

## MESURER LA DENSITE D'UNE ROCHE

En TP, la détermination de la masse volumique d'une roche, et par suite celle de sa densité, n'aboutit pas toujours aux résultats attendus.

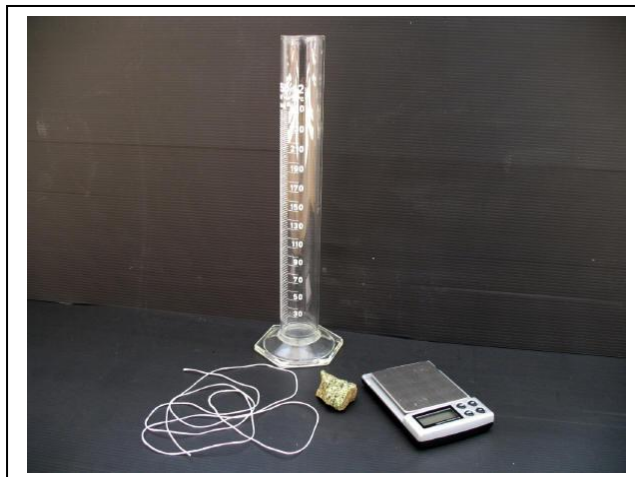
Deux données sont nécessaires : la masse de l'échantillon, et son volume.

- L'erreur sur la masse de l'échantillon est faible : elle est liée à la précision de la balance.
- L'erreur sur le volume est liée à deux facteurs : la précision de l'outil de mesure et celle de la lecture par l'expérimentateur. C'est la source du problème dans les techniques souvent utilisées (voir les deux exemples ci-après) :

### Technique 1 :

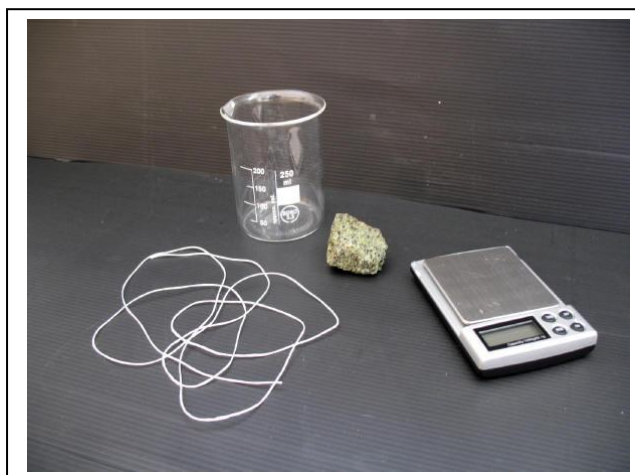
L'utilisation d'une éprouvette nécessite l'emploi d'un petit échantillon de roche (il doit rentrer dans l'éprouvette, ne doit pas y rester coincé...).

La lecture du volume initial d'eau ( $V_i$ ), puis celle du volume final une fois l'échantillon immergé ( $V_f$ ) étant toutes deux imprécises, le volume de l'échantillon ( $V = V_f - V_i$ ) présente une grande marge d'erreur. Cela impacte le calcul de la masse volumique vu que la masse de l'échantillon est faible.



### Technique 2 :

L'utilisation d'un échantillon plus gros entraîne un changement de contenant, qui se trouve alors être un bécher, par exemple. Ses graduations étant très imprécises, la lecture de  $V_i$  et  $V_f$  reste à nouveau trop approximative.



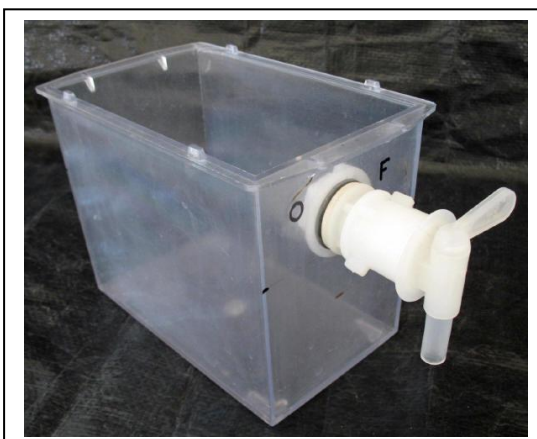
**L'IDEE EST DONC DE MINIMISER LES ERREURS DE LECTURE DE VOLUME.**

### **1) Volume d'une roche par utilisation d'un montage à débordement**

Il s'agit d'une reprise du principe du vase à débordement de BOUDREAU (*verrerie utilisée en Chimie*), mais en évitant le verre pour ne pas avoir de casse et avec la possibilité d'utiliser de plus gros échantillons.

