

**TP N°2**

**MESURES  
DE DENSITÉS**

## 1. Mesures de densités

### 1.1. Utilisation de densimètres : densité de solutions salines

Vous disposez d'une série de solutions de chlorure de sodium (NaCl) de concentrations  $c$  connues à 1% et d'une solution de concentration inconnue  $X$ .

a. Étude de la variation de la densité en fonction de la concentration

Pour chaque mesure :

- ☞ Introduire la solution dans une éprouvette suffisamment large et haute.
- ☞ Y plonger doucement un densimètre :
  - s'il s'enfonce complètement, la densité du liquide est inférieure à ce que le densimètre peut mesurer ;
  - s'il ne s'enfonce pas assez, la densité du liquide est trop grande pour l'appareil.
- ☞ Lorsque l'on a trouvé le densimètre le mieux adapté, veillez à ce qu'il ne colle pas à la paroi de l'éprouvette sous l'influence des forces de tension superficielle.
- ☞ Effectuer la lecture de la densité  $d$  et évaluer  $u(d)$  en tenant compte de la gêne due au ménisque.
- ☞ Rincer et essuyer le densimètre avant de le ranger.
- ☞ Dresser un tableau des mesures faisant apparaître  $c$ ,  $u(c)$ ,  $d$  et  $u(d)$ .

b. Exploitation des résultats

- ☞ Tracer la courbe de la densité en fonction de la concentration  $d = f(c)$  en choisissant les échelles telles que les incertitudes  $u(d)$  et  $u(c)$  soient environ représentées par la résolution du papier millimétré.
- ☞ En utilisant la méthode de régression linéaire, donner l'équation de la courbe obtenue et déterminer la concentration inconnue  $X$  ainsi que l'incertitude avec laquelle vous l'avez déterminée. Comment avez-vous estimé cette incertitude ?

### 1.2. Mesure de la densité par la méthode du flacon

a. Principe pour la densité d'un liquide

Le flacon utilisé s'appelle un pycnomètre. Il est constitué d'un petit ballon (d'environ 50 cm<sup>3</sup>) sur lequel vient s'adapter un bouchon rôdé creux surmonté d'un tube capillaire et d'une ampoule de garde.

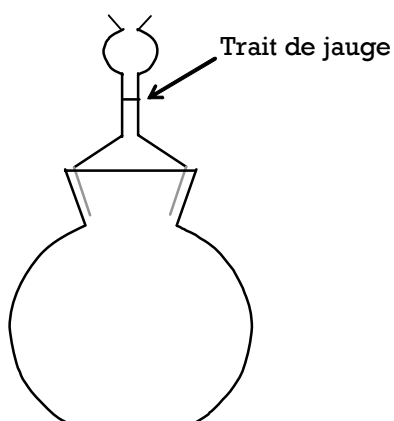


Figure 1 : Schéma du pycnomètre.

Sur une balance adaptée, on réalise les trois pesées suivantes :

- ① pycnomètre rempli de liquide jusqu'au trait de jauge :  $M_L$
- ② pycnomètre rempli d'eau jusqu'au trait de jauge :  $M_e$
- ③ pycnomètre vide et sec :  $M_v$

La masse de liquide contenu dans le pycnomètre se déduit par différence :  $m_L = M_L - M_v$

De même, nous pouvons exprimer la masse d'eau contenue dans le pycnomètre :  $m_e = M_e - M_v$

L'expression de la densité du liquide est donc :

$$d = \frac{m_L}{m_e} = \frac{M_L - M_v}{M_e - M_v}$$

*Remarque* : Pourquoi est-il raisonnable de négliger la masse d'air contenue dans la pycnomètre à vide devant les masses des liquides ?

b. Principe pour la densité d'un solide

*N.B.* : Il faudra **peut-être** veiller à utiliser un pycnomètre à col large.

On réalise les trois pesées suivantes :

- ① pycnomètre rempli d'eau jusqu'au trait de jauge et le solide à côté :  
 $M_1$
- ② pycnomètre contenant le solide et rempli d'eau jusqu'au trait de jauge :  
 $M_2$
- ③ pycnomètre rempli d'eau jusqu'au trait de jauge :  
 $M_e$

La masse du solide s'obtient par différence :

$$m_s = M_1 - M_e$$

La masse d'eau occupant le même volume s'exprime par :

$$m_e = M_1 - M_2$$

L'expression de la densité du solide est donc donnée par :

$$d = \frac{m_s}{m_e} = \frac{M_1 - M_e}{M_1 - M_2}$$

*Remarque* : Cette méthode ne peut évidemment pas être appliquée à des solides solubles dans l'eau ou moins dense que l'eau.

c. Manipulations

*Précautions* : Pendant toutes les opérations qui vont suivre, il ne faut pas tenir le pycnomètre à pleine main, ni le placer en plein soleil pour éviter de le chauffer. Les dilatations qui s'ensuivraient provoqueraient une erreur systématique. Les conditions de remplissage devront se faire dans les mêmes conditions de température.

Réalisation :

Effectuer les pesées pour déterminer :

- la densité de la solution saline de concentration  $X$  déjà utilisée.
- la densité d'un solide de votre choix (pensez à noter sa nature).

d. Résultats

### Densité d'un liquide

- ☞ Effectuer le calcul et comparer la valeur trouvée avec celle obtenue avec par la méthode du densimètre.
- ☞ Exprimer littéralement puis calculer les incertitudes  $u(m_L)$  et  $u(m_e)$  en tenant compte, d'une part des pesées, d'autre part de l'ajustage du niveau au trait de jauge (le diamètre intérieur du capillaire et la hauteur d'ajustement sont de l'ordre du millimètre). Lequel de ces deux paramètres influence le plus et limite ces incertitudes ?
- ☞ En déduire  $\frac{u(d)}{d}$  et  $u(d)$ .
- ☞ Que peut-on penser de la précision obtenue sur une densité par cette méthode ? Comparer avec la précision obtenue avec le densimètre.

### Densité d'un solide

- ☞ Effectuer le calcul et comparer la valeur trouvée avec des données issues de tables (Handbook) ou d'un site Internet.
- ☞ Calculer puis comparer la précision obtenue avec celle que l'on avait pour un liquide.
- ☞ Cette précision serait-elle la même :
  - pour un matériau solide donné, quelle que soit la taille de l'échantillon utilisé pour la mesure ?
  - pour des échantillons de taille voisine quelle que soit leur nature ?

*Attention ces réponses devront être justifiées par des calculs !*
- ☞ Sachant que les densités des solides usuels sont approximativement comprises entre 2 et 12, indiquer les limites entre lesquelles la précision de la mesure de  $d$  pourra être comprise.