CHAPITRE IV

APPLICATIONS DES DILATATIONS

I. — APPLICATIONS DES DILATATIONS DES CORPS SOLIDES.

254. **Corrections des mesures linéaires.** — Supposons qu'une règle ait été divisée en millimètres, à une température θ. Si l'on fait usage de cette règle pour mesurer une longueur, et si la température a une valeur notablement différente t, on remarquera que chaque division aura pris une longueur de $1^{mm}\,[1+\gamma\,(t-\theta)]$, en désignant par γ le coefficient de dilatation linéaire de la règle. Si donc la lecture faite sur la règle donne un nombre n de divisions, la valeur l de la longueur mesurée sera

$$l = n\Big[1+\gamma\,(t-\theta)\Big].$$

255. **Pendules compensateurs.** — On met à profit l'isochronisme des petites oscillations du pendule (50) pour régulariser le mouvement des horloges, en rendant ce mouvement solidaire de celui d'un pendule ou *balancier*. Mais, si l'on veut éviter que les variations de température viennent, en modifiant la longueur du balancier, faire avancer ou retarder l'horloge, il faut faire usage de balanciers spéciaux, qu'on désigne sous le nom de *pendules compensateurs*.

Les balanciers qu'on emploie le plus ordinairement se terminent, à leur partie inférieure, par une lentille dont le poids l'emporte de beaucoup sur celui du reste de la partie oscillante. La *longueur* du pendule simple, qui ferait son oscillation dans le même temps, diffère alors peu de la distance du point de suspension au centre de gravité de la masse pesante; c'est cette distance que l'on cherche à rendre indépendante de la température.

256. **Pendule de Leroy, ou à gril.** — Les figures 209 et 210 représentent le système compensateur le plus fréquemment employé. Il est dû à l'horloger Julien Leroy. — La lentille pesante C est reliée au point de suspension par une série de tiges verticales, alternativement en fer et en laiton. En examinant la figure 210, où les tiges de laiton se distinguent des tiges de fer par des hachures transversales, on voit que la dilatation de toutes les tiges de fer tend à abaisser le centre de la lentille, et que la dilatation des tiges de laiton tend à le relever. Or le laiton est plus dilatable que le fer : nous allons montrer que les longueurs relatives des deux systèmes de tiges peuvent être réglées de manière qu'il y ait compensation entre leurs allongements.

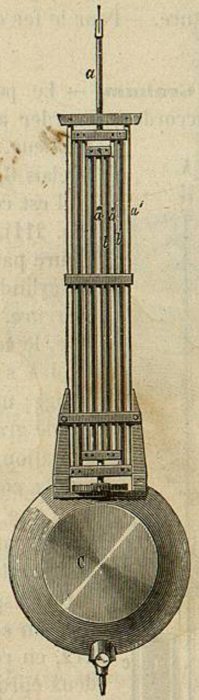

Fig. 209.

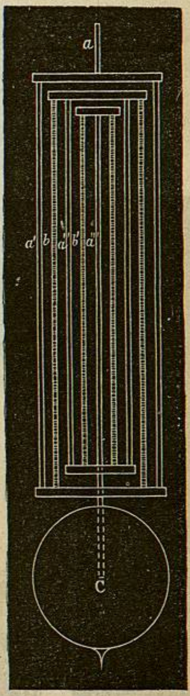

Fig. 210.

Pendule à gril.

La longueur totale du fer à 0° étant représentée par $a+a'+a''+a'''$, l'allongement qu'il éprouve en passant de 0° à t degrés est, en désignant par γ le coefficient linéaire de dilatation du fer,

$$(a+a'+a''+a''')\,\gamma t;$$

de même, $b+b'$ étant la longueur totale du laiton à 0°, et γ' son coefficient de dilatation, l'allongement correspondant est

$$(b+b')\,\gamma' t.$$

Pour qu'il y ait compensation à t degrés, il faut et il suffit que l'on ait

$$(a+a'+a''+a''')\,\gamma t = (b+b')\,\gamma' t$$

ou

$$\frac{a+a'+a''+a'''}{b+b'} = \frac{\gamma'}{\gamma},$$

condition qui est évidemment toujours réalisable. — On voit, en outre, que le résultat est indépendant de la température; donc la compensation, une fois réalisée pour une température particulière, subsiste à toute autre température. — Pour le fer et le laiton, le rapport $\frac{\gamma'}{\gamma}$ est égal à 1,66 environ.

