

hauteur $d + b$. — Mais, dès que cet écoulement se produit, le volume de l'air enfermé dans le flacon augmente; par suite, sa force élastique diminue, et l'on voit le niveau de l'eau s'abaisser rapidement à l'intérieur du tube T, sous l'action de la pression atmosphérique qui s'exerce dans ce tube. Il arrive, très promptement, que le niveau du liquide dans le tube descend jusqu'à l'extrémité inférieure B, et alors l'air extérieur commence à pénétrer par cette extrémité, sous forme de bulles qui se rendent à la partie supérieure du flacon. — *A partir de ce moment, la vitesse d'écoulement par l'orifice A devient constante.* En effet, quel que soit l'abaissement progressif de la surface libre EE', la pression exercée sur les divers points du plan horizontal BB' reste toujours égale à la pression atmosphérique H, qui s'exerce directement en B; par suite la pression intérieure, au niveau de l'orifice A, est toujours représentée par $H + b$. En d'autres termes, la pression qui détermine l'écoulement est toujours représentée par une colonne d'eau de hauteur b .

Il en est ainsi tant que le niveau EE' de la surface libre dans le flacon n'est pas descendu au-dessous de l'extrémité B du tube; et en effet, si l'on observe la distance à laquelle arrive le jet sur un plan horizontal, on constate qu'elle reste constante. — C'est cette période de l'écoulement qu'on utilise dans les applications.

LIVRE DEUXIÈME

CHALEUR

CHAPITRE PREMIER

DILATATIONS

I. — DILATATION DES CORPS PAR LA CHALEUR.

192. Accroissement de longueur des tiges solides sous l'action de la chaleur. — Tous les corps, sauf quelques rares exceptions, éprouvent, quand on les chauffe, un accroissement dans leurs diverses dimensions. C'est le phénomène désigné sous le nom de *dilatation*.

Le *pyromètre à levier* (fig. 154) permet d'apprécier les variations progressives de longueur qu'éprouve une tige métallique, lorsqu'on la

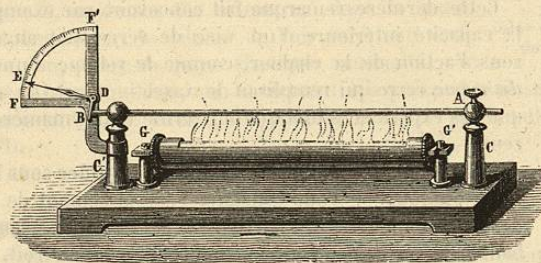


Fig. 154. — Pyromètre à levier.

chauffe. — Une tige métallique AB traverse deux colonnes C et C'; elle est fixée en A au moyen d'une vis, passe librement dans la colonne C', et vient appuyer en B contre la petite branche d'un levier coudé BDE, mobile autour du point D. La grande branche DE de ce levier a la forme d'une aiguille, dont l'extrémité peut parcourir un cadran divisé FF'. — Quand on chauffe la tige, en enflammant de l'alcool placé dans le réservoir GG', la tige s'allonge : comme son extrémité A est fixe, l'autre extrémité se déplace et pousse la branche DB du levier, en la faisant

tourner autour du point D. Si DE est, par exemple, égal à dix fois DB, l'arc décrit par l'extrémité E a une longueur égale à dix fois celle de l'arc décrit par l'extrémité B de la petite branche, lequel se confond sensiblement avec le déplacement de l'extrémité de la tige. — Si on laisse refroidir la tige, l'aiguille DE revient à sa position primitive.

193. Accroissement de volume des corps solides sous l'action de la chaleur. — L'anneau de S'Gravesande permet de constater l'augmentation de volume des corps solides qu'on chauffe.

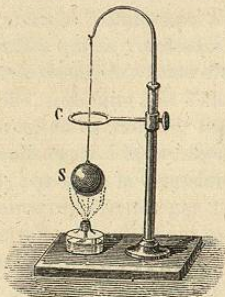


Fig. 155.
Anneau de S'Gravesande.

