

Méthodes et Protocole

I) Matériel

Cuves

Les cuves utilisées sont des seaux à déchets solides de chimie.

On a aussi construit une cuve à partir d'un cylindre en plexiglas collé à une plaque avec de la colle et renforcé avec 4 trépieds de type Knorkan

Cylindres

Réalisation de cylindres de rayons et longueur variable. Achetés sur Internet puis redécoupés à la main à la scie à métaux

<http://www.decoupe-plexi-sur-mesure.com/4-tube-barre-jonc>

Supports

Bouchon pour fermer le cylindre, en aluminium, collé au cylindre. Le bouchon est modulable.

Montage en lâcher : au centre du bouchon on perce un trou taraudé non traversant pour venir y visser une tige. Le cylindre utilisé avait un diamètre de 15cm.

Mesure de pression : idem que précédent, mais on perce un trou en périphérie pour faire passer des fils électriques ; on colmate le trou avec du joint silicone. Les capteurs de pression sont fixés sur un breadboard collé à la face interne du bouchon.

Injection d'air : grâce à trois trous taraudés percés en périphérie du cylindre aux angles $2\pi/3$, $4\pi/3$ et 0, on vient fixer trois tiges qui vont venir soutenir une nacelle sur laquelle on pourra poser des poids. L'air est injecté par un trou traversant taraudé (pour pouvoir visser un adaptateur) situé au centre du bouchon.

Injecteur d'air comprimé

Le circuit (manomètres, tuyaux et adaptateurs) utilisé pour relié la bouteille d'air comprimé au cylindre peut être commandé ici : <http://www.smcpneumatics.com/>

Pour permettre d'injecter l'air d'un coup, on utilise une électro-vanne 'tout ou rien' d'origine indéterminée.

Capteurs de pression

Les capteurs de pression sont de la marque Honeywell, série HSC. L'expérience n'a pas marché car les capteurs n'avaient pas un temps de réponse suffisant (phénomène trop rapide).

On a utilisé plusieurs capteurs de gammes de pression différentes, en sachant que la pression mesurée sera de l'ordre de 1 à 10 bar.

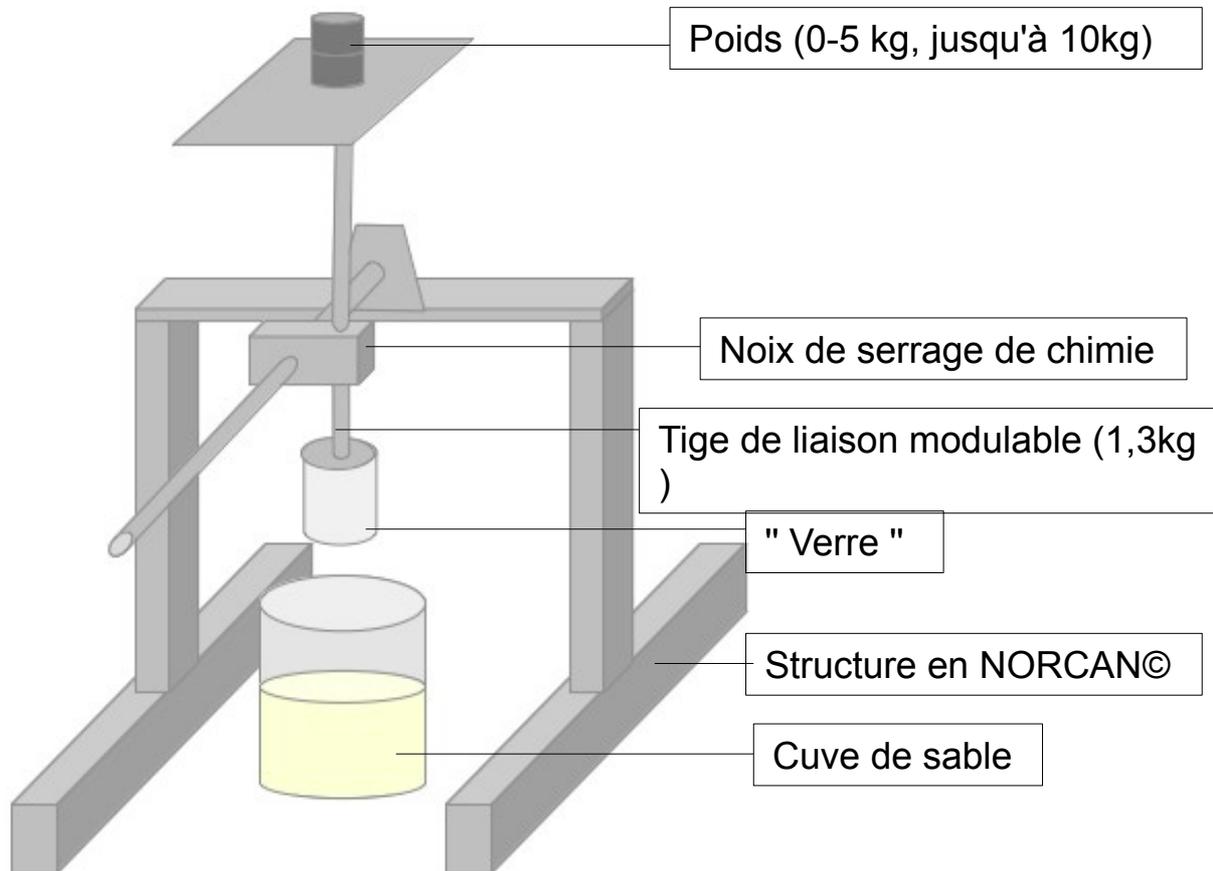
Les capteurs doivent être de type 'absolu' et non pas 'différentiel', pour permettre un montage plus simple.

