

Stéphane Job

Ondes non linéaires en milieux granulaires hétérogènes unidimensionnels

Résumé :

Une impulsion appliquée à un milieu granulaire unidimensionnel homogène (ex. une chaîne de billes identiques) peut se propager sous la forme d'ondes acoustiques linéaires et dispersives, mais également sous la forme d'ondes non linéaires à support compact (ondes solitaires) [1,2]. La solution non linéaire de type ondes solitaires apparaît lorsque l'effet de la non linéarité du milieu de propagation compense celui de la dispersion des ondes (résultant entre autre de la périodicité du système). La non linéarité macroscopique du milieu résulte de l'homogénéisation, à l'échelle de la longueur d'onde de la sollicitation, de la relation non linéaire entre contrainte et déformation à l'échelle microscopique (contact de Hertz entre grains dans le cadre de l'élasticité linéaire), et le mécanisme de compensation peut être modélisé par une équation de Korteweg-de Vries généralisée.

Lorsque le milieu de propagation n'est pas constitué de grains identiques, il exhibe un comportement sensiblement différent. Je présenterai quelques résultats expérimentaux récents issus d'observations faites sur des milieux granulaires unidimensionnels hétérogènes, ainsi que les modèles proposés pour les décrire. Les milieux étudiés présentent des variations telles qu'une modification locale de la rigidité du milieu (réflexion non linéaire d'une onde solitaire) [3], un gradient de taille des grains (thermalisation d'une impulsion) [4], ou encore contenant une impureté (observation d'une onde localisée) [5].

[1] A. N. Lazaridi, V. F. Nesterenko, J. Appl. Mech. Tech. Phys. 26, 405 (1985).

[2] C. Coste, E. Falcon, S. Fauve, Phys. Rev. E 56, 6104 (1997).

[3] S. Job, F. Melo, A. Sokolow, S. Sen, Phys. Rev. Lett., 94, 178002 (2005).

[4] F. Melo, S. Job, F. Santibanez, F. Tapia, Phys. Rev. E, 73, 041305 (2006).

[5] F. Melo, S. Job et al (en préparation).

Quelques exemples simulés d'observations expérimentales (plus d'explications ici):

(1) Chaîne monodisperse libre-libre : 21 billes identiques

(2) Diminution brusque du diamètre des billes (après la bille rouge)

(3) Diminution progressive du diamètre de billes (après la bille rouge)

(4) Inclusion d'une bille de plus petit diamètre (sur la bille rouge)