À froid, la sphère de cuivre S (fig. 155) passe exactement à travers l'anneau de cuivre C; lorsqu'on chauffe la sphère seule, on constate qu'elle ne traverse plus l'anneau. Quand on la laisse refroidir, ses dimensions redeviennent ce qu'elles étaient avant l'expérience. — Si l'on chauffe en même temps la sphère et l'anneau, on constate que les dimensions intérieures de l'anneau restent égales aux dimensions extérieures de la sphère. — De ces observations, on peut tirer les conclusions suivantes :

- 1° Le volume des corps solides qu'on chauffe s'accroît dans tous les sens;
- 2° La capacité des espaces vides que ces corps présentent s'accroît d'une quantité égale à l'accroissement de volume d'un corps solide, de même nature, qui remplirait exactement cette capacité.

Cette dernière remarque fait concevoir, par exemple, que la capacité intérieure d'un vase de verre doit augmenter, sous l'action de la chaleur, comme le volume d'une masse du même verre qui remplirait le vase. — C'est, en effet, ce que des expériences précises ont vérifié d'une manière rigoureuse.



Fig. 156.
Dilatation
des
liquides.

194. Accroissement de volume des liquides sous l'action de la chaleur. — Pour constater l'accroissement de volume des corps liquides sous l'action de la chaleur, prenons un ballon de verre (fig. 156), surmonté d'un tube étroit, et contenant de l'eau colorée jusque vers le milieu du tube. Marquons ce niveau sur une feuille de papier fixée au tube, et plongeons le ballon dans l'eau chaude. — On voit, au premier moment, le niveau du liquide s'abaisser un peu dans le tube: c'est l'effet produit par l'échauffement du verre, qui augmente la capacité intérieure du ballon (193). Mais, aussitôt après, la chaleur se transmettant au liquide intérieur, on voit

le niveau remonter et dépasser de beaucoup le point d'où il était parti. Cette observation montre que le volume du liquide augmente plus que celui du verre.

195. Accroissement du volume ou de la force élastique des gaz sous l'action de la chaleur. — Prenons enfin un ballon de verre B (fig. 157), soudé à un tube recourbé horizontalement, et ne contenant que de l'air; pour séparer cet air de l'air extérieur, introduisons dans le tube une petite colonne de liquide a. Il

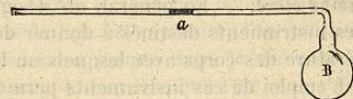


Fig. 157. — Dilatation des gaz.

suffira d'échauffer légèrement le ballon, en y appliquant la main, pour voir la colonne liquide se mettre en mouvement vers l'extrémité du tube. — Les gaz sont donc encore plus dilatables par la chaleur que les liquides.

Remarquons maintenant que, dans cette expérience, la force élastique de l'air intérieur, qui presse sur la colonne liquide d'un côté, reste toujours égale à la pression de l'atmosphère, qui presse sur elle de l'autre côté. Au contraire, quand le volume d'un gaz est maintenu sensiblement constant, l'échauffement produit un *accroissement de force élastique*. — C'est ce qu'on peut constater par l'expérience suivante. Le ballon de verre B (fig. 158) contient de l'air: le tube recourbé et la petite boule dont il est muni contiennent du mercure ou de l'eau colorée. Quand on approche la main du ballon, on voit le liquide monter dans la branche ouverte du tube, jusqu'à un certain niveau D, au-dessus du niveau cc' dans la boule. Par cette disposition, le volume de l'air intérieur varie donc très peu, mais sa force élastique augmente, car elle arrive à faire équilibre, non seulement à la pression atmosphérique qui s'exerce en D, mais encore à la pression produite par la colonne de liquide c'D.

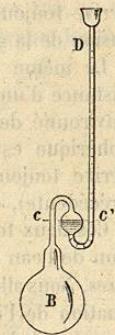


Fig. 158.
Accroissement
de
force élastique
des gaz.

II. — THERMOMÈTRES.

196. Températures. — Thermomètres. — Le sens du toucher permet, dans certains cas, de décider si un corps est plus chaud qu'un autre, ou si un même corps est, à un instant déterminé, plus chaud qu'à un autre instant. Mais les impressions de chaud ou de froid que nous percevons au contact dépendent, en général, de la disposition dans laquelle se trouvent nos organes: par suite, ces impressions nous exposent à des erreurs. Enfin, il est des circonstances où l'on ne peut employer le toucher comme moyen d'investigation.

