

Elle n'a d'autre limite d'exactitude que celle de la sensibilité de la balance. — Nous indiquerons plus loin (258) comment le même instrument peut également servir à déterminer les températures.

250. **Procédés du thermomètre à tige.** — On prend une enveloppe thermométrique ordinaire, dont nous supposons la tige bien cylindrique et préalablement partagée en divisions d'égales longueurs. On détermine, par une expérience préliminaire, le nombre N qui représente la capacité du réservoir jusqu'au zéro de la graduation, en prenant pour unité la capacité d'une division (*). — On effectue ensuite les deux opérations suivantes :

1° *Détermination du coefficient de dilatation de l'enveloppe.* — On introduit du mercure dans l'enveloppe, de manière que, l'instrument étant plongé dans la glace fondante, le liquide arrive à l'une des divisions inférieures de la tige : soit n le numéro de cette division; $n + N$ est le volume du mercure que contient l'enveloppe à 0°. On porte ensuite l'appareil à une température connue T (à 100 degrés, par exemple), et on détermine le numéro n_1 de la division à laquelle arrive le mercure; $n_1 - n$ est la *dilatation apparente* de toute la masse du mercure, pour une élévation de température de T degrés. Donc, le *coefficient de dilatation apparente* μ , ou la dilatation apparente de l'unité de volume pour une élévation de température d'un degré, est

$$\mu = \frac{n_1 - n}{(n + N)T};$$

en le retranchant du coefficient de dilatation absolue du mercure $\frac{1}{5550}$, on a le coefficient de dilatation de l'enveloppe, savoir :

$$k = \frac{1}{5550} - \mu.$$

(*) Voici en quoi consiste cette opération : l'enveloppe thermométrique étant remplie à peu près complètement de mercure, on la place dans la glace fondante, et l'on note la division n où s'arrête le mercure. On porte ensuite l'instrument sur la balance, et l'on en fait la tare. On fait alors sortir, en chauffant un peu le réservoir, une quantité de mercure telle que, lorsqu'on replacera l'instrument dans la glace, le niveau s'arrête à une division un peu supérieure au zéro de la graduation; on note cette division n' , et, reportant l'instrument sur la balance, on détermine la diminution de poids p . On connaît ainsi le poids p du mercure qui occupait à zéro $n - n'$ divisions. Enfin, on vide entièrement l'enveloppe, et la nouvelle diminution de poids P exprime le poids du mercure qui, à zéro, remplissait l'instrument jusqu'à la division n' , ou dont le volume était $N + n'$ (N étant la capacité du réservoir jusqu'au zéro de la graduation). — Si l'on exprime que les poids P et p de mercure sont entre eux comme les volumes qu'ils occupent à zéro, on a :

$$\frac{N + n'}{n - n'} = \frac{P}{p},$$

d'où l'on tire la valeur de l'inconnue N :

$$N = \frac{P}{p} (n - n') - n'.$$

2° *Détermination du coefficient de dilatation absolue d'un liquide quelconque.* — Dans la même enveloppe thermométrique, on introduit le liquide dont on cherche le coefficient de dilatation absolue, et on lit encore les divisions n' et n'_1 , auxquelles arrive le liquide aux températures 0° et T' . Le coefficient de dilatation apparente δ du liquide est

$$\delta = \frac{n'_1 - n'}{(n' + N)T'};$$

en y ajoutant le coefficient de dilatation de l'enveloppe k , on a le coefficient de dilatation absolue du liquide,

$$d = \delta + k.$$

Quant aux conditions dans lesquelles on fait cette seconde expérience, il faut remarquer que la température choisie T' n'est généralement pas celle de 100°; c'est une température tantôt supérieure, tantôt inférieure, selon la volatilité du liquide sur lequel on opère. — On place l'instrument dans un bain d'eau ou d'huile, contenu dans une caisse rectangulaire dont une des faces est formée par une glace de verre. La température du bain est donnée par un thermomètre à mercure, placé à côté de l'enveloppe thermométrique qui contient le liquide à étudier : de là, le nom de procédé des *thermomètres comparés*, par lequel on désigne cette disposition expérimentale.

