

Soutenance de Thèse



LABORATOIRE de MÉCANIQUE et GÉNIE CIVIL

Trieu-Duy Tran



Lundi 18 décembre à 14:00

Amphithéâtre Jean Jacques Moreau

860, rue de Saint Priest, Bat. 2

34090 Montpellier

« Cohesive strength and bonding structure of agglomerates composed of aspherical particles »

Le jury est composé de :

Olivier BONNEFOY Professor, Ecole des Mines de Saint-Etienne Rapporteur

Gaël COMBE Professor, Laboratoire 3SR, University Grenoble Alpes Rapporteur

Lydie STARON CNRS researcher, Institut Jean le Rond d'Alembert, Paris Examinateur

Thomas GENEVES Ingénieur de Recherche, Orano MELOX Examinateur

Jean-Yves DELENNE Directeur de Recherche INRAE, Montpellier Examinateur

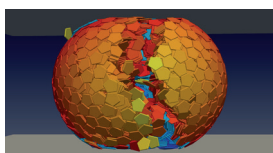
Jean-Philippe BAYLE Ingénieur de Recherche, CEA Marcoule Co-encadrant

Saeid NEZAMABADI Maitre de Conférences, Université de Montpellier Co-Directeur de thèse

Farhang RADJAI Directeur de Recherche CNRS, Université de Montpellier Directeur de thèse

Résumé

L'agglomération de particules fines est utilisée dans l'industrie nucléaire pour améliorer la coulabilité des poudres dans les procédés de fabrication des pastilles de combustible MOX. Cependant, les mécanismes physiques qui sous-tendent la résistance mécanique des agglomérats sont encore mal compris. L'objectif de ce travail de thèse est d'utiliser des simulations dynamiques basées sur la méthode des éléments discrets pour étudier les effets conjugués des forces d'adhésion, des formes des particules primaires et du coefficient de frottement sur la microstructure et la cohésion des agglomérats. Des agglomérats sphériques composés de particules primaires de deux formes différentes, hexapodes et plaquettes, respectivement par analogie aux particules d'UO₂ et de PuO₂, sont construits par compaction isotrope et soumis à une compression diamétrale. Nous proposons une analyse détaillée des propriétés statistiques, des microstructures et de la résistance mécanique des agglomérats pour une large gamme de rapports d'aspect des particules primaires et de valeurs du coefficient de frottement. Nos résultats montrent comment l'imbrication et l'entrave à la rotation entre les particules, combinées à la mobilisation du frottement, amplifient les effets de la force d'adhésion pour augmenter considérablement la cohésion de l'agglomérat. Enfin, nous étudions également les propriétés des agglomérats composés de mélanges de particules de deux formes différentes en fonction de leurs proportions, le PuO₂ (plaquettes) dont la teneur est variable dans l'UO₂ (hexapodes). Ce travail montre l'importance de la forme primaire des particules pour la cohésion des agglomérats et le rôle prépondérant du frottement pour renforcer les effets liés à la forme non-sphérique des particules primaires.



Abstract

Agglomeration of fine particles is used in nuclear industry to improve the flowability of powders in the manufacture process of MOX fuel pellets. However, the physical mechanisms underlying the mechanical strength of agglomerates are still poorly understood. The objective of this PhD work is to use particle dynamics simulations based on discrete element method to investigate the combined effects of bond forces between primary particles, their shapes and friction coefficient on the microstructure and cohesive strength of agglomerates. Spherical agglomerates composed of primary particles of two different shapes, namely hexapods and platelets in analogy respectively with UO₂ and PuO₂ particles, are built by isotropic compaction and subjected to diametral compression. We perform a detailed analysis of the statistical properties, bonding structures, and cohesive strength of agglomerates for a broad range of primary particle shape aspect ratios and values of friction coefficient. Our results show how interlocking and rotation hindering between particles combined with friction control the scale-up of bond forces to the agglomerate-scale strength. Finally, we investigate the strength of agglomerates composed of variable proportions of platelets (PuO₂) mixed with hexapods (UO₂). This work shows the importance of primary particle shape for the cohesive strength of agglomerates and the prominent role of friction to enhance hinderance effects due to aspherical particle shape.

