

Le thermomètre  $T_r$ , inséré maintenant dans le bloc potentiométrique, permet de connaître la température du bain.

Examinons la phase C. En dépit de l'asservissement, la température du bain n'est pas rigoureusement égale à celle du calorimètre, notamment à cause des coefficients de température un peu différents des deux thermomètres. Durant la phase C, les thermomètres  $T_m$  et  $T_c$  sont de nouveau insérés dans le bloc potentiométrique et comparés entre eux. Le bain est maintenu à une température constante par le thermomètre  $T_r$  inséré dans le pont. Le calorimètre tend à rejoindre la température du bain ; on mesure dans le temps la température du calorimètre, ce qui doit permettre de tirer d'un calcul ce qu'elle valait à la fin de la phase B.

d. - *Les défauts de la méthode.*

Lorsque le courant de chauffe est lancé dans  $T_c$  (et simultanément dans le thermomètre de mesure  $T_m$ ), il se produit un échauffement du fil, mais il n'est pas le même dans les deux thermomètres, parce que les pertes sont différentes. Le pont qui devait asservir les deux températures, c'est-à-dire un rapport de deux résistances, maintient certes ce rapport, mais celui-ci n'est plus égal au rapport des températures à cause de la surchauffe des fils. La température du bain dérive fortement durant les premiers instants, pour ensuite prendre la même allure que la température du calorimètre.

e. - *Un nouveau montage.*

Pour obvier à la dérive initiale du bain qui rend les corrections aléatoires, on a décidé d'améliorer le fonctionnement adiabatique du calorimètre en écartant la solution de l'asservissement du bain. La solution nouvelle consiste à intercaler un écran thermique entre le calorimètre et la jaquette. Cet écran, argenté et poli sur toutes ses faces, est constitué par deux cylindres coaxiaux formant une enveloppe dans laquelle sont placés un thermomètre à résistance de platine et un enroulement chauffant.

On retrouve les trois phases décrites plus haut (fig. 7). La seule différence est que la ligne en pointillé représente maintenant la température de l'écran.

Les opérations durant la phase A sont les suivantes. On s'assure de l'égalité des températures du calorimètre et de l'écran à l'aide des thermomètres  $T_c$  et  $T_e$  (ce dernier, propre à l'écran, remplace  $T_m$ ). Le thermomètre  $T_r$  est inséré dans le pont de Wheatstone et sert à la régulation de la température.

Durant la phase B, le courant est lancé dans l'enroulement du thermomètre  $T_c$  qui est inséré dans le pont en même temps que  $T_r$ . On réalise ainsi un asservissement de ces thermomètres. Le

défait mentionné plus haut n'est pas supprimé pour autant, mais les conditions adiabatiques sont mieux remplies à cause de l'écran qu'on chauffe à un rythme aussi proche que possible de celui du calorimètre. Les conditions favorables sont trouvées par tâtonnements.

Durant la phase C, on égalise la température du bain et celle de l'écran. On suit l'évolution de l'écart de température entre l'écran et le calorimètre pour déterminer la correction due aux échanges de chaleur entre ces deux éléments.

f. - *Le remplissage du calorimètre.*

Le volume intérieur du calorimètre est mesuré comme suit : après avoir évacué le calorimètre, on y introduit de l'air pris d'un ballon dans lequel on laisse pénétrer du mercure ; la quantité de mercure est pesée.

On pèse ensuite la bombe d'abord vide, puis remplie de gaz comprimé. On obtient par différence la masse gazeuse. La pression et la température de remplissage sont mesurées.

Un même remplissage est étudié à différentes températures.

### III. - LA DETERMINATION DE LA VISCOSITE D'UN GAZ.

La méthode choisie utilise la loi d'écoulement de Poiseuille. Un capillaire en verre épais, enfermé dans une enceinte, est soumis de toute part à une pression élevée, au sein de laquelle on cherchera à provoquer une différence de pression aux extrémités du capillaire et à en faire la mesure.

La plupart des viscosimètres du type Poiseuille décrits dans la littérature font appel à une colonne de mercure pour forcer le gaz au travers du capillaire. Nous avons préféré adopter un mécanisme original décrit par *Ross et Brown* (5) : c'est l'énergie élastique de deux soufflets (bellows) fixés aux deux bouts du capillaire, qui force le gaz à le traverser ; la déformation d'un soufflet dilaté par une légère surpression interne lui est à tout moment proportionnelle.

Le viscosimètre, une fois installé dans la chambre à expériences, laquelle est immergée dans un bain thermostatique, se compose d'un bâti, de deux soufflets, d'un capillaire, d'un rétracteur traversant le fond de la chambre et accessible à l'expérimentateur, d'un conduit amenant le gaz comprimé dans l'esoufflet supérieur, et d'un indicateur de déplacement. La photographie 8, montre le viscosimètre avant le montage définitif dans la chambre à expériences.