251. **Variations du coefficient de dilatation absolue d'un même liquide à diverses températures.** — Lorsqu'on détermine les *coefficients moyens* de dilatation absolue d'un liquide entre 0° et des températures de plus en plus élevées, on trouve des nombres qui vont généralement en croissant, surtout lorsqu'il s'agit de liquides volatils.

M. Isidore Pierre a déduit, d'un grand nombre d'expériences, les valeurs du *coefficient vrai* de dilatation de divers liquides, soit à la température de 0°, soit à la température d'ébullition de chacun d'eux : c'est-à-dire l'accroissement éprouvé par l'unité du volume, en passant, soit de 0° à 1°, soit de la température d'ébullition à cette même température augmentée de 1 degré. — Voici quelques-uns de ces résultats : on remarquera que, pour un même liquide, les nombres de la seconde colonne sont notablement plus grands que ceux de la première.

COEFFICIENTS DE DILATATION VRAIS

	A ZÉRO.	A LA TEMPÉRATURE D'ÉBULLITION.	TEMPÉRATURES D'ÉBULLITION.
Alcool	0,001 049	0,001 496	78,3
Éther	0,001 515	0,001 647	35,5
Aldéhyde	0,001 634	0,001 827	22,0
Sulfure de carbone	0,001 140	0,001 249	47,9
Brome	0,001 058	0,001 168	65,0
Chloroforme	0,001 107	0,001 520	65,3

252. **Coefficients de dilatation des liquides très volatils, à des températures très supérieures à leur point d'ébullition normal.** — Lorsqu'on renferme un liquide volatil dans une enveloppe suffisamment résistante, il est possible de le porter à une température extrêmement élevée sans que l'ébullition se produise; on peut donc étudier, dans ces conditions, la dilatation du liquide à des températures bien supérieures à celle de son point d'ébullition normal.

Cette étude a été faite par Drion : il a reconnu que le coefficient de dilatation vrai des liquides très volatils va en augmentant très rapidement avec la température, et qu'il peut même atteindre des valeurs égales à deux ou trois fois celle du coefficient de dilatation de l'air. — Voici quelques nombres tirés de ce travail :

	COEFFICIENTS DE DILATATION VRAIS :			
	à 0°.	à 50°.	à 90°.	à 150°.
Acide hypoazotique.	0,001 446	0,002 021	0,005 081	»
Éther chlorhydrique	0,001 483	0,002 043	0,002 910	0,005 051
Acide sulfureux.	0,001 734	0,002 338	0,004 147	0,009 731

253. **Maximum de densité de l'eau.** — Lorsqu'on refroidit simultanément, à partir de 15°, par exemple, un thermomètre à mercure et une enveloppe thermométrique contenant de l'eau, on voit d'abord les liquides baisser à la fois dans les deux instruments; mais, lorsque la température arrive aux environs de 4°, si le niveau du mercure continue à descendre, celui de l'eau remonte. — Il y a donc, aux environs de 4°, une température à laquelle le volume de l'eau passe par un *minimum*; par suite, la densité passe par un *maximum*.

254. **Expériences de Despretz.** — L'expérience précédente, effectuée avec précision, donne directement la température à laquelle le volume *apparent* de l'eau est un minimum : pour trouver la température qui correspond au minimum de volume *réel*, c'est-à-dire au maximum de densité, il faut tenir compte de la variation de volume de l'enveloppe. — C'est ce qu'a fait Despretz, en étudiant préalablement, comme il a été dit (250), la dilatation de l'enveloppe employée : c'est ainsi qu'il a pu fixer très approximativement à 4° la température du maximum de densité de l'eau.

Dans ce même travail, Despretz a déterminé les volumes et les densités de l'eau, de degré en degré, en prenant pour unité le volume et la densité de l'eau à 4°. — Les résultats ont été les suivants :

TEMPÉRATURES.	VOLUME DE L'EAU.	DENSITÉ DE L'EAU.
0°	1,000 127	0,999 873
4°	1,000 000	1,000 000
10°	1,000 269	0,999 751
20°	1,001 79	0,998 215
30°	1,004 55	0,995 688
40°	1,007 75	0,992 529
50°	1,012 05	0,988 093
100°	1,045 13	0,938 634

Enfin, en profitant de cette remarque, que l'on peut abaisser jusque vers — 20° la température d'un thermomètre à eau, bien purgé d'air, sans que le liquide se congèle, Despretz a pu constater que l'accroissement de volume, déjà observé pour des températures décroissantes de 4° à 0°, se poursuit au-dessous de 0°, jusqu'au moment où il devient impossible de maintenir l'eau à l'état liquide.

