, qui pourrait être utilisé comme ressource pour l'information quantique si sa cohérence quantique s'avère assez bonne.

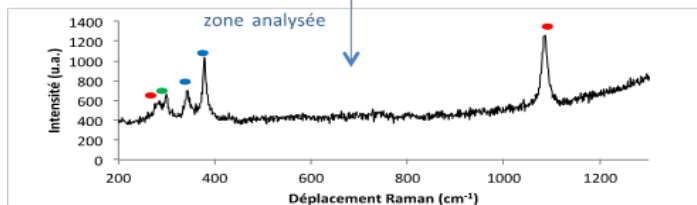
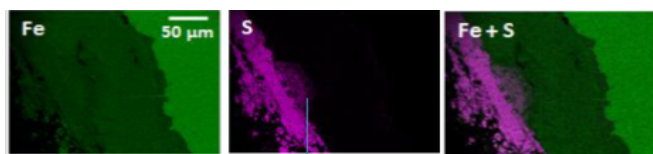


## Origine de la formation des phases sulfurées lors de la corrosion anoxique du fer ?

Florence Mercier-Bion, T : 01.69.08/47.01, florence.mercier@cea.fr. Delphine Neff, T : /33.40, delphine.neff@cea.fr. Philippe Dillmann, T : /14.69, philippe.dillmann@cea.fr

Dans le cadre des études sur la durabilité à très long terme du surconteneur en acier confinant les déchets nucléaires en milieu géologique profond, le LAPA s'intéresse depuis plusieurs années à des analogues ferreux, dont des objets archéologiques corrodés dans des sols anoxiques (site de Glinet, Seine-Maritime, 16<sup>ème</sup> siècle ; sites archéologiques danois) et de milieux subaquatiques (épave d'un chaland romain datant du 1<sup>er</sup> siècle ap. JC). Le laboratoire ajoute une corde supplémentaire à son arc en s'intéressant à la biocorrosion du fer et notamment aux mécanismes de formation des produits sulfurés retrouvés dans les couches de produits de corrosion des objets archéologiques. Ces sulfures de fer accélèrent et/ou inhibent la corrosion et peuvent avoir différentes origines : inorga-

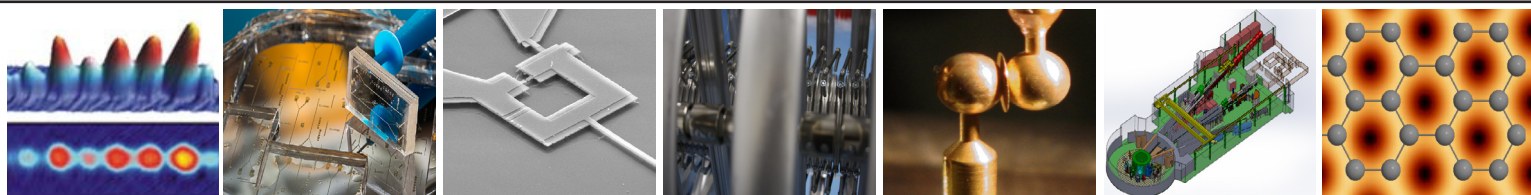
nique, bactérienne ou les deux. Malgré une littérature abondante dans le domaine de la corrosion en milieu pétrolier, on ne sait pas prédire comment se forment ces espèces chimiques à partir du milieu naturel. L'analyse physico-chimique de surface



Sidérite ( $\text{FeCO}_3$ ) Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) Mackinawite ( $\text{FeS}_{1-x}$ ) cristalline

Caractérisation des sulfures de fer dans les produits de corrosion, échantillon Arles Rhône 3, 1<sup>er</sup> siècle après JC, cartographies MEB-EDS et exemple de spectre Raman situé dans la zone riche en soufre, montrant la présence de sulfures (pyrite, mackinawite) avec de la sidérite imbriquée.

par microspectroscopie Raman et MEB-EDS permet d'obtenir la nature cristalline et la répartition de ces sulfures de fer dans les couches de produits de corrosion. L'originalité du laboratoire est de mesurer l'isotopie du soufre à l'échelle micrométrique voire nanométrique (ToF-SIMS, SIMS, nanoSIMS) dans les sulfures de fer répartis dans les couches de produits de corrosion. Il ressort que les sulfures de fer étudiés présentent une carence en soufre  $^{34}\text{S}$ , ce qui signerait plutôt une origine bactérienne.





Après un Master 2 à l'Université d'Etat de Moscou de Lomossonov, Vera Pukhkaya termine actuellement sa thèse au Laboratoire des Solides Irradiés sous la direction de Nadège Ollier.