Les phénomènes du genre de ceux qui viennent d'être étudiés fournissent des moyens de comparaison plus sûrs et plus généraux. En particulier, un appareil comme celui de la figure 156 étant plongé dans un milieu quelconque, et le niveau du liquide dans le tube étant arrivé

une position fixe, on dira que *la température de ce milieu est plus ou moins élevée*, suivant que le niveau du liquide sera lui-même plus ou moins élevé. — En général, on désigne sous le nom de *thermomètres*, des instruments destinés à donner des indications précises sur la température des corps avec lesquels on les met en contact.

L'emploi de ces instruments permet, comme on va le voir, de caractériser par des nombres les diverses températures.

197. Points fixes. — Un instrument semblable à celui de la figure 156, et contenant par exemple du mercure, étant placé dans de la glace en fusion, l'expérience montre que le niveau du liquide dans le tube arrive toujours à une même position fixe, qu'il conserve tant que la fusion de la glace n'est pas terminée.

Le même appareil étant placé dans un vase ouvert, à une petite distance d'une masse d'eau portée à l'ébullition, de manière qu'il soit environné de vapeur, on constate de même que, si la pression atmosphérique est de 76 centimètres, le niveau du mercure dans le tube arrive toujours à un même point (plus élevé que dans l'expérience précédente), et qu'il reste stationnaire tant que l'ébullition continue.

Ces deux températures (point de fusion de la glace, point d'ébullition de l'eau sous la pression de 76 centimètres) sont dites des *points fixes*. Nous allons montrer comment ils permettent d'effectuer une graduation de l'instrument, en prenant pour exemple le thermomètre le plus usuel, le thermomètre à mercure.

198. Construction du thermomètre à mercure. — Le thermomètre à mercure se compose d'un *réservoir* de verre, de forme généralement cylindrique, surmonté d'un tube étroit qu'on appelle la *tige* : le réservoir et la partie inférieure de la tige contiennent du mercure (fig. 159).

Les ouvriers qui travaillent le verre fabriquent des enveloppes thermométriques, qu'il reste seulement à emplir et à graduer. Ces enveloppes ont été façonnées en choisissant, pour former la tige, un tube capillaire *bien calibré*, c'est-à-dire ayant une section intérieure uniforme (*). Le réservoir R, soudé à la tige, est fait d'une portion de tube de verre à parois très minces, et dont le diamètre extérieur est à peu près égal à celui de la tige. A l'autre extrémité, on a soudé une boule de verre B (fig. 160) surmontée d'une pointe effilée, qui reste fermée jusqu'au moment où l'on introduira le liquide, afin d'empêcher la poussière et l'humidité de pénétrer dans l'appareil.

Pour introduire le mercure, on brise l'extrémité de la pointe, et, après avoir chauffé légèrement le réservoir R et la boule B pour dilater l'air intérieur, on plonge dans le mercure la pointe renversée (fig. 161) : l'air intérieur se contracte par le refroidissement et laisse entrer dans

(*) On reconnaît qu'un tube satisfait à cette condition, en constatant qu'une petite colonne de mercure, introduite dans l'intérieur et déplacée progressivement le long de ce tube, y présente toujours une longueur constante.

la boule une certaine quantité de mercure. Quand on juge cette quantité suffisante pour emplir au moins le réservoir R et a tige, on redresse l'instrument. — A ce moment, le mercure pénètre un peu dans la tige, mais, comme la tige est capillaire, l'air intérieur empêche le liquide de descendre jusque dans le réservoir R. On chauffe alors le réservoir, de manière que l'air, en se dilatant, fasse remonter tout le liquide dans la boule, et qu'une partie de cet air s'échappe dans l'atmosphère. On laisse ensuite refroidir le réservoir : la force élastique de l'air qu'il contient encore diminue, et une certaine quantité de mercure pénètre dans le réservoir, comme le représente la figure 160. — On fait alors bouillir le mercure, dont la vapeur entraîne les der-

