

Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : phénomène de capillarité

Quelques exemples ; la cohésion ; et dans un château de sable ?

Cette ressource complète l'activité « Petite discussion sur les matériaux constituant le sol » proposée aux élèves lors des cordées de la réussite, atelier [Sol]ution. Cette présentation permet d'amener la deuxième activité de l'atelier montrée dans la vidéo « [Cordées de la Réussite, Atelier \[Sol\]ution : Châteaux de sable](#) ».

L'atelier [Sol]ution, composé de quatre activités, est présenté dans la ressource « [Cordées de la Réussite, Atelier \[Sol\]ution](#) ».



1 . Quelques exemples

Les grains de sucre laissent de petits espaces entre eux, des capillarités. Ces espaces créés entre les grains forment des canaux qui « aspirent » le café vers le haut



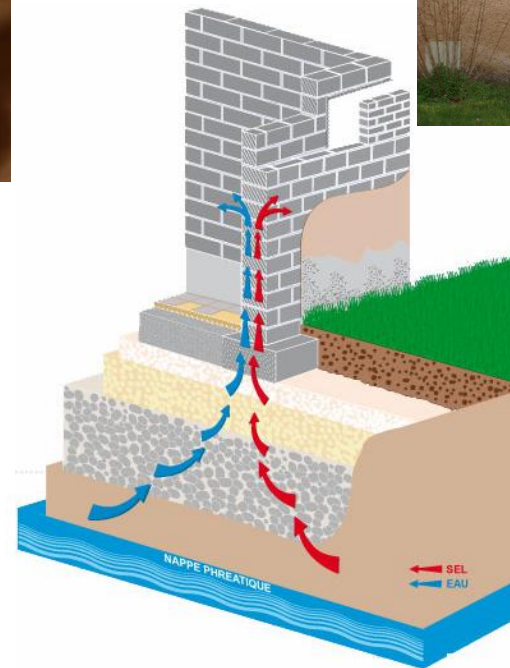
[lamy-expertise.fr]



Dans une habitation, la remontée capillaire est la migration d'humidité dans les murs, en contact avec un sol, par la structure poreuse du matériau qui les constitue .



[humiditeideale.fr]

