LIS

Laboratoire d'ingé
des systèmes de Vers

ANR-PNANO PONAME

ACI NANO2M3 et ANR-PNANO PONAME

Contact : luc.chassagne@lisv.uvsq.fr

ACI NANO2M3

En 2003, l'équipe a eu une **ACI intégrée** nommée Nano2m3. Ce projet s'est réalisé en collaboration avec le **LNIO** (Laboratoire de Nanotechnologies et d' Instrumentation Optique) de l'Université de Technologie de Troyes.

L'objectif était de réaliser une platine porte-échantillon dédié à la microscopie en champ proche, capable de se déplacer sur une zone de 5 mm par 5 mm dans le plan XY, avec des résolutions et des répétabilités de l'ordre du nanomètre.

En effet une des problématiques en microscopie à force atomique est la zone de balayage limitée typiquement à 100 µm par les actionneurs piézoélectriques. De plus, la résolution est limitée également à 1024 pixel, soit environ 100 nm à pleine course.

Cette problématique est également vrai en lithographie électronique où la capacité à réaliser des motifs des plusieurs millimètres avec des résolutions nanométriques reste un défit. La Figure 1 illustre l'objectif et quelques champs applicatifs.

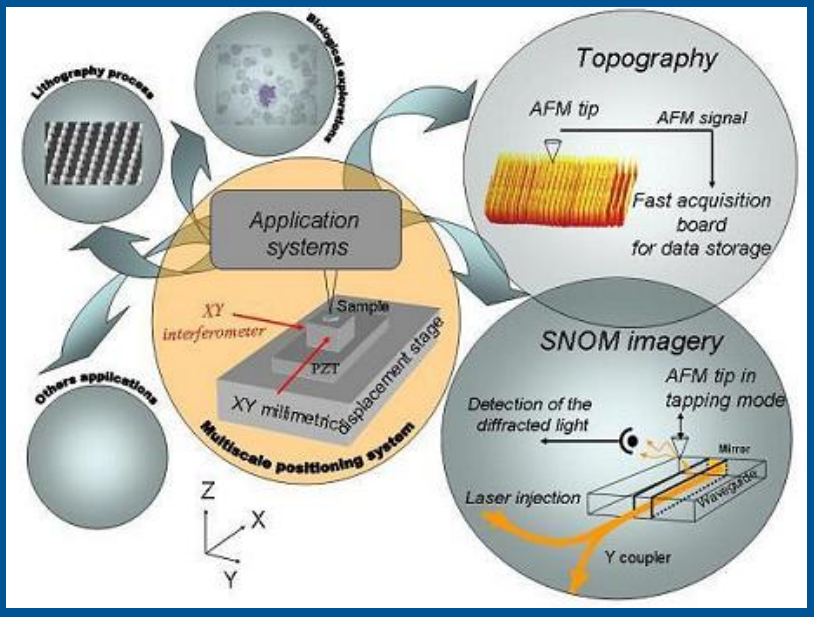

Figure 1

Objectifs : platine porte-échantillon utile en microscopie, lithographie et autres applications en nanotechnologie.

Le projet terminé en 2007 a abouti à un prototype de laboratoire fonctionnel au travers de la thèse d'Ahmad SINNO [PDF - 5 Mo] . Les résultats principaux sont décrits ci-dessous.

La Figure 2 illustre une vue CAO du prototype de la platine porte-échantillon qui est pour l'essentiel un assemblage de platine à moteur commerciaux pour les grand déplacements, de réglages de tilts et d'un actionneur piézoélectrique pour obtenir la précision de déplacement. L'échantillon peut être posé sur un cube miroir qui sert également à deux interféromètres qui permettent la mesure. Nous utilisons des interféromètres hétérodynes pour lesquels nous avons développé une instrumentation et une électronique haute-fréquence spécifique afin d' obtenir des asservissements aux propriétés métrologiques.

