

## VITESSE DE RUPTURE D'INTERFACES FROTTANTES: RESULTATS NUMERIQUES

**J. K. Tromborg<sup>1,2</sup>, D. S. Amundsen<sup>3</sup>, H. A. Sveinsson<sup>2</sup>, K. Thogersen<sup>2</sup>, A. Malthe-Sorensen<sup>2</sup>, J. Scheibert<sup>1</sup>**

*1.Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes, CNRS / Ecole Centrale de Lyon / ENISE / ENTPE / Université de Lyon, 36, avenue Guy de Collongue, 69134 Ecully cedex.*

*2.Department of Physics, University of Oslo, SemSælandsvei 24, NO-0316, Oslo, Norway*

*3.Astrophysics Group, School of Physics, University of Exeter, Exeter EX4 4QL, United Kingdom*

### MOTS CLES

Interface multicontact, mise en glissement, front de rupture, vitesse de front, frottement statique, modèle multi-échelles

### INTRODUCTION

La transition de glissement d'une interface de frottement sèche se produit par rupture des jonctions qui relient les deux surfaces au contact. Typiquement, les interactions élastiques entre jonctions via le volume des solides produisent des fronts de rupture qui se propagent à partir des régions les plus faibles et /ou les plus chargées, et dont les jonctions cassent en premier. Les expériences trouvent que les fronts de rupture peuvent être quasi-statiques avec une vitesse proportionnelle au taux de chargement extérieur [1], se propager plus vite que les ondes de cisaillement [2], bien plus lentement que la vitesse des ondes de Rayleigh [3], ou proche de la vitesse de Rayleigh. Les mécanismes sous-jacents à la sélection de ces différents fronts sont encore imparfaitement compris.

### METHODES

Ici, nous utilisons des simulations de type masse-ressort 2D, où les interactions de frottement entre chaque masse et le substrat sont le résultat d'un ensemble de jonctions modélisées explicitement [4]. Le modèle complet est identique à celui décrit pour la première fois dans [5]. Nous comparons ces résultats à ceux d'un modèle 1D basé sur des lois de frottement mésoscopiques effectives [6].

### RESULTATS

Nous trouvons que la relation de proportionnalité entre la vitesse de glissement locale et la vitesse de propagation du front de rupture le long de l'interface, identifiée auparavant pour des fronts lents uniquement, est en fait valable à travers toute la gamme des vitesses possibles d'un front.

Nous revisitons un mécanisme de glissement lent à l'œuvre dans le modèle, et montrons que les fronts et le glissement rapides ont une origine différente, inertielle.

Nous mettons en lumière l'existence de longs transitoires quant à la vitesse des fronts, même dans le cas d'interfaces homogènes, ce qui suggère que les fronts observés expérimentalement puissent également être transitoires. Dans tous les cas, le rapport local des contraintes de cisaillement et de pression, de même que le seuil de glissement local, influent sur la sélection du type de front et de sa vitesse.

Finalement, nous introduisons une mesure intégrée de l'histoire de glissement d'un bloc, le coefficient de Gini, qui est un estimateur connu des inégalités, utilisé par exemple pour quantifier les inégalités de revenu dans une population [7]. Nous démontrons que, dans le modèle, c'est un bon prédicteur du

coefficient de frottement statique local de l'interface, qui dépend de l'histoire de glissement au même point.

## CONCLUSION

Tous ces résultats [8] devraient contribuer à la fois à établir une classification sur bases physiques des différents types de fronts, et à identifier les mécanismes importants impliqués dans la sélection de leur vitesse de propagation.

## Références

- [1] A. Prevost, J. Scheibert, G. Debrégeas (2013) «*Probing the micromechanics of a multi-contact interface at the onset of frictional sliding*», Eur. Phys. J. E **36**, 17.
- [2] A. Schubnel, S. Nielsen, J. Taddeucci, S. Vinciguerra, S. Rao (2011) «*Photo-acoustic study of subshear and supershear ruptures in the laboratory*», Earth Planet. Sci. Lett. **308**, 424.
- [3] S.M. Rubinstein, G. Cohen, J. Fineberg (2004) «*Detachment fronts and the onset of dynamic friction*», Nature **430**, 1005.
- [4] K. Thøgersen, J.K. Trømborg, H.A. Sveinsson, A. Malthe-Sørenssen, J. Scheibert (2014) «*History-dependent friction and slow slip from time-dependent microscopic junction laws studied in a statistical framework*», Phys. Rev. E **89**, 052401.
- [5] J.K. Trømborg, H.A. Sveinsson, J. Scheibert, K. Thøgersen, D.S. Amundsen, A. Malthe-Sørenssen (2014) «*Slow slip and the transition from fast to slow fronts in the rupture of frictional interfaces*», Proc. Natl. Acad. Sci. USA **111**, 8764.
- [6] D.S. Amundsen, J.K. Trømborg, K. Thøgersen, E. Katzav, A. Malthe-Sørenssen, J. Scheibert (2015) «*Steady-state propagation speed of rupture fronts along one-dimensional frictional interfaces*», Phys. Rev. E **92**(1), 032406.
- [6] G. M. Giorgi(1999) in Handbook on Income Inequality Measurement, Kluwer Academic Publishers, New York.
- [7] J.K. Trømborg, H.A. Sveinsson, K. Thøgersen, J. Scheibert, A. Malthe-Sørenssen (2015) «*Speed of fast and slow rupture fronts along frictional interfaces*», Phys. Rev. E **92**(1), 012408.