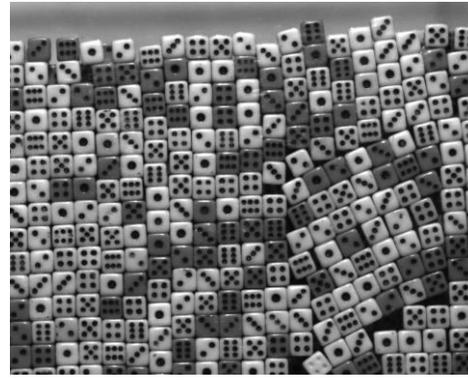


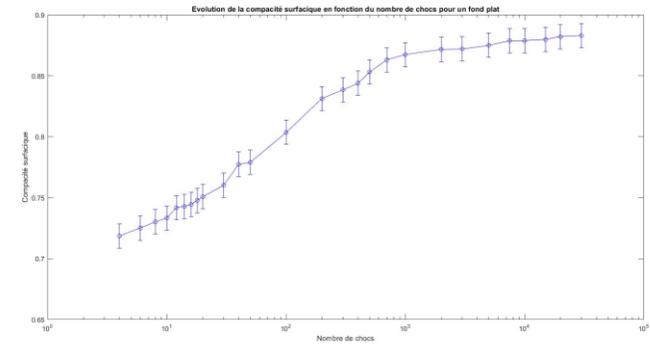
1. a)



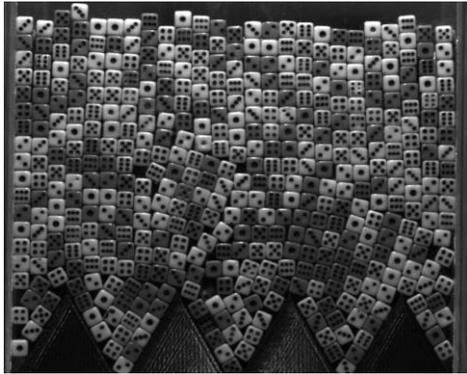
b)



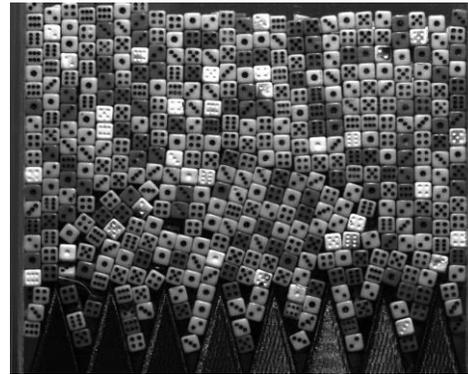
c)



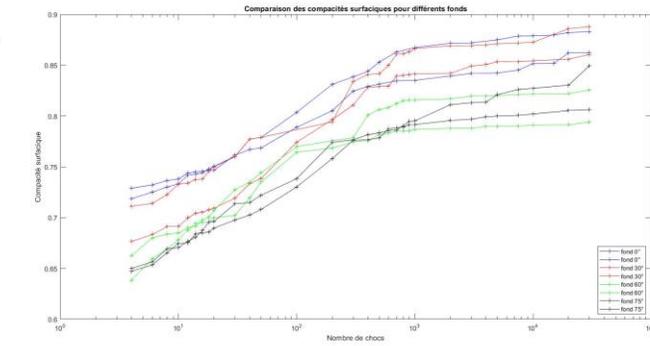
2. a)



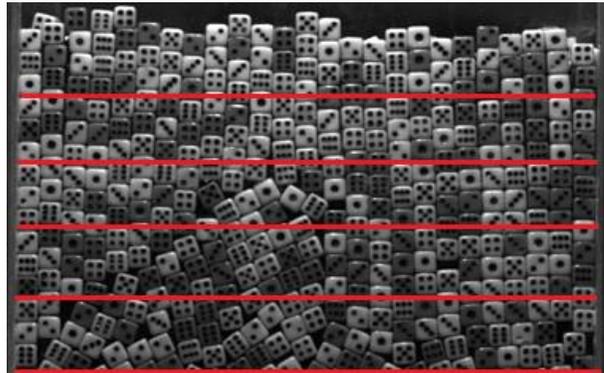
b)