257. **Pendule de Graham.** — Le pendule compensateur le plus ancien, celui qu'on s'accorde à regarder aujourd'hui encore comme le meilleur, a été imaginé par l'horloger anglais Graham.

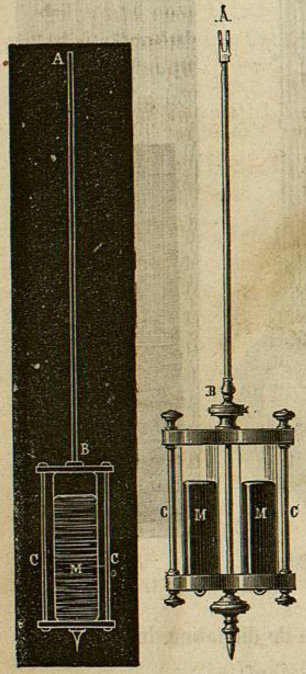

Fig. 211. Fig. 212.
Pendule de Graham.

Il est composé d'une tige d'acier AB (*fig.* 211), terminée à sa partie inférieure par un étrier CC, qui supporte un cylindre de verre M contenant du mercure. Lorsque la température s'élève, le centre de gravité du pendule tend à s'abaisser par la dilatation de la tige; mais, en même temps, le centre de gravité tend à remonter par la dilatation du mercure : le calcul montre que la compensation est possible, et que, une fois réalisée pour une température particulière, elle l'est également pour toute autre (*).

On dispose souvent le pendule de Graham comme le représente la figure 212, en répartissant le mercure dans deux éprouvettes M, M, placées symétriquement de part et d'autre du prolongement de la tige AB.

258. **Thermomètre de Bréguet.** — Soient deux lames de métaux différents, de zinc et de cuivre par exemple, appliquées l'une sur l'autre et soudées ensemble. Si l'on vient à chauffer ce système, le zinc s'allongeant plus que le cuivre, la double lame se courbe, de manière que le zinc soit à l'extérieur et le cuivre à l'intérieur de la concavité. Si le système a reçu d'avance une certaine courbure, une élévation de température tend à rendre la courbure plus prononcée.

C'est sur ces remarques que Bréguet a fondé la construction d'un thermomètre métallique d'une extrême sensibilité (*fig.* 213). — Trois petites lames, d'argent, d'or et de platine, ayant été superposées dans

(*) Voir la démonstration, dans les problèmes qui sont à la fin du volume.

l'ordre où nous venons de les énumérer, et soudées ensemble, on les a passées au laminoir, de manière à en faire un ruban très long et très mince. On a enroulé ce ruban en hélice; on l'a suspendu par l'une de ses extrémités A, et l'on a attaché à l'autre extrémité une aiguille très légère *cd*, qui peut se mouvoir sur un cercle divisé MN. — Supposons le métal le plus dilatable, l'argent, placé à l'extérieur. Si la température s'élève, chacune des portions de spire de l'hélice tend à se courber davantage; l'aiguille marche dans le sens de ce mouvement, en parcourant un angle proportionnel à la somme des déplacements des divers points de l'hélice, estimés parallèlement au plan du cercle gradué. — Si la température s'abaisse, l'aiguille marche en sens contraire.

