

Cloques de délaminage et friction

Suomi PONCE^a, José BICO^a, Benoit ROMAN^a

a. *Laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes, PMMH - ESPCI.*

Résumé :

Nous nous intéressons à la formation de cloques de délaminage qui apparaissent lorsqu'un substrat mou recouvert d'un film rigide est comprimé, l'adhésion résultant d'interactions de van der Waals. Dans cette situation pertinente pour des applications en électronique flexible, la friction de la couche sur le substrat joue un rôle majeur. Nous présenterons une expérience modèle dans le cas symétrique d'une bande d'élastomère en contact avec un substrat rigide. Ces expériences mettent en évidence la progression d'un front de friction caractérisé par une contrainte uniforme lorsque la bande est tractée. Nous montrerons comment la combinaison de cette contrainte de frottement avec l'énergie d'interaction de la couche sur le substrat, la rigidité en flexion de la couche rigide et l'élasticité du substrat dicte le nombre et la taille des cloques de délaminage.

Abstract :

We are interested in the formation of delamination blisters that emerge when a soft substrate covered with a thin film is compressed, the adhesion between both is due to van der Waals interaction forces. In this situation, important to flexible electronic applications, the friction between the film and the substrate takes a major role. Here we present a model experiment for an equivalent system of an elastomeric band in contact with a rigid substrate. This experiments make in evidence the propagation of a frictionning front that is characterized by a uniform stress once the band is pull off the substrate. We show how the combination of this friction stress and the elasticity of the substrate determine the size and the number of blisters that delaminate.

Mots clefs : 3 maximum : Adhésion ; Friction ; Verre - Elastomère

1 Introduction

Nous nous intéressons à éclaircir un problème qui sort dans la formation des cloques de délaminage. Les cloques de délaminage se forment dans des systèmes type multi-couche, particulièrement nous intéressons le cas d'une plaque mince rigide déposée sur un substrat mou [1].

Quand le système est soumis à une compression uniaxiale, la plaque mince se bombe en se décollant du substrat, au même temps que chez le substrat la compression se concentre dans une zone en dessous de la cloque formée. En minimisant l'énergie total du système ; comprenant l'adhésion, l'élasticité du substrat et le flambage de la plaque mince, nous pouvons caractériser la taille des cloques.

Par ailleurs, on considère la zone de transition entre une partie comprimée et une partie relâchée, comme dans le cas du substrat, cette condition va induire un déplacement relatif entre la plaque mince et le substrat. En conséquence, il y aura du frottement due au glissement.

Finalement, on se pose la question de savoir si le frottement va être important pour la formation des cloques et comment il va déterminer le nombre et la taille des cloques de délaminage.

2 Première Partie

Comment premier situation, nous considérons le cas du pelage dans lequel on voit une bande que se décolle d'un substrat rigide [2]. En cette expérience, on observe qu'il faut une force constante qui est proportionnel à la largeur de la bande pour le décoller.

Si l'on va plus loin, dans le cas d'un angle nul, nous observons un comportement différent, cela ressemble le moment de formation des cloques. La force augmente monotoniquement dans le temps et la force maximale nécessaire pour décoller complètement la bande est proportionnel à l'aire de contact initial.

Nous proposons cette expérience modèle pour étudier d'abord les changements du frottement avec les propriétés élastiques de la bande et en suite pour étudier quels sont les effets du frottement dans la formation des cloques de délaminage.

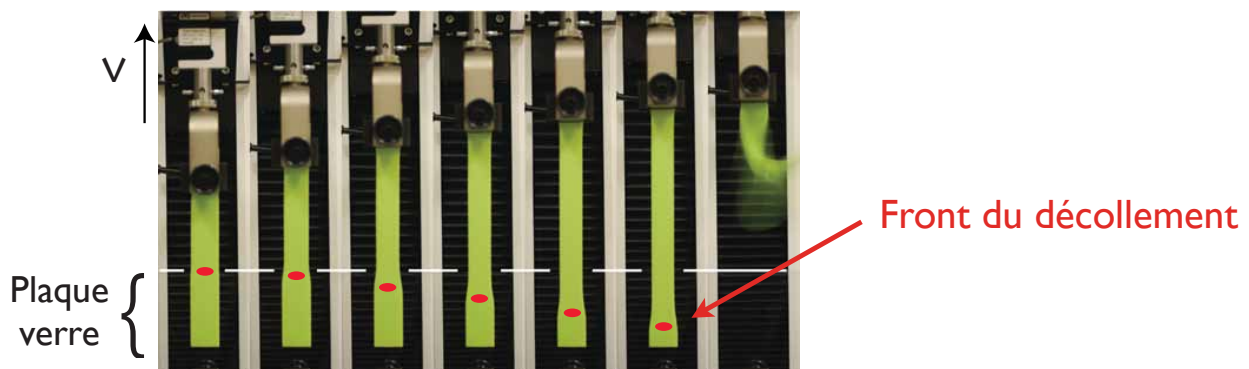


FIGURE 1 – Séquence d'images. Les points rouges montrent la position du front de décollage au cours du temps.

Références

- [1] Vella, D., Bico, J., Boudaoud, A., Roman, B., Reis, P. 2009 The macroscopic delimitation of thin films from elastic substrates. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **126**, 27, pp. 513-520
- [2] Kendall, K. 1975 Thin-film peeling - the elastic term. *J. Phys. D : Appl. Phys.* **8**, pp. 1449-1452