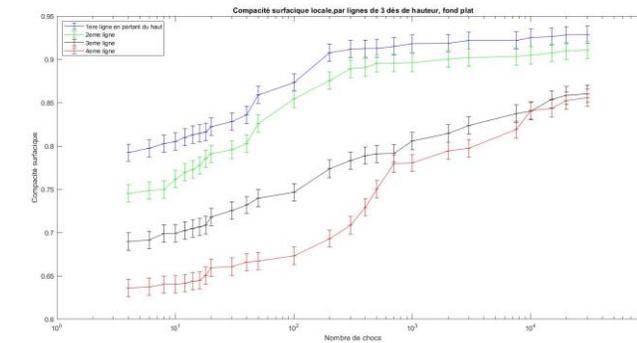
c)



3. a)



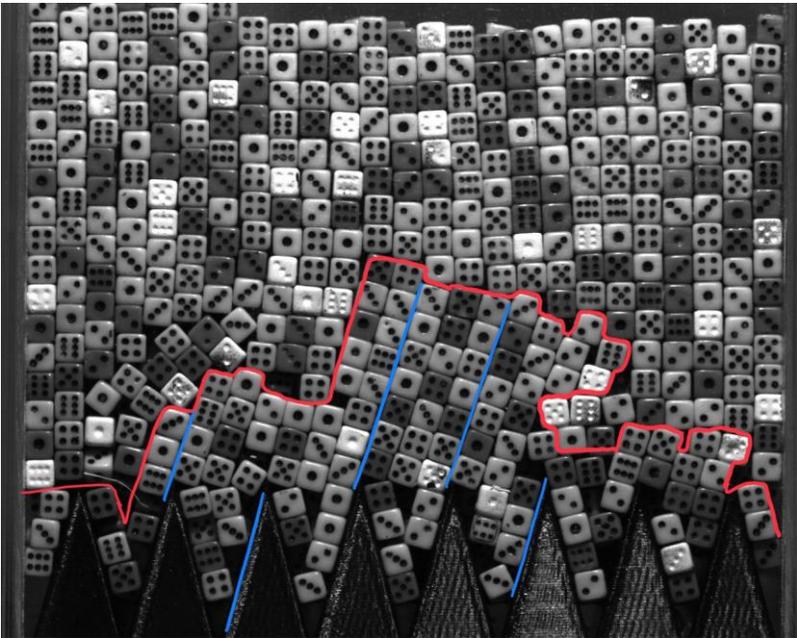
b)



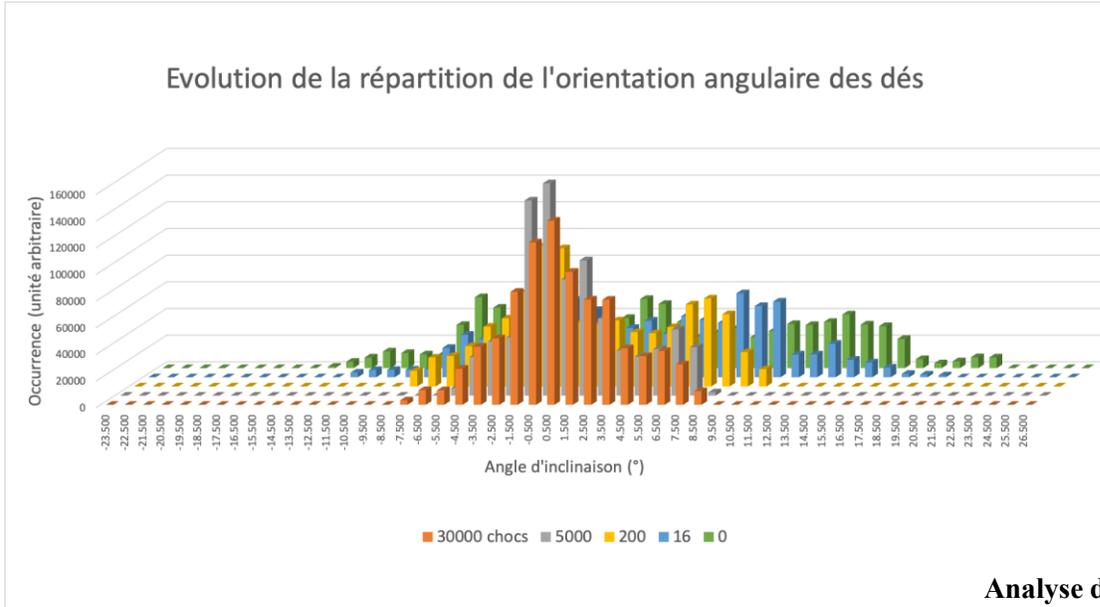
Compacité surfacique. 1. Photographie du système avec un fond plat **a)** dans l'état initial et **b)** après 30 000 chocs. **c)** Evolution de la compacité surfacique avec le nombre de chocs en échelle logarithmique. La compacité augmente exponentiellement avec le nombre de chocs puis atteint un palier vers 1000 chocs.