255. **Expérience de Hope.** — On constate, dans les Cours, l'existence du maximum de densité de l'eau, au moyen de l'expérience suivante, qui est due au physicien écossais Hope. — Une éprouvette de verre M (fig. 195) contient de l'eau : deux thermomètres A et B plongent, l'un dans les couches supérieures du liquide, l'autre dans les couches inférieures; le manchon métallique C, qui entoure la partie moyenne de l'éprouvette, contient de la glace. L'eau de l'éprouvette étant primitivement à 10°, par exemple, on voit bientôt les deux thermomètres indiquer un abaissement de température; mais le thermomètre inférieur baisse d'abord plus vite que le thermomètre supérieur, les couches d'eau refroidies acquérant d'abord une plus grande densité, et gagnant successivement le fond du vase. Lorsque B est arrivé à 4°, il demeure *stationnaire*, tandis que A continue à descendre, d'abord jusqu'à 4°, puis au-dessous de 4°, et jusqu'à zéro. On en conclut que l'eau, à mesure qu'elle se refroidit au-dessous de 4°, au niveau de la galerie C, acquiert des densités moindres et gagne la partie supérieure du vase (*).

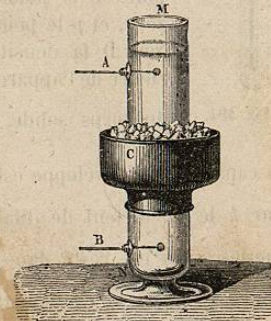


Fig. 195.
Maximum de densité de l'eau.

256. **Emploi du thermomètre à poids, pour la détermination du coefficient de dilatation cubique des corps solides.** — Le thermomètre à poids, dont nous avons fait usage pour étudier les dilatations des liquides (229), a été appliqué par Dulong et Petit à la détermination directe du coefficient de dilatation cubique de quelques corps solides.

On donne au corps la forme d'un petit cylindre, et on l'introduit dans le réservoir, avant de souder à celui-ci le tube qui le surmonte

(*) Cette expérience permet de concevoir comment, dans les lacs, la température de l'eau, à partir d'une certaine profondeur, demeure invariablement égale à 4°, soit pendant les chaleurs de l'été, soit pendant les froids de l'hiver. Les variations de température de la surface, qui se font sentir jusqu'à une certaine distance, donnent toujours à l'eau une densité moindre que celle des parties profondes. Il n'y a donc pas de raison pour que la température devienne uniforme dans la masse, par le mélange des diverses couches de liquide.

(fig. 194) : on remplit l'appareil de mercure (*), et on exécute es mêmes manipulations et les mêmes pesées que précédemment (229).



Fig. 194. du corps solide, $\frac{\pi}{\Delta}$; et du mercure, $\frac{P}{D}$; donc, à T degrés,

la capacité de l'enveloppe est devenue $\left(\frac{\pi}{\Delta} + \frac{P}{D}\right)(1 + kT)$, en désignant par k le coefficient de dilatation cubique du verre. D'autre part, le mercure qui est resté dans l'appareil aurait à 0° un volume $\frac{P-p}{D}$; donc, si m est le coefficient de dilatation absolue du mercure, son volume à T degrés est $\frac{P-p}{D}(1 + mT)$. Enfin, le corps solide a acquis à T degrés le volume $\frac{\pi}{\Delta}(1 + xT)$, x étant son coefficient de dilatation cubique. On aura donc l'équation

$$\left(\frac{\pi}{\Delta} + \frac{P}{D}\right)(1 + kT) = \frac{P-p}{D}(1 + mT) + \frac{\pi}{\Delta}(1 + xT),$$

équation du premier degré, d'où l'on tirera la valeur de x .

