



HAL
open science

Les règles de sécurité

Patrick Boissinot

► **To cite this version:**

Patrick Boissinot. Les règles de sécurité. Mottin, Stéphane and Lelièvre, Gérard. Matériaux et joints d'étanchéité pour les hautes pressions, 18, MRCT-CNRS, pp.227-238, 2011, Intégrations des savoirs et des savoir-faire, 978-2-918701-04-0. 10.5281/zenodo.400496 . hal-01472117

HAL Id: hal-01472117

<https://hal.science/hal-01472117v1>

Submitted on 30 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Cliquer sur le sommaire pour parcourir plus vite ce document.

| | |
|--|------------|
| <u>Les règles de sécurité</u> | 227 |
| <u>1 – Dangers présentés par les appareils à pression</u> | 227 |
| <u>2 – Appareils à pression de laboratoires et facteurs de risques</u> | 227 |
| <u>2 – 1. Les appareils à pression de vapeur</u> | 227 |
| <u>2 – 2. Les appareils à pression de gaz et de liquide</u> | 227 |
| <u>2 – 3. Les appareils utilisés sous vide</u> | 227 |
| <u>3 – Principes généraux de prévention et réglementation</u> | 228 |
| <u>3 – 1. Réglementation</u> | 228 |
| <u>4 – Moyens de protection</u> | 231 |
| <u>4 – 1. Protection par rideaux métalliques flexibles</u> | 231 |
| <u>4 – 2. Autres Protections</u> | 233 |
| <u>4 – 3. Les installations</u> | 234 |
| <u>4 – 4. Choix des vannes</u> | 235 |
| <u>5 – Conclusion</u> | 236 |

Liens : <https://doi.org/10.5281/zenodo.400496>
<http://www.sudoc.fr/155436619>
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01472117>
<https://hal.archives-ouvertes.fr/INTEGRATIONS/page/materiaux-et-joints-etancheite-pour-les-hautes-pressions>
<https://zenodo.org/communities/integrations>