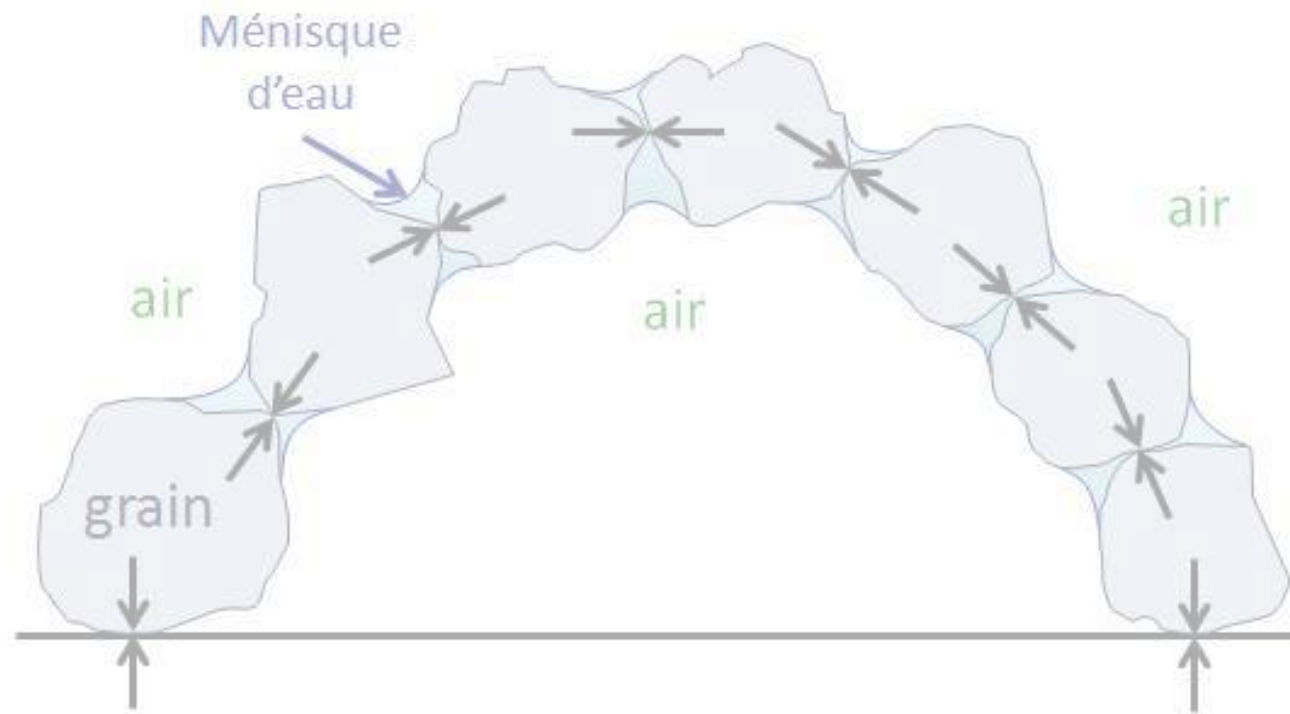


[humiprotect.e-monsite.com]

La capillarité visible à l'aide trois tubes à essais de diamètres différents : plus le tube est fin, plus la remontée est importante.

[lemondeetnous.canalblog.com]

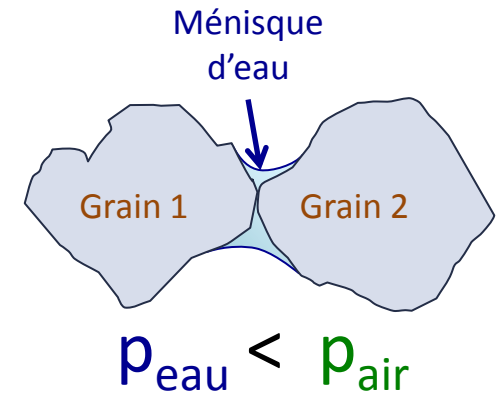
2 . La cohésion et le foisonnement



Deux grains peuvent être maintenus en contact par capillarité par l'intermédiaire d'un mince film d'eau.

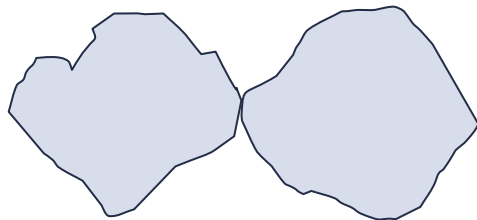
En regardant le joint entre les deux grains, on remarque que l'eau forme un petit pont (ménisque d'eau) dont la courbure est tournée vers l'extérieur.

La pression dans le liquide est plus faible que la pression de l'air : cette différence de pression génère une attraction entre les deux grains appelée « cohésion »¹.

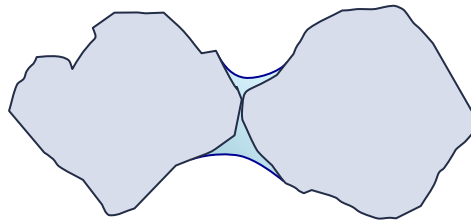


Plus les grains sont petits, plus l'action du ménisque d'eau est prédominante.

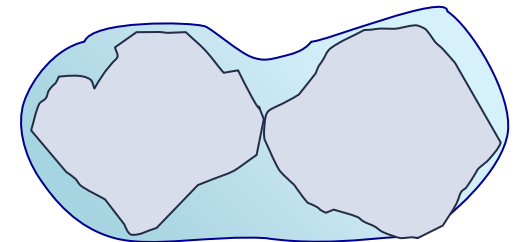
La quantité d'eau influence également la cohésion :



