

# Tuning high-tech pour le microscope à force atomique

Une technologie innovatrice, un bon réseau et un habile recrutement de personnel, tels sont les ingrédients du succès d'un transfert de technologie. Ceci s'applique aussi à l'instrument, développé par l'Empa et perfectionné par la firme NanoScan, qui «palpe» avec la plus haute précision les propriétés physiques des matériaux. Récemment le premier de ces instruments high-tech a été vendu à une université espagnole.

TEXTE: Martina Peter / PHOTOS: Ruedi Keller, Empa



Ce nouvel instrument nous permet de mesurer localement et avec fiabilité différentes propriétés des matériaux telles que leur topographie, les champs magnétiques et électriques ainsi que leur réponse piézoélectrique», explique Joef Hug, le chef du laboratoire «Nanoscale Materials Science» de l'Empa et fondateur de la firme NanoScan AG, une spin-off issue de son ancien groupe de travail à l'Université de Bâle.

Hug considère que le développement des disques durs magnétiques du futur pourrait être un domaine d'application prometteur pour cet appareil. «Pour cela, il faut créer avec une précision extrême à la surface du support de stockage de minuscules îlots magnétiques dont la magnétisation puisse être inversée dans un domaine de champ magnétique très étroit lors du processus de stockage.» Et c'est précisément cela dont est capable ce nouvel instrument performant dénommé PPMS-AFM qui réunit un microscope à force atomique (ou AFM pour Atomic Force Microscope) et un appareil de mesure des propriétés physiques macroscopiques dénommé PPMS (Physical Properties Measurement System).

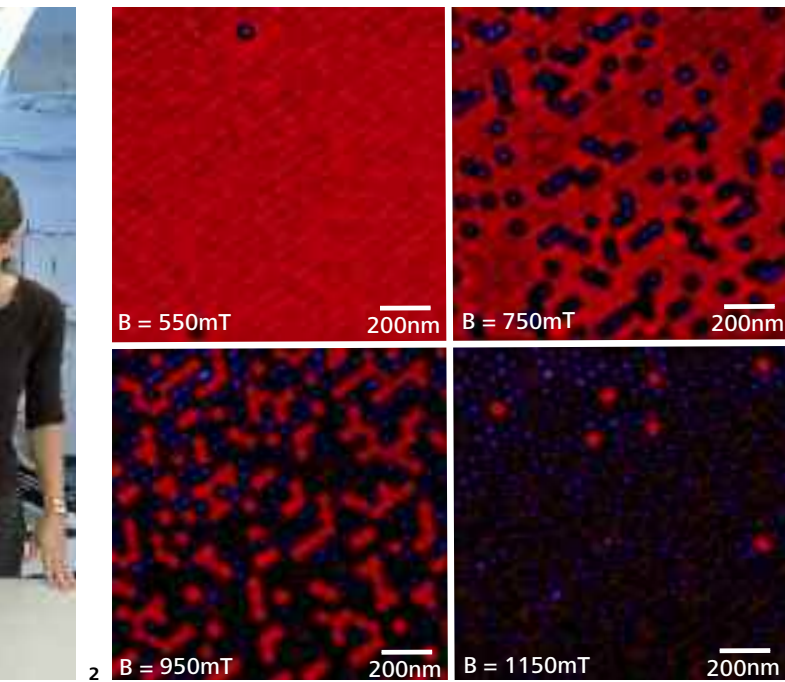
Au cours de ces dernières années, Hug a développé avec l'ingénieur en mécanique Sasa Vranjkovic et les physiciennes Raphaëlle Dianoux et Quang Thai un microscope à force atomique fonction-

nant sous vide très élevé et à basse température qui permet de mesurer en deux dimensions les forces les plus infimes. Cet appareil permet, par exemple, de déterminer la rigidité des molécules ou les forces qu'il faut appliquer pour déplacer des atomes et des molécules sur une surface.

## De l'Empa au marché via Nanoscan

Dans une deuxième étape, Hug et Vranjkovic ont aussi développé à partir de cet appareil un module de microscope à effet de force miniaturisé pour le PPMS largement répandu de la firme US «Quantum Design». Les PPMS sont utilisés dans les laboratoires de recherche du monde entier pour mesurer les propriétés physiques les plus variées d'un échantillon à des températures situées entre 2 et 400 Kelvin et dans des champs magnétiques pouvant atteindre jusqu'à 16 Tesla.

«La demande pour notre mini-AFM est énorme; c'est aussi pourquoi nous avons transféré la poursuite du développement et la commercialisation du PPMS-AFM à NanoScan», explique Hug. Là, grâce à deux physiciens des plus expérimentés, la technologie de l'Empa est en de bonnes mains. Récemment, NanoScan a conclu un partenariat stratégique avec la firme ION-TOF, un partenaire industriel de projets UE en cours, qui produit des instruments pour l'analyse des surfaces.



## 1

Le chercheur de l'Empa Josef Hug et Raphaëlle Dianoux de la firme NanoScan avec leur produit, le PPMS-AFM qui associe un microscope à force atomique et un instrument de mesure des propriétés physiques macroscopiques.

## 2

Les mémoires de données de l'avenir pourraient être formées de minuscules îlots magnétiques de 10 à 20 nanomètres de diamètre (points bleus et rouges, suivant la polarité magnétique des îlots). Les images PPMS-AFM enregistrées par Guido Tarrach et Tim Ashworth montrent comment la polarité de ces îlots peut s'inverser lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique croissant – cela toutefois sur un domaine encore assez étendu: avec un champ magnétique de 550 mT, le premier îlot change de polarité (en haut à g.); à 750 mT la plupart des îlots conservent encore leur polarité initiale (en haut à dr.); à 950 mT, la majorité des îlots ont inversé leur polarité, pourtant même 1150 mT tous les îlots n'ont toujours pas inversé leur polarité (en bas à dr.).



Avec Raphaëlle Dianoux, Hug a aussi trouvé une collaboratrice compétente qui n'apportait pas seulement le savoir-faire technique nécessaire mais qui était de plus disposée à assumer la fonction de CEO. Hug, qui est par ailleurs aussi président du conseil d'administration de NanoScan, en est persuadé : avec le soutien nécessaire du conseil d'administration, son ancienne collaboratrice postdoc réussira son saut dans d'univers des affaires et de la gestion. «C'était un véritable défi et en même temps une grande chance pour mon développement professionnel» déclare Raphaëlle Dianoux.

La décision de Hug est payante: après quelques mois seulement NanoScan a déjà vendu un PPMS-AFM à une université espagnole. Et après le succès de tests de mesure, une grande entreprise IT américaine a inscrit à son budget l'achat d'un appareil NanoScan. D'autres entreprises et instituts de recherche ont aussi déjà manifesté leur intérêt. //

## Comment fonctionne un PPMS-AFM?

Comme dans tous les microscopes à force atomique, dans le PPMS-AFM l'échantillon est balayé par une pointe exploratrice qui «palpe» en quelque sorte point par point la totalité de sa surface. Les forces qui apparaissent dans un microlevier (cantilever) dans lequel la pointe est intégrée provoquent une déviation de celui-ci ou – suivant le mode de fonctionnement – une variation de sa fréquence de vibration. La déviation du microlevier est alors mesurée avec une précision subatomique au moyen d'un interféromètre à fibres optiques ultrasensible. Suivant la nature physique des forces en cause, il est possible de mesurer localement les propriétés les plus variées de l'échantillon et de les représenter par des techniques d'imagerie.