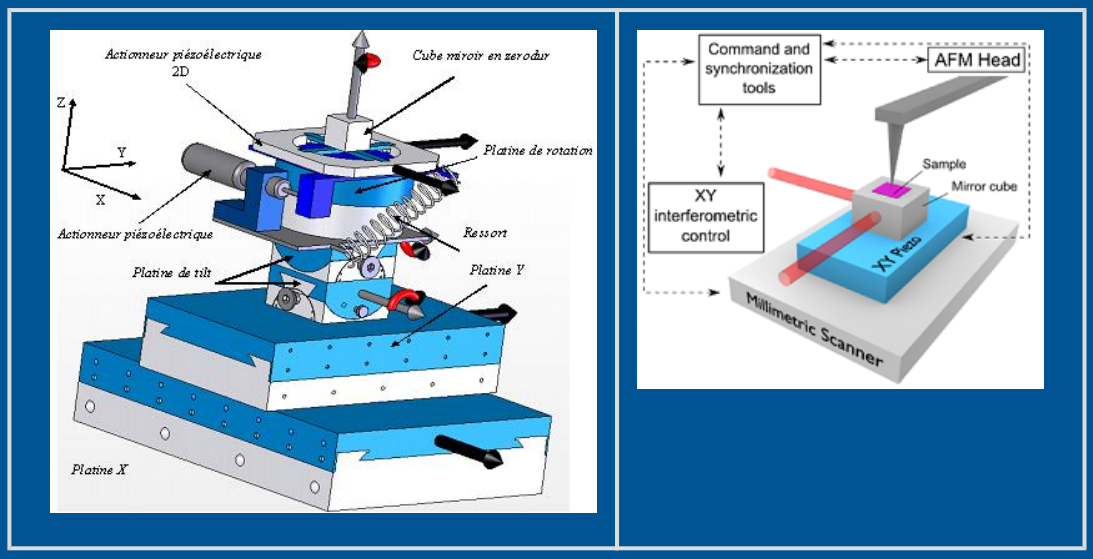

Figure 2

Vue CAO de la platine porte-échantillon composé de moteurs linéaires et d' actionneurs piézoélectriques. L'ensemble est couplé à deux interféromètres, des asservissements de contrôle de position et une tête de microscope à force atomique dans cet exemple.

La Figure 3 montre un exemple de déplacement parfaitement contrôlé avec des incertitudes de l'ordre du nanomètre.

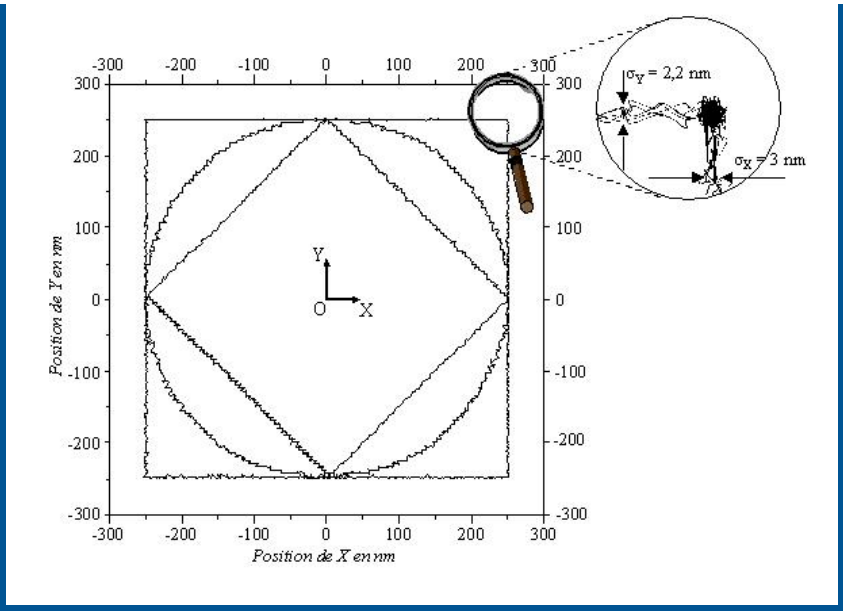

Figure 3

Exemple de déplacement contrôlé avec des incertitudes de quelques nanomètres.

Le système a été monté sous un microscope à force atomique à l'UTT pour réaliser une image topographie millimétrique d'un échantillon illustré Figure 4.