Pas d'eau = aucune cohésion



Formation d'un ménisque = cohésion

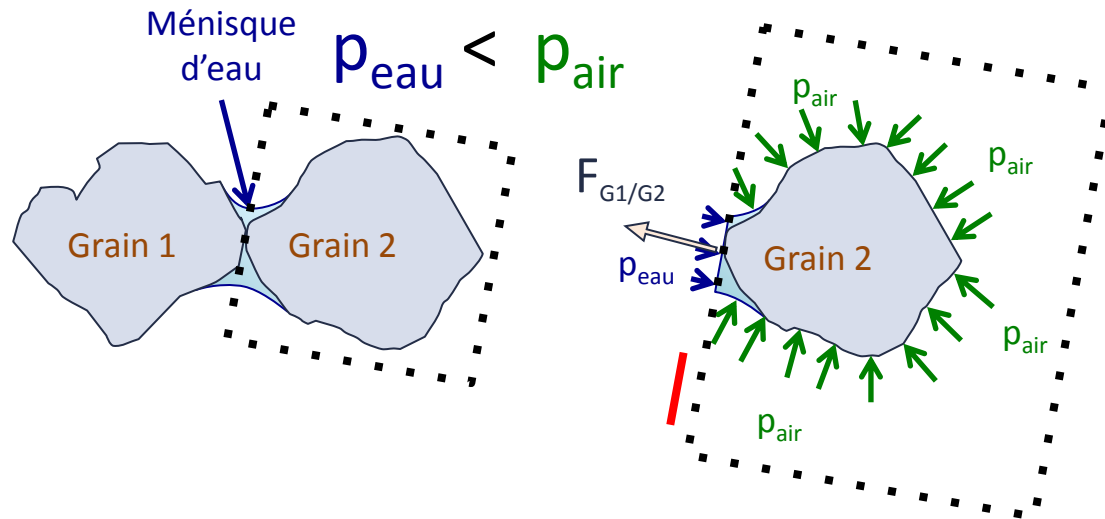


Trop d'eau = les grains sont noyés, il n'y a plus de cohésion

La force de cohésion croît avec la teneur en eau, jusqu'à une quantité maximale, après elle décroît.

¹ : Attention à bien différencier avec la cohésion apportée par forces électro-statiques dans les sols fins (limons, argile)

En représentant les efforts s'appliquant sur un grain, on remarque qu'un effort d'attraction apparaît entre les deux grains $F_{G1/G2}$. Cet effort vient de la différence de pression entre l'eau du ménisque (p_{eau}) et la pression d'air (p_{air}) qui entoure les grains.

