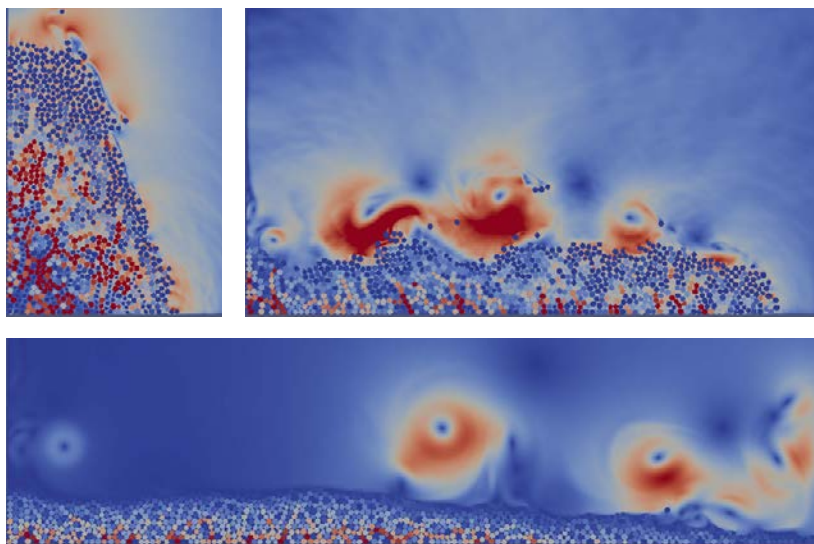
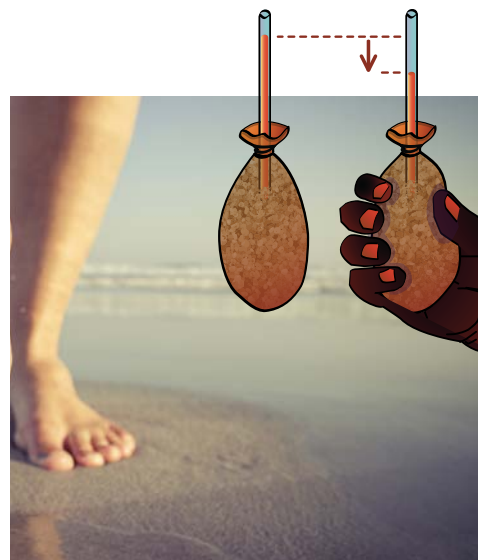




Ces images d'une simulation numérique réalisée en 2012 par des chercheurs de l'université de Montpellier montrent trois instants d'une avalanche de grains sous l'eau. Dans le fluide, la vitesse est croissante du bleu au rouge; la pression subie par les grains est également représentée du bleu au rouge. On voit notamment qu'en raison de la présence du liquide, le talus s'étale sur de longues distances.



Le sable mouillé et tassé gonfle et s'assèche dès que l'on marche dessus: c'est le phénomène de dilatance, que l'on peut mettre en évidence en remplissant de sable et d'eau un ballon de baudruche surmonté d'un tube de verre. Si le sable est bien tassé initialement, une pression sur le ballon provoque un desserrement de la structure des grains: de l'eau s'engouffre dans le ballon et le niveau d'eau baisse, contrairement à ce que l'on attendrait *a priori*.

Une expérience à la portée de chacun illustre le caractère transitoire du comportement d'un milieu granulaire imbibé d'eau. En marchant à marée basse sur une plage, vous pouvez mettre en évidence le rôle de l'eau présente dans le sable, que le va-et-vient des vaguelettes avait tassé. Lorsque vous posez un pied sur ce sable humide, il se forme dans un premier temps une zone sèche autour, tandis que le dessous de votre pied se mouille (voir la photographie ci-dessus, à droite).

QUAND LA PRESSION DU PIED DILATE LE SABLE

C'est peut-être une telle observation qui a conduit en 1885 le scientifique irlandais Osborne Reynolds au concept de «dilatance», qu'une expérience simple permet de comprendre (voir le dessin ci-dessus, à droite). Remplissez un ballon gonflable de sable mouillé sans le tasser; attachez-y rigidement un tube de verre verticalement pour avoir un niveau de l'eau en excès. Pressez le ballon: le sable se tasse et de l'eau est poussée dans le tube, dont le niveau d'eau s'élève.

Si, au contraire, vous avez initialement bien tassé le sable mouillé, le niveau d'eau commence par baisser lorsque vous pressez le ballon. Pourquoi? Le sable ayant été tassé, sa compacité avait atteint sa valeur maximale; la déformation du sable n'a donc pu que réduire sa compacité, et l'eau est venue remplir les volumes libres qui se sont ainsi créés.

Cet effet de dilatance peut conduire à des phénomènes d'écoulement transitoire dans lesquels le matériau granulaire change de viscosité. C'est ce qui s'est produit en 1692 pour

le sable sur lequel la ville de Port-Royal était construite et qui a conduit à une catastrophe.

Un tel phénomène de liquéfaction se manifeste lors du passage d'une onde sismique à travers des sols fins, peu compacts et saturés d'eau. Pendant la brève durée de la secousse, les forces de contact entre les grains sont rompues et ceux-ci, libérés, sont mis en suspension. La charge des bâtiments sur le sol n'est alors plus supportée par les voûtes formées grâce aux chaînes de forces de contact. Cette charge se transmet alors à la suspension qui, comme une éponge, se densifie progressivement en expulsant de l'eau jusqu'à retrouver de nouvelles chaînes de forces qui soutiendront l'édifice. Au cours de ce phénomène transitoire qui dépend de la perméabilité du sol, le sol a perdu sa portance: des constructions massives peuvent s'enliser brutalement, parfois de plusieurs mètres, comme de lourdes pierres jetées dans la boue.

Par effet de dilatance, un sol peut changer de viscosité et ne plus supporter sa charge