L'alimentation est généralement une -5/5V continue, variable selon le capteur, et il faut veiller à limiter le bruit 50Hz.

Pour des informations plus précises cf la datasheet <http://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-trustability-hsc-series-high-accuracy-board-mount-pressure-sensors-50099148-a-en.pdf>

II) Protocoles

Montage en lâcher



Pour différentes valeurs de poids, on libère le tige d'un coup pour mesurer l'enfoncement du cylindre, fermé ou ouvert.

La mesure se fait en notant au feutre sur le cylindre l'enfoncement dans le sable, puis en mesurant cette hauteur à la règle.

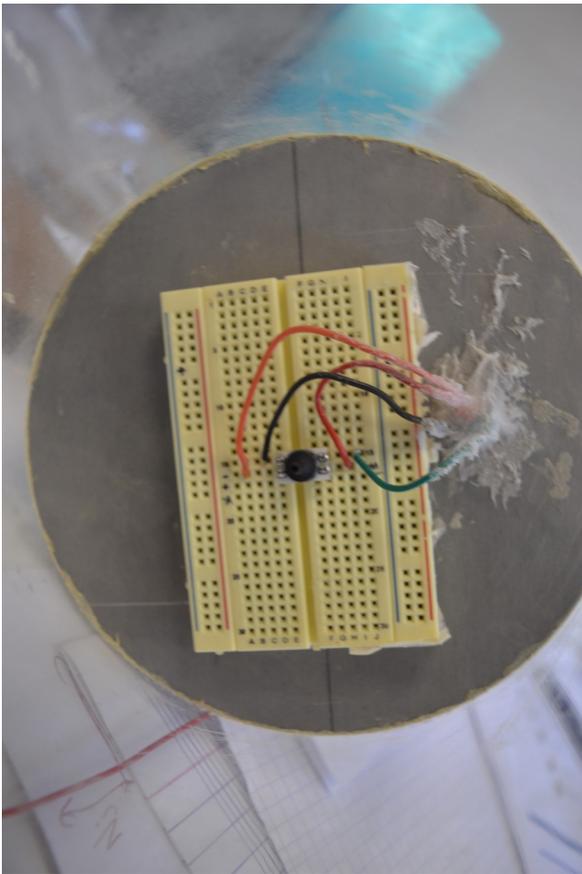
Précautions à prendre :

- Entre chaque mesure, 'tasser' le sable à la main car le blown-air effect fluidifie le sable, et modifie localement sa compacité

-Prévoir un cuve assez profonde, et adapter les masses utilisées : si le cylindre ne s'enfonce pas assez, on n'observe pas de blown-air effect. Une masse trop grande fait que le cylindre ouvert s'enfoncera complètement à chaque fois, ce qui empêchera de faire une courbe comparative avec le système fermée.

-Garder une hauteur de lâcher fixe (ou alors faire varier la hauteur de lâcher plutôt que la masse, mais dans ce cas là il faut prendre en compte les frottements de l'air, ce qui complique les calculs). Pour le cylindre utilisé (D=15cm, h=20cm), et des masses de 0-5kg, on lâchait de 20cm de hauteur.

Mesure de pression



On colle le breadboard sur la face interne du bouchon. On perce le bouchon pour faire passer les fils électriques, puis on étanchéifie avec du joint : bien réfléchir au montage électrique avant d'étanchéifier.

On peut ainsi disposer un capteur de pression au fond du cylindre pour mesurer la pression en temps réel lors d'un blown-air effect provoqué par lâcher.

