

Adhésion et frottement à l'échelle nanométrique

P.-E. Mazeran,

**Laboratoire Roberval, UMR 7337 UTC-CNRS,
Université de Technologie de Compiègne**

La microscopie à force atomique AFM offre la possibilité de générer des contacts de dimensions nanométriques généralement de type monoaspérité. Ces contacts modèles sont particulièrement intéressants pour mieux comprendre les phénomènes élémentaires responsables du frottement. Malgré quelques progrès, la technique s'est montrée décevante pour accomplir ce rôle : La disparité des résultats expérimentaux quelquefois contradictoires, la variété des conditions expérimentales et la lourdeur expérimentale y sont pour beaucoup. Néanmoins, un aspect ressort clairement de la bibliographie : La force de frottement est proportionnelle à la force normale et augmente ou diminue de manière linéaire avec une augmentation logarithmique de la vitesse de glissement. L'augmentation de la force de frottement peut être expliquée par le modèle de Prandtl-Tolinson alors que la baisse serait liée à une disparition de la force d'adhésion capillaire, conséquence de la formation d'un ménisque d'eau autour du contact pointe-échantillon.

Dans ce contexte, nous avons cherché à comprendre comment les forces de frottement et d'adhésion évoluent avec la vitesse de glissement. Pour cela, nous avons développé un nouveau mode AFM appelé mode circulaire qui permet d'en faire un nanotribomètre rapide et fonctionnel. Ce mode permet de mesurer simultanément, la force d'adhésion et le coefficient de frottement pour une vitesse de glissement donnée, ceci en régime quasistationnaire et en un laps de temps très court (10s). Sur des surfaces hydrophobes, on constate que la force d'adhésion est constante et que l'évolution de la force de frottement avec la vitesse de glissement peut bien être expliquée par le modèle de Prandtl-Tomlinson. A l'opposé, sur les surfaces hydrophiles, on observe un domaine de transition entre le frottement humide (avec adhésion capillaire) et le frottement sec (sans adhésion capillaire). Dans ce domaine de transition, on constate une baisse linéaire de la force d'adhésion avec une augmentation logarithmique de la vitesse de glissement traduisant la disparition progressive du ménisque de transition capillaire. Ces résultats expérimentaux peuvent être expliqués par un nouveau modèle basé sur les barrières d'énergie impliquées dans la croissance du ménisque de condensation capillaire. Plus étonnant est le fait que le coefficient de frottement suit une transition simultanée et similaire à la force d'adhésion. Ces derniers résultats sont encore très mal compris même si la rugosité et les effets de polarisation semblent jouer un rôle. Ils feront l'objet de nouvelles investigations en utilisant des approches différentes qui seront présentées au cours de ce séminaire.