>> Matériel nécessaire :

- Roche (en 1 ou plusieurs morceaux ; prévoir 600g mini) ;
- Balance de portée 1kg et de résolution 0,1g ;
- Eprouvette de 250 mL ;
- Bac avec robinet (photo ci-contre).



>> Protocole : *exemple avec du gabbro*

- Peser à sec l' (les) échantillon(s) de la roche choisie. On obtient sa (leur) masse.

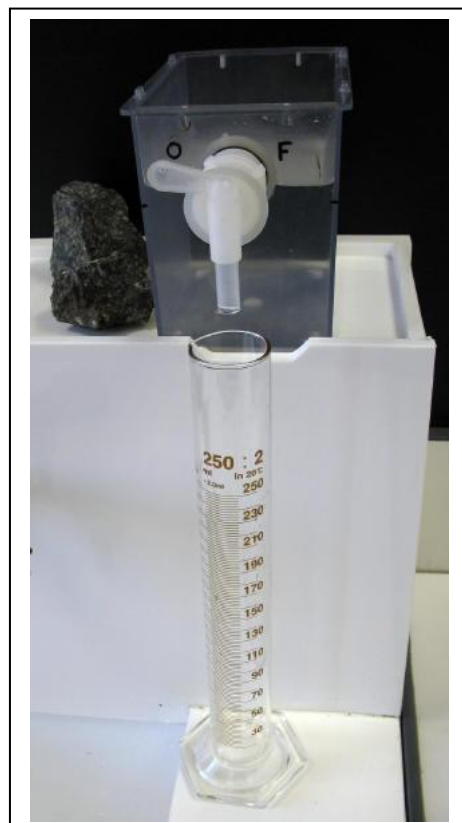
*m = 629 g dans l'exemple*



- Ajouter de l'eau dans le bac jusqu'à dépasser le niveau du robinet (qui est en position fermée) ;



- Ouvrir le robinet, laisser l'eau s'écouler jusqu'à stabilisation du niveau ;
- Placer l'éprouvette au droit du robinet ;

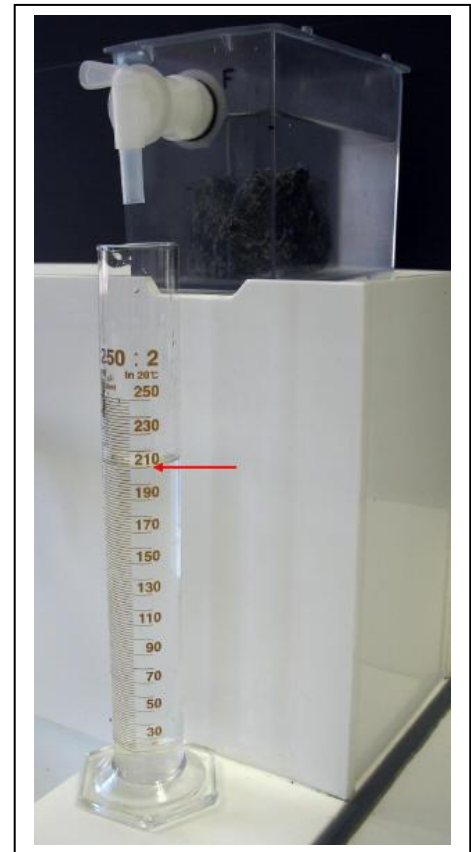


- Ajouter doucement le (les) échantillon(s) de la roche choisie : l'eau déplacée coule par le robinet dans l'éprouvette. (NB : prendre soin de vérifier au préalable que les échantillons donnés aux élèves ne déplacent pas plus de 250 mL d'eau ! Un déplacement d'eau de 150 à 250 mL est conseillé) ;
- Lire le volume d'eau recueilli. On obtient directement le volume de l' (des) échantillon(s).

$v=210 \text{ mL}$  dans l'exemple

La masse volumique de ce gabbro est donc  
 $\rho = m / v = 629 / 210 = 3 \text{ g.mL}^{-1}$

soit une densité de 3.