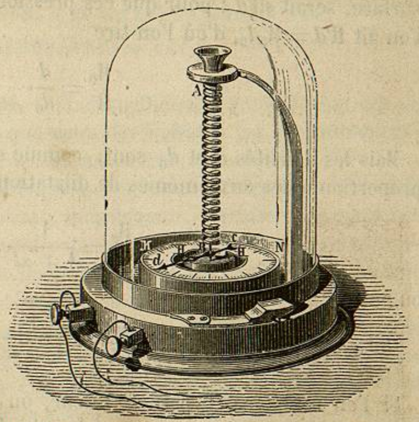

Fig. 213. — Thermomètre métallique de Bréguet.

II. — APPLICATIONS DES DILATATIONS DES LIQUIDES.

259. **Réduction des hauteurs barométriques à la température 0°.** — Lorsque l'on considère les pressions atmosphériques comme mesurées par les hauteurs des colonnes barométriques (121), on suppose la densité du mercure constante; en réalité, la densité change avec la température. On est convenu, pour rendre les résultats comparables entre eux, de considérer toujours, non pas la hauteur barométrique observée, mais *la hauteur d'une colonne de mercure à 0° qui exercerait la même pression*. — Proposons-nous donc de *ramener* à 0° une hauteur barométrique H, observée à une température *t*.

Et d'abord, on a observé la hauteur H sur une échelle métallique, dont on suppose la division effectuée à 0°; d'après ce qu'on a vu (254), la hauteur réelle de la colonne barométrique est

$$H' = H(1 + \gamma t),$$

γ étant le coefficient de dilatation linéaire du métal de l'échelle.

Désignons maintenant par H_0 la hauteur de la colonne de mercure à 0° qui exercerait la même pression, par d et d_0 les densités du mercure à t degrés et à 0°. La pression de la colonne H' à t degrés, sur une surface s, est $sH'd$; la pression de la colonne H_0 à 0°, sur la même surface, serait sH_0d_0; pour que ces pressions soient égales, il suffit que l'on ait $H'd = H_0d_0$, d'où l'on tire

$$\frac{H_0}{H'} = \frac{d}{d_0}.$$

Mais les densités d et d_0 sont, comme on l'a vu (222), inversement proportionnelles aux binômes de dilatation $1 + \alpha t$ et 1. Donc

$$\frac{H_0}{H'} = \frac{1}{1 + \alpha t},$$

ou enfin

$$H_0 = H' \frac{1}{1 + \alpha t}.$$

Si l'on remplace H' par sa valeur, on trouve finalement, pour la hauteur barométrique, corrigée à la fois de la dilatation de la règle et de la dilatation du mercure,

$$H_0 = H \frac{1 + \gamma t}{1 + \alpha t}.$$

260. **Détermination des températures au moyen du thermomètre à poids.** — L'instrument désigné sous le nom de *thermomètre à poids* (*fig.* 200), dont nous avons indiqué l'emploi pour la détermination des coefficients de dilatation des liquides, peut servir à la mesure des températures. Dulong et Petit l'ont fréquemment employé pour cet usage. — Il a l'avantage de pouvoir toujours être complètement plongé dans l'enceinte qui est soumise à l'expérience, et de ne point exiger de graduation préalable.

Après avoir déterminé, comme il a été dit (230, 1°), le poids P de mercure qui remplit l'appareil à 0°, on le porte dans le milieu dont on veut obtenir la température x (température supposée supérieure à 0°), et on détermine le poids p_1 de mercure qui s'échappe par la pointe. Si l'on prend, pour coefficient de dilatation apparente du mercure dans le verre, la valeur adoptée par Dulong et Petit, savoir $\frac{1}{6480}$, on a

$$\frac{1}{6480} = \frac{p_1}{(P - p_1)x},$$

d'où l'on tire la valeur de la température x(*).

(*) Si, pour plus de précision, on veut introduire dans ce calcul, au lieu du nombre $\frac{1}{6480}$, le coefficient de dilatation apparente d du mercure *dans l'instrument lui-même*, il suffit d'effectuer une expérience préliminaire à une température connue (à 100° par exemple), et d'en déduire la valeur de d comme nous l'avons dit (230,1°).

