

Ségrégation granulaire : influence des conditions initiales et du champ gravitationnel, application aux astéroïdes.

Jérémy Sautel¹ & Nicolas Taberlet¹

Laboratoire de Physique à l'ENS de Lyon, 46 allée d'Italie, 69007 LYON
jeremy.sautel@ens-lyon.fr

Nous étudions la ségrégation granulaire (selon la taille des grains) dans les astéroïdes non monolithiques. Ceux-ci fournissent un environnement gravitationnel radicalement différent de celui-ci que l'on rencontre à la surface de la Terre. Aussi, bien que le problème de l'effet « Noix du Brésil » ait déjà été au cœur de nombreuses études, la ségrégation dans un agrégat auto-gravitant reste peu explorée. Son étude est motivée par les observations récentes de la surface des astéroïdes granulaires (principalement dues aux missions Hayabusa et Hayabusa 2 de la JAXA), qui révèle la concentration des plus gros composants à la surface. On remarque cependant que cette concentration n'est pas uniforme, et que certaines parties de la surface sont recouvertes de composants beaucoup plus petits, allant jusqu'à de fines poussières. L'explication de ce phénomène est d'un intérêt majeur pour la compréhension de la géologie des astéroïdes, mais également dans l'optique de faire des prédictions quant à la composition des couches situées immédiatement sous la surface des astéroïdes granulaires. En effet, aucune mesure concernant ces couches plus profondes n'a pu être réalisée au cours des dernières missions.

À l'aide de simulations numériques, nous avons obtenu de nombreux résultats sur la ségrégation granulaire dans un agrégat à 2 dimensions périodiquement perturbé. Nous avons notamment pu quantifier l'influence des différents paramètres physiques (intensité de la perturbation, coefficient de frottement entre grains) sur la qualité et la rapidité de la ségrégation, et relier ces variables au déplacement moyens des « gros » et « petits » grains de l'agrégat. Dans un tel agrégat, le champ gravitationnel diffère de celui d'une expérience type « Noix du Brésil » par deux aspects : il n'est pas parallèle, puisque central, et son intensité n'est pas uniforme, puisque proportionnelle à la distance au centre de l'agrégat. Nous avons voulu distinguer les influences de ces deux effets, en réalisant de nouvelles simulations, dans lesquelles le champ est parallèle, mais d'intensité proportionnelle à la distance à une ligne de champ nul. Les grains évoluent donc au sein d'une bande horizontale à deux dimensions, fermée par des conditions aux limites périodiques (voir la Fig. 1). La ségrégation radiale d'un astéroïde est alors analogue à une ségrégation verticale dans la bande, tandis que la répartition inhomogène des grains en surface de l'astéroïde est analogue à une ségrégation horizontale.

Nos résultats font apparaître une ségrégation verticale, mais également une ségrégation horizontale, avec la formation de lobes de gros grains aux deux surfaces de la bande, selon une longueur d'onde ne dépendant pas de la largeur de la bande (voir la Fig. 1). Nous avons également étudié l'influence des conditions initiales, ce qui nous a confirmé la robustesse de ces résultats.

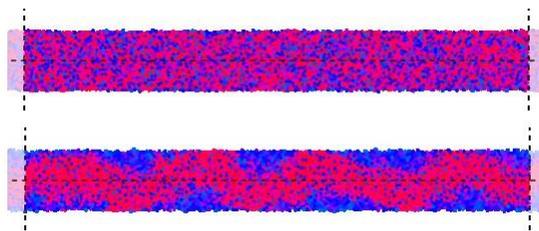


Figure 1. Bande de 9000 grains à l'état initial (en haut) et après 9000 secousses (en bas). On voit la formation de lobes de gros grains.