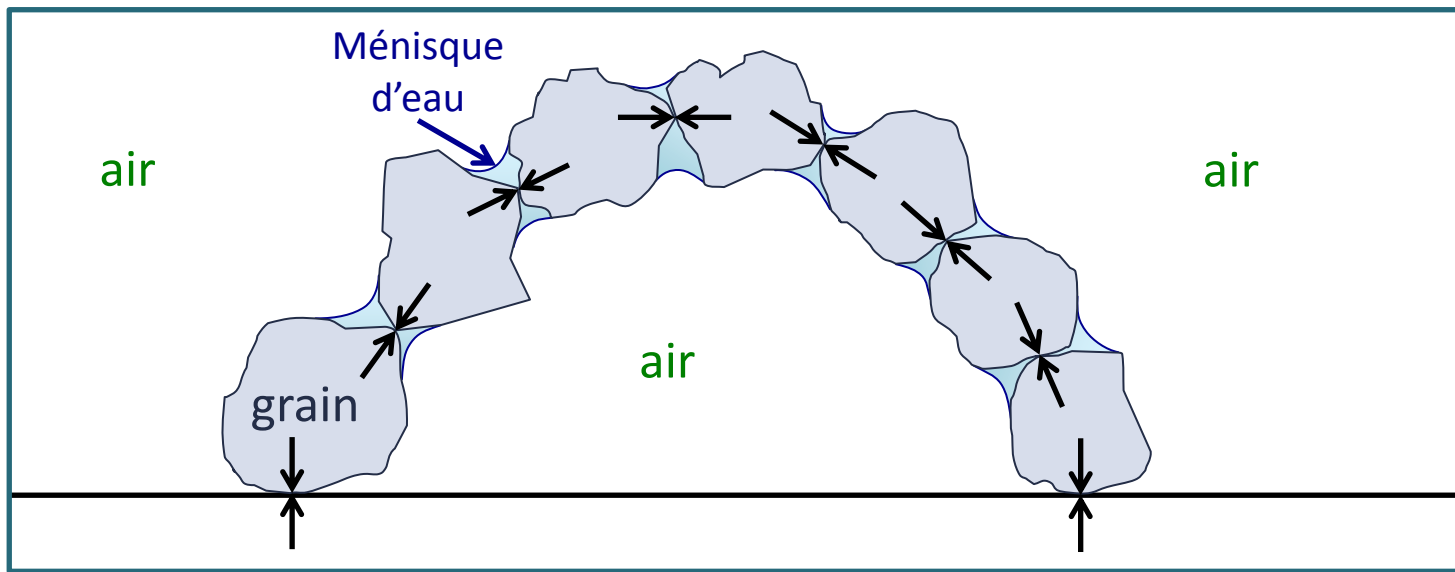


La relation peut s'écrire ainsi :

La force d'attraction du grain 1 sur le grain 2 est égale à la différence de pression entre l'air et l'eau appliquée à la surface droite du ménisque d'eau.

Ou encore

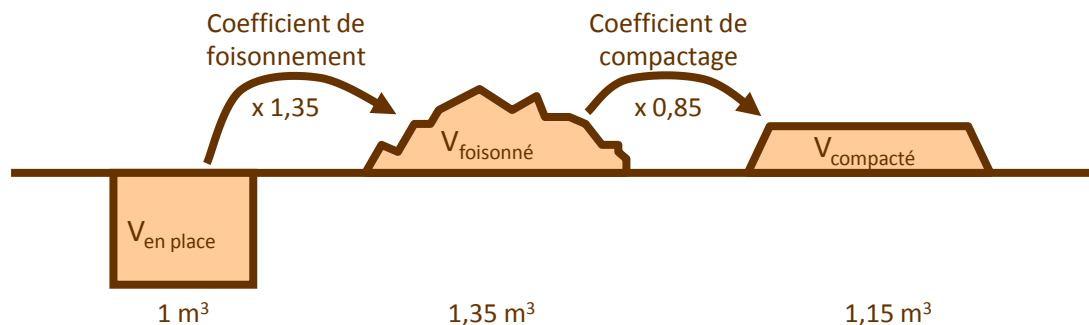
$$F_{G1/G2} = (p_{air} - p_{eau}) \times S_{droite}$$



Le phénomène de **foisonnement** s'observe lorsque l'on "remue" un ensemble de grains. Cet effet est accentué si l'humidité permet de créer une plus forte cohésion.

Imaginons un sol pulvérulent (= ensemble de grains) humide qui serait excavé pour être mis dans un camion benne : des ponts de grains (cf illustration ci-dessus) vont se former et le matériau pulvérulent va occuper plus de place qu'avant qu'il n'ait été extrait.

Pour un sol le coefficient de foisonnement vaut généralement 1,35 ! En compactant le sol le volume ne diminue généralement que de 15%.



3 . Et dans un château de sable ?

[illustration : Benoit Rochon, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3132922>]

La proportion idéale d'eau que doit contenir le sable pour battre tous les records de châteaux de sable est d'environ 1%.

Pour appliquer cette formule sur le terrain, « comptez environ **50 seaux de sable pour un seau d'eau** ; l'autre donnée importante à prendre en compte est de privilégier le sable le plus fin possible, celui des dunes plutôt que celui du bord de mer », dicit l'équipe du physicien D. Bonn chercheur CNRS à l'École de chimie de Paris.

Le record du monde 2012 est détenu par l'américain Ed Jarrett (Connecticut), avec un édifice de **11,30 m**, ce qui a nécessité **2 000 heures de travail** (1 500 bénévoles), **726 tonnes de sable et d'eau** !

[Les secrets du château de sable enfin dévoilés - 17/08/2012 - Le Parisien]



*Le château de sable d'Ed Jarret en 2013 (11,63 m)
[ipnoze.com]*



*Des châteaux de sable à Myrtle Beach en Caroline du Sud
[Randall Hill, Agence France-Presse]*

Culture Sciences de l'Ingénieur

école —————
normale —————
supérieure —————
paris-saclay —————

Ressource publiée sur Culture sciences de l'Ingénieur :
<https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>



Farid BENBOUDJEMA - Hélène HORSIN MOLINARO - Xavier-JOURDAIN - Cécile OLIVER-LEBLOND