III. — APPLICATIONS DES DILATATIONS DES GAZ. THERMOMÈTRES A GAZ.

261. **Thermomètre à air.** — Les coefficients de dilatation des gaz étant beaucoup plus grands que ceux des liquides, les thermomètres à gaz seront *plus sensibles* que les thermomètres à liquides.

En outre, les petites différences qui pourraient être dues à l'emploi d'enveloppes formées de verres inégalement dilatables disparaîtront vis-à-vis de la dilatation considérable du gaz : elles ne pourront exercer, sur les indications des instruments, qu'une influence inférieure aux erreurs inévitables des observations. — Dès lors :

1° Divers thermomètres, construits avec un même gaz, mais avec des verres différents, seront toujours pratiquement *comparables entre eux;*

2° Un même thermomètre à gaz restera toujours *comparable à lui-même*, quelles que soient les modifications que son enveloppe de verre puisse éprouver par la trempe ou le recuit.

Telles sont les considérations qui ont conduit à adopter, pour la mesure précise des températures, un thermomètre à gaz. — Quant au gaz à employer, le choix de l'*air* est suffisamment justifié par ce fait, qu'il est extrêmement éloigné de son point de liquéfaction, et qu'il suffit de le dessécher pour l'obtenir dans des conditions toujours identiques.

Ainsi, l'appareil de Regnault (*fig.* 205), qui a servi pour déterminer le coefficient de dilatation des gaz, peut également être employé comme *thermomètre à air*. Seulement, dans ce cas, au lieu de marquer seulement deux traits de repère sur la branche BD du manomètre, on devra graduer cette branche, dans toute sa longueur, en parties d'égales capacités. — L'appareil ayant été rempli d'air sec, à 0°, et l'affleurement du mercure ayant été amené, dans les deux branches, au niveau de l'origine B de la graduation, de manière que la pression soit mesurée par la hauteur barométrique H, on portera le réservoir à la température T qu'il s'agit d'évaluer (température que nous supposons supérieure à 0°); on fera écouler du mercure, de manière que la pression reste sensiblement constante; enfin, on mesurera le volume u occupé par l'air dans la partie graduée, et la pression H' peu différente de H. — En raisonnant comme nous l'avons fait quand il s'agissait de la détermination du coefficient de dilatation (243), on obtiendra une équation semblable, et l'on en déduira la valeur de l'inconnue actuelle T, en remplaçant le coefficient α par sa valeur connue 0,00367.

Cependant, cette manière de conduire l'expérience présente un inconvénient. Il arrive en effet que, à mesure que la température s'élève, la masse de gaz qui reste dans le ballon diminue; par suite, la masse de gaz qu'un même accroissement de température fait passer dans le manomètre va en diminuant, en sorte que les accroissements de volume du gaz, mesurés dans le tube manométrique qui est à une température constante, deviennent de plus en plus petits ; par suite, *la sensibilité de l'appareil va en décroissant*, à mesure que la température s'élève.

C'est pourquoi on en a été conduit à modifier la méthode, en maintenant constant le *volume* de l'air soumis à l'expérience, c'est-à-dire, en versant du mercure par la branche ouverture du manomètre, de manière que l'affleurement dans l'autre branche ait toujours lieu au même trait de repère B : ce qu'on mesure alors, c'est l'*accroissement de pression* produit par l'accroissement de température. L'instrument prend alors le nom de thermomètre *à volume constant*, et l'on voit immédiatement que sa sensibilité reste la même à toute température. — Quant au raisonnement, il est semblable au précédent, et il conduit à une équation analogue, d'où l'on déduit la valeur de T (*).