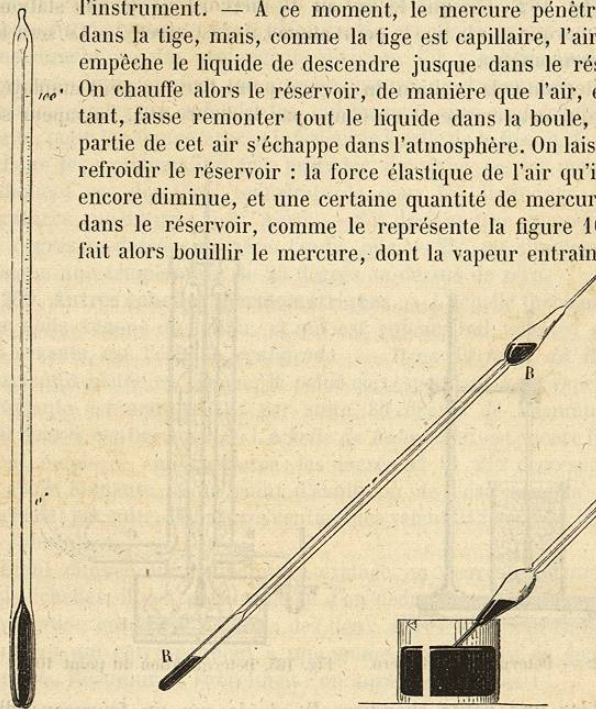


Fig. 159.

Fig. 160 et 161. — Construction du thermomètre à mercure.

nières traces d'air et d'humidité. Enfin, on laisse refroidir : la vapeur mercurielle se condense, et le liquide de la boule vient remplir le réservoir et la tige.

L'instrument étant refroidi, on détache la boule B, en donnant un trait de lime sur le tube, et on porte l'instrument à une température un peu supérieure à la plus haute température pour laquelle il doit être employé : l'excédent de mercure s'échappe, et on ferme la tige à la lampe. Si les dimensions relatives de la tige et du réservoir ont été bien choisies, le mercure, revenu à la température ordinaire, doit rester encore dans la tige à une certaine distance du réservoir.

199. Graduation du thermomètre centigrade. — Pour graduer le thermomètre, on doit d'abord marquer sur la tige les deux *points fixes*, correspondants aux températures précédemment définies (197).

Pour déterminer la position du point fixe inférieur, on enfonce l'in-

strument dans un vase renfermant de la glace bien pure, finement râpée, et mouillée d'eau distillée, pour être certain que cette glace est fondante (fig. 162). Lorsque le niveau du mercure est devenu stationnaire, on marque sur la tige le point auquel il s'est arrêté. — Ce sera le zéro du thermomètre.

Pour déterminer la position du second point fixe, on peut employer l'appareil qui est représenté en coupe par la figure 163. La vapeur se

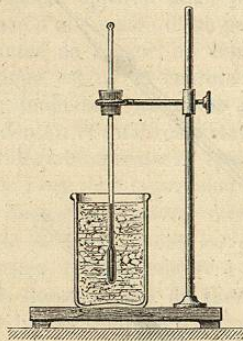


Fig. 162. — Détermination du zéro.

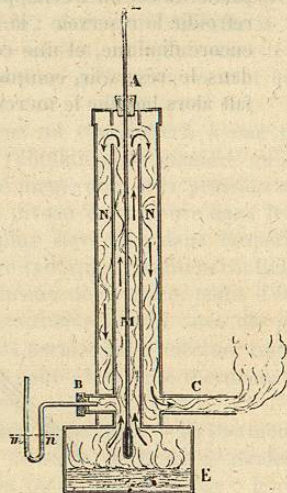


Fig. 163. Détermination du point 100°.

produit dans une petite chaudière E, placée sur un fourneau; elle s'élève dans la cheminée centrale M, redescend dans l'espace NN qui enveloppe le tube M, et s'échappe par l'ouverture C. Le thermomètre T est fixé dans la cheminée centrale par un bouchon A, son réservoir étant à une petite distance de la surface de l'eau bouillante. La vapeur qui circule autour de la tige est ainsi préservée de toute cause extérieure de refroidissement. Un petit manomètre à eau, adapté dans une tubulure B qui débouche dans la cheminée centrale, permet de vérifier que la pression intérieure est égale à la pression atmosphérique; nous supposons que la hauteur barométrique, au moment de l'expérience, soit de 76^{mm} (*). — De temps à autre, on soulève le thermomètre, en le faisant glisser dans son bouchon, pour voir le sommet de la colonne;

(*) Si la hauteur barométrique était notablement différente de 76 centimètres, on devrait faire subir à l'échelle une correction; on en calculerait la valeur, en sachant que pour un accroissement ou une diminution de pression de 27 millimètres, la température d'ébullition de l'eau s'élève ou s'abaisse de 1 degré.

lorsque le niveau est devenu fixe, on marque sur la tige le point qui lui correspond. — Ce sera le point 100 de la graduation.

