
Thèse :

Approche par champ de phase de la modélisation de l'évaporation par effet de champ.

Encadrants: F. Vurpillot, professeur GPM-Université de Rouen
T. Philippe, chercheur CNRS LPMC-Ecole polytechnique Paris

Structure d'accueil : équipe ERIS du laboratoire GPM

L'équipe ERIS du laboratoire GPM est spécialisée dans le développement d'un microscope capable de faire des analyses chimiques à l'échelle sub-nanométrique et en trois dimensions : la sonde atomique tomographique. Plusieurs générations de ces sondes atomiques conçues par l'ERIS sont déjà commercialisées par la société CAMECA¹, équipant ainsi de nombreux laboratoires de recherche en nanosciences de par le monde, faisant des activités de l'ERIS un exemple de transfert technologique de la recherche en physique au CNRS en France.

Un des verrous du développement de la technique est la difficulté de caractériser les performances métrologiques spatiales de l'instrument, notamment lors de l'analyse de dispositifs complexes comme des transistors aux dimensions nanométriques. Cette difficulté provient des mécanismes d'imagerie en jeu dans l'instrument, la forme de l'échantillon détermine en effet les propriétés de grandissement du microscope. A l'heure actuelle, la stratégie pour prédire ces propriétés essentielles est d'utiliser des outils de modélisation de la déformation de l'échantillon en cours d'analyse résolus à l'échelle atomique. Ces outils sont certes prédictifs, mais à l'heure actuelle, extrêmement coûteux en temps de calcul (une simulation avec un jeu de paramètres sur un échantillon réaliste prend 1 à 2 semaine). Ces outils sont inadaptés à la réalisation de plan d'expériences multi-facteur, et restent limités à des études qualitatives.

Une autre voie est le développement d'une approche plus mésoscopique, par une méthode de champ de phase (champ moyen multi phase), utilisée généralement pour l'étude des phénomènes de cristallisation ou de croissance dans les matériaux. La méthode du champ de phase a émergé récemment comme un outil élégant et universel pour traiter ce genre de problème. Son principe est de décrire l'état local de la matière à l'aide d'un ou plusieurs champs de phase, qui peuvent souvent être assimilés à des paramètres d'ordre. Cet outil conceptuel peut être rendu quantitatif dans de nombreux cas en établissant une relation précise entre les paramètres du modèle et les grandeurs macroscopiques qui interviennent dans le problème étudié. La déformation d'un échantillon de sonde atomique sous effet de champ doit potentiellement être décrite par ce type d'approche. Le processus d'évaporation par effet de champ pouvant être comparé au passage d'un état solide à un état liquide ou gazeux.

L'objectif de cette thèse est de mettre au point un modèle efficace permettant de décrire la physique du phénomène d'évaporation par effet de champ sur des échantillons multiphasés, analysés en sonde atomique. Les évolutions dynamiques obtenues pourront être comparées à celles calculées avec des modèles atomistiques rigoureux, mais aussi aux mesures expérimentales faite en tomographie électronique. La mise en place de ce modèle permettra le développement d'outils nouveaux de correction des images tomographiques. Ce sujet de recherche se situe au point de convergence entre la recherche appliquée et la recherche fondamentale, la physique du solide, les techniques de pointe de modélisation de la physique du solide (spécialité du laboratoire PMC) et les techniques de caractérisation (spécialité du GPM). Cette thèse est financée en partie par CAMECA, pour l'amélioration de la caractérisation en sonde atomique tomographique.

Profil de candidat recherché:

¹ CAMECA, <http://www.atomprobe.com/>

Contact : francois.vurpillot@univ-rouen.fr; tel : (33) 2 32 95 51 70
GPM - UFR Sciences et Techniques, Université de Rouen BP 12 76801 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY CEDEX
Secrétariat : (33) 2 32 95 50 36/ 5031 – Administration : (33) 2 32 95 51 69 Fax : (33) 2 32 95 50 32



Le candidat devra posséder un diplôme de niveau master ou équivalent (diplôme d'ingénieur par exemple) en physique, math/modélisation informatique, des disciplines connexes et un vif intérêt à faire de la recherche académique dans un contexte de valorisation industrielle. Une éventuelle expérience (projets, stages, etc...) dans le domaine de la modélisation physique ou du traitement des images serait appréciée. Le candidat sera encadré par des spécialistes en instrumentation scientifique, en physique, et en sciences de la matière.

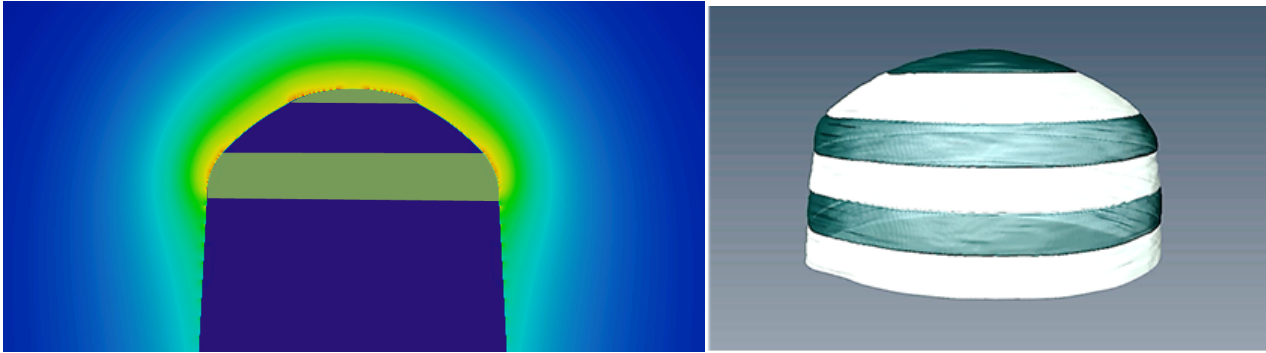


Figure 1 : évolution de la forme d'un échantillon multicouche (AlGaIn/GaN) sous évaporation par effet de champ, calculé avec un modèle atomistique. Et comparaison avec une segmentation par tomographie électronique

Contact : francois.vurpillot@univ-rouen.fr; tel : (33) 2 32 95 51 70
GPM - UFR Sciences et Techniques, Université de Rouen BP 12 76801 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY CEDEX
Secrétariat : (33) 2 32 95 50 36/ 5031 – Administration : (33) 2 32 95 51 69 Fax : (33) 2 32 95 50 32