

Résumé

Le but de ce travail est de mettre en place une simulation numérique permettant une meilleure compréhension de l'influence du troisième corps solide. Le pas de temps est la principale limitation des méthodes généralement utilisées. Aussi, afin d'augmenter les capacités de simulation, un algorithme implicite est mis à l'étude. Un accélérateur de convergence (en 1D) a permis de réduire d'un facteur d'environ n (avec n le nombre de granules) le nombre de relaxations nécessaire à une telle résolution. Cependant, le pas de temps est limité par des phénomènes liés à la nature même du domaine, ainsi qu'au modèle d'interaction appliqué aux contacts. Ces limitations sont apparues en 1D et en 2D. La suite des études est donc réalisée en utilisant une méthode explicite. Un programme permettant de simuler le cisaillement d'un domaine granulaire en 2D. Avec différentes "formes" de granules, a été développé. Des tests sont effectués afin de voir l'influence des paramètres numériques" (comme le pas de temps). Ensuite les phénomènes liés aux "paramètres physiques" (comme le coefficient de viscosité) et à la géométrie du domaine sont étudiés. Nous avons aussi montré la nécessité d'une analyse statistique des résultats (ergodicité). L'apparition d'un pont dans le domaine est décrite et ses effets sont montrés. Le rapport de l'amplitude sur le produit de la longueur d'onde et de l'épaisseur de film détermine le comportement du milieu granulaire. Des glissements aux parois se produisent en-dessous d'un certain seuil. De même, une valeur de ce rapport détermine la transition entre un comportement particulaire et un comportement continu. L'interprétation de ces deux phénomènes conduit à conclure que ces valeurs seuils sont influencées par la forme des granules. Plus les granules sont longues ($>t$ plus les seuils seront faibles). Une étude portant sur sept formes de granules a permis de montrer que la variation du coefficient de frottement est la grandeur qui reflète le mieux le comportement d'un domaine granulaire. Elle augmente avec la longueur des granules, c'est-à-dire lorsque les possibilités d'accommodation diminuent.

Résumé

The aim of this work is to build a numerical simulation leading to a better understanding of a solid third body behavior. A literature survey shows that the time step is the bottle neck of all the explicit algorithms commonly used by researchers. This is why an implicit algorithm was studied. The objective is to increase the capacity of simulation by the increase of both simulation domain, and simulation duration. The multi-grid technique is used to reduce the number of relaxations needed for such method. In 1D, a improvement up to n (if n is the number of granules) is achieved. Nevertheless by using this method, the time step is limited not only by the interaction model, but also by the nature of the domain. These limitations appear in 1D and 2D. The efforts are then concentrated on an explicit algorithm and the study of the influence

of the shape of the granule. Tests on ergodicity, periodic boundary, time step, and a small variation of the number of free granules are performed. The influence of those "numerical parameters" is defined and the need of a statistical analysis of the results is shown. Then the influence of "physical parameters" (such as the viscosity coefficient) and geometrical parameters are investigated. Bridges connecting the two first bodies appear during simulations. Their effects on kinematic energy variations, solid fraction, and friction coefficient are described. The ratio between the amplitude and the wavelength times the thickness is deciding the behavior of a granular domain. Whenever it is small, boundary slip appears and this value also determines the transition between particular and continuous behavior. The explanation of these phenomena leads to the conclusion that the shape of the granule influences the threshold values of the ratio. The study of seven different shapes shows that the friction coefficient variation is the best indication of the behavior of the granular domain. It increases with the granule length, i. E. With the reduction of the ability to accommodate changes in the domain.