

# Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution

Culture Sciences  
de l'Ingénieur

Sophie CAPDEVIELLE - Farid BENBOUJEMA - Clément DESODT  
Xavier JOURDAIN - Hélène HORSIN MOLINARO  
Cécile OLIVER-LEBLOND - Olivier RATEAU

Édité le  
09/09/2019

école  
normale  
supérieure  
paris-saclay

Cette ressource présente les quatre ateliers réalisés lors des cordées de la réussite auprès des élèves de primaire et collège. D'autres ressources « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution* » complètent et détaillent le déroulé des séances :

- « *phénomène de capillarité* »
- « *châteaux de sable* » ;
- « *murs de soutènement* » ;
- « *principe de fonctionnement d'un mur de soutènement* ».

## 1 – Introduction

Le sol est constitué de matériaux granulaires formant un squelette (cailloux, sable, argile, limon), et de porosité, où l'air et l'eau s'installent. Quel matériau granulaire est le plus solide ? L'eau joue-t-elle un rôle important ? Comment obtenir un sol résistant<sup>1</sup> ? À travers des expériences ludiques et un jeu de questions/réponses, vous découvrirez des matériaux qui ont encore bien des secrets et vous saurez comment réaliser des sols résistants !

### Objectifs visés :

- Sensibiliser les élèves sur le comportement des matériaux constituant le sol.
- Les aider à appréhender le comportement d'un sol.

### Public visé :

À partir du cycle 2 jusqu'au collège.

### Nombre d'élèves conseillé pour l'atelier :

12 élèves, répartis en 3 à 4 groupes au moment de la manipulation.

### Durée :

5 à 10 minutes par activité

### Matériel nécessaire pour les quatre ateliers :

- Les différents constituants du sol dans des gobelets : cailloux, sable, argile, limon, eau, air ;
- Deux feuilles plastiques (style transparent pour projection) ;

---

<sup>1</sup> Un sol se définit en réalité de manière plus complexe que simplement l'adjectif « résistant », mais il est ici utilisé pour des élèves de cet âge à des fins de vulgarisation.

- Eau ;
- Power-point avec des exemples de capillarité (ressource « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : phénomène de capillarité* » [1]) ;
- Cailloux, sable classique, sable de Fontainebleau dans de grands bacs avec pelles doseuses pour se servir ;
- Boîtes pour contenir un mélange avec de l'eau (autant que d'élève) ;
- Gobelets et cuillères (autant que d'élève) ;
- Masses (bonbons, 50, 100, 200 g...) et petite plaque pour répartir la charge ;
- Grand bac d'eau pour se rincer les mains et dérouleur à papier ;
- Grande poubelle minérale ;
- Vidéo-projecteur + écran ;
- Power-point avec des exemples de murs de soutènement (ressource « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : murs de soutènement* » [2]).
- Mélange de billes (0,5 et 1 cm de diamètres approximatifs) ;
- Une boîte transparente (environ 30 x 12 cm) ;
- 2 « murs » de soutènement (en bois) en L ;
- Papier abrasif et du scotch ;
- Masses (500g et plus).

## 2 – Petite discussion sur les matériaux constituant le sol

On fait retrouver aux élèves les différents constituants d'un sol :

- Squelette : cailloux, sable, limon, argile
- Porosité : eau, air

Les matériaux constituant le squelette sont granulaires<sup>2</sup>. Les deux plus gros (cailloux, sable) sont non-cohésifs lorsqu'ils sont secs. Les deux plus fins (limon, argile) sont plus ou moins cohésifs (en fonction de la compaction) grâce aux forces électrostatiques. La présence d'eau en faible quantité peut augmenter la cohésion grâce aux forces capillaires. On peut montrer les forces capillaires en prenant deux feuilles de plastique que l'on colle ensemble avec de l'eau (figure 1). Dans le sol, une petite quantité d'eau entre deux grains va créer une attraction entre eux. Plus les grains sont petits et plus la cohésion du sol liée aux forces capillaires sera forte. L'objectif de l'expérience du château de sable (paragraphe 3) est que les élèves découvrent ça par eux-mêmes.

