Fracturation de floes glace par percussion dans un modèle granulaire

Dang Toai PHAN, Laboratoire Jacques-Louis Lions - Paris

La banquise, fine couche de glace qui recouvre les océans polaires, est un objet géophysique complexe qui se fracture sans cesse sous l'effet des vents et des courants océaniques. En hiver et dans la zone centrale de l'Arctique, elle est un solide quasi-continu et endommageable tandis qu'en saison de fonte et en particulier dans les Zones marginales de l'Arctique, elle se présente comme un agrégat de plaques de glace (appelées floes) dont le comportement mécanique à basse concentration est dominé par les collisions et la friction entre plaques. Capturer la transition mécanique (spatiale et temporelle) entre ces deux états dans les modèles continus de la banquise utilisés à des fins opérationnelles et d'étude du climat est essentiel à la représentation adéquate des variations rapides et à long terme de son étendue et de son épaisseur. Cette direction s'inscrit dans un projet international de recherche sur la modélisation de la banquise appelé SASIP (Scale-Aware Sea Ice Project).
En 2015, un nouveau modèle granulaire qui prend en compte la collision des floes et leurs interactions avec l'océan et atmosphère a été proposé par M.Rabatel, S.Labbé et J.Weiss [3]. Dans ce modèle, les floes de glace sont considérés comme des corps rigides indéformables. Cinq ans plus tard, D.Balasoiu [1] a proposé un modèle de fracture efficace dans lequel un floe est assimilé à un matériau hyper-élastique, homogène et isotrope. Basé sur le problème variationnel proposé par Francfort et Marigo [2], ce modèle décrit l'évolution de la fracture sous forme d'une compétition entre l'énergie élastique et surfacique de la fracture. Le chemin qu'emprunte la fracture est caractérisé uniquement par une condition au bord de Dirichlet. D.Balasoiu [1] a aussi prouvé que le comportement mécanique d'une plaque de glace est semblable à un système de masses liées par différents types de ressorts. Cette modélisation permet donc de déduire plus d'informations sur le bord Dirichlet lors de la collision entre deux floes. Le travail envisagé est de modéliser et analyser mathématiquement la notion de percussion en vue de d'initialiser des fractures dans les floes de glace.
Après une brève introduction de la fracture d'un matériau d'un point de vue mathématique, je présenterai la stratégie choisie pour les floes de glace. J'expliquerai l'étude de la fracture lors de la collision entre des floes par des simulations consécutives à un choc en une dimension, ainsi par des problématiques théoriques et numériques en dimensions supérieures.

[1] D. Balasoiu. *Modélisation et simulation du comportement mécanique de floes de glace.* Theses, Université Grenoble Alpes [2020-....], 2020.

[2] G. A. Francfort, J. J. Marigo. *Revisiting brittle fracture as an energy minimization problem.* Journal of Mechanics Physics of Solids, **46(8)**, 1319–1342, 1998. doi :10.1016/S0022-5096(98)00034-9.

[3] M. Rabatel. *Modélisation dynamique d'un assemblage de floes rigides.* Theses, Université Grenoble Alpes, 2015.

Contact : `phanda@ljll.math.upmc.fr`