Il ne reste plus qu'à partager en 100 parties égales la distance qui sépare les deux points fixes; chacune de ces divisions est un degré de l'instrument. — On prolonge la division, s'il y a lieu, au-dessus du centième degré. Enfin, on marque encore, au-dessous du zéro, des divisions égales aux précédentes, qui forment ainsi une échelle descendante, pour les températures inférieures à celle de la fusion de la glace.

Dans les notations, on fait précéder du signe — les nombres qui indiquent ces dernières températures, pour les distinguer des températures supérieures à 0°. Ainsi, — 25° désigne une température de 25 degrés au-dessous de zéro, tandis que + 25°, ou simplement 25°, désigne une température de 25 degrés au-dessus de zéro.

200. Autres échelles thermométriques. — L'échelle thermométrique que nous venons de définir, et qui est aujourd'hui adoptée par tous les savants, est l'échelle *centigrade*. — Dans l'échelle de *Réaumur*, longtemps usitée en France, le point correspondant à la vapeur d'eau bouillante est marqué 80; par suite, 80 degrés de Réaumur valent 100 degrés centigrades. — L'échelle de *Fahrenheit* est encore fréquemment employée en Angleterre; les degrés 32 et 212 correspondent à la glace fondante et au point d'ébullition de l'eau sous la pression normale; par suite, 100 degrés centigrades valent 212 — 32 ou 180 degrés de Fahrenheit.

Étant donnée une température évaluée en degrés de l'une de ces trois échelles, il est toujours facile d'en déduire, par un calcul simple, l'évaluation en degrés de l'une des deux autres. — Soient C, R et F les nombres qui correspondent à une même température, en degrés centigrades, Réaumur et Fahrenheit: on aura les relations:

$$\frac{R}{C} = \frac{80}{100} \quad \text{et} \quad \frac{F - 32}{C} = \frac{180}{100};$$

Ces relations suffiront, étant donné C par exemple, pour calculer R ou F; ou réciproquement.

201. Déplacement du zéro. — Lorsqu'on reprend un thermomètre construit depuis un certain temps, et qu'on le soumet de nouveau aux deux opérations qui ont servi à déterminer les points fixes, on observe, en général, que le mercure s'arrête en des points un peu plus élevés que les points primitivement obtenus.

Le déplacement des points fixes est surtout notable lorsque le réservoir a été soufflé, par la fusion du verre, dans l'épaisseur des parois de la tige; le refroidissement ayant toujours été assez brusque, le verre a subi une véritable *trempe*, qui a fait conserver au réservoir une capacité supérieure à celle qu'il aurait dû prendre à la température ordinaire. Les variations de température, généralement lentes, qu'il subit

ensuite, par l'usage, font éprouver au réservoir un *recuit*, et par suite une diminution de capacité, qui explique le phénomène observé.

Quand on veut employer un thermomètre à des recherches précises, on doit donc d'abord déterminer, en replongeant l'instrument dans la glace fondante, le nombre de divisions dont son zéro a pu s'être déplacé : on retranchera ce nombre de toutes les indications fournies ultérieurement par l'instrument.

202. Thermomètre à alcool. — Le mercure se solidifie à la température de -40° C. ; le thermomètre à mercure ne peut donc pas servir à évaluer les températures très basses, celles qu'on rencontre, par exemple, dans les contrées polaires. On remplace alors le mercure par l'alcool. — Dans les thermomètres grossièrement construits, on emploie de l'alcool coloré en rouge par la teinture d'orseille ; mais cette matière a l'inconvénient de s'altérer à la longue.

Le procédé d'emplissage est plus simple que pour le thermomètre à mercure : il n'est plus nécessaire de souder une boule à la partie supérieure de la tige, comme dans la figure 160. — On chauffe simplement le réservoir, pour dilater l'air intérieur, et on plonge ensuite dans l'alcool l'extrémité ouverte de la tige ; lorsque le refroidissement a fait monter un peu de liquide dans le thermomètre, on le redresse, et on fait bouillir l'alcool dans le réservoir, de manière à chasser l'air. L'ébullition s'effectuant à une température beaucoup plus basse que pour le mercure (environ 78° C.), on peut plonger de nouveau la tige dans l'alcool, et laisser le liquide froid arriver dans le réservoir, sans craindre la rupture du verre (*). — On ferme ensuite à la lampe l'extrémité de la tige, en laissant un peu d'air au-dessus du liquide.