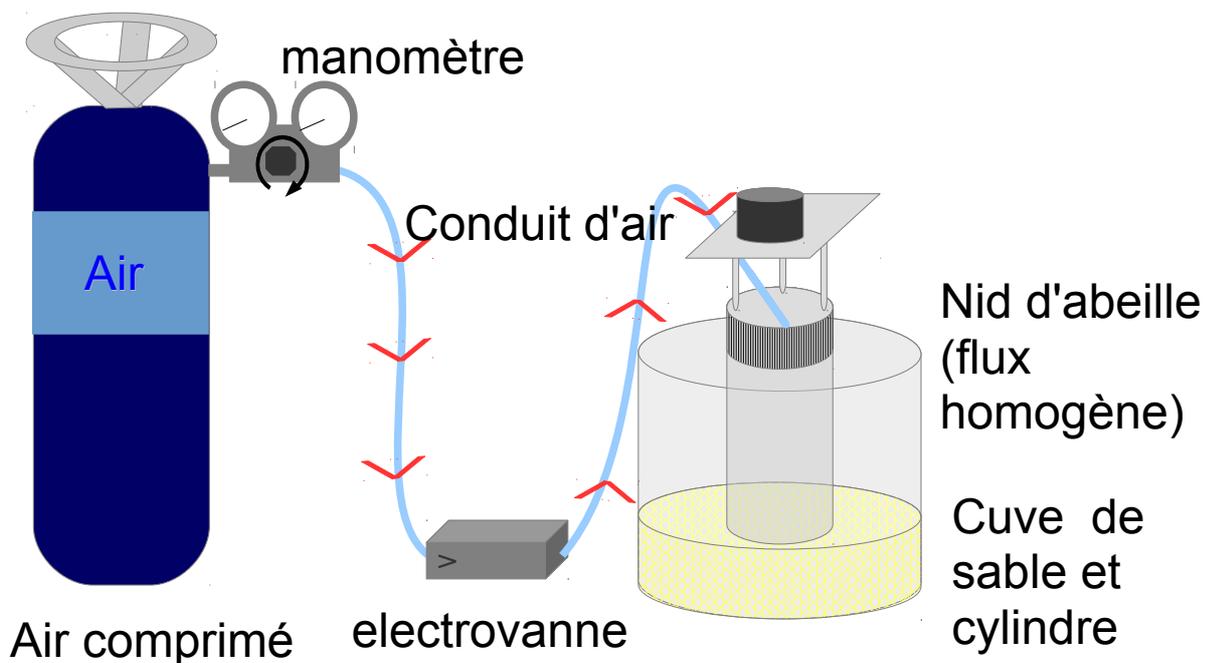
Problèmes :

- Le phénomène est très rapide, il faut prévoir des capteurs tout aussi rapide
- Il faut un breadboard le plus petit possible, car avec un cylindre aussi gros que sur la photo (30 cm) le blown-air effect est plus difficile à observer.
- Faire attention à ne pas griller les capteurs de pression lors de test, ils sont très sensibles.

Injection d'air

Tout d'abord, il faut savoir que nous sommes les premiers à avoir essayé cette expérience, et que de ce fait cette manipulation s'est faite par tâtonnements, de manière peu rigoureuse, et est perfectible.

L'intérêt de l'injection d'air dans un cylindre fermé, c'est que en dosant le poids exercé sur le cylindre et la pression injecter, on peut en théorie provoquer un blown-air effect avec n'importe quel type de cylindre dans n'importe quel milieu granulaire (cf partie sur le milieu granulaire utilisé).



Protocole : dans un cylindre fermé posé dans un milieu granulaire et surmonté d'une masse, on injecte de l'air comprimé à une pression variable pour provoquer l'enfoncement du cylindre par blown-air effect.

Nous avons réalisé une manipulation avec une masse fixe (5kg) pour un seul cylindre (D 20cm, h 30cm). Nous avons fait varier la pression de 1 à 7 bar, et observé l'enfoncement qui en résultait.

La mesure de l'enfoncement se fait comme pour l'expérience en lâcher, à ceci prêt qu'il faut prendre en compte que le cylindre est déjà un peu enfoncé dans le sable (sinon il ne tient pas droit).