Référence au format BibTeX :

```
@inbook{16materiaux18_2011,
location = {Meudon},
edition = {{3e éd.}},
title = {Les règles de sécurité},
isbn = {978-2-918701-04-0},
url = {http://www.sudoc.fr/155436619},
series = {Intégrations [des savoirs et des savoir-faire]},
abstract = {Préface / Dominique Leguillon P. 17. Introduction générale / Patrick Boissinot, Patrick Langlois, Agílio A.H. Pádua P. 21. Introduction au dimensionnement / Agílio A.H. Pádua 1 — Définition du problème 2 — Dimensionnement 3 — Obturateurs 4 — Conclusion P. 31. Fretage et autofretage / Patrick Langlois 1 — Considérations préliminaires au fretage 2 — Fretage d'une enceinte bloc 3 — Fretage d'une enceinte multibloc 4 — Formulation de l'autofretage 5 — Modes de réalisation de l'autofretage 6 — Conclusion P. 55. Méthodes d'éléments finis en calcul de structures élastiques / Joël Frelat 1 — Introduction 2 — Rappel de la formule théorique 3 — Formulation variationnelle 4 — Formulation numérique 5 — Etapes d'une mise en œuvre pratique 6 — Conclusion — Extension aux problèmes non linéaires P. 65. Les matériaux sidérurgiques et les hautes pressions / Jean-Paul Dichtel 1 — Caractérisation mécanique des aciers 2 — Métallurgie des aciers et superalliages 3 — Commentaires : la Directive Européenne Appareils à Pression P. 77. Les métaux non ferreux – Alliage cuivre-béryllium et titane / Jean-Pierre Petitot 1 — Introduction 2 — Le cuivre-béryllium 3 — Le titane P. 85. Les Carbures cémentés (WC)-Co / Emmanuel Pauty 1 — Les procédés de fabrication 2 — Les propriétés des carbures cémentés 3 — Conclusions P. 99. Choix et usinage des carbures de tungstène / Jacques Calzas 1 — Choix des carbures de tungstène 2 — Usinage du carbure de tungstène P. 111. Céramiques et matériaux pour l'optique / Jean-Claude Chervin 1 — Céramiques 2 — Matériaux pour l'optique P. 141. Types de joints et de montage / Roger Argoud et Jacques Roux 1 — Introduction 2 — Généralités 3 — Joints à basse pression 4 — Joints cône sur cône 5 — Joints Bridgman Champignon 6 — Joints annulaires auto-serrés 7 — Joints coniques d'Amagat 8 — Autres joints 9 — Conclusion P. 161. Joints hautes pressions pour la compression de gros volumes solides / Sylvie Le Floch 1 — Joints solides utilisés dans les différents types d'enceintes hautes pressions 2 — Matières premières des joints 3 — Assemblages (HP)-(HT) P. 173. Le matériel standard / Jean-Pierre Petitot 1 — Tubes, conduites et raccords 2 — Les vannes 3 — Quelques types d'enceintes commercialisées 4 — Les générateurs de pression 5 — Le matériel moins standard P. 187. Assemblages haute pression / Gérard Hamel 1 — Montage des raccords de pressions 2 — Montage de quelques passages électriques 3 — Les passages de thermocouple 4 — Les passages optiques, montage des fenêtres 5 — Montage des joints et des obturateurs sur une cellule haute pression P. 197. Usinage / Jean-Pierre Michel 1 — Introduction 2 — Les joints de faible épaisseur 3 — Les bagues anti-extrusion à 45° 4 — Les joints à 45° 5 — Les joints « double Bridgman » 6 — Les joints plats en élastomères 7 — Les joints en indium (étanchéité en hélium et azote liquide 8 — Joints métal-métal type Lens ring 9 — Les passages du courant 10 — Usinage de matériaux exotiques P. 211. Les règles de sécurité / Patrick Boissinot 1 — Dangers présentés par les appareils à pression 2 — Appareils à pression rencontrés dans les laboratoires et facteurs de risques 3 — Principes généraux de prévention et réglementation 4 — Moyens de protection 5 — Conclusion},
pages = {207–217},
number = {18},
booktitle = {Matériaux et joints d'étanchéité pour les hautes pressions},
publisher = {{MRCT}-{CNRS}},
author = {Boissinot, Patrick},
bookauthor = {Boissinot, Patrick and Langlois, Patrick and Pádua, Agílio},
editor = {Mottin, Stéphane and Lelièvre, Gérard},
editorb = {Mottin, Stéphane},
editorbtype = {redactor},
date = {2011},
langid = {french},
keywords = {Hautes pressions -- Matériaux, Joints d'étanchéité, Matériaux -- Effets des hautes pressions}, doi = {10.5281/zenodo.400496},
}
```

Les règles de sécurité

Patrick Boissinot

Laboratoire d'Ingénierie des Matériaux et des Hautes Pressions
LIMHP-CNRS, Institut Galilée, Université Paris 13
99 avenue J. B. Clément, 93430 Villetaneuse

1 – Dangers présentés par les appareils à pression

Les appareils fonctionnant à une pression de 10 MPa à quelques centaines de MPa pour les liquides ou les gaz et beaucoup plus pour les solides présentent des risques importants en cas de rupture ou d'éclatement : projection d'éléments solides à grande vitesse, onde de choc, fuite de liquide ou de gaz.

A la suite d'accidents survenus sur de tels appareils, on déplore généralement des blessures graves (traumatismes violents, brûlures profondes et étendues) dont sont victimes les opérateurs se trouvant à proximité. Ces accidents résultent le plus souvent d'une explosion ou de la rupture d'éléments fragiles (joints, hublots, détendeurs, tubes.....).

2 – Appareils à pression de laboratoires et facteurs de risques

2 – 1. Les appareils à pression de vapeur

Autoclaves pour stérilisation, chaudières. Les risques principaux résultent de jets de vapeur ou d'eau surchauffée en cas de fuite, de projections d'éclats en cas de rupture brutale de l'enceinte ou de tubulures.