Vera Pukhkaya, vera.pukhkaya@polytechnique.edu  
Nadège Ollier, T : 01.69.33.45.18, nadege.ollier@polytechnique.edu

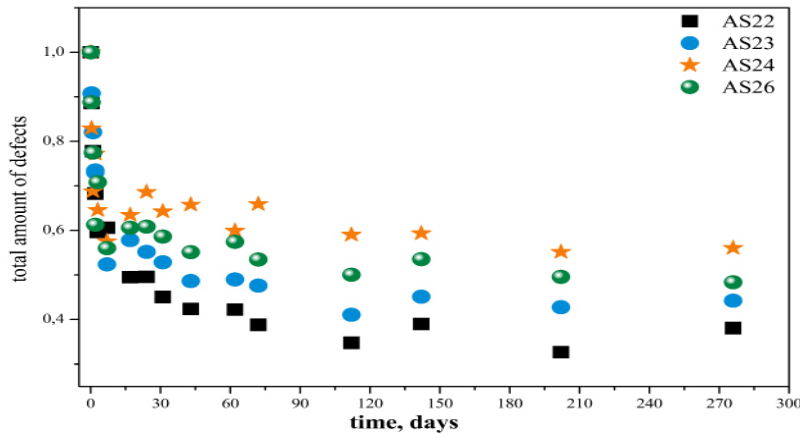
### Evolution sous irradiation de verres dopés Yb : le rôle des clusters d'Yb.

Les verres dopés Yb sont intéressants pour des applications dans le domaine de l'optique (laser solide, amplificateur de puissance...) notamment sous forme de fibres. L'utilisation future de fibres actives pour le spatial nécessite toutefois de bien maîtriser l'évolution de leurs propriétés en environnement radiatif.

Ma thèse porte sur l'impact de l'environnement local de la terre rare (Yb, Er) sur l'évolution de ses propriétés de luminescence sous irradiation ionisante dans des verres de phosphates et d'aluminosilicates. En particulier, nous avons étudié, en collaboration avec P. Goldner et A. Ferrier (ENSCP), le rôle des clusters d'Yb dans des verres d'aluminosilicates comprenant des teneurs variables en clusters. Il s'avère que l'environnement de l'ytterbium joue sur la nature et le nombre de défauts ponctuels produits lors de

l'irradiation : augmentation des centres à trous de type radicaux peroxydes et AIOHC (Aluminum Oxygen Hole Center). Par ailleurs la recombinaison des défauts ponctuels post-irradiation (diffusion des électrons) est fortement ralentie par la présence de ces clusters (Figure). Sous irradiation, la diminution de la durée

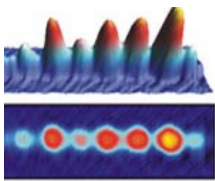
de vie du niveau  $^2F_{5/2}$  d' $Yb^{3+}$  semble reliée à la formation des radicaux peroxydes. Enfin, la quantité de clusters d'Yb influe sur la variation de cette durée de vie de l'état excité. Cette diminution est également observée sur une période post-irradiation plus longue pour les verres comportant beaucoup de clusters, ceci peut s'expliquer par un piégeage massif et stable des charges par les clusters limitant les processus de recombinaison.



Evolution du nombre total de défauts paramagnétiques à g=2 en fonction du temps pour différents verres d'aluminosilicates dopés avec 5% d' $Yb^{2+}$  irradiés à  $10^5$  Gy. La teneur en cluster d'Yb varie suivant AS22<AS23<AS24<AS26....

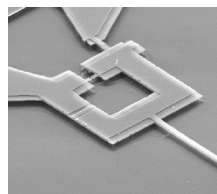
## La vie des labos

Nouveau bandeau photos pour ce numéro de rentrée de Brèves



CIMAP

Image AFM de structures nanométriques créées par des ions rapides, en incidence rasante



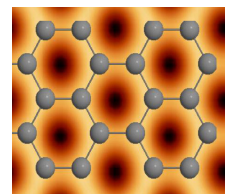
SPEC

Image MEB d'un circuit permettant l'étude de l'électronique-quantique



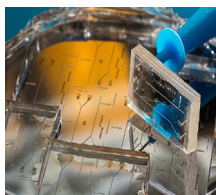
SPAM

Double cavité utilisée pour l'étude des opacités spectrales de la matière chaude et dense



SPCSI

Modélisation d'une image de microscopie tunnel d'un plan de graphène sondé par une pointe de cuivre



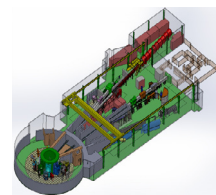
SIS2M

Appareil de micro fabrication pour les puces de microfluidique



LSI

Photo de l'accélérateur d'électrons SIRIUS



LLB

Représentation du hall des guides et des moyens expérimentaux du LLB

Après onze années avec le même bandeau (depuis le n°122, oct. 2012), et quelques jours de retard sur la sortie de ce numéro, Brèves remet en image l'activité de chaque service (page recto). **Merci aux services pour leur photo !**