En général, on ne prolonge pas l'échelle jusqu'à la température d'ébullition de l'eau : à cette température (supérieure de 22 degrés à celle où l'alcool entre en ébullition), l'alcool émet des vapeurs dont la force élastique pourrait briser l'enveloppe. Pour graduer l'instrument, après avoir déterminé le zéro par le procédé ordinaire, on détermine un second point de l'échelle, en plongeant le thermomètre dans un bain plus ou moins tiède, dont la température est donnée exactement par un thermomètre à mercure.

203. De la sensibilité dans les thermomètres. — Dans les thermomètres, on distingue deux sortes de sensibilité, qui correspondent à des conditions de construction bien distinctes.

La première est la propriété de se mettre *rapidement* en équilibre

(*) En procédant ainsi, on observe que l'alcool s'élève dans l'instrument renversé, de manière à remplir la capacité de la tige et du réservoir ; il reste cependant toujours, dans le réservoir, une petite bulle de gaz, provenant de l'air qui était dissous dans l'alcool et qui s'en est dégagé. Pour chasser cette bulle, on redresse l'instrument, on l'attache à l'extrémité d'une ficelle, et on le fait tourner comme une fronde : ce mouvement, chassant l'alcool vers les points les plus éloignés du centre de rotation, force la bulle d'air à se dégager par la surface libre du liquide.

de température avec les corps environnants : cette sorte de sensibilité est d'autant plus grande que les dimensions *absolues* du réservoir sont moindres.

La seconde est la propriété d'apprécier, avec exactitude, de *petites variations* de température. A ce point de vue, un thermomètre est d'autant plus sensible, que le degré occupe sur la tige une plus grande longueur, et peut se subdiviser en un plus grand nombre de parties perceptibles. Cette condition exige, contrairement à la précédente, que l'on augmente autant que possible la capacité du réservoir, en diminuant autant que possible le diamètre de la tige.

Suivant les usages auxquels l'instrument est destiné, on cherche à lui donner l'une ou l'autre de ces sortes de sensibilité.

204. Choix de la substance thermométrique. — **Thermomètre normal.** — Nous avons pris jusqu'ici, comme substance thermométrique, un *liquide*, mercure ou alcool, enfermé dans une enveloppe de verre. — On pourrait aussi construire des thermomètres *solides*, présentant une disposition plus ou moins semblable à celle de la figure 154 ; de pareils thermomètres seraient peu sensibles. — Au contraire, un thermomètre à *gaz*, disposé comme l'appareil de la figure 157, présenterait une très grande sensibilité.

Tous ces thermomètres, solides, liquides ou gazeux, seraient évidemment d'accord aux températures des deux points fixes ; mais il n'est pas certain qu'ils dussent fournir toujours les mêmes indications numériques, quand ils seraient plongés dans un milieu à une température quelconque. Il est donc nécessaire de choisir l'un de ces appareils, qui prendra le nom de *thermomètre normal*, et qui définira exactement les températures. — Le choix de la substance thermométrique repose sur les principes suivants :

1° Le thermomètre normal doit rester toujours *comparable à lui-même* ; c'est-à-dire que, dans un milieu à température invariable, il doit toujours, à quelque époque que ce soit, marquer le même degré ;

2° Les divers instruments doivent être *comparables entre eux* ; c'est-à-dire qu'ils doivent marquer simultanément la même température, quand ils sont placés dans un même milieu.

Or la plupart des corps solides, et les métaux en particulier, lorsqu'ils sont soumis à des alternatives de dilatation et de contraction, éprouvent, dans leur structure, des changements qui modifient leur dilatabilité ; dès lors, un thermomètre formé d'une barre métallique pourrait, à des époques diverses, ne pas rester comparable à lui-même.

Un liquide, lorsqu'il est pur, reste toujours identique à lui-même ; mais le liquide est nécessairement contenu dans une enveloppe solide, et comme on n'observe que les variations apparentes du volume, variations qui dépendent de la dilatation de l'enveloppe (194), les indications fournies par un thermomètre à liquide pourraient varier d'un

instrument à un autre. Un thermomètre à liquide ne peut donc pas non plus être choisi comme thermomètre normal (*).

