

ENREGISTREMENT, EN FONCTION DU TEMPS, DES DÉPLACEMENTS D'UNE COLONNE
DE MERCURE PLACÉE À L'INTÉRIEUR D'UNE ENCEINTE HAUTES PRESSIONS.
APPLICATION À LA MESURE DU COEFFICIENT DE VISCOSITÉ
DES GAZ SOUS HAUTES PRESSIONS

Par A. DEDIT, B. GALPERIN, J. VERMESSE et B. VODAR,
Laboratoire des Hautes Pressions, C. N. R. S., Bellevue, Seine-et-Oise.

Résumé. — Nous donnons, ici, la description d'un appareillage capable d'enregistrer les déplacements, en fonction du temps, d'une colonne de mercure placée à l'intérieur d'une enceinte hautes pressions. Nous indiquons, ensuite, comment à partir de ce dispositif, on peut déterminer le coefficient de viscosité des gaz denses.

Abstract. — A description is given of an apparatus used to record the displacements, as a function of time, of a column of mercury in a high pressure vessel. It is shown how this can be used for the determination of the coefficient of viscosity of dense gases.

Nous nous proposons d'exposer la conception et la réalisation d'un appareil de mesure capable d'enregistrer, d'une façon continue, les déplacements, en fonction du temps, d'une colonne de mercure placée sous hautes pressions. Ce dispositif, adapté au viscosimètre hautes pressions, à tube capillaire et à débit variable, que nous utilisons au laboratoire [1], a permis de déterminer le coefficient de viscosité η des gaz denses, tout en contrôlant le régime laminaire de l'écoulement.

1. Principe de fonctionnement du viscosimètre utilisé. — Schématiquement on peut ramener le principe de fonctionnement du viscosimètre à celui d'un siphon de mercure, qui serait contenu dans une enceinte hautes pressions (fig. 1). Ce siphon est composé de deux vases A et B communiquant entre eux par le bas. Le vase A est obstrué par un

tube capillaire t_c , le vase B s'ouvrant dans l'enceinte hautes pressions. À l'instant initial de la mesure le niveau en A est plus élevé qu'en B. Pendant la mesure les niveaux en A et en B tendent à s'aligner suivant un niveau moyen NM, en un temps t , régi par la loi de Poiseuille, qui s'écrit dans notre cas :

$$\eta = K \cdot (\rho - \alpha) (t_2 - t_1) / (\log_{10} h_2 - \log_{10} h_1)$$

η étant le coefficient de viscosité du gaz étudié, K un paramètre géométrique, ρ et α les masses spécifiques du mercure et du gaz, h_i la distance séparant en B le niveau du mercure à l'instant t_i du niveau moyen NM. K , ρ et α étant connus, η sera déterminé si l'on peut mesurer h_i en fonction de t_i , c'est-à-dire chronométrer l'ascension de la colonne de mercure en B.

Toutes les mesures basées sur l'enregistrement de

temps de passage du mercure, entre des contacts fixes, ne permettent pas de situer, par lecture directe, le niveau moyen NM, variable sous pression, donc de connaître, quelle que soit la pression, les h_i . Le dispositif que nous décrivons permet de

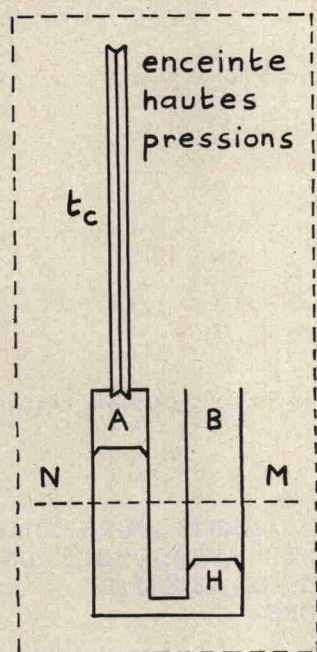


FIG. 1.

suivre les déplacements de la colonne de mercure pendant la durée de l'écoulement, et situer NM, donc lire les hauteurs h_i . Le coefficient η est donc déterminé sans équivoque à partir de l'enregistrement des positions du niveau du mercure en fonction du temps.