III. — DILATATIONS DES GAZ.

257. Coefficient de dilatation d'un gaz, sous pression constante. — Loi de Gay-Lussac. — *Le coefficient de dilatation d'un gaz, sous pression constante, est le nombre qui exprime l'accroissement éprouvé par l'unité de volume de ce gaz, pour une élévation de température d'un degré.*

Les expériences de Gay-Lussac, qui seront décrites plus loin, l'amènent à énoncer la loi générale suivante : *Tous les gaz ont, entre 0°*

(*) Dans les expériences de Dulong et Petit, les métaux qui auraient pu être attaqués par le mercure avaient été couverts d'une couche de vernis.

et 100°, le même coefficient de dilatation (loi de Gay-Lussac). — De plus, les expériences de Davy le conduisirent à considérer la valeur de ce coefficient comme indépendante de la pression sous laquelle la dilatation se produit.

Nous verrons que cette loi ne doit pas être considérée comme rigoureusement exacte; mais elle est, comme la loi de Mariotte, suffisamment approchée pour permettre de calculer, sans grande erreur, les variations de volume des gaz, pourvu qu'ils soient assez éloignés de leur point de liquéfaction.

258. Formules relatives à la dilatation des gaz sous pression constante. — Si l'on désigne par α le coefficient de dilatation d'un gaz, par V_0 , V et V' les volumes qu'occupe, sous une pression constante, une même masse de ce gaz portée successivement aux températures de 0°, t et t' degrés, on a, en raisonnant comme plus haut (215), les relations :

$$(1) \quad \begin{cases} V = V_0(1 + \alpha t) \\ V_0 = V \frac{1}{1 + \alpha t} \\ V' = V \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t} \end{cases}$$

Ces formules supposent que la pression du gaz n'a pas varié. — Supposons maintenant que la pression varie en même temps que la température : si l'on admet que le coefficient de dilatation α soit indépendant de la pression (257), on aura tous les éléments nécessaires pour résoudre le problème suivant :

259. Problème général. — *Étant donné le volume d'une masse gazeuse, à la température t et sous la pression H , trouver le volume V' de la même masse à la température t' et sous la pression H' .* — Supposons d'abord que la pression seule varie, et désignons par V_1 le volume qu'occuperait le gaz à t degrés et sous la pression H' ; on aura, d'après la loi de Mariotte :

$$V_1 = V \frac{H}{H'}$$

En faisant varier maintenant la température, on aura

$$V' = V_1 \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t},$$

ou, en remplaçant V_1 par sa valeur,

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

équation qui peut s'écrire sous la forme plus symétrique :

$$(2) \quad \frac{VH'}{1 + \alpha t'} = \frac{VH}{1 + \alpha t}.$$

On peut considérer l'une ou l'autre de ces deux expressions égales comme représentant la force élastique de la masse gazeuse sous l'unité de volume à la température 0°; ou bien encore le volume occupé par la masse gazeuse à 0° quand sa force élastique est égale à l'unité.

La formule (2) est connue sous le nom de formule de Gay-Lussac.

Remarque. — Ce résultat conduit immédiatement à la solution de la question suivante :

Étant donnée la densité D d'un gaz à la température t et sous la pression H , trouver la densité D' à la température t' et sous la pression H' . En effet, les densités d'une même masse de gaz étant en raison inverse des volumes qu'elle acquiert, on aura :

$$\frac{D'}{D} = \frac{V}{V'};$$

mais la formule (2) donne

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

En substituant, il vient

$$(5) \quad D' \frac{1 + \alpha t'}{H'} = D \frac{1 + \alpha t}{H}.$$

240. Évaluation du volume ou de la densité d'une masse gazeuse, dans les conditions normales de température et de pression. — L'un des problèmes que l'on a le plus fréquemment à résoudre est celui où, connaissant le volume V ou la densité D d'une masse gazeuse à une température t et sous une pression H , on cherche le volume V_0 ou la densité D_0 dans les conditions normales de température et de pression, c'est-à-dire à 0° et sous la pression de 76 centimètres. — Dans les formules (2) et (5), il suffit de faire $t' = 0$ et $H' = 76$; il vient alors :

$$(4) \quad V_0 = V \frac{H}{76} \frac{1}{1 + \alpha t},$$

$$D_0 = D \frac{76}{H} (1 + \alpha t).$$

241. Détermination du coefficient de dilatation des gaz. — Expériences de Gay-Lussac. — Le gaz, préalablement desséché, est introduit dans un réservoir de verre muni d'une tige AB (fig. 195).