Le thermomètre *normal* ne peut donc être qu'un *thermomètre à gaz*. — Un gaz étant toujours enfermé dans une enveloppe, on pourrait craindre que l'inconvénient signalé pour les liquides ne se présentât encore. Mais, en raison de la grande dilatabilité des gaz, les irrégularités de la dilatation de l'enveloppe sont négligeables par rapport à la dilatation observée; l'expérience prouve que, pour la pratique, deux thermomètres à gaz sont toujours comparables entre eux, quelle que soit la nature du verre qui forme leur enveloppe.

On a choisi l'*air sec*, plutôt qu'un autre gaz, parce qu'on peut facilement se le procurer toujours identique à lui-même.

205. Thermomètre à air. — Définition précise du degré. — On peut donner au thermomètre à air deux dispositions différentes, dont les figures 157 et 158 peuvent être considérées comme des représentations grossières.

Dans la première disposition (*fig. 157*), on évalue la température par la *variation de volume* de l'air, sous pression constante. Mais alors, plus la température s'élève, plus grande est la masse d'air qui sort du réservoir pour passer dans la tige; si, comme il arrive le plus souvent, la tige est placée en dehors du milieu dont on veut évaluer la température, il en résulte une cause d'erreur qui va en croissant avec la température elle-même.

Pour cette raison, on préfère donner au thermomètre à air une disposition semblable à celle de la figure 158, et sur laquelle nous reviendrons plus loin, avec détails. L'appareil est réglé de façon que, la masse d'air étant placée dans la glace fondante, sa pression soit égale à la pression normale. Quand la température s'élève, on maintient le volume invariable, en ajoutant du liquide dans la branche qui sert de manomètre; la température est alors évaluée par la *variation de force élastique* de l'air, sous volume constant.

Nous appellerons *degré*, la variation de température qui produit, sur une masse d'air assujettie à conserver un volume constant, une variation de force élastique égale à la centième partie de celle qu'elle éprouve entre la température de la glace fondante et celle de la vapeur d'eau bouillante.

206. Emploi du thermomètre à mercure, préalablement comparé au thermomètre normal. — L'évaluation d'une température au moyen

(*) En raison du déplacement du zéro (201), un même thermomètre à mercure ne reste même pas toujours comparable à lui-même. — D'autre part, l'expérience montre que deux thermomètres à mercure, construits, l'un avec du verre ordinaire, l'autre avec du cristal, et récemment gradués, sont sensiblement d'accord entre 0° et 100°; mais, à des températures élevées, à 250° par exemple, l'écart de leurs indications peut atteindre 5 degrés. — Le défaut de comparabilité est encore bien plus accentué dans les thermomètres à alcool.

d'un thermomètre à air constitue une véritable expérience, et exige un opérateur exercé. Pour la pratique, il y a avantage à employer des thermomètres à *liquides*, qui donnent des indications immédiates par une simple lecture.

Parmi les liquides, on a choisi le *mercure*, pour de nombreuses raisons : 1° le mercure peut être obtenu dans un état de pureté parfaite, condition indispensable pour que les liquides de tous les instruments soient toujours identiques entre eux; 2° le point de congélation du mercure (— 40°) est très éloigné de son point d'ébullition (+ 360°), et la plupart des températures usuelles sont comprises dans l'intervalle de ces deux points; 3° le mercure se met rapidement en équilibre de température avec les corps environnants.

Quand on tient compte du déplacement du zéro (201), l'expérience montre qu'un thermomètre à mercure, soigneusement gradué, reste d'accord avec le thermomètre à air entre 0° et 100°; il indique donc exactement les températures comprises entre ces limites. — Il n'en est plus de même aux températures supérieures à 100°. Ainsi quand le thermomètre normal, plongé dans un bain, marque 200°, tel thermomètre à mercure marquera 199°, tel autre marquera 201°. Dès lors, si l'on veut faire usage d'un thermomètre à mercure pour déterminer avec précision des températures notablement supérieures à 100°, on devra préalablement le comparer au thermomètre normal, et dresser une table indiquant les températures exactes qui correspondent aux indications de l'instrument.