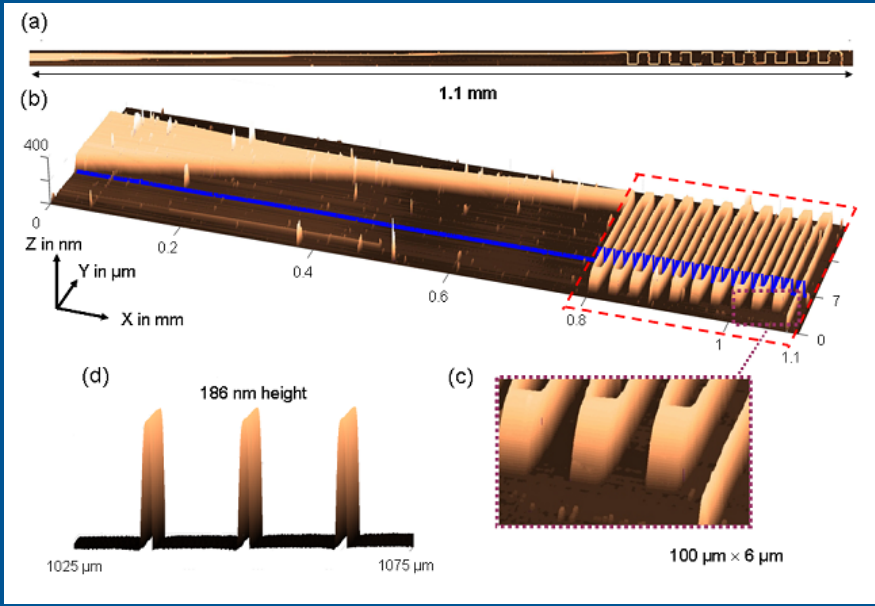

Figure 4

a) Image topographie d'un guide d'onde de 1,1 mm de long par 21 µm de large ; la partie b) reprséente la vue en 3D, avec un agrandissement en partie c) et en partie d).On peut alors mesurer sur une très grande surface les propriétés du guide d'onde.

Référence : L. Chassagne, S. Blaize, P. Ruaux, S. Topcu, P. Royer, Y. Alayli, G.

Lérondel, Multi-scale Scanning probe Microscopy, Review of Scientific Instruments, 81, 086101 (2010). [PDF - 758 Ko]

De même le système a été monté sous un microscope à force atomique optique (SNOM) pour obtenir une image optique millimétrique d'un échantillon illustré Figure 4. Cet échantillon est un guide d'onde parcouru par une onde stationnaire et l'analyse de Fourier du signal renseigne sur l'indice de propagation du guide.

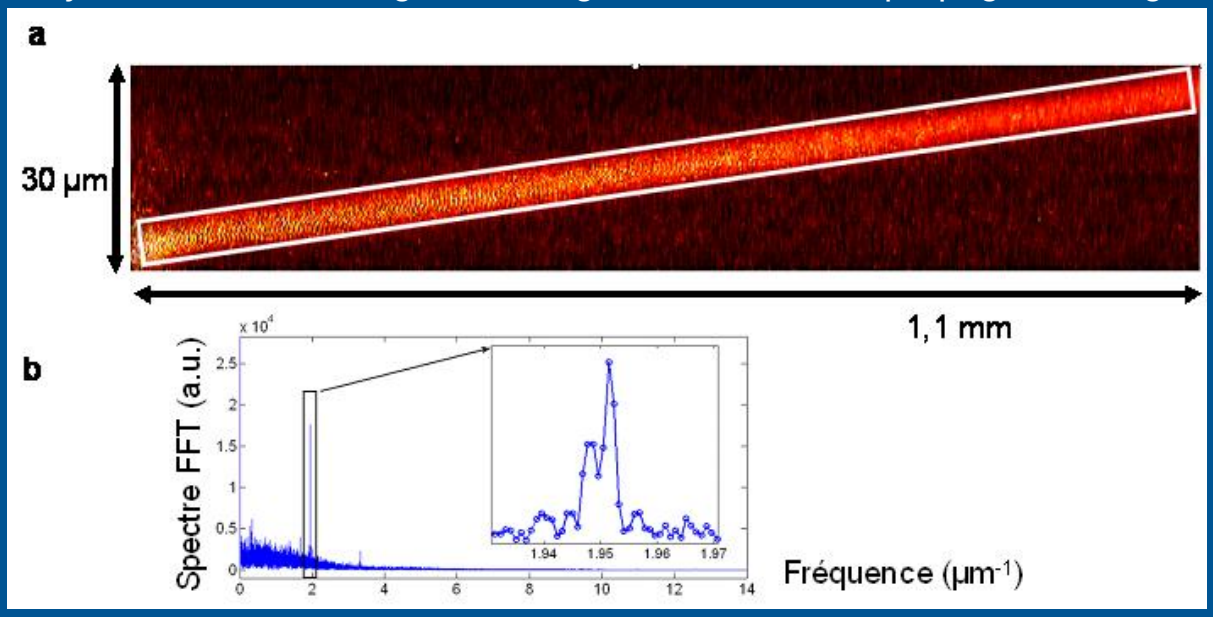

Figure 5

a) Image optique d'un guide d'onde réalisé avec le premier prototype adapté sous un microscope optique à champ proche. L'analyse de Fourier illlustrée en b) permet ensuite de remonter à la longueur d'onde guidée puis à l'indice du guide avec des résolutions autorisant la mise en évidence de la biréfringence.