Précautions :

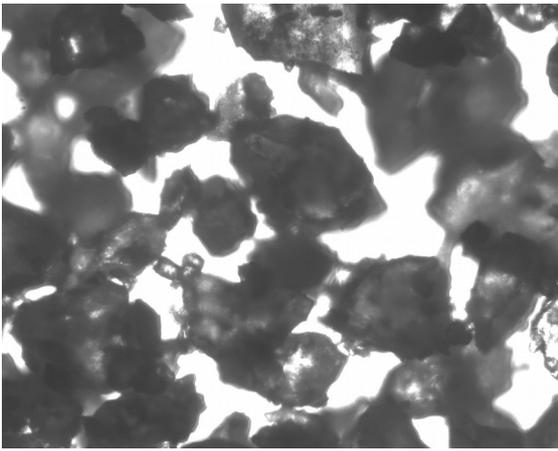
- Bien tasser le sable entre chaque manipulation
- Garder une hauteur d'enfoncement initial du cylindre constante
- S'assurer que l'on est dans une gamme de pression où 'on observe bien le blown-air effect
- Utiliser une cuve profonde plutôt qu'un seau, car le cylindre peut tomber sur le côté du fait de la masse qui le surplombe
- S'assurer que la masse est suffisante, car sinon à haute pression le cylindre va 'sauter' au début car la masse ne suffit pour contrecarrer la pression. A l'inverse une masse trop élevée fera que le cylindre s'enfoncera complètement assez rapidement, empêchant tout mesure.

Milieu granulaire

Le milieu granulaire influence beaucoup les résultats. Pour déterminer avec précision quel milieu granulaire convient le mieux il faudrait réaliser une étude exclusivement sur son influence.

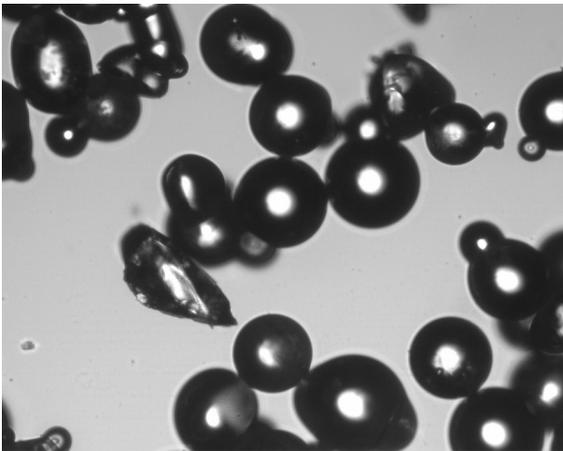
Nous avons testé trois milieux granulaire :

- Sable de jeu/plage



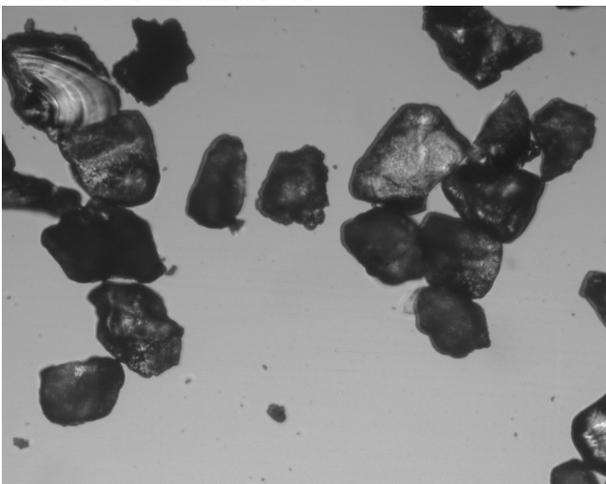
Problème : ni le cylindre ouvert ni le cylindre fermé n'arrivent à bien s'enfoncer (trop de frottements car sable très dispersé et très compact). On n'observe donc pas de blown-air effect. Cependant en injection, avec une masse de 15kg et 5 bar, on a réussi à observer du blown air effect dans ce sable.

-Billes de verre



Mono dispersé, très peu compact. On est ici dans le cas inverse du sable de plage : les cylindres ne frottent pas assez pour que si blown-air effect il y a la différence soit visible. Par ailleurs sa faible compacité limite les possibilités de blown-air effect. Cependant un blown-air effect a été observé en injection.

-Sable de Fontainebleau



Il est relativement compact et mono disperse et produit assez facilement des blown-air effect, et c'est celui utilisé durant toute la durée des PSE pour les expériences. Celui-ci provient d'un laboratoire de chimie, qui l'utilisait comme bac anti-incendie. Son origine réelle est inconnue, cependant voici un tableau statistique du rayon (approximatif) des grains si l'on cherche à en retrouver un similaire :

Valeurs en mm	
Moyenne	0,22107332
Erreur standard	0,0167766966
Médiane	0,196
Premier quartile	0,175
Troisième quartile	0,259
Variance	0,0070364387
Écart type	0,0838834831
Plage	0,42
Minimum	0,131
Maximum	0,551
Nombre	25

Pour toute information complémentaire sur ces expériences, contacter :

Pierre MERGNY
Thomas ABIKHZIR

pierre.mergny@espci.fr
thomas.abikhzir@espci.fr