Une petite colonne de mercure mn le sépare de l'atmosphère extérieure (*). La tige a été partagée en parties d'égales capacités, et l'on a déterminé, par une expérience préliminaire, le rapport entre la capacité du réservoir jusqu'au zéro de la division, et celle d'une division de la tige (**). — L'appareil étant placé horizontalement dans une caisse métallique DD' , on le porte successivement aux températures de

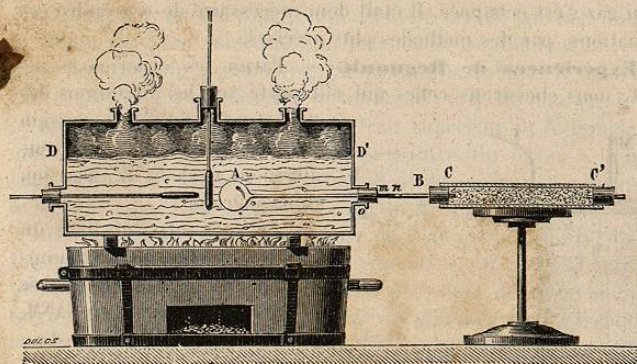


Fig. 195. — Dilatation des gaz; appareil de Gay-Lussac.



Fig. 196.

la glace fondante et de la vapeur d'eau bouillante; à chacune de ces deux températures, on note la position de l'index de mercure. — Désignons par V_0 le nombre de divisions occupées par le gaz à 0° (y compris celles que représente la capacité du réservoir); soit V son volume apparent, ou le nombre de divisions qu'il occupe à la température T de l'eau bouillante, et k le coefficient de dilatation cubique du verre. Le volume réel du gaz à la température T est $V(1 + kT)$; par suite, le coefficient de dilatation α du gaz est :

$$\alpha = \frac{V(1 + kT) - V_0}{V_0 T}.$$

(*) Pour introduire dans l'appareil de l'air desséché, on commençait par remplir de mercure le réservoir A et la tige, en opérant comme pour la construction du thermomètre : on adaptait ensuite à l'extrémité de la tige un tube plus large CC' , contenant des fragments de chlorure de calcium, et l'on renversait l'appareil, comme l'indique la figure 196; alors, à l'aide d'un fil de platine qu'on introduisait dans le tube capillaire, on déterminait la sortie du mercure, qui se trouvait ainsi remplacé par de l'air desséché. Avec quelques précautions, on parvenait à n'avoir plus dans le tube que la petite colonne de mercure qui devait servir d'index, et l'appareil était prêt pour l'expérience.

(**) Voir la note de la page 186.

Gay-Lussac a trouvé, pour l'air et pour les divers gaz qu'il a étudiés, le nombre 0,00375.

Deux causes d'erreur principales doivent être signalées dans les expériences de Gay-Lussac : 1° l'imparfaite dessiccation du gaz ; 2° l'insuffisance de l'index mercuriel, pour séparer le gaz de l'atmosphère extérieure : on peut s'assurer, en effet, que si, après avoir porté l'appareil à la température de l'eau bouillante, on le ramène à 0°, l'index de mercure, au lieu de revenir simplement à son point de départ, revient en un point plus rapproché du réservoir, d'où l'on conclut qu'une partie du gaz s'est échappée. Il était donc nécessaire de reprendre ces déterminations, par des méthodes plus précises.

242. **Expériences de Regnault.** — Parmi les expériences de Regnault, nous choisirons celles qui ont porté sur les dilatations des gaz entre 0° et 100°, la pression étant maintenue toujours sensiblement égale à la pression atmosphérique.

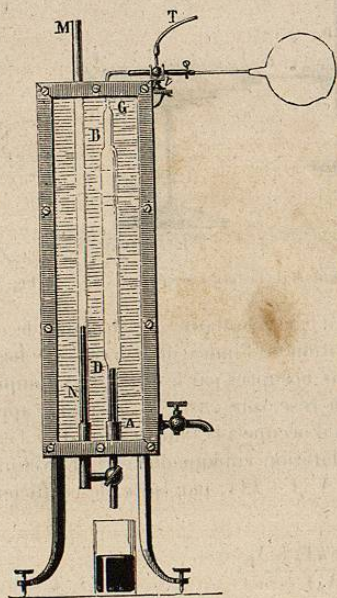


Fig. 197. — Appareil de Regnault.

