

## **Effet de la température sur la masse volumique de l'eau**

Travail présenté à  
François Lépine  
Enseignant de sciences

École Secondaire Catholique Renaissance  
Aurora, Ontario  
Le 1 février 2010

## Table des matières

1.Introduction .....	2
2. Cadre théorique .....	2
3. Méthodologie.....	2
3.1 Contrôle des variables .....	2
3.2 Précision du Matériel utilisé.....	3
3.3 Méthode.....	3
4. Recueil des données .....	3
4.1 Données brutes .....	3
4.2 Traitement de données.....	4
4.2.2 Exemple de calcul.....	4
4.2.3 Sources d'erreurs / Précisions des données.....	4
5. Conclusion et évaluation .....	5
5.1 Explication théorique des résultats obtenus.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6. Bibliographie .....	7
7. Annexe 1.....	8

## **1.Introduction**

Dernièrement on entend souvent parlé du réchauffement climatique. Un des effets souvent mentionné dans la littérature est l'augmentation du niveau des mers à cause de l'élévation de la température de l'eau. Selon la masse volumique de l'eau, c'est principalement en surface qu'on retrouve l'eau chaude et l'eau froide se retrouve au fond.

Nous avons donc décidé de vérifier l'effet de la température de l'eau sur sa masse volumique. Nous allons varier la température de l'eau de 20 à 60 °C (par tranche de 10 degré) et calculer la masse volumique de l'eau. La masse de l'eau demeure constante tout au long de l'expérience. La température influence donc seulement le volume qui à son tour influence la masse volumique.. La température de l'eau (variable indépendante) influence la masse volumique (variable dépendante).

## **2. Cadre théorique**

La masse volumique ( $\rho$ ) se définit comme la masse ( $m$ ) d'une substance par unité de volume ( $v$ ). Elle se calcule à l'aide de la formule suivante :  $\rho = \frac{m}{v}$ . On utilisera ici le gramme (g) comme unité de masse et le millilitre (mL) comme unité de volume. La masse volumique s'exprime donc en g/mL.

Lorsqu'on chauffe une substance, les atomes ou molécules se dispersent et occupent un plus grand espace<sup>1</sup>. Si le volume augmente (dénominateur) alors la masse volumique diminuera.

Puisque lors du réchauffement le volume de l'eau augmente et que sa masse demeure inchangée, on s'attend donc à ce que l'eau chaude ait une masse volumique plus petite que l'eau froide. On devrait donc assister à une baisse de masse volumique avec l'augmentation de la température de l'eau.

## **3. Méthodologie**

### **3.1 Contrôle des variables**

Afin de vérifier cette hypothèse, nous allons mesurer la masse et le volume d'échantillon d'eau à différentes températures. Nous allons ensuite calculer la masse volumique de l'eau à l'aide de la formule  $\rho = \frac{m}{v}$ . Le contrôle de la température se fera à l'aide d'une plaque chauffante et sera vérifié avec un thermomètre dont l'incertitude est de  $\pm 0,5$  °C. L'eau utilisée est de l'eau distillée vendu dans le commerce.

---

<sup>1</sup> Galbraith et Al., *Omnisciences 7*, Montréal, Chenelière McGraw Hill, 2000, page 200.

### 3.2 Précision du Matériel utilisé

Balance électronique ( $\pm 0,1$  g)

Cylindre gradué ( $100 \pm 0,5$ ) mL

Bécher de 250 mL

Thermomètre à l'alcool ( $\pm 0,5$  °C)

Plaque chauffante

### 3.3 Méthode

1. Placer un cylindre gradué de 100 mL vide sur la balance électronique.
2. Attendre que l'appareil affiche la masse et faire la mise à zéro.
3. Ajouter précisément 100 mL d'eau (à la température désirée) dans le cylindre gradué.
4. Noter la masse du 100 mL d'eau.
5. Noter la température de l'eau.
6. Répéter les étapes 1 à 5 mais en utilisant de l'eau à 20, 30, 40, 50 et 60 °C.
7. Calculer la masse volumique des différents échantillons d'eau avec la formule  $\rho = \frac{m}{v}$

## 4. Recueil des données

### 4.1 Données brutes

Tableau 1 : Masse et volume de l'eau à différentes températures.

Température (°C) $\pm 0,5$	Masse (g) $\pm 0,1$	Volume (mL) $\pm 0,5$
20,0	99,9	100,0
30,0	99,8	100,0
40,0	99,6	100,0
50,0	99,4	100,0
60,0	99,3	100,0

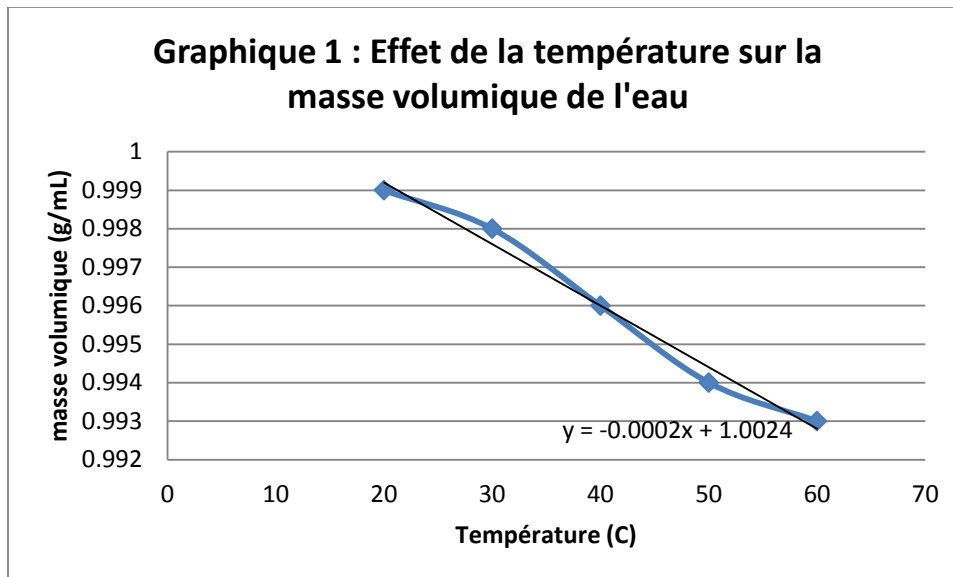
Tel qu'on peut le constater dans le tableau 1, pour un même volume, la masse de l'eau diminue avec l'augmentation de la température.

## 4.2 Traitement de données

Tableau 2 : Masse volumique de l'eau en fonction de la température

Température °C (±0,5)	Masse volumique g/ mL (±0,6)
20,0	0,999
30,0	0,998
40,0	0,996
50,0	0,994
60,0	0,993

La pente de la droite obtenue dans le graphique 1 nous montre que la masse volumique varie en moyenne de ( - 0,0002 ) g/mL par °C.



### 4.2.2 Exemple de calcul

Calcul de la masse volumique :  $\rho = \frac{m}{v}$  donc à 20 °C  $\rho = \frac{99.9 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 0,999 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$

### 4.2.3 Sources d'erreurs / Précisions des données

Les possibilités d'erreurs dans cette expérience sont principalement reliées à trois sources : les équipements, la pureté de l'eau et le contrôle de la température. D'abord la balance est précise à

$\pm 0,1$  g et le cylindre gradué à  $\pm 0,5$  mL près. Cela peut donc influencer les résultats de  $\pm 0,2$  %<sup>2</sup>. La mesure de la masse volumique a été faite à  $(20 \pm 0,5)^\circ \text{C}$ .

L'eau distillée utilisée est une eau commerciale dont la pureté est estimée à 99% selon les indications sur la bouteille. Il est donc possible que l'eau ne soit pas totalement dépourvue de minéraux. Si tel est le cas les résultats obtenus seraient supérieurs à la masse volumique connue de l'eau pure.

Comme la température affecte le volume de l'eau, les résultats pourraient être erronés si on ne maintient pas adéquatement cette température. Les quelques minutes requises pour accomplir les mesures sont suffisantes pour causer une baisse de température de quelques degrés. La contraction de volume ainsi générée pourrait donc augmenter très légèrement la masse volumique.

## **5. Conclusion et évaluation**

La valeur théorique de la masse volumique de l'eau pure est de  $0,9995 \text{ g/mL}$ .<sup>3</sup> Nous avons obtenu une masse volumique de  $0,999 \text{ g/mL}$  à  $20^\circ \text{C}$ .

Le % d'erreur est donc de  $\frac{(0,999-0,9995)}{0,9995} \times 100 = -0,05\%$ .

L'effet de l'augmentation de la température sur la masse volumique de l'eau est très petit, soit de  $-2 \times 10^{-4} \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . La masse volumique de l'eau a diminué à cause de l'augmentation du volume de l'eau suite à la dilatation thermique. La masse demeurant inchangée et le volume augmentant, la masse volumique diminue progressivement. On peut voir que la masse volumique de l'eau diminue de  $2 \times 10^{-4} \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  à chaque augmentation de température de  $1^\circ \text{C}$ . Puisque cette différence est si petite, une erreur dans le contrôle des variables pourraient grandement influencer la conclusion.

La principale faiblesse de cette expérience est le contrôle de la température. Le temps requis pour la manipulation permet à l'eau de se refroidir de 1 ou  $2^\circ \text{C}$ . Le manque d'isolant fait que la température ambiante peut influencer celle de l'eau. Il faudrait donc placer l'eau dans un contenant isolant (Thermos) et s'assurer que les manipulations sont faites à la température prescrite. L'étendue de la température sélectionnée est aussi problématique car elle se situe seulement dans la phase liquide de l'eau. On ne peut donc pas généraliser pour les autres états de l'eau.

---

<sup>2</sup> Voir le calcul en Annexe 1

<sup>3</sup> Wikipedia : Masse volumique, 31 janvier 2010, [http://fr.wikipedia.org/wiki/Masse\\_volumique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Masse_volumique).

En utilisant un volume d'eau assez grand (100 mL) dans l'expérience, on limite l'effet de l'imprécision des mesures. Il aurait été difficile d'obtenir une différence significative de masse volumique avec des volumes d'eau très petits.

Les résultats présentés sont valides à l'intérieur d'une plage de température de 20 à 60 °C. Il serait intéressant de voir le comportement de la masse volumique de l'eau lorsqu'elle approche des points de congélation et d'ébullition.

Comme l'augmentation de la température cause une baisse de la masse volumique, l'eau chaude est donc moins dense que l'eau froide et par conséquent flotte au dessus de l'eau froide plus dense. C'est la raison pour laquelle il faut constamment brasser si l'on veut obtenir une eau dont la température est constante de haut en bas.

## **6. Bibliographie**

1. GALBRAITH et *al.*, *Omnisciences 7*, Montréal, Chenelière McGraw Hill, 2000, 516 p.
2. *Wikipedia : Masse volumique*, 31 janvier 2010, [http://fr.wikipedia.org/wiki/Masse\\_volumique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Masse_volumique).



## **7. Annexe 1**

### **Calcul de l'incertitude de la masse volumique**

D'abord la balance est précise à  $\pm 0,1$  g donc la masse pourrait au maximum 100,1 g au lieu de 100,0g, soit être influencée de + 0,001 %

La précision du cylindre gradué est de  $\pm 0,5$  mL. Donc le volume pourrait être au minimum de 99,5 mL au lieu de 100 mL. Donc le volume pourrait être influencée de -0,005 %

dans ce cas la masse volumique serait influencée de :  $\rho = \frac{m}{v}$  donc à 20 °C  $\rho = \frac{0,001 \%}{-0,005 \%} = -0,2 \%$

Cela peut donc influencer les résultats de  $\pm 0,2 \%$ . La mesure de la masse volumique a été faite à 20° C  $\pm 0,5$  C.