

Reprinted from "Advances in Vacuum Science and Technology, Vol. 1"

PERGAMON PRESS
LONDON · OXFORD · NEW YORK · PARIS
1960

La Technique du Vide et des Hautes Pressions

par L. DEFFET, DR.

Directeur de l'Institut Belge des Hautes Pressions

et E. THOMAS, DR., ING.

Professeur à l'Ecole Royale Militaire

(Bruxelles)

On rappelle d'abord brièvement l'origine de la technique des hautes pressions et de la technique du vide.

On met ensuite en évidence quelques similitudes entre ces deux techniques et l'on recherche si les moyens et les méthodes utilisés pour l'obtention et le maintien des vides élevés ne pourraient être appliqués davantage aux hautes pressions et vice-versa.

SI L'ON recherche les origines des travaux sur le vide et la pression à partir de l'ère des recherches expérimentales, on s'aperçoit que c'est presque en même temps que sont énoncés les principes qui régissent, encore actuellement, les connaissances fondamentales dans ces deux domaines dont la séparation est nette, puisque fixée par la pression atmosphérique.

La notion de l'horreur du vide, que même Galilée admettait, fut combattue par Torricelli d'une part, dont les expériences concluantes furent réalisées en 1643 et d'autre part par Otto de Guericke en 1654, par la démonstration des hémisphères de Magdebourg; on peut donc admettre comme début des recherches sur la technique du vide, la première moitié du 17^e siècle.

L'expérience d'Archimède est peut-être à la base de la technique des hautes pressions, et il est même à supposer que les Romains et peut-être les Grecs utilisèrent la pression des fluides, sans en dégager la notion; il faut cependant attendre les expériences de Pascal, également de la première moitié du 17^e siècle, pour que le principe même de pression fût admis.

Ce préambule montre que les deux techniques de pressions inférieures et supérieures à la pression atmosphérique prirent leur essor à la même époque. Nous n'en décrivons pas les évolutions qui montreraient d'ailleurs combien celles-ci furent parallèles: mais sans doute pourrait-on en faire la preuve pour la plupart des techniques.

L'objet de notre examen est plutôt de dégager les similitudes de ces deux techniques et d'en déterminer les raisons, mais surtout de rechercher si les moyens et les méthodes utilisés pour l'obtention et le maintien des vides élevés ne pourraient être appliqués aux hautes pressions et vice-versa.

Nous voudrions examiner, par le choix de quelques exemples, si l'attention des chercheurs a suffisamment été attirée sur cette similitude et si les méthodes éprouvées dans chacune des techniques ont été l'objet d'essais d'application dans l'autre: a priori et sauf quelques cas particuliers, nous pensons que rares sont les exemples où l'expérience acquise a été profitable.

La pression atmosphérique qui délimite les notions et les techniques du "vide" et de la "pression" n'est pas aussi arbitraire qu'on pourrait l'imaginer à première vue. En effet, si elle est arbitraire au sens de la physique, il faut bien admettre que les techniques diffèrent essentiellement du fait que pour les récipients à haute pression, le vide relatif est à l'extérieur tandis que pour les appareils où règne le vide, la haute pression est extérieure. Il en résulte que les calculs de résistance des parois, par exemple, sont inverses dans chaque cas. Ceci est d'ailleurs aussi vrai pour les appareils utilisés à la surface du sol qu'en haute atmosphère ou sous le niveau de la mer. En effet, que la pression, ou le vide, soient des éléments naturels ou expérimentaux, les deux techniques paraissent opposées. Ainsi, un habitacle stratosphérique qui doit résister à une haute pression intérieure, a tendance à éclater vers l'extérieur, tandis qu'un sous-marin a tendance à s'aplatir.

Mais, si elles sont opposées du point de vue de la résistance vectorielle des matériaux, ces techniques sont similaires dans leurs fonctions essentielles: s'opposer au vide, ou ce qui revient au même, à la pression.

D'après ces premières considérations, il est inutile de rechercher des similitudes entre les appareils d'obtention de pressions inférieures et supérieures à la pression atmosphérique: les premiers constituent des pompes à surpression et les seconds des pompes à dépression. Il est presque superflu de dire également que les appareils de maintien du vide ou de la pression seront également de nature et de conception très différentes. Dans ces deux domaines, qui sont peut-être les plus importants de ces techniques, les calculs, méthodes et réalisations employés dans l'un des cas sont sans application dans l'autre.

Certains appareils de mesure de la pression et du vide présentent des points communs tout au moins dans leur conception: mais ici encore les exigences techniques les différencient tellement qu'il serait illusoire de vouloir retirer des enseignements valables pour les deux voies qui nous intéressent.

Dès lors, après ces successives éliminations, que demeure-t-il d'intéressant à examiner? Des accessoires qui ont cependant une importance capitale aussi bien dans la technique des hautes pressions que dans celle du vide: les joints et les appareils qui dérivent directement de leur application, par exemple, les vannes ou robinets.

Tous les spécialistes savent que s'il est relativement aisé d'acquérir ou de réaliser des pompes et des appareils simples, il est beaucoup moins facile de rendre étanches les différentes connexions, les sorties de conducteurs, les divers ajutages.