2. Principe de fonctionnement du nouveau dispositif (fig. 2). — Les déplacements e de la colonne de mercure sont repérés par la mesure de la capa-

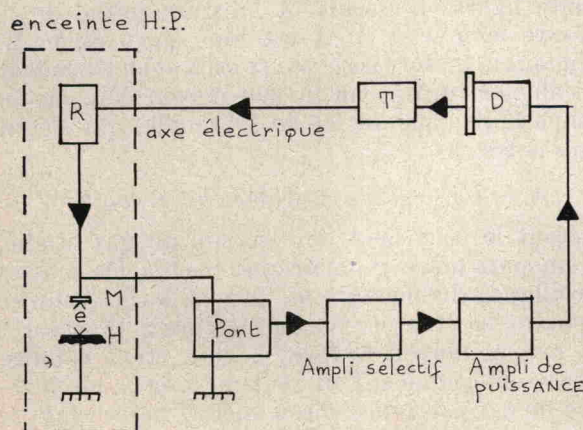


FIG. 2.

cité C_e ($C_e = K'/e$) dont une des armatures est la surface plane H du ménisque du mercure, l'autre un disque métallique M . Tout mouvement du mercure produit une variation de capacité qui est mesurée par un point H. F. de 480 kHz. Ce dernier fournit une tension variable V à partir de laquelle un dispositif électronique fait tourner un moteur de commande D . L'axe de D est couplé à celui d'un synchro-transmetteur T , qui par téléaffichage retransmet le mouvement de D à un synchro-récepteur R , qui, placé à l'intérieur de l'enceinte hautes pressions, commande les déplacements du disque $M(2)$. Une chaîne d'asservissement est ainsi bouclée, les mouvements de M étant asservis à ceux du mercure par la mesure de la capacité C_e . Le coefficient de viscosité sera donc déterminé si l'on compte le nombre de tours par seconde de l'axe du moteur T , lorsque le niveau du mercure se déplace.

3. Description de l'asservissement (fig. 3). — Nous avons choisi de faire suivre le mercure par le disque M à une distance e égale à 0,2 mm. Cette distance réalisant les meilleures conditions expérimentales : distance suffisamment grande pour ne pas souiller le mercure, mais donnant une capacité de grandeur mesurable.

Lorsque $e = 0,2$ mm, $V = V(E)$ (qui devient $Y(E)$ après amplification), le moteur devra s'arrêter. Si le mercure monte de ε mm, $Y > Y(E)$ et si le mercure descend de ε mm, $Y < Y(E)$. On voit ainsi qu'il est possible, en comparant les variations de Y par rapport à Y_E , de situer le disque M par rapport au mercure, de savoir s'il en est à $0,2 \pm \varepsilon$ mm. La tension Y va donc servir à alimenter le moteur D .

Y est amplifiée, détectée symétriquement, et détermine une polarisation de chaque grille de l'étage push-pull, qui alimente en opposition les deux enroulements b_1 et b_2 de D . b_1 étant parcouru par un courant i_1 , b_2 par i_2 , i_2 étant de signe opposé à i_1 (fig. 3). Sur la figure 4 nous donnons les variations de la différence $V_{g_2} - V_{g_1}$ des potentiels des grilles 1 et 2 en fonction de e .

Lorsque le mercure se rapproche de M en M_1 ($e = 0,2 - \varepsilon$ mm), $V_{g_2} - V_{g_1} < 0$, aussi l'enroulement 2 est parcouru par un courant plus grand que celui de 1, $|i_2| > |i_1|$. Le moteur B tourne alors dans un sens tel que M s'éloigne du mercure. Lorsque le mercure s'éloigne de M en M_2 ($e = 0,2 + \varepsilon$ mm), $V_{g_2} - V_{g_1} > 0$, aussi l'enroulement 1 est parcouru par un courant plus grand que celui de 2, $|i_1| > |i_2|$. Le moteur B tourne alors dans le sens contraire au précédent, et M se rapproche du mercure. Lorsque le mercure est en E ($e = 0,2$ mm), $V_{g_2} - V_{g_1} = 0$, aussi b_1 et b_2 sont parcourus par des courants égaux, mais de sens contraire ($i_1 = -i_2$). Le moteur D s'immobilise et le disque M demeure à 0,2 mm du mer-