

## Introduction générale

Les mesures sous haute pression hydrostatique sont notoirement sujettes à des aléas divers qui ont pu en rendre l'abord un peu rebutant à certains. Ce peut être la rupture d'éléments mal dimensionnés ou trop sollicités, la décompression brutale due à une fuite dans le système, ou simplement l'apparition d'une « petite » fuite qui empêche l'établissement d'une pression stable et donc interdit toute mesure valable sous conditions contrôlées. Les deux premiers peuvent avoir des conséquences lourdes et bruyantes mais sont facilement identifiables et donc réparables, serait-ce au prix d'un redimensionnement du système. Le dernier est plus sournois car les fuites aux joints d'étanchéité se déclarent évidemment aux endroits les plus inaccessibles du système par exemple dans des régions à basse ou haute température que l'on peut difficilement tester avec les détecteurs habituels.

Dans la pratique, il est courant qu'un ensemble expérimental neuf fonctionne parfaitement à la réception, mais présente, après plusieurs utilisations des fuites « inexplicables » qui font perdre des jours ou des semaines, voire des mois... Dans tous les cas, bien entendu, la raison doit être identifiée et pour cela il est indispensable que l'utilisateur de laboratoire maîtrise bien le fonctionnement des joints d'étanchéité utilisés dans son montage, même si celui-ci a été fourni par un spécialiste reconnu de la technologie des hautes pressions. C'est pour cette raison que cet ouvrage accorde une place aussi importante aux matériaux qu'aux joints d'étanchéité.

Les gammes de pression ne sont pas définies arbitrairement car deux régions doivent être distinguées : au-dessous et au-dessus de 700 MPa. La première région est celle pour laquelle existent des appareillages standard dont les composants sont disponibles dans le commerce tels que vannes, connecteurs, tubes, capteurs, manomètres de précision et générateurs de pression : pompes manuelles, électriques ou pneumatiques. Entre 700 et 1400 MPa, il faut par contre utiliser des dispositifs plus spécialisés. Très peu de composants du commerce permettent une opération régulière et répétitive dans cette gamme. Par exemple, bien qu'il existe des vannes commercialisées pour une pression d'utilisation de 1,4 GPa, leur durée d'utilisation n'excède pas quelques cycles.

Si l'on doit construire un ensemble de compression et de mesure sous pression fluide de gros volume, le paramètre principal à prendre en compte est la pression maximale réellement utile ; on doit à ce titre avoir de très bonnes raisons pour travailler à 850 MPa plutôt qu'à 650 MPa où tous les composants seront facilement accessibles et certifiés. Au-delà,

l'intensificateur à étages multiples qui sera nécessaire aura une masse et un coût dix fois plus élevés.

En fin d'introduction la figure représente le schéma d'un montage haute pression utilisable à 1,5 GPa. C'est un ensemble de mesures optiques et électriques sous pression d'hélium fluide à basse température (77 K). Pour la lisibilité du dessin, l'échelle du pot de compression est la moitié de celle de la cellule de mesure. La génération de pression se fait par un piston de 2 cm<sup>2</sup> de section coulissant dans un pot de compression fretté. A la pression maximale, la force nécessaire F n'excède pas 35 tonnes (350 kN) en tenant compte des frottements. Elle est fournie par un vérin hydraulique classique non représenté. Avec le piston en position haute, comme sur le schéma, l'ensemble est pressurisé par l'ajustage latéral avec de l'hélium à faible pression (200 à 300 MPa) fourni par un compresseur à membrane ou à piston-cylindre. Aux premiers stades de la compression, les joints de Bridgman du piston passent au-dessous de l'entrée latérale et isolent ainsi le système, ce qui évite d'utiliser une vanne d'isolement dans la gamme de pression supérieure. La compression de l'hélium se poursuit par enfoncement du piston et, bien entendu, la pression d'admission (230 MPa) est calculée de façon à ce que la pression finale désirée (1,45 GPa) soit atteinte quand la tête de piston arrive juste au-dessus de la jauge de pression au fond du pot de façon à minimiser la partie du cylindre soumise aux contraintes maximales.

L'obturbateur inférieur du pot de compression supporte d'une part le tube capillaire en inox étiré à froid qui transmet la pression à la cellule de mesures (à droite sur la figure) et, d'autre part, deux passages électriques pour une jauge au manganin afin de permettre une mesure précise de la pression dans le milieu transmetteur à température ambiante où le coefficient de résistivité à la température du manganin est nul.

L'hélium fluide sous pression est amené à travers un obturbateur de Bridgman à la cellule (monobloc non autofrettée) qui contient ici une diode laser dont il s'agit de mesurer la longueur d'onde d'émission à 77 K et qui est donc pourvue d'un obturbateur à fenêtre de saphir (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) avec deux passages électriques pour les impulsions de courant de pompage. Cet obturbateur ayant un coefficient de surpression de 1,5, la pression au droit des joints est d'environ 2,1 GPa dans le corps de la cellule quand la pression d'hélium est de 1,4 GPa. Cette valeur est supérieure à la résistance à la compression (fluage) des aciers utilisés (819 B ou Marval 18) à température ambiante mais cet ensemble a très bien résisté, et de façon répétitive, à de telles contraintes appliquées à basse température.

