



L'AFM ET LE MEB : UNE LUTTE À FINIR!

Dans l'infolettre d'avril dernier (http://www.gcmlab.ca/pdf/GCM_infolettre_no4.pdf), nous avons exposé le principe de fonctionnement de la microscopie à force atomique (AFM) et de la microscopie électronique à balayage (MEB), en plus de présenter leurs forces et faiblesses. Ce mois-ci, nous vous présentons les résultats d'un combat AFM vs MEB où les deux techniques s'affronteront successivement sur 3 types d'échantillons. Que la lutte commence!

1^{er} round : imagerie d'un cristal photonique

Dans ce premier round, l'AFM et le MEB se sont tous deux mesurés à un cristal photonique à deux dimensions fait de nitrure de silicium sur un substrat de silicium. La structure a été réalisée par lithographie par faisceau d'électrons et par gravure ionique réactive (RIE).

Groupe de recherche en physique et technologie des couches minces (GCM)

Pavillon J.-A.-Bombardier
Campus de l'Université
de Montréal
2900 Édouard-Montpetit
Montréal (QC) H3T 1J4

Téléphone : 514 340-4711, #7458
Courriel : jstasse@polymtl.ca

www.gcmlab.ca

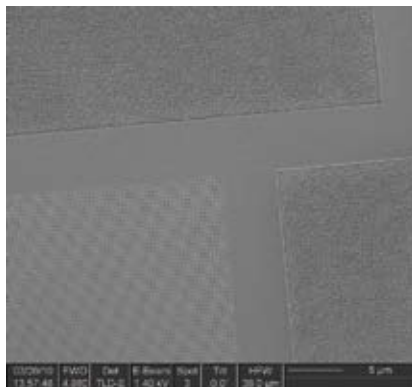


Figure 1 : image prise au MEB du bras du ressort permettant de suspendre le cristal photonique

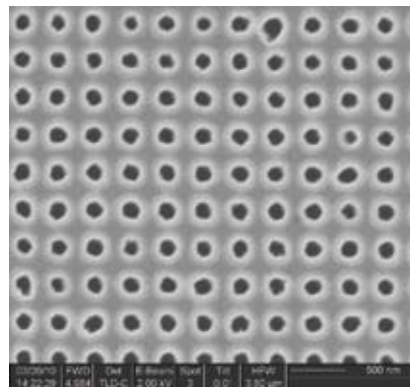


Figure 2 : image MEB du cristal photonique (zone en bas à gauche de la figure 1)

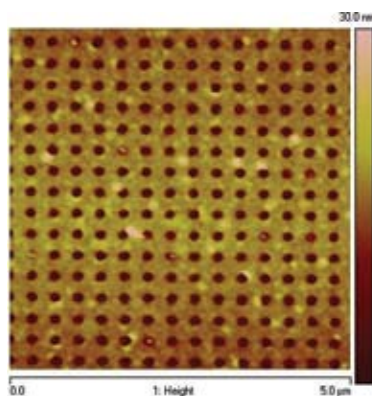


Figure 3 : image AFM de 5 µm x 5 µm du cristal

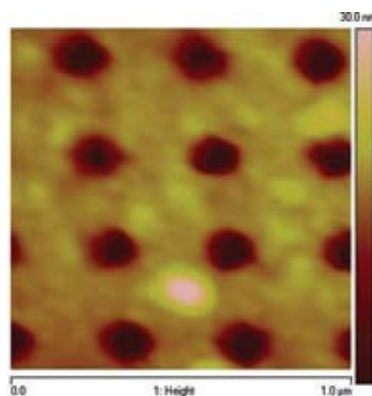


Figure 4 : image AFM de 1 µm x 1 µm du cristal



Dans ce premier round, autant le MEB que l'AFM démontrent leur capacité à résoudre des détails très fins (trous pas parfaitement circulaires par exemple). Le MEB se distingue toutefois par sa capacité à grossir rapidement la zone d'intérêt.

2^e round : imagerie d'une grille de calibration d'un AFM

Ce 2^e round nous amène sur un ring où l'AFM part grand favori : l'imagerie d'une grille de silicium servant à calibrer l'AFM dans les axes X, Y, Z. Les trous de la grille sont d'une profondeur de 200 nm.

