
ENSTA
SÉMINAIRE DE L'UNITÉ DE MÉCANIQUE
Mercredi 15 Mars 2006 à 11h00
Amphi grand hall à Palaiseau

---- Par Stéphane Job ----

<http://www.supmeca.fr/perso/jobs/>

Laboratoire d'Ingénierie
des Systèmes Mécaniques
et des Matériaux,
Supmeca

Titre : Ondes solitaires en milieux granulaires unidimensionnels hétérogènes

Résumé :

Nous nous intéressons à l'étude de la propagation d'ondes en milieux granulaires unidimensionnels secs, comme un cas particulier reprenant l'essentiel des phénomènes mis en jeu dans les matériaux granulaires réels.

De nombreux travaux ont montrés qu'une sollicitation dynamique, appliquée à un matériau granulaire unidimensionnel homogène (constitué de grains identiques), peut se propager sous la forme d'ondes acoustiques linéaires et dispersives, mais également sous la forme d'ondes solitaires non linéaires à support compact (solitons) [1,2]. La présence de solitons est possible lorsque la non linéarité du milieu de propagation compense l'effet de la dispersion des ondes (résultant entre autre de la périodicité du système). Le mécanisme de compensation peut être modélisé par un formalisme semblable à l'équation de Korteweg-de Vries. 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). La solution de type soliton apparaît donc pour des sollicitations de fortes amplitudes (chocs impulsifs), mais on montre également qu'il existe une limite asymptotique, appelée « sonic vacuum », pour laquelle seuls les solitons peuvent se propager, aussi petite que soit l'amplitude de l'excitation.

Lorsque le milieu n'est pas constitué de grains identiques, il exhibe un comportement non linéaire riche, mais sensiblement différent. Nous reviendrons dans un premier temps sur la modélisation permettant de décrire les phénomènes cités plus haut. Nous présenterons ensuite 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 (accepted, cond-mat/0512645).

[5] F. Melo, S. Job et al, in preparation.