

Technologies de résonateurs MEMS/NEMS haute fréquence: application au microscope à force atomique

M. Faucher, B. Walter, E. Mairiaux, Z. Xiong, L. Buchailot, B. Legrand¹

¹ Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie - IEMN, CNRS UMR 8520
Cité Scientifique, 59650 Villeneuve d'Ascq, France
Contact : bernard.legrand@isen.iemn.univ-lille1.fr

Depuis son invention dans les années 1980¹, le microscope à force atomique (AFM) s'est répandu dans de nombreuses communautés scientifiques comme un outil standard pour observer les surfaces à l'échelle nanométrique. Un des enjeux actuel concerne l'utilisation de l'AFM en milieu liquide et l'augmentation de la bande passante de mesure. Les applications se situent par exemple dans le domaine de la biologie pour l'analyse en temps réel du comportement dynamique de nanobiosystèmes en milieu liquide².

Par rapport à cet enjeu, l'approche adoptée ici rompt avec le concept classique de la sonde AFM constituée d'une pointe portée par un levier vibrant³. Les technologies microsystèmes (MEMS) offrent en effet des géométries nouvelles de résonateurs qui permettent d'augmenter la fréquence de vibration de la sonde sans se heurter aux limites liées au comportement hydrodynamique et à la détection du mouvement de la pointe. La figure 1 montre un exemple de sonde AFM fabriquée en technologie microsystèmes. Elle est constituée d'un anneau de silicium qui forme le résonateur vibrant selon un mode elliptique. La pointe, destinée à interagir avec la surface à analyser, est localisée au niveau d'un ventre de vibration. L'excitation et la détection de la vibration sont obtenues grâce à des transducteurs capacitifs intégrés. Au cours de la présentation, nous montrerons les résultats récents de nos travaux. En particulier, les efforts portés sur la fabrication en micro et nano-technologies ont permis de diminuer les dimensions des sondes AFM MEMS, d'augmenter les fréquences de résonance et d'intégrer une pointe d'apex nanométrique dans le procédé de fabrication collective⁴. Parallèlement, les progrès obtenus sur la détection du signal de la sonde conduisent à une augmentation des performances en termes de force minimale détectable et donc de sensibilité dans l'interaction entre la pointe et la surface analysée. Un exemple d'imagerie de matériau biologique obtenue grâce à ces sondes MEMS AFM sera présenté.

Ces travaux de recherche ont été soutenus par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche) dans le cadre du projet IMPROVE-LM (consortium : IEMN, CPMOH et Institut Néel), et sont financés par l'ERC (*European Research Council*) dans le cadre du projet SMART (FP7/2007-2013, Grant Agreement 210078).

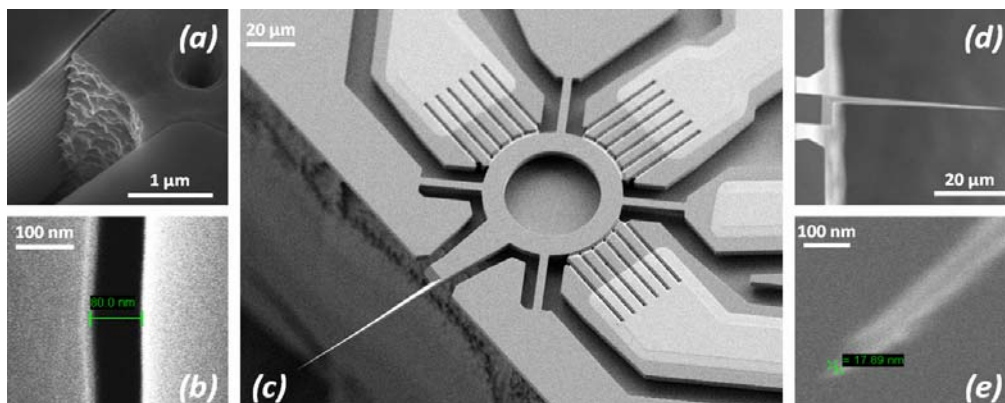


Figure 1 : Résonateur MEMS utilisé comme sonde AFM. (a) et (b) Transducteurs capacitifs. (c) Vue d'ensemble de la sonde MEMS AFM. (d) et (e) Pointe d'apex nanométrique de la sonde destinée à interagir avec la surface.

¹ Binning G., Gerber C., Quate C.F., *Phys. Rev. Lett.*, **56** 930 (1986)

² Ando T., Uchihashi T., and Fukuma T., *Prog. Surf. Sci.*, **83**, pp 337-437 (2008)

³ Walter B., Faucher M., Algré E., Legrand B., Boisgard R., Aimé J.-P., Buchailot L., *J. Micromech. Microeng.*, **19** 115009 (2009)

⁴ Walter B., Faucher M., Mairiaux E., Xiong Z., Buchailot L., Legrand B., *Proceedings of 24th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, MEMS 2011*, Cancun, Mexico, jan. 23-27, pp. 517-520 (2011)