



**GROUPE DE RECHERCHE  
EN PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE  
DES COUCHES MINCES (GCM)**

## INFOLETTRE DU GCM

Avril 2010  
Volume 1, Numéro 4

ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL

Université   
de Montréal

### MOT DE L'ÉDITEUR

En réponse à l'intérêt exprimé par l'industrie, le GCM est fier d'offrir dès avril 2010 des cours de formation en caractérisation des matériaux, spécialement axés sur les besoins industriels. Ces cours d'une journée couvriront la théorie de plusieurs méthodes d'analyse comme la microscopie à force atomique (AFM), le XPS, le SIMS, l'Auger, en plus de présenter plusieurs exemples d'applications tirés de différents secteurs industriels. Ces cours seront donnés par des professeurs compétents du GCM. Voici les deux cours offerts :

#### **La microscopie à force atomique pour l'industrie**

29 avril 2010, École Polytechnique, Montréal, Canada

#### **L'analyse de surface pour l'industrie: les techniques spectroscopiques majeures**

21 avril 2010, École Polytechnique, Montréal, Canada

Vous pouvez vous inscrire dès maintenant à [www.gcmlab.ca/evenements.php](http://www.gcmlab.ca/evenements.php)

Veillez prendre note que ces cours seront donnés en anglais, afin de permettre au plus grand nombre de gens de participer.

Nous espérons vous y voir en grand nombre.

Jean-Sébastien Tassé, Chargé du développement des affaires – industrie, GCM

### LA MICROSCOPIE : MEB OU AFM?

Dès qu'un problème survient à la surface des matériaux, le premier réflexe - bien justifié - est souvent d'examiner visuellement la zone problématique. Dans bien des cas, l'œil nu ou un microscope optique peut faire l'affaire. Cependant, lorsque les dimensions en jeu sont relativement petites, de l'ordre du micron ou du nanomètre, on doit faire appel à des techniques plus poussées comme la microscopie électronique à balayage (MEB) ou la microscopie à force atomique (AFM). Dans cet article, nous explorerons les avantages et limitations des deux techniques.

#### **Principes de fonctionnement en bref**

Un MEB crée une image d'un échantillon en balayant la surface avec un faisceau d'électrons focalisé. L'interaction entre l'échantillon et les électrons génère un signal qui comprend plusieurs types d'émissions telles que des électrons secondaires, des rayons X, des électrons rétrodiffusés, etc. La plupart des MEB utilisent les électrons secondaires comme signal principal.

Nous vous référons à l'infolettre de mars ([www.gcmlab.ca/infolettre.php](http://www.gcmlab.ca/infolettre.php)) pour le principe de fonctionnement de l'AFM.

#### **Résolution spatiale et en profondeur**

Les MEB et AFM les plus récents offrent tous deux une très haute résolution spatiale : quelques nm pour le MEB et 0.1 nm pour l'AFM. Bien que leurs performances latérales soient comparables, le MEB et l'AFM se distinguent dans leur manière de traiter les changements verticaux de topographie. En effet, le MEB bénéficie d'une grande profondeur de champ qui permet d'imager des structures à une profondeur de plusieurs dizaines de microns, en autant qu'il y ait un angle de vue direct entre la source et la structure. La profondeur maximale pouvant être sondée par AFM est limitée par le déplacement vertical de la pointe, qui est habituellement de 5 ou 6  $\mu\text{m}$ .

#### **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](mailto:jstasse@polymtl.ca)

[www.gcmlab.ca](http://www.gcmlab.ca)



Malgré sa grande profondeur de champ, le MEB donne peu d'information sur la distance verticale entre deux détails de la surface. Dans certains cas précis, comme pour observer un trou assez large dans un échantillon, il est possible d'avoir un aperçu du relief en inclinant légèrement l'échantillon. L'AFM, quant à lui, donne directement une information tridimensionnelle, ce qui est très utile par exemple pour déterminer la profondeur d'un sillon ou la hauteur d'une bosse, dans les limites de résolution en profondeur de l'appareil. C'est pour cela que l'AFM est un instrument de choix pour les mesures de rugosité.

### Type d'échantillons

La grande force de l'AFM réside dans sa capacité à imager des échantillons de tous types : organiques, inorganiques, conducteurs, isolants, etc. Comme l'AFM ne fait pas appel à la conductivité, sa réponse n'est pas perturbée par la présence d'un liquide. Cette caractéristique s'avère idéale pour analyser des échantillons hydratés en sciences de la vie et dans le domaine des polymères.