Or, pour le problème des joints, le sens de la tendance aux fuites importe beaucoup moins, c'est-à-dire que les mêmes conceptions peuvent trouver des applications pour le vide et la pression.

Dans la technique des hautes pressions deux classes de joints sont utilisés: les joints mécaniques et les joints automatiques.

L'étanchéité par joint mécanique est obtenue en utilisant un joint de matière aisément déformable pressé entre deux surfaces; la pression de contact doit être supérieure à la pression que l'on veut maintenir dans le fluide. Cette pression est obtenue par le serrage plus ou moins poussé du joint ou bourrage entre le support et la pièce mobile (Fig. 1).

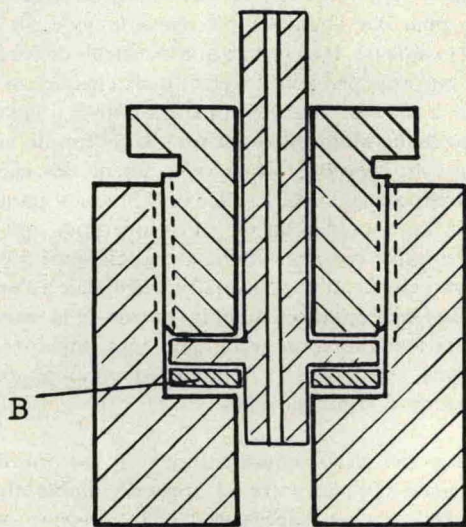


FIG. 1.

Ce type de joint est le plus ancien et le plus classique. Les applications en sont multiples mais il est cependant de plus en plus remplacé par les joints à serrage automatique, le joint à serrage mécanique présentant divers désavantages dont l'un des plus marqués est sa limitation due à la force que l'on peut développer pour assurer l'étanchéité totale.

Les joints automatiques au contraire dont le promoteur est Bridgman et qui sont dérivés du joint de culasse des canons français, est caractérisé par le fait que c'est la pression du fluide elle-même qui opère l'application du bourrage contre le corps de l'appareil (Fig. 2). Ce joint, appelé également à aire non supportée, est réalisé de façon à ce que la matière

déformable (B) soit comprimée par une pièce mobile (A) sur laquelle agit la pression. Comme cette pression agit sur toute la surface de la pièce mobile, mais que la surface du joint déformable est plus petite, la pression qui agit sur le joint est toujours plus grande que la pression existant dans l'appareil. La bonne réalisation de tels joints présente quelques difficultés.

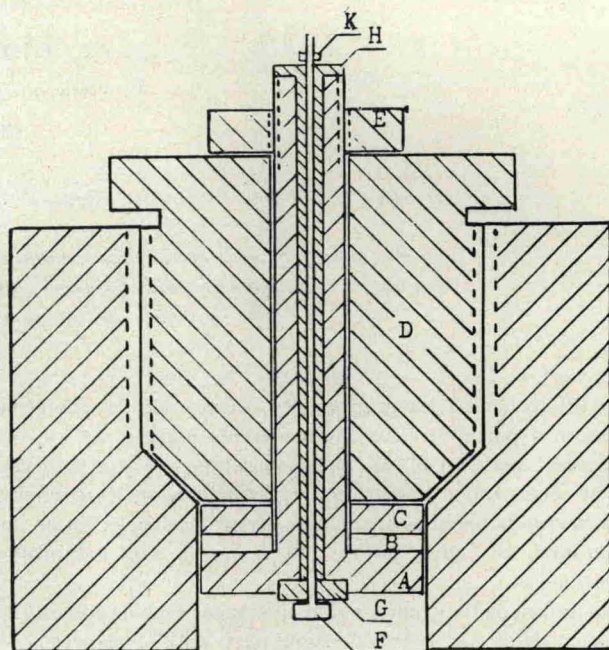


FIG. 2.

dont la principale est d'empêcher que le joint ou bourrage (B) ne flue vers l'extérieur; en outre, il faut qu'il règne dans ce joint une pression préalable à toute mise sous pression hydraulique: cette pression initiale est obtenue par un léger serrage exécuté de l'extérieur.

Ce joint automatique peut être utilisé dans tous les cas, même lorsqu'il s'agit de joints pour vannes ou joints de pistons: son exécution dans ces cas s'avère parfois extrêmement délicate, mais est toujours réalisable.

D'autres types de bourrages automatiques ou semi-automatiques sont également utilisés et nous citerons, en particulier, le joint Poulter dont le fonctionnement est très simple et qui est uniquement constitué d'un cylindre de matière déformable de diamètre supérieur à l'alésage dans lequel il est introduit. Lorsque la pression agit sur ce joint, il a tendance à se bomber vers l'extérieur, en exerçant une certaine pression sur les parois. Comme les parois sont indéformables, le joint s'applique sur les parois de l'appareil, sous une pression également légèrement supérieure à la pression intérieure, comme dans le joint à aire non supportée: il en résulte une étanchéité convenable et aisée à obtenir. Ce système qui présente par ailleurs des inconvénients certains, est surtout employé dans le cas de pistons mobiles.

Un autre type de joint, plus connu des techniciens du vide, est le joint torique ou "O ring": la façon dont se comporte un tel joint est très particulière. Les joints toriques sont constitués d'un anneau de matière aisément déformable placé