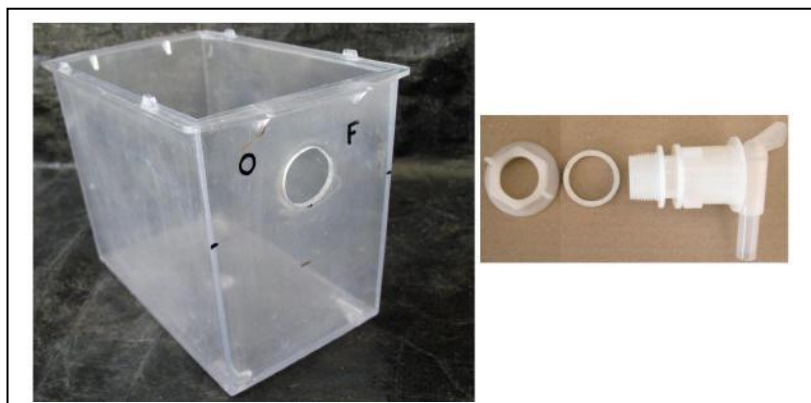
#### >> Intérêts du montage :

- Le bac est grand, ce qui permet d'utiliser un échantillon de roche de taille suffisante (en un seul bloc, ou en accumulant plusieurs fragments) ;
- Il n'y a plus qu'une seule lecture de volume au lieu de deux. De plus, le volume d'eau déplacé étant suffisamment important, une erreur de lecture sur l'éprouvette a un impact très limité dans le calcul de la masse volumique.

#### >> Annexe :

- Les balances de portée 1kg et de résolution 0,1g utilisées au lycée ont été achetées à la MEP (Maison des Enseignants de Provence) pour environ 60 € pièce. (La balance de la photo 1 du protocole est une mini-balance personnelle de portée 1kg, de résolution 0,1g, achetée sur Internet pour environ 6€)
- Les bacs utilisés sont des bacs plastiques de 17cm de long x 13.5cm de haut x 10 cm de large, que nous avons dans nos réserves. L'équivalent semble facilement trouvable chez les vendeurs de matériel de SVT (bac plastique 2,6L chez Jeulin, bac plastique 2,4L chez Pierron, Terrarium PT2250 chez Sordalab, ...) voire en jardinerie. Compter dans les 5 € le bac.
- Le robinet plastique avec son joint coûte dans les 1,20€. Je les ai achetés ici : <http://www.eqlins-colmar.fr/>

- Le bac est à percer avec une scie cloche (à une hauteur suffisante pour mettre des gros échantillons, mais pas trop pour ne pas que l'eau déborde par le haut lors de l'immersion des roches. J'ai personnellement fais en sorte d'avoir 2/3 du volume sous le robinet)
- Le joint du robinet est à placer côté interne du contenant.



## 2) Volume d'une roche par utilisation du principe d'Archimède

Tout objet plongé dans un liquide subit une poussée verticale de bas en haut égale au poids de liquide déplacé : la poussée d'Archimède

L'objet apparaît donc plus léger car le liquide le repousse vers le haut et annule une partie de son poids.

Dans le cas qui nous intéresse, l'objet est un échantillon de roche et le liquide utilisé est de l'eau douce.

- Soit  $P$  le poids réel de la roche à sec :  $P = mg$ , avec «  $m$  » la masse réelle de la roche à sec.
- Soit  $P'$  le poids apparent de la roche dans l'eau :  $P' = m'g$ , avec «  $m'$  » la masse apparente de la roche dans l'eau. «  $m'$  » est donc plus faible que «  $m$  ».
- Soit  $P_A$  la poussée d'Archimède :  $P_A = m_Lg$ , avec «  $m_L$  » la masse d'eau déplacée.
- $P = P' + P_A$                       donc  $P_A = P - P' = mg - m'g = g(m - m')$   
  et  $g(m - m') = m_Lg$   
  d'où  $m_L = m - m'$

Comme nous utilisons de l'eau douce (dont on considèrera que la masse volumique est de 1g/mL), la masse d'eau déplacée  $m_L$  nous donne donc le volume d'eau déplacé par l'échantillon de roche immergé, donc le volume «  $v$  » de cet échantillon. Il suffit donc de mesurer la masse à sec de l'échantillon, puis sa masse apparente dans l'eau pour connaître facilement le volume de l'échantillon.

### >> Matériel nécessaire :

- Roche (idéalement un bloc de 600 à 1000g. Il est possible sinon de réunir plusieurs blocs) ;
- Ficelle fine, type ficelle de cuisine (on considèrera l'impact de sa masse négligeable) ;
- 1 peson électronique (résolution : 5g) ;
- 1 statif avec 1 bras ;
- une masse pour stabiliser le statif (personnellement, j'ai pris une masse en fonte de 5kg) ;
- 1 récipient dans lequel l'échantillon de roche peut être immergé en entier sans toucher les bords : un simple petit seau suffit.