Le gaz sera introduit dans un ballon de verre (fig. 197), communiquant par un tube capillaire avec un manomètre à air libre GANM, muni à sa partie inférieure d'un robinet à trois voies (fig. 156) ; les deux branches du manomètre sont placées dans un bain d'eau, qui les maintient à une température constante. Deux points de repère sont tracés sur le verre, l'un en B, l'autre en D, sur les parties étroites du tube manométrique. Le tube capillaire du ballon est réuni au manomètre par un tube métallique à trois branches ; dans la troisième branche, est mastiqué un petit tube T, qui sera mis en communication successivement avec une machine pneumatique et avec un réservoir contenant le gaz sur lequel on doit opérer. Le ballon est placé dans une chaudière, disposée comme l'étuve qui sert à déterminer le centième degré du thermomètre (*) (fig. 187).

(*) Le degré de température étant défini par la dilatation de l'air (212), on ne peut se servir d'un thermomètre dans les expériences destinées à déterminer le coefficient de dilatation de l'air : il est donc nécessaire d'étudier la dilatation du gaz entre les températures des deux points fixes, 0° et 100°, températures indépendantes de la nature du corps thermométrique.

— Pour avoir dans l'appareil du gaz parfaitement sec, on introduit d'abord un peu de mercure dans le manomètre, et l'on tourne le robinet inférieur de manière à intercepter la communication entre les deux branches. On chauffe alors le ballon, afin de vaporiser l'humidité adhérente au verre ; on fait le vide dans l'appareil, et on laisse entrer du gaz, qui se dessèche en traversant des tubes à ponce sulfurique ; on fait encore le vide, on laisse entrer une nouvelle quantité de gaz, et ainsi de suite, une douzaine de fois, de manière à être certain que l'appareil ne contient plus trace d'humidité.

L'appareil ayant été rempli une dernière fois de gaz sec, on entoure le ballon de glace fondante : on rétablit la communication entre les deux branches du manomètre, en plaçant le robinet R dans la position 1 (fig. 156), et l'on verse du mercure en M, de manière à amener le niveau dans l'autre branche au trait supérieur B ; le liquide s'élève alors à la même hauteur de part et d'autre. On ferme à la lampe le tube de verre T. On note la hauteur H du baromètre et la température extérieure t . — C'est la première partie de l'opération.

On remplace la glace fondante par de l'eau qu'on porte à l'ébullition. Une partie du gaz passe dans le manomètre, en même temps que le niveau du mercure s'élève à gauche, par suite de l'augmentation de force élastique. On fait alors écouler du mercure par le robinet R, en le tournant dans la position 2 (fig. 156), afin de diminuer la pression : les dimensions du ballon et la capacité BD ont été choisies de façon que le niveau du mercure arrive au trait inférieur D lorsque les deux colonnes mercurielles n'offrent plus qu'une différence de hauteur de quelques millimètres. On ramène le robinet dans la position 1, et l'on détermine la force élastique H' du gaz, laquelle est exprimée par la hauteur barométrique, augmentée ou diminuée de la petite différence de hauteur du mercure dans les deux branches ; on note la température extérieure t' , et la température θ de l'eau qui entoure le manomètre. — C'est la seconde partie de l'opération.

Soit V_0 le volume du ballon à 0°, jaugé à l'eau distillée ; v , le volume du tube capillaire et de la partie supérieure du tube manométrique, jusqu'au trait supérieur B, volume jaugé au mercure, à la température extérieure ; u , le volume de la partie comprise entre les traits B et D, jaugé au mercure, à la température du bain qui l'entoure. — Nous allons calculer le volume total du gaz, ramené à 0° et à la pression de 76 centimètres, ce volume peut s'exprimer, soit au moyen des données fournies par la première partie de l'opération, soit au moyen de données fournies par la seconde partie ; en égalant les deux expressions, nous obtiendrons une équation d'où nous pourrions tirer α .