2. Influence de la géométrie du fond. Photographies du système après 30000 chocs **a)** pour un fond à 60° **b)** et à 75°. Evolution de la compacité surfacique en fonction du nombre de chocs pour des fonds d'angle variables. Il n'apparaît pas de lien clair entre l'angle du fond et l'évolution de la compacité surfacique.

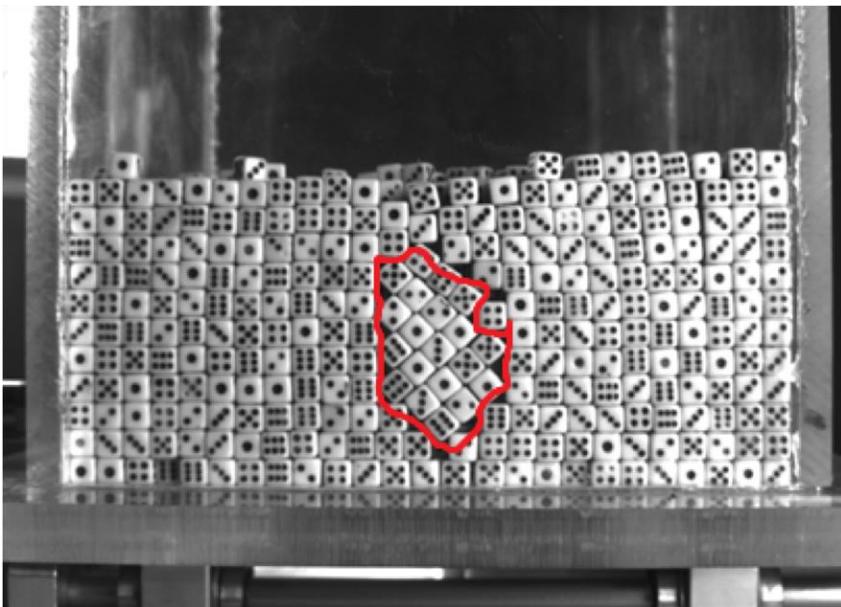
3. Compacité surfacique locale : **a)** Représentation schématisée du découpage en bandes utilisé pour le calcul de la compacité surfacique locale. **b)** Evolution de la compacité surfacique locale avec le nombre de chocs. Les dés les plus hauts s'arrangent beaucoup plus vite que ceux du bas, qui continuent à évoluer après 30000 chocs.



