

## Anomalies de l'eau

### DETERMINATION DE LA TEMPERATURE POUR LE MAXIMUM DE LA DENSITE DE L'EAU.

- Mesure de la dilatation thermique de l'eau dans une plage de la température entre 0 °C et 15 °C.
- Preuve de l'anomalie thermique.
- Détermination de la température pour le maximum de la densité.

UE2010301

04/16 ALF

### NOTIONS DE BASE GENERALES

En comparaison à la plupart des autres corps, l'eau possède des caractéristiques anormales. Jusqu'à une température d'environ 4 °C, l'eau se contracte sous l'effet de l'échauffement et elle ne se dilate qu'à des températures plus élevées. Étant donné que la densité correspond à l'inverse du volume d'une quantité de matière, l'eau atteint donc un maximum de densité à environ 4 °C.

Dans cette expérience physique, la dilatation de l'eau sera mesurée dans une fiole présentant une colonne montante. Ce qui se fera en mesurant la hauteur de montée  $h$  en fonction de la température de l'eau  $\vartheta$ . S'il n'est pas tenu compte du fait que la fiole en verre se dilate également sous l'effet de l'échauffement, la formule suivante permettra de calculer le volume total de l'eau dans la fiole et dans la colonne montante :

$$V(\vartheta) = V_0 + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(\vartheta) \quad (1)$$

$d$  : Diamètre interne de la colonne montante,

$V_0$  : Volume de la fiole

S'il est tenu compte de la dilatation de la fiole, la formule (1) se transforme en :

$$V(\vartheta) = V_0 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot \vartheta) + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(\vartheta) \quad (2)$$

$\alpha = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  : coefficient de dilatation linéaire du verre

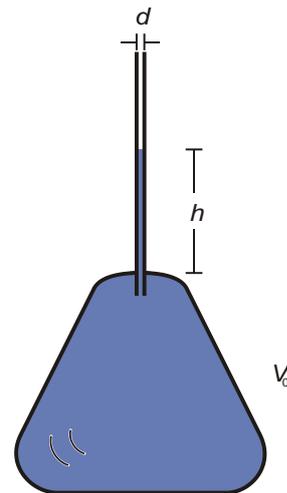


Fig. 1 : Fiole présentant une colonne montante et servant à mesurer la dilatation thermique de l'eau



Fig. 2 : Appareillage expérimental permettant de déterminer la température pour le maximum de la densité de l'eau

## LISTE DES APPAREILS

1 Appareil permettant de démontrer les anomalies de l'eau	1002889 (U14318)
1 Agitateur magnétique	1002808 (U11876)
1 Thermomètre numérique, 1 voie	1002793 (U11817)
1 Sonde d'immersion, Typ K	1002804 (U11854)
ou	
1 Thermomètre	1003013 (U16115)
1 Entonnoir, d= 50 mm, plastique	1003568 (U8634700)
1 Tuyau en silicone, 1 m, 6 mm	1002622 (U10146)
1 Tige de pied, 470 mm	1002934 (U15002)
1 Manchon universel	1002829 (U13253)
1 Pied support 150 mm	1002835 (U13270)
1 Cuvette en plastique	4000036 (T52006)

Eau distillée, glace concassée, sel de cuisine

## MONTAGE

- Mettez d'abord les agitateurs dans l'appareil permettant de démontrer les anomalies de l'eau.
- Placez la colonne montante sur la fiole en verre et vissez-la à fond.
- Raccordez au thermomètre numérique la sonde d'immersion à capteur, vissez le bouchon fileté GL (du côté du petit alésage) sur le tube fileté latéral, puis introduisez la sonde d'immersion à capteur.
- Il sera également possible de réaliser cet essai expérimental en utilisant un thermomètre à tige. Il suffira de faire glisser le bouchon fileté GL (du côté du grand alésage) sur le thermomètre et de le fixer au tube fileté latéral.
- Raccordez le tuyau en silicone à la connexion de type olive, puis connectez le tuyau à l'entonnoir.
- Montez la tige de pied sur le pied support, fixez la pince pour pied à la tige au moyen du manchon universel.
- Accrochez l'entonnoir à la pince.
- Le remplissage de la fiole en verre se fera en ouvrant d'abord le robinet, puis en remplissant d'eau distillée l'entonnoir jusqu'à ce que le niveau d'eau soit environ au milieu de la colonne montante.
- Éliminez les bulles d'air en agitant légèrement la fiole en verre.
- Fermez le robinet, retirez le tuyau, puis reversez dans le flacon de réserve l'excédent d'eau se trouvant encore présente dans l'entonnoir.