A l'instar des éléments numérotés 1 à 6 sur la figure, les éléments constitutifs des montages haute pression seront traités par les différents chapitres de cet ouvrage :

- 1 – Les aciers utilisables pour la construction des corps d'enceintes sont présentés par J.-P. Dichtel.
- 2 – Les métaux non ferreux sont présentés par J.-P. Petit et les carbures par E. Pauty et J. Calzas.
- 3 – Les céramiques et les matériaux pour l'optique sont traités par J.-C. Chervin.
- 4 – Les méthodes de calcul des cylindres sont introduites par A. Pádua et développées par J. Frelat .

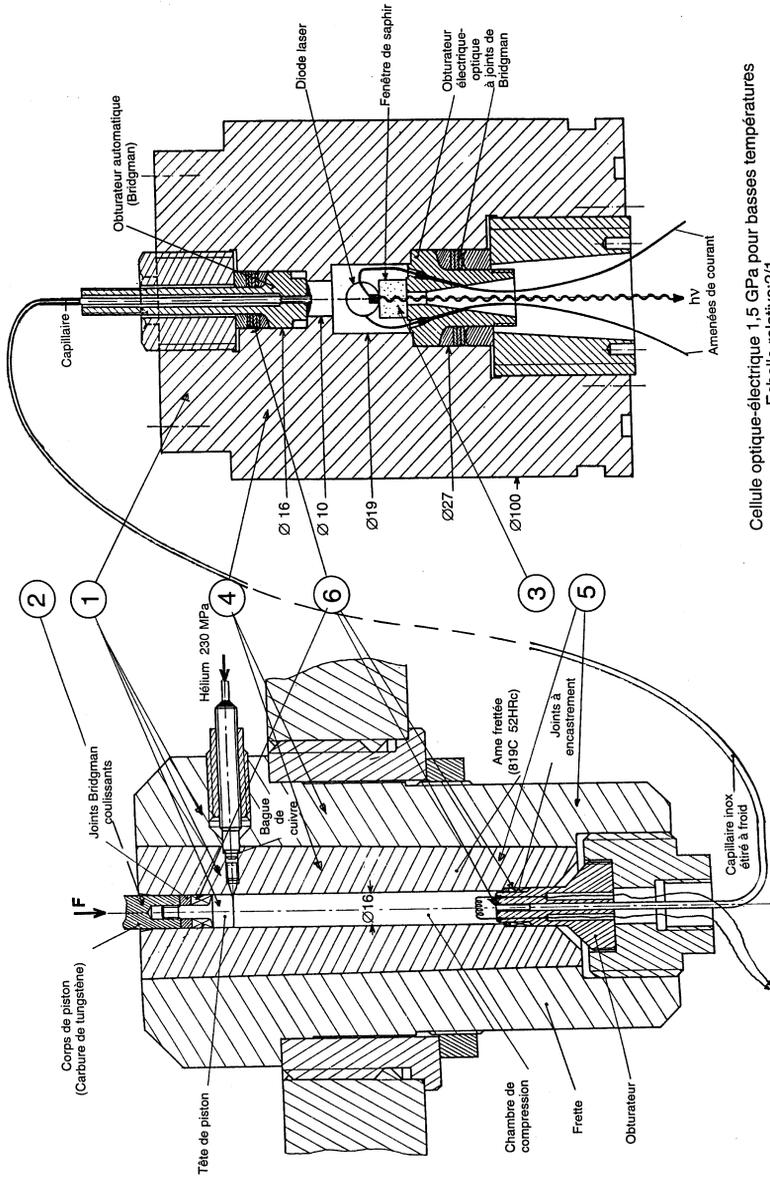
5 – Les procédures et les calculs de frettage des ensembles multicomposants sont traités par P. Langlois.

6 – J. Roux introduit les différents types de joints à utiliser, statiques ou dynamiques, ceux pour les hautes pressions solides étant développés par S. Le Floch. Leur préparation et leur montage sont décrits par J.-P. Michel et R. Argoud respectivement tandis que G. Hamel traite leur assemblage, notamment les soudures de capillaires hautes pressions et les passages électriques.

Par ailleurs, le matériel standard est traité par J.-P. Petitet tandis que P. Boissinot a la redoutable responsabilité de traiter des problèmes de sécurité.

C'est en hommage à Jean-Michel Besson que nous avons adapté le texte qu'il avait écrit pour un ouvrage paru en 1998 sur la technologie des hautes pressions. Nous n'aurions pu trouver meilleure introduction à ce nouvel ouvrage.

*Patrick Boissinot  
Patrick Langlois  
Agílio Pádua*



Pot de compression 1,8 GPa. Echelle relative: 1/1

Cellule optique-électrique 1,5 GPa pour basses températures  
Echelle relative: 2/1