>> Protocole : *exemple avec du granite*

- Ficeler le(les) échantillon(s) pour pouvoir le(les) suspendre ;
- Allumer le peson, suspendre l'échantillon, noter sa masse réelle à sec ;

*m = 685 g dans l'exemple*



- Décrocher l'échantillon ;
- Au droit du peson, placer un récipient contenant de l'eau (suffisamment pour immerger totalement l'échantillon, mais pas trop pour ne pas que ça déborde) ;
- Relancer le peson, suspendre l'échantillon (il est immergé totalement dans l'eau, et ne touche ni le fond ni les parois du récipient), noter sa masse apparente dans l'eau ;

*m' = 425 g dans l'exemple.*

*Donc l'échantillon pèse  $m - m' = 685 - 425 = 260$  g de moins du fait de la poussée d'Archimède exercée par l'eau. Ces 260g étant la masse d'eau déplacée, on en déduit que le volume d'eau déplacé est de 260 mL, donc que le volume « v » de l'échantillon de roche est de 260 mL.*

*La masse volumique de ce granite est donc :  
 $\rho = m \text{ à sec} / v = 685 / 260 = 2,6 \text{ g.mL}^{-1}$*

*soit une densité de 2,6.*



>> Intérêts du montage :

- Il n'y a plus aucune lecture de volume, juste deux pesées.

>> Annexe :

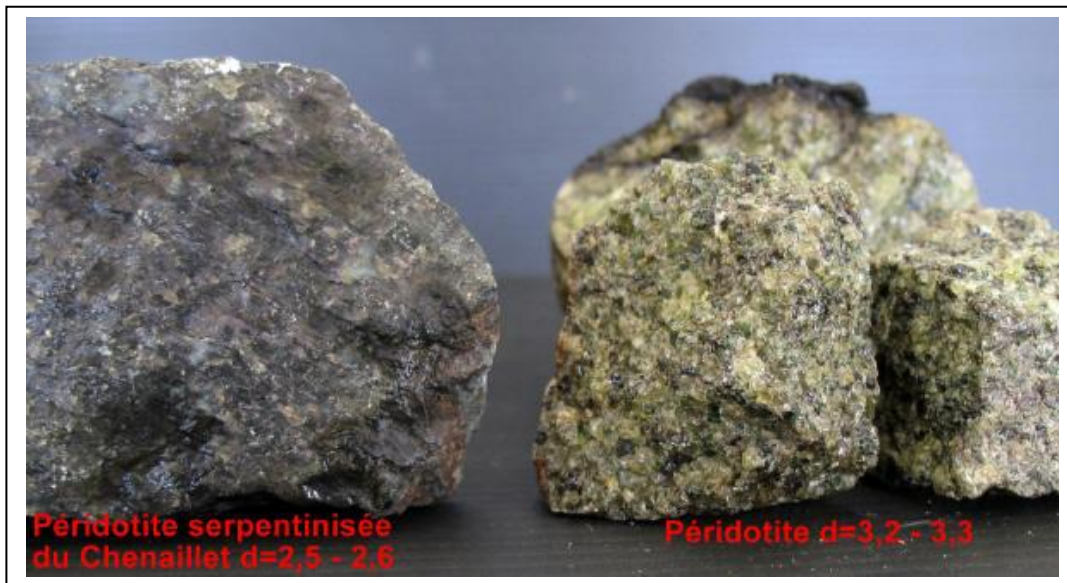
- Les pesons électroniques de portée 25kg et de résolution 5g se trouvent sur Internet. Ce sont des productions chinoises dont le prix, selon les vendeurs, varie de 2,30 à 5,00€ la pièce.

**Remarque sur les échantillons de roche d'origine mantellique :**

Ces 2 méthodes ont clairement permis de montrer que les serpentinites, les péridotites serpentinisées du Chenaillet,... peuvent très difficilement être utilisées comme exemple de roches pour estimer la densité du manteau.

La serpentinitisation de la péridotite s'accompagne en effet d'une augmentation de volume des minéraux : sa densité diminue donc (la baisse dépend du degré de serpentinitisation) ! Il n'est donc pas absurde de trouver une densité de 2,5 – 2,6 pour des « péridotites » du Chenaillet ou celles du col des Bagenelles.

Il convient donc de se procurer de véritables fragments mantelliques de type péridotite : on les trouve particulièrement sous forme d'enclaves dans des basaltes. Sur ces échantillons, la structure grenue est en plus très visible, les olivines très repérables à l'oeil nu...



Laurent HORELLOU  
Lycée BARTHOLDI – COLMAR (Haut-Rhin)