### Matériel nécessaire :

- Les différents constituants dans des gobelets : cailloux, sable, argile, limon, eau, air ;
- Deux feuilles plastique (style transparent pour projection) ;
- Eau ;
- Vidéo-projecteur + écran ;
- Power-point avec des exemples de capillarité voir ressource « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : phénomène de capillarité* » [1].

<sup>2</sup> L'argile est en réalité composée de feuillets, et non de grains.



Figure 1 : Mise en évidence des forces capillaires collant deux feuilles plastique avec un peu d'eau

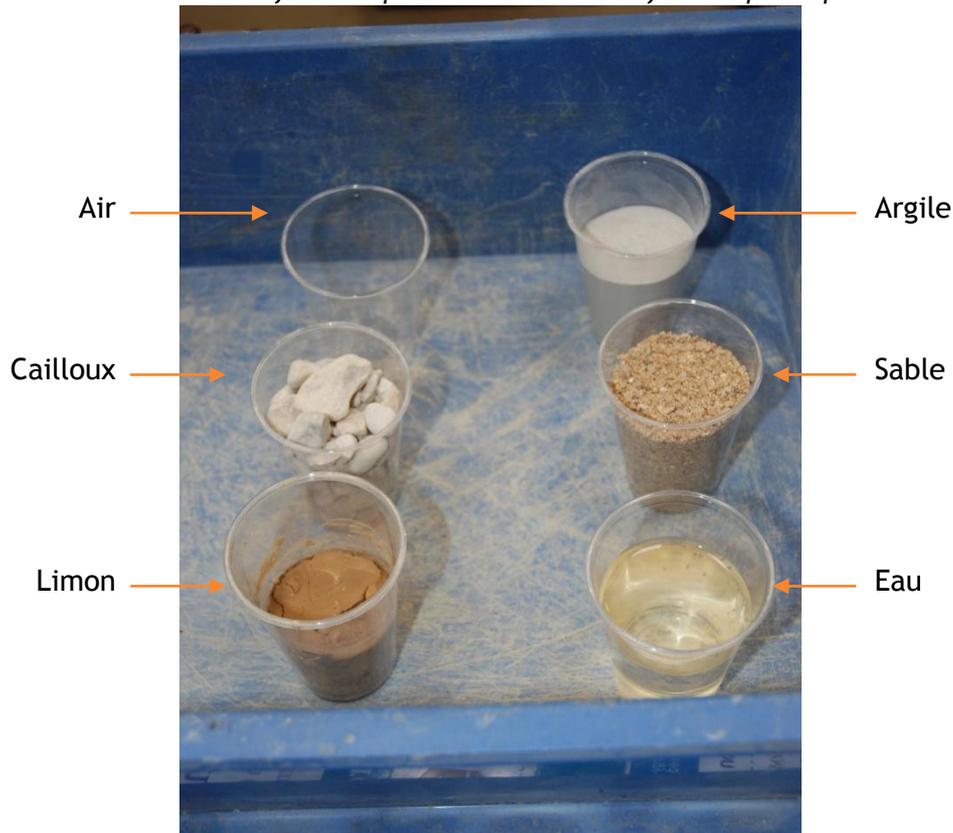


Figure 2 : Échantillons des différents matériaux constituant le sol

La ressource « Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : phénomène de capillarité » [1] complète la présentation de cette activité.

### 3 – Châteaux de sable

Comment construire le château de sable le plus résistant ? On fournit du sable de plusieurs tailles, des graviers et de l'eau. Le château doit faire 10 cm de haut (ou la hauteur d'un gobelet). On pose des poids dessus pour vérifier sa résistance. Les poids peuvent être en bonbons mais ça ne sera pas suffisant pour casser les châteaux les plus résistants. On peut leur montrer dans un second temps qu'il est possible de faire un château en sable de fontainebleau mélangé à ~10% d'eau qui résiste à plusieurs centaines de grammes.