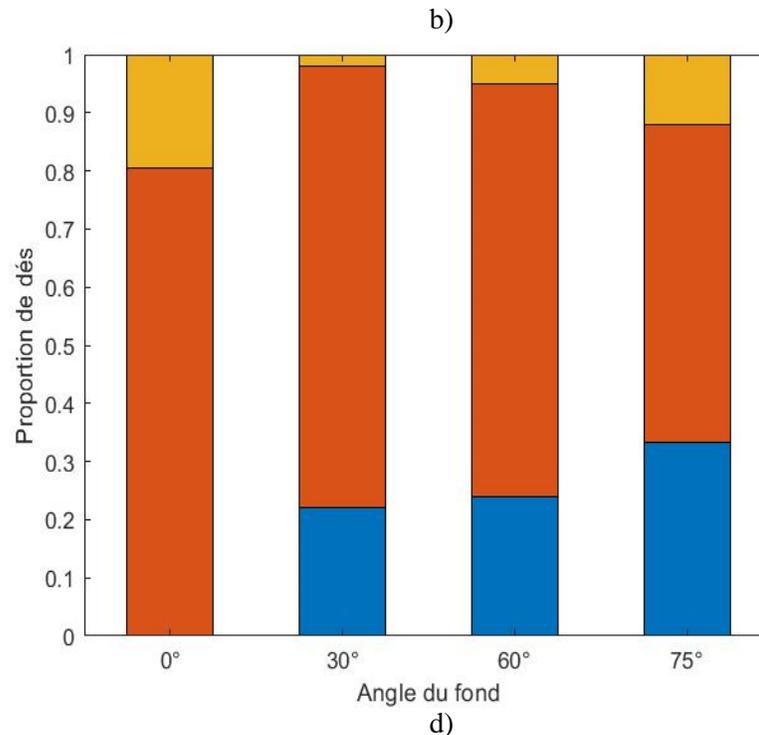
a)



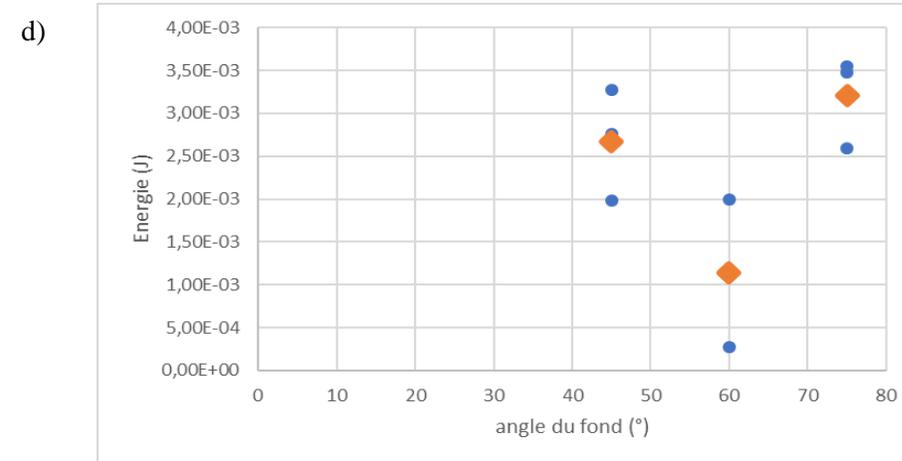
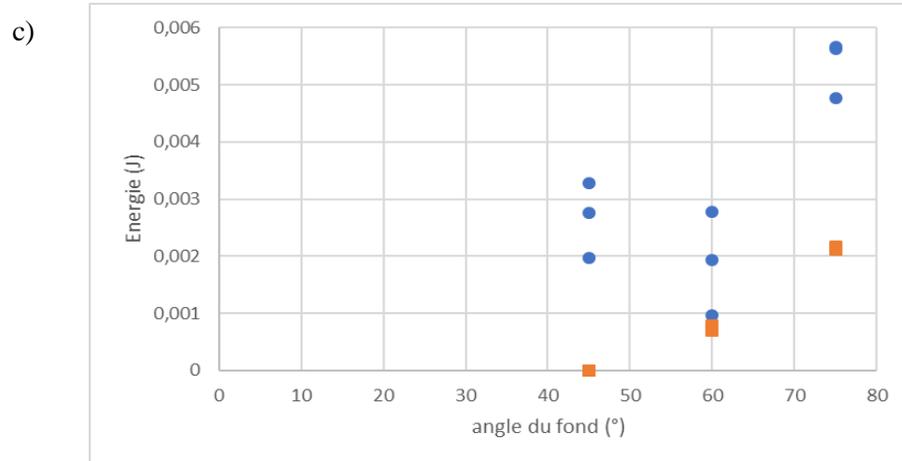
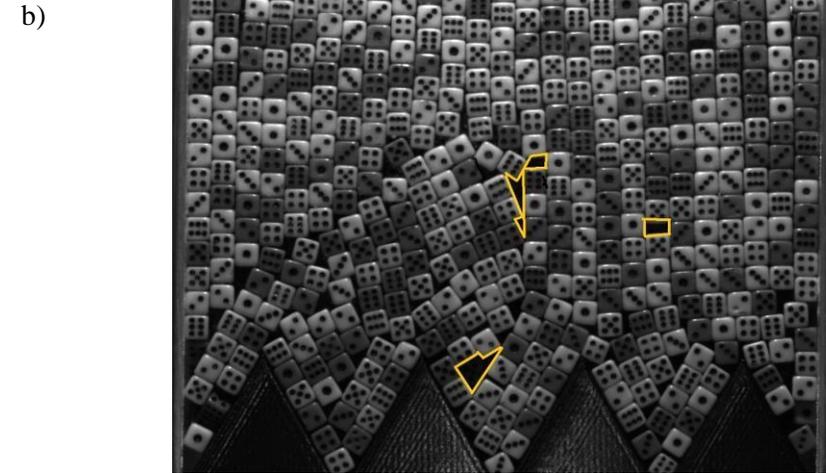
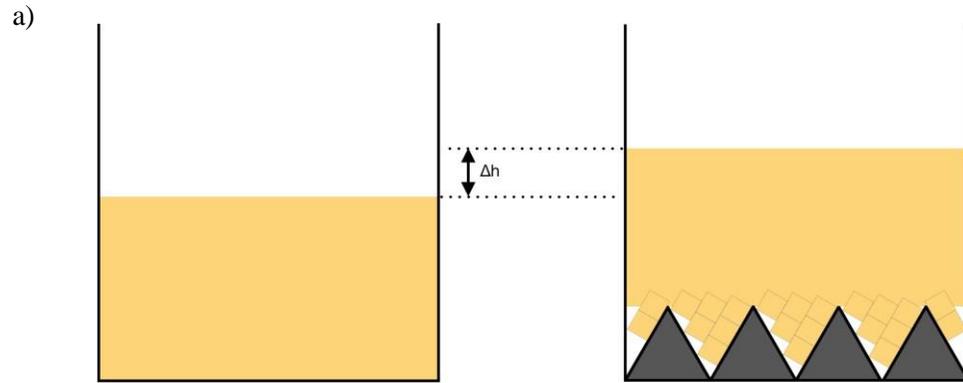
Analyse d'inclinaison des dés sur la surface



