

Mobilité d'îlots sur une surface en condition de réaction chimique

F. Leroy¹, Y. Saito², F. Cheynis¹, E. Bussmann^{1,*}, O. Pierre-Louis³, P. Müller¹

¹ CINaM, UMR 7325 Aix-Marseille Université/CNRS, Marseille France

² Department of Physics, Keio University, Yokohama, Japan

³ ILM, UMR 5306 Université Lyon 1-CNRS, Villeurbanne, France

E-mail: leroy@cinam.univ-mrs.fr

Le mouvement spontané de gouttes liquides [1,2] ou d'îlots solides [3,4] sur des surfaces a connu récemment un regain d'intérêt en particulier dans la perspective de positionner des nanostructures. Plus spécifiquement les réactions chimiques [5] à l'interface entre un îlot et son substrat sous-jacent peuvent conduire à une variété de comportements hors-équilibre. En fonction du détail des mécanismes réactionnels interfaciaux, la diffusion peut être soit favorisée et conduire par exemple à un mouvement "auto-propulsé" de l'îlot ou au contraire être ralentie.

Par microscopie à électrons lents (LEEM) *in situ* et Microscopie à Force Atomique *ex situ* nous avons mené l'étude du mouvement hors-équilibre de particules 3D. J'aborderai deux exemples : Le mouvement de gouttes liquides d'au sur des surfaces vicinales de Si et celui d'îlots solides de Si sur SiO₂ [6]. Dans le cas d'îlots solides de Si/SiO₂, nous avons mis en évidence trois régimes : (i) Aux temps courts, les îlots de Si se déplacent aléatoirement sur le substrat par un mécanisme de diffusion de surface des ad-atomes de Si sur l'îlot. De façon concomitante, l'îlot commence à graver le substrat à la ligne triple Si/SiO₂/vide selon la réaction $\text{Si} + \text{SiO}_2 \rightarrow 2 \text{SiO}_{(\text{g})}$. La gravure étant de plus en plus profonde, se développe ensuite (ii) un processus de diffusion de l'îlot piloté par la morphologie « modifiée » du substrat. Cette modification induit des déplacements erratiques de l'îlot résultant d'événements d'ancrage et de décrochage de la ligne triple. (iii) Aux temps longs, la profonde gravure induite dans le substrat piège l'îlot. Dans le cas de gouttes d'au sur Si, nous avons montré que la mobilité des gouttes est induite par un processus de dissolution du substrat favorisant la formation d'un eutectique ($T_e=636 \text{ K}$; composition $\sim \text{Au}_{0.8}\text{Si}_{0.2}$). Le rôle joué par l'anisotropie de vitesse de dissolution des plans cristallins du substrat de Si et par les marches atomiques conduisent à une grande variété de mouvements auto-propulsés.

Remerciements : ANR 13 BS-000-402 grant LOTUS et JSPS KAKENHU 23540456.

References:

- [1] J. Tersoff, D. E. Jesson, and W. Tang, *Science* 324 (2009).
- [2] F. D. Dos Santos and T. Ondarçuhu, *Phys. Rev. Lett.* 75, 2972 (1995)
- [3] A. K. Schmid, N. C. Bartelt, and R. Q. Hwang, *Science* 290, 1561 (2000).
- [4] M. L. Anderson, N. C. Bartelt, P. J. Feibelman, B. S. Schwartzentruber, and G. L. Kellogg, *Phys. Rev. Lett.* 98, 096106 (2007).
- [5] U. Denker, A. Rastelli, M. Stoffel, J. Tersoff, G. Katsaros, G. Constantini, K. Kern, N. Jin-Phillip, D. Jesson, and O. Schmidt, *Phys. Rev. Lett.* 94, 216103 (2005).
- [6] F. Leroy, Y. Saito, F. Cheynis, E. Bussmann, O. Pierre-Louis, and P. Müller, *Non equilibrium diffusion of reactive solid islands*, *Phys. Rev. B* 89, 235406 (2014)