262. **Définition des températures, au moyen du thermomètre à air.** — D'après les considérations qui précèdent, ce sont les *variations de pression* d'une masse d'air *à volume constant*, que l'on a choisies pour définir d'une manière précise les températures elles-mêmes. — On appelle alors *degré*, la variation de température qui produit, sur une masse d'air assujettie à conserver un volume constant, une *variation de pression* représentée par la centième partie de celle qu'elle éprouve entre la température de la glace fondante et celle de la vapeur d'eau bouillante.

263. **Thermomètre à air de Dulong et Petit.** — Avant les expériences de Regnault, Dulong et Petit avaient employé un thermomètre à air qui offre une disposition plus simple, et dont la précision, sans être aussi grande, est généralement suffisante dans la pratique. — La manipulation en a d'ailleurs été perfectionnée par Regnault.

Un réservoir de verre cylindrique A (*fig.* 214), surmonté d'un tube *ab* qui se termine par une pointe ouverte *c*, est placé dans le milieu dont on veut déterminer la température : il est mis en communication, par un raccord de caoutchouc, avec une série de tubes desséchants, communiquant eux-mêmes avec une pompe à main. On fait un grand nombre de fois le vide dans l'appareil, en laissant chaque fois rentrer l'air très lentement : après la dernière rentrée d'air, on met, pendant quelques instants, l'air intérieur en communication avec l'atmosphère ; on ferme alors au chalumeau la pointe *c*, et on note la hauteur du baromètre. On a ainsi l'appareil plein d'air sec, à la température T, et sous la pression H de l'atmosphère.

(*) On peut démontrer *a priori* que le coefficient de dilatation α aurait encore ici la valeur 0,00367, si l'air suivait rigoureusement la loi de Mariotte. Regnault a trouvé que, pour représenter exactement le phénomène dans le cas où le volume de l'air est maintenu constant, il suffit de remplacer α par la valeur peu différente 0,003665.

On le transporte, en le renversant, sur le support représenté par la figure 215, où il est maintenu par la tige *rs*, de manière que l'extrémité recourbée du tube plonge dans une cuve à mercure C. On a fait à l'avance un trait de lime au voisinage de la pointe, de manière à permettre de la détacher à l'aide d'une pince : le mercure pénètre dans le tube et s'élève à une certaine hauteur dans le réservoir. On environne celui-ci de glace fondante, contenue dans un manchon placé sur le plateau B, et, au bout d'une heure environ, on ferme de nouveau la pointe en y amenant une petite cuiller de fer *k*, remplie de cire molle, et portée par la vis *h*, dont les supports peuvent se déplacer le long de la tige horizontale *ff*. On note la hauteur H′ du baromètre, et, après avoir enlevé le manchon et la glace qui entourent le réservoir, on mesure au cathétomètre la hauteur *h* du mercure soulevé : la vis à deux pointes *lm* sert à effectuer cette mesure, comme dans le baromètre fixe (128), avec une grande précision.

Fig. 214.

On enlève l'appareil de son support, avec le mercure qui y a pénétré, et on le pèse : soit P′ son poids. — On l'emplit complètement de mercure, à 0°, et on le pèse de nouveau ; soit P le poids trouvé. — Enfin, on a déterminé, avant l'expérience, le poids *p* de l'enveloppe seule.

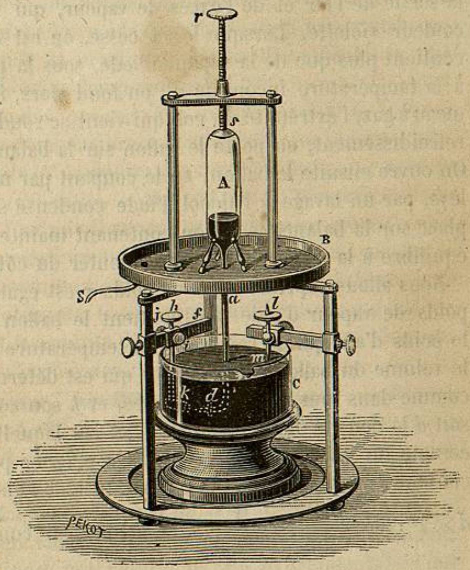

Fig. 215. — Thermomètre à air, de Dulong et Petit.