Le MEB étant une technique sous vide, il importe tout d'abord de considérer la compatibilité au vide de tout type d'échantillon avant de l'observer au MEB. La plupart des échantillons solides présentent une bonne compatibilité au vide, à moins qu'ils ne dégazent à basse pression. Les biomatériaux hydratés constituent un cas particulier, qui nécessite l'usage d'une chambre environnementale. D'autre part, le MEB permet d'analyser autant des échantillons conducteurs que semi-conducteurs ou isolants. Dans le cas des échantillons isolants, des effets de charge peuvent venir réduire le rapport signal sur bruit et ainsi diminuer la résolution. Dépendant des échantillons et de la résolution recherchée, différentes stratégies peuvent être utilisées pour contrer ces effets.

### Zones analysées

On considère généralement que le MEB est un instrument plus versatile que l'AFM car son grossissement ajustable (de quelques dizaines de fois jusqu'à des millions de fois) permet de localiser rapidement la zone d'intérêt, tout en offrant une grande flexibilité pour observer les détails plus fins. L'AFM, quant à lui, peut balayer des surfaces dont les dimensions typiques font de centaines de nanomètres jusqu'à 100  $\mu\text{m}$  x 100  $\mu\text{m}$ .

### Conclusion

Bien que l'AFM et le MEB aient des fonctionnements très différents, ils partagent un certain nombre de points communs : les deux techniques utilisent le balayage d'une sonde sur la surface pour former une image, elles offrent toutes deux une résolution latérale équivalente et elles sont généralement non destructives. Cependant, ces techniques diffèrent sur le fait que l'AFM peut mesurer dans les 3 directions, alors que le MEB est plus limité. Également, les deux techniques opèrent dans des environnements différents, ce qui fait en sorte que l'AFM ne rencontre pas les défis propres au vide (préparation d'échantillon, etc) et peut imager des échantillons dans un liquide ou un environnement gazeux. Dans bien des cas, on considère donc que le MEB et l'AFM sont complémentaires et que lorsqu'ils sont utilisés conjointement, ils donnent plus d'informations sur la surface que s'ils étaient utilisés séparément.

### Disponibilité de services

Autant l'AFM que le MEB sont disponibles pour vos analyses au GCM et dans ses laboratoires partenaires de l'École Polytechnique et de l'Université de Montréal.

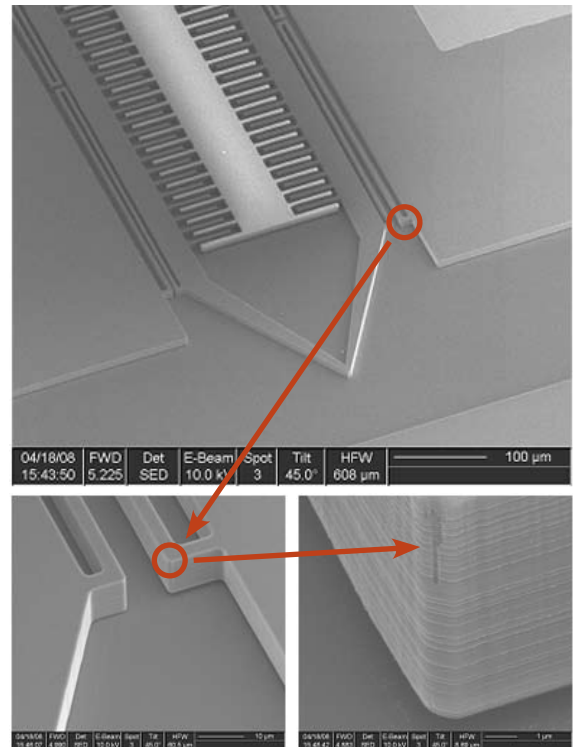


Image MEB d'une microstructure.

Cours de microfabrication, École Polytechnique, responsable : Yves-Alain Peter.

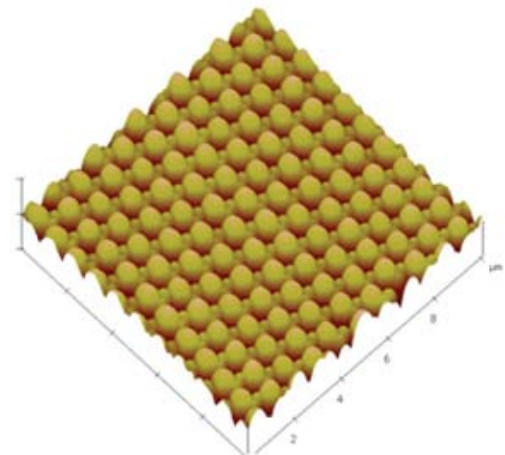


Image AFM d'une bicouche de microsphères de polystyrène.

Patricia Moraille, GCM.