

Thse presentee par

**Miguel Patricio da Silveira**

pour obtenir le grade de

Docteur de l'Universite Joseph Fourier - Grenoble I

Physique de la matiere condensee et du rayonnement

## **IRS SNOM - Apport du rayonnement synchrotron infrarouge aux techniques de microscopie en champ proche optique**

Directeurs de these:

**Dr. Fabio Comin et Prof. Serge Huant**

Membres du Jury:

Dr. Bruno Masenelli Rapporteur

Prof. Antonio Cricenti Rapporteur

Dr. Fabio Comin Examineur

Prof. Serge Huant Examineur

Prof. Joel Chevrier Examineur

Dr. Paul Dumas Examineur

**Grenoble, 15 decembre 2009**

### **Resume**

Mon projet porte sur l'elaboration d'un microscope optique en champ proche (SNOM) sans ouverture fonctionnant dans le domaine de l'infrarouge et utilisant le rayonnement synchrotron de l'ESRF comme source de lumiere infrarouge. Ce rayonnement a deux particularites bien adaptees aux etudes spectroscopiques: c'est une source de lumiere blanche couvrant la bande du proche infrarouge de 5 a 15 um alors que les sources lasers accordables sont encore en developpement. Il est tres brillant et stable, a la fois dans le temps et dans l'espace. [DPGO05]

Une fois elabore, le microscope sera applique a la spectroscopie infrarouge – essentiellement vibrationnelle - et le diagnostic des materiaux et des nanostructures qui sont d'interet actuel pour l'industrie micro et nanoelectronique [RCB +02]. Comme mon projet est tres instrumental, le debut a ete consacre a la conception de tout un systeme de microscopie, a partir du zero et avec tout le materiel necessaire disponible a la fin de la premiere annee.

La seconde annee a ete consacree a l'integration et la mise en oeuvre du dispositif experimental, a la comprehension de ses fonctionnalites et a des essais de validation du nouveau outil. Apres nous nous sommes pleinement engages dans la recherche et la comprehension de cet outil unique. Nous avons commence par quelques resultats preliminaires, puis cela a ete essentiellement une question de temps experimental alloue pour obtenir les resultats que nous avons vises. Notre configuration est unique et donc les travaux que nous avons pour reference sont ceux de groupes utilisant les memes techniques d'exploitation dans des conditions tres differentes [WFA03; FWA05a; FWLA04; RGEH05; HiI04; GAS +00b; Suk04; TKH04].

Notre principale difficulte est de detecter un signal faible. Je montrerai plus loin quelques calculs qui nous y ont fait croire. Notre groupe de reference a reussi a le faire dans des conditions plus simples que les nôtres, mais il est utile de rappeler que cela leur a pris 3 ans pour adapter la sensibilite de leur installation, ce qui concerne que ce sont des techniques tres dures. Notre idee de depart etait d'utiliser le rayonnement synchrotron comme source de lumiere dans l'infrarouge en raison de ses caracteristiques. Il s'agit d'une source de lumiere blanche, avec toutes les longueurs d'onde presentes en meme temps, nous permettant d'effectuer une spectroscopie, ce qui signifie que nous obtiendrons une information chimique sur l'echantillon

[HiI04; MGCS04]. Telle est la grande nouveaute en comparaison avec les autres travaux. Il s'est avere que la lumiere est assez faible ce qui rend la recherche du signal difficile. Notre installation doit alors etre testee avec un laser, qui est de plusieurs ordres de grandeur plus puissant que le rayonnement synchrotron, et qui pourrait etre un bon outil de debogage. Cela semble une bonne alternative pour mieux comprendre les points essentiels qui doivent etre ameliorees dans notre systeme. Les lasers a utiliser pourraient etre visible, infrarouge (CO<sub>2</sub>), ou accordable. Pour la spectroscopie, les lasers accordables sont non seulement moins stables mais ils sont aussi plus limites dans la gamme spectrale sur la partie infrarouge proche du spectre, que le rayonnement synchrotron.

Le synchrotron de l'ESRF est mon laboratoire d'accueil, et j'ai travaille en collaboration avec le CEA-LETI pour le developpement de cet outil.