

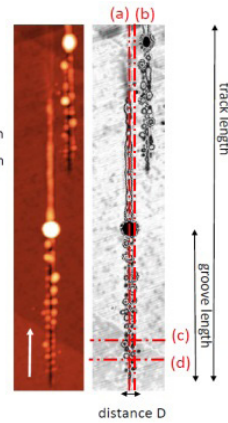
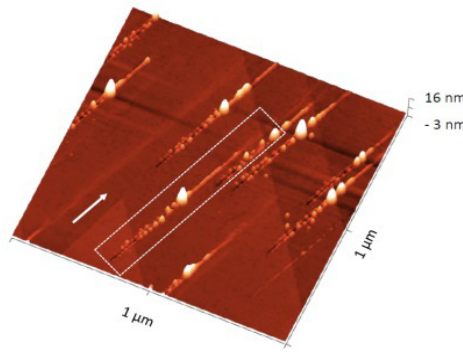


## Interaction des ions lourds rapides avec $\text{CaF}_2$ : rainure et buttes dans une trace unique

Henning Lebius : tél : 02.31.45.49.44, [henning.lebius@ganil.fr](mailto:henning.lebius@ganil.fr)

La formation de nanostructures de surface à la suite de l'impact d'un ion unique reste un phénomène fascinant. Il se produit autant avec les ions rapides qu'avec des ions lents multichargés. Lorsque l'ion rentre dans la cible en incidence normale, les défauts sont créés dans le volume du matériau avec un unique défaut surfacique au point d'impact. Lorsque l'ion rentre en incidence rasante (de  $0.3^\circ$  à  $3^\circ$ ), son cheminement dans l'épaisseur juste sous la surface conduit à la création de multiples défauts surfaciques organisés selon diverses structures, qui sont fonction du matériau et de la répartition spatiale de la densité électronique dans celui-ci. Il peut s'agir de rainures dans les matériaux épais, ou de coupures et pliages dans des matériaux 2-D. Le  $\text{CaF}_2$ , irradié à  $1,3^\circ$  avec des ions Pb de 100 MeV présente une structure très particulière et inédite. La trace, dont la longueur dé-

pend de l'angle d'incidence, comporte trois sous-structures observées par microscopie à force atomique (AFM, figure) : d'abord une rainure bordée de nano-buttes régulièrement espacées, puis une bosse haute de 14 nm de haut et enfin



Traces créées par des ions Pb de 100 MeV sur une surface de  $\text{CaF}_2$  irradiée à un angle d'incidence de  $1.3^\circ$  et analysées par AFM à haute résolution spatiale. Les flèches blanches indiquent la direction des ions incidents. L'image de droite montre plus en détail la trace repérée par des pointillés sur celle de gauche. Les pointillés rouges sur l'image en gris indiquent les profils le long desquels les hauteurs des différentes excroissances ont été mesurées. La longueur totale de la trace est de 700 nm et la hauteur de l'excroissance la plus importante est de 14 nm.

une butte unique longue de 100 nm et dont la hauteur décroît à mesure que l'ion s'enfonce dans le matériau. La comparaison des données expérimentales obtenues à différents angles, toujours à incidence rasante, avec les calculs issus du modèle 3-D de la pointe thermique a permis de relier la structure de la trace à des phénomènes de sublimation (rainure et nano-buttes) et de fusion (butte continue) du  $\text{CaF}_2$ . Ce travail, effectué dans le cadre du projet ANR international SIIISU (TU Vienne, CIMAP), se poursuit par l'étude et la compréhension des effets des ions lents et des ions rapides dans divers matériaux, notamment ceux utilisés en optoélectronique.

nanosciences & innovation



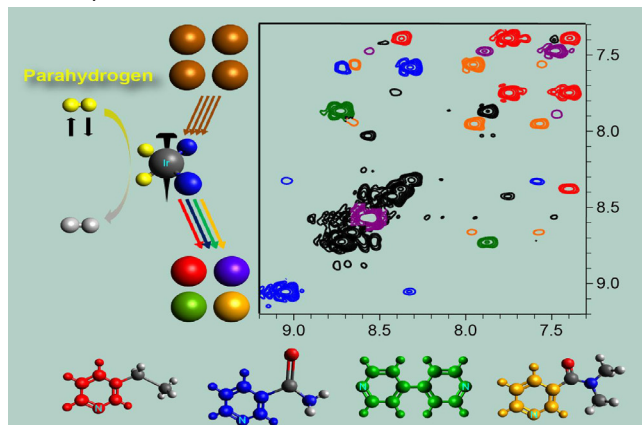
## Amélioration de la sensibilité de la RMN par l'utilisation d'impulsions de gradients de champ magnétique : analyse rapide des environnements chimiques

Gaspard Huber : tél : 01.69.08 /64.82, [gaspard.huber@cea.fr](mailto:gaspard.huber@cea.fr) . Patrick Berthault : tél : 01.69.08 /42.45, [patrick.berthault@cea.fr](mailto:patrick.berthault@cea.fr)

Une des activités phares du LSDRM consiste à pallier le manque de sensibilité de la résonance magnétique par la création et l'utilisation d'espèces sondes hyperpolarisées, donnant accès à une spectroscopie et une imagerie de grande sensibilité. Que ce soit pour les gaz rares où la polarisation nucléaire est boostée optiquement ou pour les molécules ayant réagi avec du parahydrogène - deux spécialités du LSDRM - les espèces créées sont

qui nécessiterait de nombreuses étapes séquentielles d'excitation des noyaux et d'acquisition des spectres. Cette approche permet par exemple en RMN du xénon de sonder en une seule acquisition tous les environnements en échange chimique, et en RMN du proton (figure) d'obtenir toute l'information structurale de composés ou de mélanges de composés à concentration sub-millimolaire, en moins d'une seconde !

hors équilibre et il convient de profiter le plus rapidement possible de leur hyperpolarisation transitoire. Pour cela, des expériences basées sur un encodage spatiotemporel ont été conçues. Dans ces expériences, l'information spectrale est encodée selon une dimension spatiale par l'utilisation d'impulsions de gradients de champ magnétique : chaque région de l'échantillon subit une séquence radiofréquence différente. Ainsi quand la sensibilité le permet, on récupère après reconstruction l'équivalent d'une expérience classique à deux dimensions



Spectre COSY (COhérence Spectroscopy) 2D  $^1\text{H}$  d'un mélange de 5 composés à 0.5 mM chaque, obtenu en moins d'une seconde grâce à l'hyperpolarisation par parahydrogène et encodage spatio-temporel (coll. J.-N. Dumez, ICSN). En abscisse et en ordonnée, le déplacement chimique du proton (en ppm). La réaction avec le parahydrogène (jaune) rend détectables des molécules (rouge, bleu, vert, orange) qui avant réaction ne l'étaient pas (marron).