c)



- a) Mise en évidence des différences d'inclinaison des dés, pour un fond de 75° : on note une frontière plutôt nette entre l'orientation à plat et celle suivant le fond. Certains dés gardent cependant des orientations plus aléatoires, qui devraient théoriquement disparaître si l'on continue de secouer.
- b) Tentative de détection de l'orientation des dés avec OrientationJ (plugin ImageJ) pour un fond plat. On observe une tendance convergente vers une orientation particulière, en l'occurrence à plat. Ce n'est cependant pas ce que l'on observe visuellement : il manque un pic à 45°. Cette inadéquation se confirme pour les autres fonds, notamment lorsque trop d'angles différents se côtoient. Plus généralement, cela confirme néanmoins la tendance à l'organisation des orientations.
- c) Mise en évidence d'une structure métastable pour un fond plat. Les dés concernés sont à 45°.
- d) Histogramme de répartition angulaire des dés (pour chaque fond, valeurs moyennées sur l'ensemble des manipulations). Rouge : à plat; bleu : aligné avec le fond; jaune : autres orientations. Analyses réalisées par une détection manuelle.



Modèle énergétique de l'influence de l'angle imposé

a) Modèle de l'énergie imposée par le système. A gauche, avant l'ajout du fond, à droite, après. En gris le fond, en blanc le volume supplémentaire bloqué par la géométrie. L'énergie associée est l'énergie potentielle générée par la surélévation des dés.

b) Image d'une expérience après 30000 choc. Est mesuré le volume de 'trous' et leur hauteur moyenne. Exemples de trous en couleur.

c) Energie imposée par la géométrie (carrés oranges) et énergie mesurée sur les expériences (ronds bleus), en fonction de l'angle imposé par le fond.

d) Energie moyenne associée aux trous moins celle imposée par la géométrie selon le modèle présenté (losanges orange) et les valeurs expérimentales associées (ronds bleus). La forte variabilité des mesures ne fait pas apparaître de tendance identifiable.