Au moment de la première fermeture, le volume de l'air à T degrés était égal au volume de l'enveloppe, c'est-à-dire $\frac{P-p}{D_0}(1-kT)$, en désignant par D_0 le poids spécifique du mercure à 0°, et par *k* le coefficient de dilatation cubique du verre ; la pression était H. — Au moment de la seconde fermeture, le volume de cette même masse d'air était $\frac{P-P'}{D_0}$; la pression était $H'-h$. — En ramenant chacun de ces volumes à 0°

et à la pression de 760 millimètres, et égalant les deux expressions, on a

$$\frac{P-p}{D_0}\cdot\frac{H}{760}\cdot\frac{1+kT}{1+\alpha T}=\frac{P-P'}{D_0}\cdot\frac{H'-h}{760},$$

équation d'où l'on tire la valeur de l'inconnue T (*).

264. Thermomètre à vapeur d'iode, de MM. H. Deville et Troost. — MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost ont employé, pour la mesure des températures élevées, voisines du point de ramollissement du verre, un thermomètre dont l'enveloppe est formée par un petit ballon de porcelaine : la substance thermométrique est la vapeur d'iode, qui se comporte, à ces hautes températures, comme un gaz.

Un petit ballon de porcelaine, contenant des fragments d'iode, est placé dans l'enceinte dont on veut déterminer la température : on laisse sortir au dehors l'extrémité du col, sur laquelle est placé un petit bouchon de porcelaine qui la ferme incomplètement, de manière à permettre la sortie de l'air et de l'excès de vapeur, qui forme un jet d'une belle couleur violette. Lorsque le jet cesse, on est certain que le ballon ne contient plus que de la vapeur d'iode, sous la pression extérieure H, et à la température inconnue x : on fond alors, à la flamme d'un chalumeau à gaz, l'extrémité du col, qui vient se souder au bouchon : après le refroidissement, on porte le ballon sur la balance, et l'on fait une tare. On ouvre ensuite le ballon, en le coupant par un trait de lime ; on enlève, par un lavage à l'alcool, l'iode condensé sur les parois, et on replace sur la balance le ballon contenant maintenant de l'air : pour faire équilibre à la même tare, il faut ajouter du côté du ballon un poids π.

Nous allons exprimer que ce poids π est égal à la différence entre le poids de vapeur d'iode que contient le ballon à la température x et le poids d'air qui le remplit à la température extérieure t. — Soit V_0 le volume du ballon à 0° (volume qui est déterminé après l'expérience, comme dans tous les cas analogues) et k son coefficient de dilatation ; soit d la densité de la vapeur d'iode, sur laquelle on peut raisonner ici comme sur un gaz (la valeur de d est 8,7). Le poids de la vapeur d'iode contenue dans le ballon à la température de l'enceinte est $V_0(1+kx)\times d\times 1^{gr},293\times\frac{H}{760}\times\frac{1}{1+\alpha x}$. Le poids d'air contenu dans le ballon à la température extérieure est $V_0(1+kt)\,1\times 1^{gr},293\times\frac{H}{760}\times\frac{1}{1+\alpha t}$.

On a donc

$$V_0\times 1^{gr},293\times\frac{H}{760}\left[\frac{1+kx}{1+\alpha x}d-\frac{1+kt}{1+\alpha t}\right]=\pi,$$

équation d'où l'on tirera la valeur de la température x(*).

Ce qui caractérise essentiellement cette méthode, c'est l'emploi d'une vapeur très dense, qui rend possible la détermination de la température par une pesée (*).

