

## Influence de la rhéologie en grandes déformations sur les performances des adhésifs auto-collants

R. Villey<sup>1,2</sup>, B. Saintyves<sup>1,2</sup>, C. Creton<sup>1</sup>, P.-P. Cortet<sup>2</sup>, L. Vanel<sup>3</sup>, S. Santucci<sup>4</sup>, M.-J. Dalbe<sup>4</sup>, D.J. Yarusso<sup>5</sup> & M. Ciccotti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire SIMM (ESPCI Paristech, UPMC, CNRS), Paris, France

<sup>2</sup> Laboratoire FAST (Univ Paris-Sud, CNRS), Orsay, France

<sup>3</sup> Institut Lumière Matière (Univ Lyon 1, CNRS), Villeurbanne, France

<sup>4</sup> Laboratoire de Physique (ENS de Lyon, CNRS), Lyon, France

<sup>5</sup> 3M Center, 3M Company, St. Paul, MN, USA

villey@fast.u-psud.fr

La modélisation de l'énergie d'adhérence des rubans adhésifs auto-collants a fait l'objet d'un grand nombre d'études depuis les années 1950. Celles-ci ont révélé plusieurs facteurs clés qui expliquent leur forte adhérence sur la plupart des substrats, notamment le critère de Dahlquist (mollesse et visco-élasticité de l'adhésif) [1] et le confinement d'une faible épaisseur de colle par un dos rigide [2]. Des études plus récentes, utilisant les méthodes de « *probe-tack* », ont cependant aussi révélé le rôle crucial des mécanismes de cavitation et de filamentation durant le décollement de l'adhésif [3]. Ces derniers mécanismes induisent un étirement de la colle en longues fibrilles qui suggère une forte influence de la rhéologie non-linéaire de l'adhésif aux grandes déformations sur l'adhérence des rubans auto-collants.

Une modélisation complète des mécanismes intervenant durant le pelage de ces rubans doit ainsi nécessairement prendre en compte le couplage, complexe, de tous ces ingrédients. Nous présentons une série d'expériences, qui accompagnées d'arguments conceptuels, met en évidence les points clés qu'une telle modélisation doit utiliser. Nous présentons d'abord des mesures montrant une dépendance non-triviale de l'énergie d'adhérence avec la géométrie de chargement du ruban adhésif, dépendance qui se manifeste en particulier à travers l'influence de l'angle de pelage. Nous montrons ensuite que la rhéologie en grandes déformations de l'adhésif possède bien une influence sur l'énergie d'adhérence, en utilisant des expériences sur des rubans adhésifs dont les formulations chimiques ont été spécialement modifiées, afin de contrôler les rhéologies linéaire et non-linéaire de manière indépendante. Ces mesures d'énergie d'adhérence sont complétées par des observations microscopiques de la zone de déformation de l'adhésif près du front de pelage, permettant de renforcer les interprétations théoriques.

Les résultats obtenus permettent de discuter de manière critique les stratégies de modélisation du pelage des adhésifs auto-collants et de montrer que les mécanismes à l'œuvre ne sont pas déterminés par la propagation d'une singularité de contrainte à l'interface entre la colle et le substrat [4], mais par la perte d'énergie lors de l'avancée du front de pelage causée par l'étirement jusqu'à rupture des filaments de colle, c'est-à-dire par hystérèse (visco-)élastique [5].

### Références

1. C.A. DAHLQUIST, *Treatise on Adhesion and Adhesives, Vol. 2* Dekker, New York (1969).
2. D.H. KAELBLE, Theory and analysis of peel adhesion : rate-temperature dependence of viscoelastic interlayers, *J. Coll. Sc.*, **19**, 413–424 (1964).
3. H. LAKROUT, P. SERGOT ET C. CRETON, Direct Observation of Cavitation and Fibrillation in a Probe Tack Experiment on Model Acrylic Pressure-Sensitive-Adhesives, *J. Adhesion*, **69**, 307–359 (1999).
4. P.-G. DE GENNES, Soft Adhesives, *Langmuir*, **12**, 4497–4500 (1996).
5. A.N. GENT ET R.P. PETRICH, Adhesion of Viscoelastic Materials to Rigid Substrates, *Proc. Royal Society A*, **310**, 433–448 (1969).