Dans la première partie de l'opération, l'air occupait, sous la pression H, d'une part, le volume V_0 du ballon à 0° ; d'autre part, le volume v du tube à la température t : en ramenant chacun de ces deux

volumes de gaz à 0° et 76 centimètres, et appliquant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, toujours applicables quand il s'agit de petites variations de pression et de température, on a, pour le volume total,

$$\left(V_0 + \frac{v}{1 + \alpha t} \right) \frac{H}{76}.$$

Dans la seconde partie de l'opération, le ballon étant à T degrés (*), son volume est $V_0(1 + kT)$, k étant le coefficient de dilatation cubique du verre. Le gaz occupe donc, d'une part le volume $V_0(1 + kT)$ à la température T; d'autre part, le volume v à la température t' , et le volume u à la température θ ; comme il est à une pression H' , voisine de la pression atmosphérique, on obtient, pour seconde expression du volume total, à 0° et 76 centimètres,

$$\left(\frac{V_0(1 + kT)}{1 + \alpha T} + \frac{v}{1 + \alpha t'} + \frac{u}{1 + \alpha \theta} \right) \frac{H'}{76}.$$

En égalant ces deux expressions, il vient

$$\left(V_0 + \frac{v}{1 + \alpha t} \right) H = \left(\frac{V_0(1 + kT)}{1 + \alpha T} + \frac{v}{1 + \alpha t'} + \frac{u}{1 + \alpha \theta} \right) H'.$$

En chassant les dénominateurs, on obtient une équation qui est d'un degré trop élevé en α pour qu'on puisse la résoudre directement. Pour en déduire la valeur de α , Regnault employait une méthode de calcul particulière, que nous ne pouvons indiquer ici. Nous nous contenterons de faire remarquer que, si la température extérieure n'a pas changé pendant l'expérience, et si cette température est aussi celle de l'eau qui entoure le manomètre, on aura $t = t' = \theta$; si l'on a, en même temps $H' = H$, l'équation devient

$$V_0 = \frac{V_0(1 + kT)}{1 + \alpha T} + \frac{u}{1 + \alpha t},$$

équation d'où il est facile de tirer la valeur de α .

Pour l'air en particulier, le calcul exact, appliqué aux données de l'expérience, a donné pour le coefficient de dilatation α la valeur 0,00567, qui a été adoptée par les physiciens. — On emploie souvent, dans les calculs, la valeur approchée $\frac{1}{273}$.

245. Valeurs des coefficients de dilatation des divers gaz, sous pression constante. — Le tableau suivant donne, pour quel-

(*) Cette température T ne diffère jamais beaucoup de 100°. On la détermine exactement d'après la hauteur barométrique (207).

ques gaz, les résultats fournis par les expériences de Regnault, sous une pression sensiblement égale à la pression atmosphérique.

COEFFICIENTS DE DILATATION.

Hydrogène.	0,005 661
Air.	0,005 670
Oxyde de carbone.	0,005 669
Acide carbonique.	0,005 710
Protoxyde d'azote.	0,005 719
Cyanogène.	0,005 877
Acide sulfureux.	0,005 905

On voit que les trois premiers gaz ont des coefficients de dilatation sensiblement égaux. — Pour les autres gaz, le coefficient de dilatation acquiert des valeurs d'autant plus grandes, qu'il s'agit d'un gaz plus voisin de son point de liquéfaction.

A la suite de ces expériences, Regnault en a fait d'autres, pour étudier les dilatations des gaz sous des pressions *supérieures à la pression atmosphérique*, la pression conservant d'ailleurs toujours sensiblement une même valeur pendant la durée d'une même expérience. — Il a trouvé que, pour l'hydrogène ou l'air, le coefficient de dilatation reste sensiblement indépendant de la pression. — Pour les gaz facilement liquéfiables, comme l'acide carbonique ou l'acide sulfureux, le coefficient de dilatation augmente notablement, à mesure que la pression sous laquelle on opère est plus considérable.

En résumé, les recherches de Regnault conduisent à conclure, ainsi que nous l'avons indiqué en commençant, que la loi de Gay-Lussac, même avec l'extension indiquée par les expériences de Davy (257), peut être appliquée, sans erreur sensible, au calcul des variations de volume des gaz, mais seulement quand il s'agit de gaz suffisamment éloignés de leur point de liquéfaction.