(*) Lorsqu'on brise la pointe du tube sous le mercure, Regnault a reconnu qu'une petite quantité d'air était toujours aspirée dans le réservoir, par une sorte de gaine qui reste entre la paroi extérieure de la tige et le mercure qui ne mouille pas le verre. Il est parvenu à empêcher cet effet de se produire, en adaptant sur le tube, dans la partie plongée, de petits disques d'une substance qui se laisse mouiller par le mercure, comme le laiton bien décapé : ce sont ces petits disques qui sont représentés en d dans la figure 215. Pour plus de sûreté, on verse sur le mercure, après avoir saisi la pointe avec la pince, une couche d'acide sulfurique : on enlève l'acide avant de faire descendre la vis à deux pointes *lm*.

IV. — CORRECTIONS AUX POIDS SPÉCIFIQUES.

265. Corrections à faire subir aux résultats, dans la détermination des densités des corps solides ou liquides. — Le poids spécifique d'un corps solide ou liquide est variable, comme l'est son volume, avec la température ; les poids spécifiques des divers corps ne sont donc comparables qu'à la condition d'avoir été calculés *à une même température*. On a choisi la température de 0°.

Dans les diverses méthodes qui ont été indiquées (100 à 105), si l'on employait de l'eau à la température du laboratoire, on pourrait, en tenant compte de sa densité (**), déduire des données de l'expérience le volume réel du corps et par suite sa densité, à la température de l'expérience : mais encore faudrait-il connaître exactement cette température, et il resterait toujours quelque incertitude sur sa constance pendant l'opération. — Regnault a proposé d'opérer avec de l'eau à la température de la glace fondante, température qu'il est toujours facile de maintenir dans une *petite quantité* d'eau. Aussi, est-ce la méthode du flacon que l'on emploie de préférence.

266. Méthode du flacon, modifiée par Regnault. — Détermination des densités à 0°. — Regnault a indiqué l'emploi, pour les corps solides, de petits flacons qui ont la forme représentée par la figure 216. Dans le goulot s'engage un bouchon creux, présentant une partie capillaire sur laquelle est tracé un trait d'affleurement a. — Le flacon débouché ayant été rempli d'eau, on introduit le bouchon qui, déplaçant un peu de liquide, fait monter le niveau jusque dans l'en-

(*) Un appareil semblable à celui de la figure 205 avait été employé par Pouillet, pour des recherches sur les températures des fours à porcelaine. — Mais le réservoir employé par Pouillet était en platine. Or le platine est perméable aux gaz : lorsqu'on place un ballon de platine dans un fourneau dont la flamme contient des gaz divers, et en particulier de l'hydrogène, il est impossible d'admettre que la masse gazeuse intérieure demeure constante. Cet appareil, désigné par Pouillet sous le nom de *pyromètre à air*, n'a donc pu fournir que des évaluations approximatives.

(**) Voir le tableau de la page 192.

tonnoir B. On place alors le flacon dans la glace fondante, et on l'y laisse séjourner jusqu'à ce que le niveau paraisse invariable ; on enlève, avec un petit rouleau de papier buvard, le liquide qui dépasse le trait a, et l'on retire ensuite le flacon de la glace. On le laisse reprendre la température du laboratoire, afin d'éviter qu'il y ait condensation d'eau à sa surface pendant la pesée ; on l'essuie et on le porte sur le plateau de la balance, en plaçant à côté de lui le corps soumis à l'expérience, comme il a été dit (100). On fait la tare, et on détermine le poids du corps. — On introduit alors le corps dans le flacon, on replace le bouchon, on remet le flacon dans la glace, et on rétablit l'affleurement au trait a ; on retire ensuite le flacon, on le laisse reprendre la température du laboratoire, et on détermine les poids qu'il faut ajouter pour faire équilibre à la tare précédente.

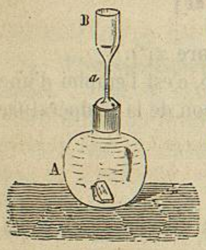

Fig. 216.

La méthode s'applique aux corps liquides, en employant les flacons décrits précédemment (*fig.* 89). — L'affleurement au trait a est toujours établi, soit pour le liquide soumis à l'expérience, soit pour l'eau, pendant que le flacon est à la température de la glace fondante.

