

Rupture d'un milieu granulaire : bifurcation et localisation

T. B. Nguyen¹ & A. Amon¹

Université Rennes 1, Institut de Physique de Rennes (UMR UR1-CNRS 6251), 35042 Rennes
axelle.amon@univ-rennes1.fr

Lorsqu'un milieu granulaire est soumis à une contrainte cisailante suffisamment importante on assiste à une localisation de la déformation et à la formation de bandes de cisaillement [1]. Au lieu d'être répartie homogènement, la déformation se localise dans une zone d'une faible épaisseur tandis que le reste du matériau est peu cisaille. Dans le cadre de modèles elasto-plastiques, ce phénomène est décrit comme une bifurcation entre une solution homogène et une solution présentant une discontinuité du champ de déformation [2].

Nous présentons des résultats expérimentaux permettant d'observer et de caractériser cette bifurcation au cours de la charge du matériau. À notre connaissance, il s'agit de la première mise en évidence expérimentale directe de cette bifurcation. Nous avons développé un dispositif expérimental permettant d'appliquer une déformation uniaxiale à un échantillon granulaire soumis à une pression de confinement [3]. L'utilisation d'une méthode interférométrique basée sur la diffraction multiple de la lumière nous permet d'obtenir des cartes de déformation spatialement résolues et donc d'observer les inhomogénéités du champ de déformation au cours de la charge.

Grâce à des outils d'analyse d'image permettant de quantifier l'orientation et le degré de localisation du champ de déformation nous avons pu mettre en évidence la bifurcation à l'origine du processus de localisation de la déformation dans un milieu granulaire [4].

Nous montrons que la bifurcation correspond à une brisure de symétrie : une direction privilégiée apparaît spontanément dans l'organisation de la plasticité. Cette orientation reste constante après son apparition et correspond à l'angle de Mohr-Coulomb. Lors de la brisure de symétrie la plasticité est encore très diffuse dans le matériau et la largeur de la bande de cisaillement est de l'ordre de grandeur de celle de l'échantillon. Lorsque la charge augmente, l'épaisseur de cette bande diminue jusqu'à atteindre une largeur stationnaire de l'ordre de quelques dizaines de tailles de grain.

Le processus de localisation de la déformation est donc un phénomène postérieur à la bifurcation marquant la brisure de symétrie dans le système. Il est tout à fait surprenant d'observer que l'angle de Mohr-Coulomb apparaît *avant* qu'un plan de rupture soit clairement identifié dans le système.

Références

1. Desrues, J. and Viggiani, G. *Int. J. Numer. Anal. Methods Geomech.*, **28**, 279–321 (2004).
2. Rudnicki, J. W. and Rice, J. R. *J. Mech. Phys. Solids*, **23**, 371 (1975).
3. Le Bouil, A. et al. *Gran. Matt.* **16**, 1 (2014).
4. Nguyen, T. B., and Amon A. *EPL* **116**, 28007 (2016).