### Matériel nécessaire :

- Cailloux, sable classique, sable de Fontainebleau dans de grands bacs avec pelles doseuses pour se servir ;
- Eau ;
- Boîtes pour contenir le mélange (une par élève) ;
- Gobelets (un par élève) ;
- Cuillères pour mélanger (une par élève) ;
- Masses (bonbons, 50, 100, 200 g...) et petite plaque pour répartir la charge ;
- Grand bac d'eau pour se rincer les mains et dérouleur à papier ;
- Grande poubelle minérale.



Figure 3 : Matériaux du château de sable

La ressource-vidéo « Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : châteaux de sable » [3] montre le déroulé de cette séquence avec les élèves.

## 4 – Petite discussion sur les différentes utilisations des murs de soutènement

On remarque donc qu'un sol risque de s'effondrer sous l'effet d'un poids s'il n'est pas assez cohésif. Malheureusement, quand on veut creuser un trou, on n'a pas le choix du sol. La solution est donc d'installer un mur de soutènement. Quelques exemples :

- Pour une route de montagne ;
- Pour de la culture en terrasse ;
- Pour des fondations ;
- Des exemples proches (dans le cas de cette journée des cordées de la réussite, à Cachan).

### Matériel nécessaire :

- Vidéo-projecteur + écran ;
- Power-point avec des exemples de murs de soutènement voir ressource « Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : murs de soutènement » [2].



Figure 4 : Discussion lors de la journée des cordées de la réussite

## 5 – Principe de fonctionnement d'un mur de soutènement

On veut pouvoir retenir un sol non-cohésif (modélisé par un mélange de billes : 0,5 cm et 1cm de diamètres) sur une grande hauteur. L'idée est d'utiliser un mur de soutènement et on cherche avec les enfants comment le dimensionner au mieux.

- Cas 1 : on dispose du papier blanc sur le fond de la boîte on place le mur sans le papier verre avec la semelle vers l'extérieur à peu près au milieu de la boîte. On remplit de billes en maintenant le mur. On le lâche à différentes hauteurs et on montre qu'il se met à glisser pour seulement 5 cm de billes. → Il faut trouver une solution pour l'empêcher de glisser.
- Cas 2 : on enlève la feuille de papier blanc et on prend le mur avec le papier verre. On augmente donc le frottement entre la semelle le fond de la boîte. La semelle est toujours tournée vers l'extérieur. Cette fois, il ne glisse pas mais il commence à basculer pour 8 cm de billes. → Il faut trouver une solution pour l'empêcher de basculer.
- Cas 3 : en retournant le mur pour que la semelle soit bloquée par les billes, on peut monter jusqu'en haut de la boîte et il y a basculement seulement si on pose un poids par dessus les billes (comme un immeuble). → Il faut améliorer la solution pour l'empêcher de basculer.
- Cas 4 : on installe un tirant en papier verre vers le haut du mur que l'on coince à l'horizontal entre les billes. Cette fois, le mur est stable même avec une surcharge importante.

### Matériel nécessaire :

- Mélange de billes (0,5 et 1 cm de diamètres approximatifs) ;

- Boite transparente (environ 30 x 12 cm) avec du papier de verre collé au fond et une feuille à dimension que l'on peut enlever et remettre ;
- Murs de soutènement en L ;
- Papier abrasif et du scotch pour fixer le tirant ;
- Masses (500 g et plus).

