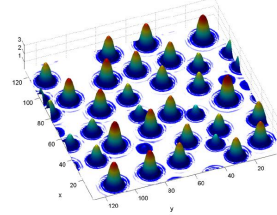


Croissance des nanostructures et auto-organisation : couplage composition/morphologie

Laboratoire :
IM2NP, Marseille

Responsables du stage :
Jean-Noël Aqua, jean-noel.aqua@im2np.fr 04 91 28 87 25
Thomas Frisch, thomas.frisch@im2np.fr



La manipulation et l'observation de la matière à l'échelle de l'atome ouvre un champ nouveau d'application et de recherche. Un domaine en pleine expansion dans les nanosciences est la croissance de surface cristalline [1]. Suivant les conditions de réalisation, on peut fabriquer des puits, boîtes, fils quantiques, ou autres architectures dont les propriétés (optiques, électroniques, etc.) ainsi que les modes de formation sont encore partiellement incompris. Un des procédés expérimentaux fréquemment utilisé pour réaliser des boîtes quantiques consiste à faire croître une surface par déposition atomique et à obtenir des structures auto-organisées, notamment sur des systèmes soumis à une contrainte élastique. Cette technique est mise en oeuvre au sein du laboratoire d'accueil sur des matériaux semi-conducteurs.

Le sujet proposé concerne l'étude de la composition de structures auto-organisées sous contrainte élastique, son influence sur la croissance ainsi que l'influence des effets cinétiques sur la composition.

En effet, les formes cristallines, tant à l'échelle macroscopique que nanométrique, résultent le plus souvent de la dynamique de croissance et non des propriétés d'équilibre. Dans de nombreux systèmes expérimentaux, au moins deux espèces d'atomes sont présentes. La cinétique de croissance peut alors induire des inhomogénéités des profils de composition. Ces derniers ont alors une influence sur la dynamique de la croissance d'îlots, entre autre par une modification des interactions élastiques.

Le candidat étudiera le couplage entre les champs élastiques à longue portée et les inhomogénéités de composition [2] et son influence sur l'évolution de la morphologie du film [3]. Il s'agira dans un premier temps de développer un modèle de croissance basé sur une description des champs élastiques issue des milieux continus [4,5]. Le candidat effectuera l'analyse de stabilité linéaire incorporant la dépendance en concentration des coefficients élastiques. Cette étude théorique pourra être confrontée avec des expériences de microscopie à haute résolution réalisées dans le laboratoire d'accueil sur les profils de croissance de boîtes quantiques sur des échantillons de Silicium/Germanium [6].

Cette première approche pourra servir de base à une étude plus détaillée du couplage non linéaire entre les instabilités de composition et les instabilités morphologiques dans le cadre d'une poursuite en thèse. Les outils qui pourront alors être utilisés sont à la fois théoriques (analyse de stabilité, similarité, etc.) et numériques (méthode spectrale, Monte-Carlo cinétique).

- [1] A. Pimpinelli, J. Villain, Physics of crystal growth, Cambridge University Press (1998).
- [2] P. Fratzl, O. Penrose, J. L. Lebowitz, J. Stat Phys, 95, 1429 (1999).
- [3] F. Leonard and R.C. Desai, Phys. Rev. B, 57,4805 (1998).
- [4] J.-N. Aqua, T. Frisch, A. Verga, Phys. Rev. B, 76, 165319 (2007).
- [5] M. S. Levine, A. A. Golovin, S. H. Davis, and P. W. Voorhees, Phys. Rev. B, 75, 205312 (2007).
- [6] I. Berbezier, A. Ronda, J. Phys Cond. Matt., 14, 8283 (2002).



Institut Matériaux Microélectronique Nanosciences de Provence
UMR 6242 CNRS, Universités Paul Cézanne, Provence et Sud Toulon-Var

