

## La recette magique pour les châteaux de sable



Et on les paye à ça ! " La remarque sarcastique a sifflé aux oreilles du physicien Daniel Bonn du respectable CNRS et de l'école d'ingénieurs Chimie ParisTech. Il l'a bien cherché, il faut dire. Avec trois collègues, dans son laboratoire, il s'est lancé dans la construction de dizaines de châteaux de sable pour déterminer leur hauteur maximale avant écroulement. " *Il y a beaucoup de problèmes simples qui ne sont pas résolus, alors ça vaut le coup de s'y attaquer. On contribue aux progrès de la science* ", justifie ce spécialiste des milieux granulaires (sable mais aussi grains, poudres...). Tout en brandissant également l'argument " utilitaire ". " *La manipulation des milieux granulaires (transport du béton, du sable, des céréales...) consomme environ 10 % des ressources énergétiques.* " Ce Néerlandais d'origine, professeur à l'université d'Amsterdam, a aussi été frappé par la méconnaissance du sol (milieu granulaire par excellence) ayant engendré des fissures dans les maisons lors du percement du métro souterrain à Amsterdam.

Ses châteaux, certes, s'écroulent, mais au moins, il sait maintenant pourquoi. Dans la revue *Scientific Reports*, il a publié, le 2 août, la recette de l'édifice parfait. Le sable doit être mouillé, aux grains fins, et plus la base est large plus hautes seront les tours... Evident ? Sauf que " *la physique sert à mettre des nombres sur les phénomènes* ", précise le chercheur. Ainsi, bâtir sur une base deux fois plus grande ne fera pas une colonne de sable deux fois plus haute, mais 1,58 fois seulement (la hauteur maximale augmentant comme la puissance deux tiers du rayon). Pour un cylindre de 20 centimètres de rayon, le tas peut monter jusqu'à 2,5 mètres (par commodité les chercheurs ont travaillé avec des châteaux d'un peu plus d'un mètre de hauteur). De même la quantité d'eau optimale est d'un seau d'eau pour 50 de sable.

Le rôle de l'eau était évidemment connu depuis longtemps. Le liquide agit comme une colle, formant de petits ponts entre les grains (à la manière dont l'eau " grimpe " sur les parois d'un verre, créant un ménisque incurvé). Pour estimer la hauteur maximale d'une colonne de sable, les chercheurs ont aussi exhibé une " vieille " formule d'architecte, fixant le seuil au-delà duquel la construction s'effondre sur elle-même.

Elasticité

Mais la formule fait intervenir une propriété du matériau, son " élasticité ", ce qui, dans le cas du sable, pouvait paraître un peu étrange. La réussite de ces chercheurs a été en fait d'estimer ce paramètre-clé. D'où ils ont déduit l'effet de la taille des grains tout comme celui du compactage (qui augmente le nombre de ponts entre les grains).

Ils ont aussi montré qu'ils n'étaient pas de petits joueurs en battant leur record d'altitude. Malins, ils ont construit leur château non pas dans leur laboratoire transformé en plage, mais dans l'eau d'un aquarium ! La densité effective joue en effet un rôle dans cet équilibre délicat. Dans l'eau, le sable paraît moins lourd et permet donc de tutoyer des sommets jusqu'à deux fois plus élevés que dans l'air. Il fallait juste penser à prendre du sable hydrofuge. Ça a payé.

**David Larousserie**

© Le Monde

◀ article précédent

Le regard de Plantu

article suivant ►

Les montagnes de dettes des cités...