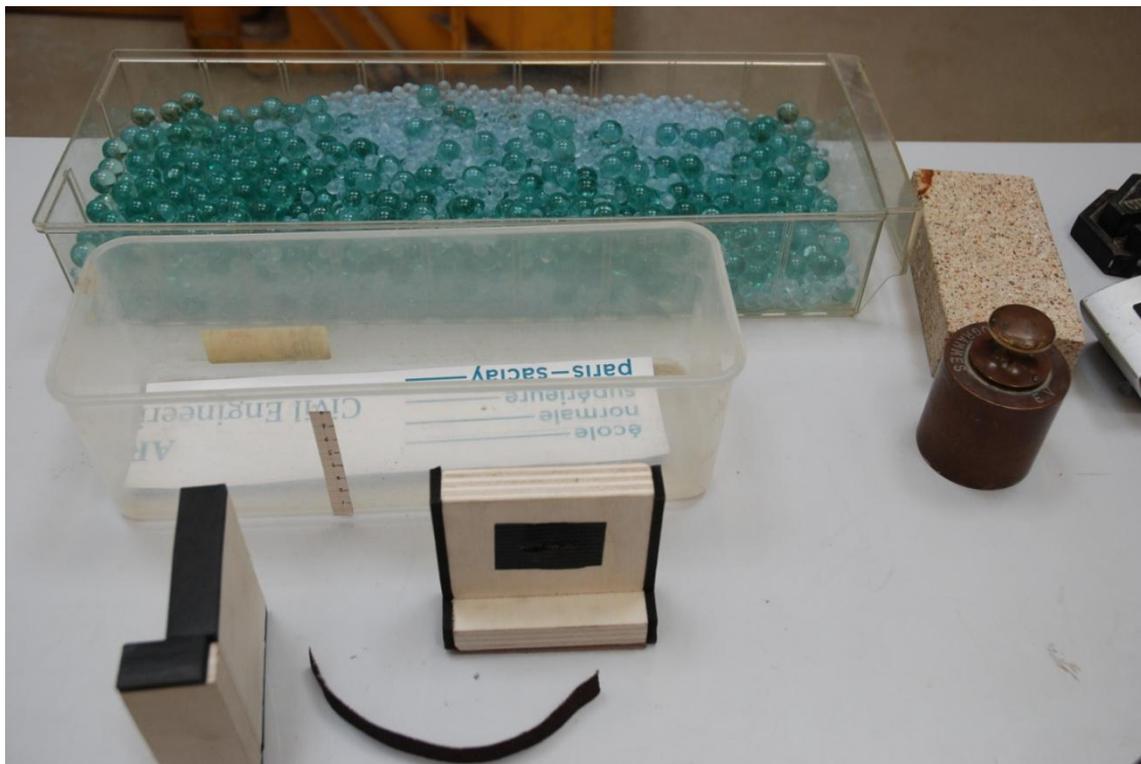


Figure 5 : Matériel pour visualiser le principe de fonctionnement d'un mur de soutènement

La ressource « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : principe de fonctionnement d'un mur de soutènement* » [4] détaille le déroulé de cette activité, et montrent les manipulations et essais réalisés devant les élèves.

## Références :

[1]: « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : phénomène de capillarité* », F. Bendoudjema, H. Horsin Molinaro, X. Jourdain, Cécile Oliver-Leblond, [https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources\\_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-phenomene-de-capilarite](https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-phenomene-de-capilarite)

[2]: « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : murs de soutènement* », S. Capdevielle, H. Horsin Molinaro, X. Jourdain, Cécile Oliver-Leblond, [https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources\\_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-murs-de-soutenement](https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-murs-de-soutenement)

[3]: « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : châteaux de sable* » (vidéo), C. Desodt, H. Horsin Molinaro, [https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources\\_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-chateaux-de-sable](https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-chateaux-de-sable)

[4]: « *Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : principe de fonctionnement d'un mur de soutènement* », C. Desodt, H. Horsin Molinaro, Cécile Oliver-Leblond, O. Rateau, [https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources\\_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-principe-de-fonctionnement-dun-mur-de-soutenement](https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/cordees-dela-reussite-atelier-solution-principe-de-fonctionnement-dun-mur-de-soutenement)

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