Référence : G. Lérondel, A. Sinno, L. Chassagne, S Blaize, P. Ruaux, A. Bruyant, S. Topçu,, P.Royer, Y. Alayli, Enlarged near field optical imaging, Journal of Applied Physics, 106, 044913 (2009). [PDF - 314 Ko]

ANR-PNANO PONAME

Fort de ces résultats, la thématique se poursuit actuellement au travers d'une ANR-PNANO 2008 regroupant le LISV, le LNIO/ICD de l'UTT et un industriel ISP System chargé pour l'essentiel du développement mécanique. L'objectif est

de réaliser un prototype beaucoup plus fonctionnel et commercialisable, avec des performances étendues : gamme de 10 mm par 10 mm, résolution nanométrique. Deux versions sont prévues, une version pour la microscopie et une version compatible vide pour la lithographie.

La Figure 6 illustre le premier prototype de la platine actuellement en cours à ISP. Des choix de compacité ont été fait pour des raisons d'intégration. Les guidages se font par lame flexible et les entrainements par moteur magnétique.

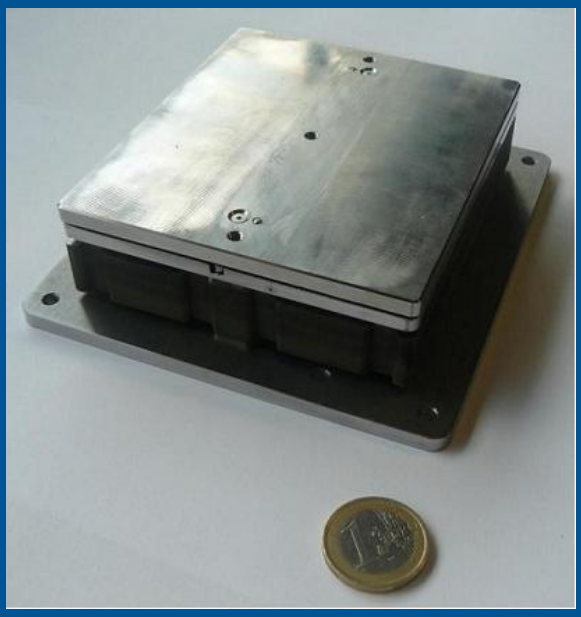

Figure 6

Prototype de platine biaxiale intégré.

En parallèle, le LISV a développé un capteur optique faible coût pour remplacer les interféromètres trop onéreux. Les premiers tests de performances semblent satisfaire le cahier des charges comme illustré sur la Figure 7.

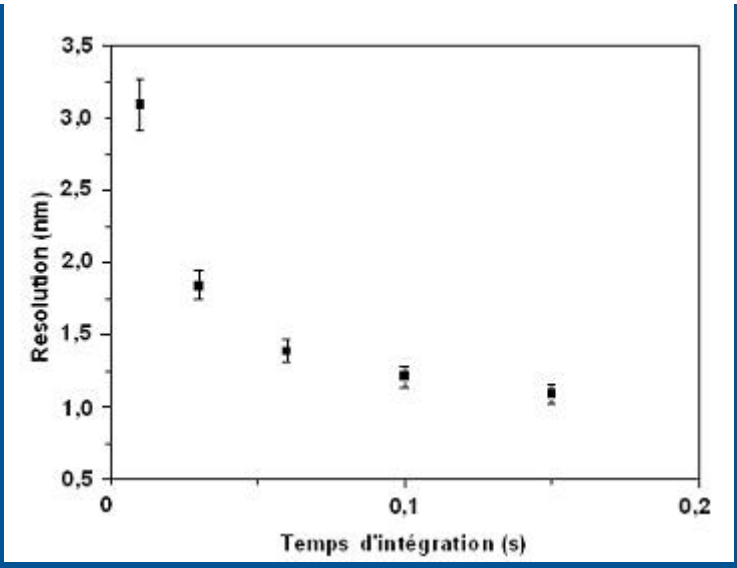

Figure 7

Performances en résolution du capteur optique.La résolution est nanométrique pour des temps d'intégration inférieurs à la seconde.

Le projet PONAME devrait aboutir début 2012.

Documents :

Poster J3N 2009 [PDF - 246 Ko]
Poster J3N 2010 [PDF - 595 Ko]
Poster J3N 2011 [PDF - 876 Ko]