Le bâti rigide est formé de deux plaques de laiton de 5 mm d'épaisseur, maintenues à la bonne distance par des barres de laiton de 6 mm de dia-

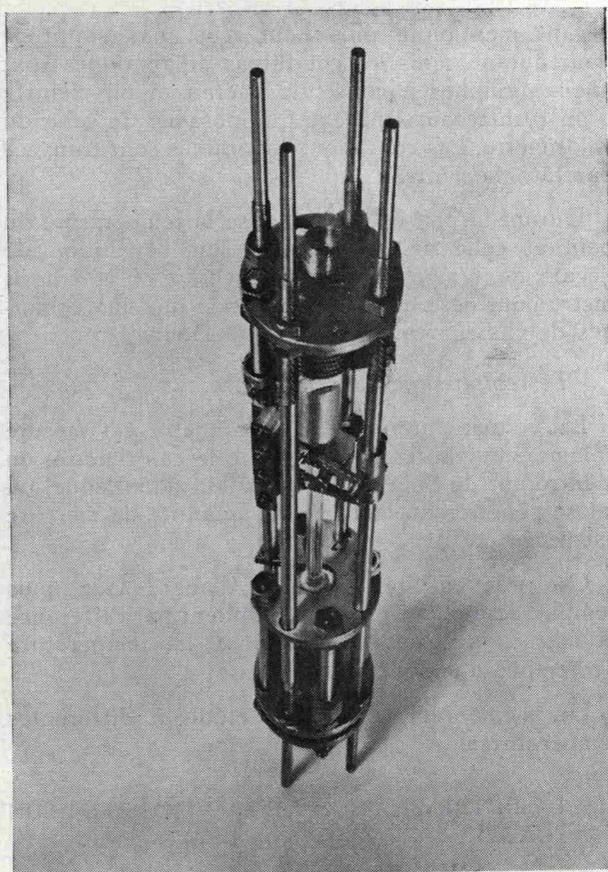


Photo 8

mètre. Entre les plaques vient se placer le capillaire nanti de ses soufflets. Il est fixé aux soufflets par des pièces de connexion en aluminium qui assurent l'étanchéité verre-métal en comprimant des joints en téflon. Au soufflet supérieur aboutit un conduit pour le gaz qui traverse le bouchon de la chambre à expérience. Le soufflet inférieur communique librement avec la chambre et ne joue que le rôle d'un ressort. La pièce de connexion supérieure en aluminium porte sur son prolongement un index ; c'est un téton en laiton, usiné avec précision, et qui forme l'un des pôles d'un contacteur électrique. Il constitue une des parties principales de l'indicateur de déplacement. Les autres parties sont constituées par une paire de couteaux montés sur pivot et fixés à un carcan solidaire du bâti. Les couteaux s'appuient, à l'aide d'un petit ressort, sur un téton séparateur, usiné avec précision comme l'index, mais ayant un diamètre supérieur. Le mouvement longitudinal du capillaire comprend trois phases : l'index se détache du couteau inférieur, puis il chemine librement, ensuite il entre en contact avec le couteau supérieur.

Le moment où l'index quitte le contact inférieur définit la surpression initiale dans le soufflet. Le moment où il touche le couteau supérieur définit la surpression finale.

Le conduit d'amenée de pression au soufflet supérieur est obturé par un pointeau durant l'expérience. Au moment du remplissage simultané du soufflet et de l'enceinte, le pointeau est évidemment ouvert et le reste jusqu'à ce que l'équilibre thermique du gaz soit atteint.

Le rétracteur est utilisé au début d'une expérience. Il comprime le soufflet inférieur et dilate le soufflet supérieur. Après fermeture du pointeau et relâchement du rétracteur, le soufflet supérieur produit une surpression en revenant sur lui-même, surpression plus grande que celle qui suffit à détacher l'index du couteau. Le temps d'écoulement du gaz à travers le capillaire est chronométré et correspond au trajet de l'index d'un couteau à l'autre.

Il est bien entendu que la pression régnant à l'extérieur du soufflet supérieur reste constante durant l'expérience, si on néglige l'apport de la petite quantité du gaz écoulé et sorti par le soufflet inférieur.

Le viscosimètre doit être soumis à une série de calibrages préalables, effectués aux températures de travail. Les grandeurs entrant dans les formules assez complexes que nous passons sous silence, sont : la pression initiale, la pression finale et la pression moyenne (l'écoulement est une exponentielle de la pression en fonction du temps) ; le volume du soufflet supérieur et du conduit qui lui est lié ; le volume de la chambre à expériences ; la variation de volume du soufflet en fonction de la surpression.

Lors de l'expérience, le viscosimètre est maintenu à une température constante et l'on étudie la viscosité en fonction de la pression.

\*  
\*\*

Ces descriptions détaillées permettent de se rendre compte de l'importance du matériel de recherche que l'Institut Belge des Hautes Pressions a pu acquérir et réaliser depuis 1952, grâce aux généreux subsides que l'I. R. S. I. A. lui a octroyés. Elles soulignent également les efforts considérables qui ont été nécessaires pour mener à bien ces études.

De telles études constituent un véritable travail de recherche, tout au moins au cours des longues années pendant lesquelles les méthodes sont imaginées, réalisées, mises au point. Ensuite les déterminations prennent plus l'aspect d'un travail de routine, quoique d'incessants perfectionnements soient apportés aux méthodes de mesure. Ce stade est actuellement atteint pour les déterminations des compressibilités des gaz aux températures moyennes (200° C au maximum) et le sera bientôt pour les chaleurs spécifiques.