## REALISATION

- Assemblez l'appareillage expérimental conformément à l'illustration 2.
- Préparez un mélange de glace concassée et de sel de cuisine et mettez-le tout dans la cuvette en plastique.
- Placez la cuvette sur l'agitateur magnétique.
- Placez l'appareillage expérimental dans la cuvette.
- Marquez la hauteur de montée de l'eau sur la colonne montante en utilisant un marqueur. Notez la hauteur de montée ainsi que la température.
- Mettez l'agitateur magnétique en marche et réglez-le à une vitesse moyenne.
- Relevez le niveau d'eau dans la colonne montante  $h$ , puis portez le résultat dans un système de coordonnées, en fonction de la température  $\vartheta$ .
- Dès que la température tombe en dessous de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , retirez l'appareillage expérimental de la cuvette afin d'éviter que l'eau ne gèle.

## EXEMPLE DE MESURE

Tableau 1 : Hauteur de montée  $h$  en fonction de la température  $\vartheta$

$\vartheta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$h$ (mm)	$\vartheta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$h$ (mm)
0,5	32,5	8,0	22,0
1,0	23,0	8,5	27,3
1,5	16,5	9,0	32,5
2,0	10,3	9,5	36,0
2,5	7,3	10,0	42,2
3,0	5,3	10,5	47,3
3,5	3,7	11,0	54,0
4,0	3,3	11,5	62,0
4,5	4,3	12,0	67,2
5,0	6,0	12,5	76,5
5,5	7,5	13,0	86,5
6,0	10,0	13,5	94,0
6,5	12,6	14,0	104,5
7,0	14,8	14,5	116,5
7,5	19,3	15,0	125,3

EVALUATION

Le diagramme 3 est une représentation graphique des valeurs du tableau 1. La hauteur de montée  $h$  qu'atteint l'eau dans la colonne montante à 0 °C, sera donc calculée par extrapolation. Pour les données présentes, le résultat sera  $h(0\text{ °C}) = 44,7\text{ mm}$ . Il sera alors possible de calculer la densité relative de l'eau au moyen de la formule (3).

RESULTAT

Le volume de l'eau diminue si la température monte de 0 °C à 4 °C. Ce volume n'augmentant qu'à des températures plus élevées.

La densité maximale de l'eau sera atteinte à environ 4 °C.

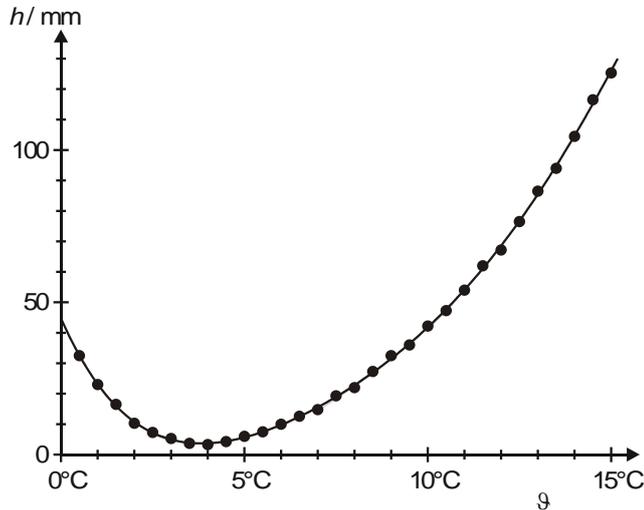


Fig. 3 : Hauteur de montée  $h$  en fonction de la température  $\vartheta$

Suivant (1) et (2), la formule suivante s'applique donc à la densité  $\rho$  de l'eau :

$$\frac{\rho(\vartheta)}{\rho(0\text{ °C})} = \frac{V_0 + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(0\text{ °C})}{V_0 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot \vartheta) + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(\vartheta)} \quad (3)$$

Le maximum de ce rapport est de  $\vartheta = 4\text{ °C}$  (comparer au diagramme 4).

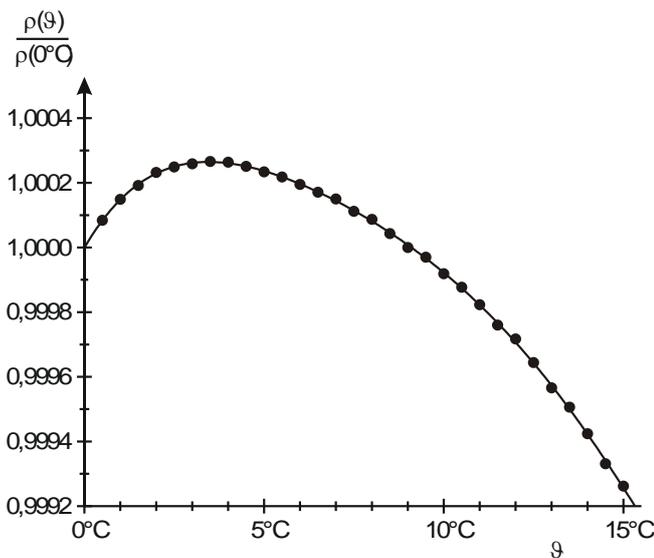


Fig. 4 : Densité relative de l'eau en fonction de la température  $\vartheta$

