



Institut de physique

Actualités scientifiques

Les feutres water-proof résistent-ils vraiment à l'eau ?

Janvier 2018

Des physiciens ont démontré expérimentalement qu'il est possible d'enlever la marque d'un feutre water-proof... avec de l'eau !

De nombreuses avancées sur des matériaux capables de résister à l'eau ont été réalisées ces dernières années. Souvent qualifiés de *water-proof*, ils permettent une tenue du dépôt en évitant la solubilisation. Ainsi, ces matériaux peu solubles à l'eau et hydrophobes sont utilisés dans l'industrie, notamment pour des produits de maquillage. Néanmoins, cet avantage se traduit en inconvénient lors du nettoyage de la surface ainsi marquée, puisque ces dépôts sont généralement difficiles à retirer. En effet, l'utilisation de solvants agressifs et d'actions mécaniques importantes sur la surface ne sont pas toujours permises par le champ applicatif. Une équipe internationale rassemblant des chercheurs du Laboratoire de physique des solides (CNRS/Univ. Paris-Sud/Univ. Paris-Saclay) et de l'université de Princeton s'est penchée sur les conditions nécessaires à ce qu'un film hydrophobe puisse être détaché de son substrat uniquement avec de l'eau.

L'expérience commune montre qu'en passant cette surface sous le robinet, le dépôt adhère impassiblement sur le substrat. L'étude expérimentale a mis en avant que le film hydrophobe se détache sous deux conditions. D'abord, le liquide doit être suffisamment peu mouillant au regard du film. Énergétiquement, cela se traduit par une énergie globale du système plus faible lorsque le film est décollé et flotte en surface, que lorsqu'il adhère au substrat. Ainsi, le système aura

tendance à évoluer naturellement vers l'état « décollé ». Mais pour cela, une seconde condition est nécessaire. La fracture interfaciale, remplie de liquide, entre le film et le substrat doit pouvoir se propager, ce qui nécessite que les dissipations visqueuses soient faibles devant la tension interfaciale permettant le pelage. Un liquide trop visqueux gaspillerait son énergie à se propager au lieu de l'utiliser à briser les liaisons entre le substrat et le film. Cela signifie aussi que la vitesse de pénétration du substrat dans le liquide doit être la plus faible possible afin que celui-ci ait le temps de se propager et de provoquer le décolllement.

En faisant une marque de feutre permanent sur une lame de verre, les chercheurs ont observé que cette marque se détachait lorsque la lame était plongée dans un récipient d'eau à basse vitesse, alors que ce n'était pas le cas à des vitesses plus élevées. L'étude de la composition de ces feutres commerciaux a montré que les encres sont principalement constituées d'une résine appelée terpène. Des dépôts réalisés uniquement avec cette résine ont un comportement de détachement analogue aux feutres commerciaux. Cependant, la difficulté principale était de réaliser des films bien contrôlés en épaisseur. Afin de réaliser des expériences modèles, le terpène a été remplacé par du polystyrène pour lequel il est aisé de réaliser des films homogènes et sans pré-contrainte interne. Cette étude expérimentale a mis en évidence de manière quantitative les effets de viscosité et de vitesse de trempage. Par la suite, les chercheurs ont modélisé ces observations en exprimant les conditions énergétiques nécessaires au décolllement du film présentées plus haut.

Publiés dans la revue *Physical Review Letters*, ces travaux fournissent des perspectives pour des techniques de nettoyage de produits *water-proof*, qui se révèlent être peu agressives et plus respectueuses de l'environnement.

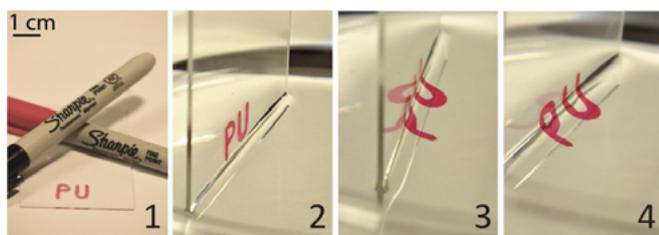


Illustration du pelage d'une écriture de feutre permanent waterproof (Sharpie) sur une lame de verre. La lame est plongée à une vitesse de $1 \mu\text{m/s}$. © Laboratoire de physique des solides (CNRS/Univ. Paris-Sud/Univ. Paris Saclay)

En savoir plus

[Water-based peeling of thin hydrophobic films](#)

S. Khodaparast, F. Boulogne, C. Poulard et H. A. Stone

Physical Review Letters (2017), doi:PhysRevLett.119.154502

Lire l'article sur la base d'archives ouvertes [ArXiv](#)

Contact chercheur

François Boulogne, chercheur CNRS

Informations complémentaires

[Laboratoire de physique des solides](#) (LPS, CNRS/Univ. Paris-Sud/Univ. Paris Saclay)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp