

Central Library
D. J. Gougenheim

MÉTROLOGIE. — *Étude de la variation de la masse volumique de l'eau en fonction de sa composition isotopique.* Note (*) de MM. MAURICE MENACHÉ et GEORGES GIRARD, présentée par M. André Gougenheim.

Les travaux, dont il a été rendu compte dans une Note précédente, se sont poursuivis sur un intervalle de valeurs d'environ $0,02 \text{ kg.m}^{-3}$. Ils ont permis d'établir une nouvelle relation rendant mieux compte de la variation de la masse volumique de l'eau en fonction de sa composition isotopique.

1. Dans une Note précédente (¹), nous avons rendu compte de la mise en route d'une étude expérimentale tendant à établir la loi de variation de la masse volumique de l'eau en fonction de sa composition isotopique. Les observations dont il était rendu compte portaient sur des échantillons

2. Des mesures parallèles de masse volumique et de teneurs en isotopes lourds ont été faites sur divers échantillons d'eau, et les valeurs obtenues pour les écarts $\Delta\rho$ ont été comparées à celles calculées à partir des formules (1) ou (2).

Les mesures de masse volumique ont été faites par l'un de nous, Girard, au Bureau International des Poids et Mesures, suivant la méthode décrite dans la Note précédente. Les mesures ont été faites à $(22 \pm 0,1)^\circ\text{C}$, sous la pression atmosphérique, et les résultats ramenés à 22°C et à 1 atm normale. Avant chaque pesée, les échantillons étaient partiellement dégazés, leur teneur en oxygène atmosphérique dissous, au moment des pesées, étant d'environ 30 % de la saturation.

Pour chaque échantillon, les pesées ont été répétées deux ou trois fois. L'écart moyen sur le résultat pour un échantillon est de $\pm 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Les résultats obtenus pour un échantillon sont comparés à ceux obtenus pour une eau de référence observée juste avant ou après l'échantillon. L'eau de référence est obtenue en purifiant l'eau de distribution de la région parisienne.

Les analyses isotopiques, qui ont porté sur ^{18}O et sur D, ont été effectuées par spectrométrie de masse au Centre d'Études Nucléaires de Saclay, à la précision de $\pm 0,1 \text{ ‰}$ pour δ_{18} et de $\pm 0,6 \text{ ‰}$ pour δ_D .

Les observations ont été faites sur les échantillons suivants :

— un échantillon prélevé à notre intention dans l'Arctique par M. C. Lorius, du Centre d'Études Glaciologiques des Régions Arctiques et Antarctiques;

— un échantillon, également prélevé à notre intention à Thulé, Groenland, par M. F. Hermann, Directeur du Service de l'Eau de Mer Etalon, à Charlottenlund, Danemark,

— trois échantillons d'eau de mer, dont deux de l'Atlantique et un de la Méditerranée;

— enfin, deux échantillons d'eau artificiellement enrichis en oxygène 18 (O_{18-1} et O_{18-2}).

Tous ces échantillons, de même que ceux de référence, ont été purifiés par distillation.

3. RÉSULTATS. — Pour chaque échantillon, nous avons calculé la différence $\Delta\rho_m$ entre les valeurs observées de la masse volumique de cet échantillon et de l'eau de référence, et nous avons comparé cette valeur à celle, $\Delta\rho_c$, calculée à l'aide des formules (1) ou (2).

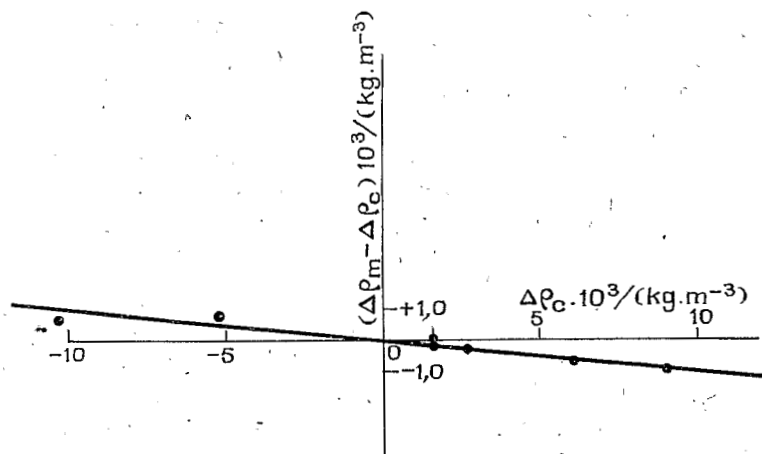
Pour les deux échantillons enrichis en oxygène 18, et qui ne sont pas des eaux « naturelles », nous avons appliqué la formule (1), dans laquelle une valeur approchée de δ_{17} avait été préalablement obtenue par calcul.

Le résultat de ces comparaisons est rassemblé dans le tableau ci-après, dans lequel $\Delta\delta_{18}$, $\Delta\delta_{17}$ et $\Delta\delta_D$ représentent les écarts entre les valeurs respectives de δ_{18} , δ_{17} et δ_D pour l'échantillon et pour l'eau de référence.

(1) Échantillon.	(2) $\Delta\delta_{18}$ (‰).	(3) $\Delta\delta_{17}$ (‰).	(4) $\Delta\delta_D$ (‰).	(5) $\Delta\rho_m \cdot 10^3$.	(6) $\Delta\rho_c \cdot 10^3$.	(7) $(\Delta\rho_m - \Delta\rho_c)$ 10^3 .	(8) $(\Delta\rho_m - \Delta\rho_c)$ 10^3 .
						Équations (1)-(2).	Équations (3)-(4).
Arctique	-28,4		-224,5	-9,7	-10,3	+0,6	+0,3
Thulé	-14,6		-116,5	-4,6	-5,3	+0,7	+0,1
Atlantique-1	+5,0		+31,6	+1,6	+1,7	-0,1	+0,1
Atlantique-2	+5,0		+30,4	+1,5	+1,7	-0,2	0,0
Méditerranée	+7,8		+50,9	+2,4	+2,7	-0,3	0,0
O ₁₈ -1	+27,7	+0,3	-8,4	+5,3	+6,0	-0,7	-0,2
O ₁₈ -2	+40,9	+0,8	-9,3	+8,0	+9,0	-1,0	-0,1

La comparaison des résultats figurant aux colonnes 6 et 7 de ce tableau montre que les écarts $(\Delta\rho_m - \Delta\rho_c)$ varient régulièrement avec $\Delta\rho_c$.

Sur la figure ci-après, qui représente la variation de l'écart $(\Delta\rho_m - \Delta\rho_c)$ en fonction de $\Delta\rho_c$, les points représentatifs s'écartent faiblement d'une



droite de coefficient angulaire $-0,1$, ce qui suggère de réduire de $1/10$ les coefficients numériques des relations (1) et (2).

En procédant à cette réduction, nous obtenons les relations empiriques suivantes :

$$(3) \quad \Delta\rho \cdot 10^3 = 0,201 \Delta\delta_{18} + 0,019 \Delta\delta_{17} + 0,015 \Delta\delta_D.$$

et, pour une eau « naturelle » ($\delta_{17} = 1/2 \delta_{18}$) :

$$(4) \quad \Delta\rho \cdot 10^3 = 0,211 \Delta\delta_{18} + 0,015 \Delta\delta_D.$$

Les nouveaux écarts entre $\Delta\rho_m$ et $\Delta\rho_c$, calculés à partir de ces nouvelles formules, et qui figurent à la colonne 8 du tableau, se trouvent compris dans les limites de précision de nos mesures.

(4)

Ces nouvelles formules devraient donc permettre de calculer avec une