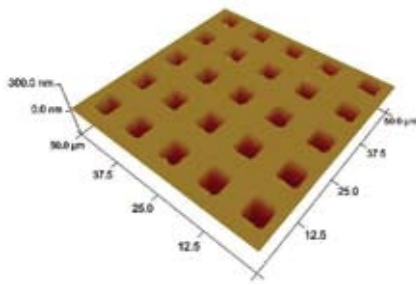


Figure 5 : image AFM de la grille de calibration

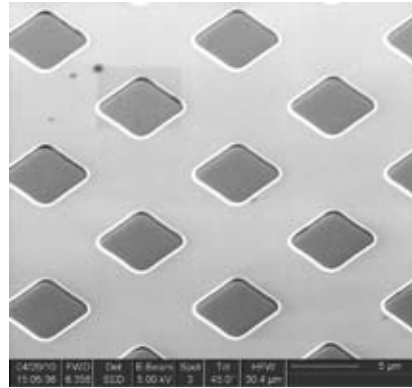


Figure 6 : image MEB prise à 45 degrés de la grille de calibration

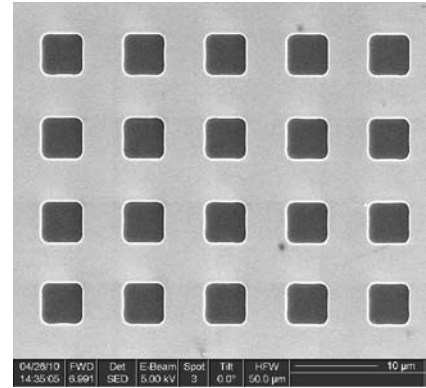


Figure 7 : image MEB de la grille de calibration, vue perpendiculaire

Les parieurs qui avaient misé sur l'AFM ont vu juste : l'AFM sort dominant de ce deuxième round grâce à sa capacité à imager des structures tridimensionnelles, alors que le MEB donne peu d'informations sur le relief de l'échantillon. Par contre, les 2 méthodes donnent d'excellents résultats en ce qui concerne les dimensions latérales des trous. Les outils de mesure peuvent aussi permettre d'évaluer la profondeur des structures en utilisant une compensation pour l'angle d'observation.

3^e round : image d'une nanostructure plasmionique

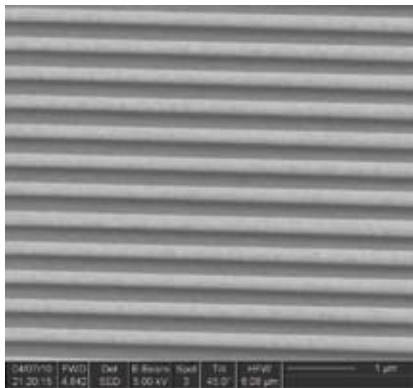


Figure 8 : image MEB de la nanostructure

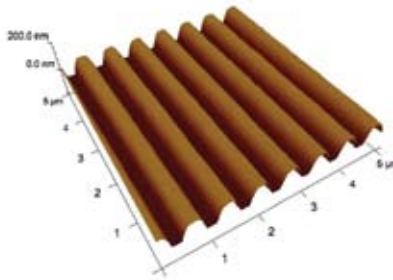


Figure 9 : image AFM de la nanostructure

Le troisième et dernier round porte sur l'analyse d'une nanostructure constituée de barreaux d'or espacés de 300 nm qui est construite pour tirer profit de la résonance de plasmons de surface. Les applications potentielles d'une telle structure sont très vastes : amplification de signaux spectroscopiques, nouveaux types de lentilles, filtres optiques, etc.

Tout comme dans le 2^e round, les capacités d'analyse tridimensionnelles de l'AFM s'avèrent d'une redoutable efficacité dans ce 3^e round. On remarque à la figure 9 la fine résolution spatiale et l'excellente résolution en profondeur de l'AFM.

Score final

Ce fut un combat enlevé, qui se solde par un match nul. L'AFM se démarque par sa capacité à quantifier des topographies verticales alors que le MEB permet une représentation visuelle à l'échelle, en plus d'offrir une belle flexibilité sur le grossissement. Autant le MEB que l'AFM ont tout deux leurs particularités qui en font des techniques plus complémentaires que concurrentes.

Analyses par AFM et MEB

Le GCM et ses laboratoires partenaires offrent des services d'analyse par AFM et MEB pour toutes sortes d'échantillons.

Références et remerciements

Nous remercions les étudiants gradués du GCM Annabelle Gascon et André-Pierre Blanchard-Dionne pour nous avoir fourni leurs échantillons (le cristal photonique et la nanostructure plasmionique, respectivement). Nous remercions également Jacqueline Sanchez pour les mesures AFM et Marie-Hélène Bernier pour les analyses MEB, ainsi que pour leurs commentaires.