Pour déduire des données de l'expérience, pour un corps solide par exemple, la densité de ce corps à 0°, on peut raisonner comme il suit : — Soit P la valeur des poids marqués que l'on a dû substituer au corps dans le plateau de la balance ; nous allons exprimer d'abord que ces poids, placés dans l'air, ont produit sur le plateau de la balance la même pression que le corps solide, celui-ci étant également placé dans l'air. — Or le nombre P exprime la valeur des poids marqués *dans le vide* ; par suite, la pression qu'ils exercent sur la balance est égale au nombre P diminué de la poussée exercée par l'air. Si Δ est le poids spécifique du métal dont sont formés les poids, leur volume est $\frac{P}{\Delta}$; si maintenant on désigne par a le poids spécifique de l'air par rapport à l'eau (c'est-à-dire le poids, en grammes, du centimètre cube d'air, dans les conditions de l'expérience), la poussée éprouvée par les poids marqués est $\frac{P}{\Delta}a$; donc, en définitive, la pression exercée par les poids marqués sur le plateau est $P\left(1-\frac{a}{\Delta}\right)$. D'autre part, si V_0 est le volume du corps à 0°, k son coefficient de dilatation, et D_0 son poids spécifique à 0°, la pression exercée par le corps sur le plateau est $V_0D_0 - V_0(1+kt)a$. La première lecture de poids conduit donc à l'équation

$$(1) \qquad P\left(1-\frac{a}{\Delta}\right) = V_0D_0 - V_0(1+kt)a.$$

Soit maintenant p la valeur des poids marqués que l'on a dû placer dans le plateau, après qu'on y a remis le flacon contenant le corps. Puisque la tare est restée la même, nous allons exprimer que ces poids, placés dans l'air, produisent la même pression sur la balance que le poids d'un volume d'eau à 0° égal à celui du corps, ce poids étant d'ailleurs diminué de la valeur de la poussée de l'air sur le corps. — Or la pression exercée par les poids marqués est $p\left(1-\frac{a}{\Delta}\right)$. Si l'on désigne par e_0 le poids spécifique de l'eau à 0°, le poids du volume d'eau égal celui du corps est V_0e_0 ; la poussée produite par l'air sur le corps est $V_0(1+kt)a$; en sorte que la seconde lecture de poids conduit à l'équation

$$(2) \qquad p\left(1-\frac{a}{\Delta}\right) = V_0e_0 - V_0(1+kt)a.$$

En divisant l'équation (1) par l'équation (2), membre à membre, il vient

$$\frac{P}{p} = \frac{D_0-(1+kt)a}{e_0-(1+kt)a};$$

d'où l'on tire la valeur de l'inconnue D_0,

$$D_0 = \frac{P}{p}e_0 - \frac{P-p}{p}(1+kt)a\,(^*).$$

Remarque. — Le produit kt étant généralement négligeable vis-à-vis de l'unité, on peut, dans la plupart des cas, se borner à la valeur approchée

$$D_0 = \frac{P}{p}e_0 - \frac{P-p}{p}a,$$

ce qui revient à négliger l'influence de la dilatation du corps, entre 0° et t, sur l'*accroissement* de la poussée exercée par l'air.

(*) Les quantités qui entrent dans cette formule sont toutes connues avec exactitude. La densité e_0 est égale à 0,999873 (tableau de la page 192). Le coefficient de dilatation k est supposé connu. Enfin, quant au poids a du centimètre cube d'air dans les conditions de l'expérience, c'est, en supposant l'air sec,

$$a = 0^{gr},001293 \cdot \frac{H}{760} \cdot \frac{1}{1+0,00367t},$$

H désignant la pression atmosphérique actuelle. — Si l'on voulait tenir compte de l'humidité contenue dans l'atmosphère, il serait facile de le faire, comme on l'indiquera plus loin.