2 – 2. Les appareils à pression de gaz et de liquide

Autoclaves, bouteilles de gaz, compresseurs et enceintes, réacteurs de synthèse, enceintes à très haute pression, mais aussi extincteurs d'incendie à pression permanente. Pour ces appareils, il faut craindre les projections d'éclats en cas de rupture de l'enceinte ou en cas de défaillance d'une partie fragile mais aussi les fuites de gaz nocifs qui peuvent provoquer des intoxications ou des explosions (cas de l'hydrogène).

2 – 3. Les appareils utilisés sous vide

Evaporateurs, lyophilisateurs ou enceintes d'expérience. Par ailleurs, il faut aussi considérer dans ce domaine les montages fonctionnant habituellement à une pression

inférieure à la pression atmosphérique ou à une pression pour laquelle, compte tenu des caractéristiques de l'appareillage, le risque d'explosion est limité mais qui peuvent être soumis accidentellement à une surpression pour différentes raisons : par exemple, formation de bouchons dans un dispositif de circulation de fluide, régulation en température défaillante, présence de vapeur d'eau dans une ampoule de réaction, réaction imprévue dans une enceinte fermée, gaz liquéfié emprisonné dans une enceinte refroidie puis réchauffée, etc.

Si pour ce type de montage, les conséquences d'un accident sont identiques à celles des appareils à pression, les mesures de prévention doivent être spécifiques (exemples : protection par circulation d'eau des enceintes en cas de chauffage, sécurité sur circuit de refroidissement).

3 – Principes généraux de prévention et réglementation

La prévention des accidents repose essentiellement sur quatre principes :

- la résistance mécanique de l'appareil est calculée et éprouvée dans des conditions telles que les risques d'explosion sont improbables si l'exploitation se fait normalement.
- la protection contre les risques est réalisée de sorte que le personnel soit à l'abri en cas d'accident.
- l'utilisation de ces appareils est faite uniquement par des personnes formées ayant une connaissance des risques et des moyens à mettre en œuvre pour les prévenir.
- des dispositifs de sécurité permettent de limiter les effets dangereux en cas de dysfonctionnement : soupape, disque de rupture, capteurs sensibles à différentes grandeurs (pression, température, concentration) commandant des dispositifs de prévention (coupure d'alimentation, mise en route de ventilation) en cas de dépassement des valeurs de consigne.

3 – 1. Réglementation

Depuis mai 2002, une nouvelle réglementation issue d'une directive européenne remplace l'ancienne réglementation pour l'achat des équipements.

Réglementation française antérieure. Si cette réglementation tient compte de quatre principes énoncés précédemment, les moyens à mettre en œuvre sont essentiellement appliqués pour répondre au premier principe. En effet, des textes réglementaires successifs imposent que les appareils à pression soient soumis à des contrôles de construction et à une épreuve initiale qui doit être exécutée avant la mise en service par le Service de Mines du Département qui délivrera un Certificat d'Epreuve, puis à des réépreuves périodiques obligatoires (décennales pour les appareils à poste fixe et quinquennales pour les appareils mobiles) à la charge du propriétaire de l'appareil. Les épreuves et les réépreuves doivent être faites sous pression hydraulique (eau ou huile) à une pression égale à 1,5 fois la pression de service.

Cette réglementation doit être rigoureusement respectée, il s'agit du décret du 2 avril 1926 modifié par le décret du 18 janvier 1943 pour ce qui est des appareils à pression et des arrêtés ministériels des 15 janvier 1962 et 6 décembre 1982.

Cependant, certains appareils à pression ne sont pas soumis à cette réglementation, notamment ceux qui sont fabriqués et utilisés dans les laboratoires de recherche en haute

pression, dans lesquels la mise en service est contrôlée par une personne qualifiée et formée dans ce domaine, dans ce cas l'Etat est son propre assureur.

Bien que travaillant à des pressions souvent très élevées, les autres appareils de laboratoire échappent aux contrôles réglementaires en raison d'un volume réduit (produit $P \times V$ inférieur à 80).

Pour les récipients :
produit $P \times V$ inférieur à 80
Pour les compresseurs :
produit $P \times$ débit supérieur à 50

pression en bar, volume en litre et débit en m^3/min

Pour ce type d'appareils, s'il n'est pas nécessaire de les soumettre à une épreuve initiale, la protection contre les risques d'explosion peut être faite par des études mécaniques approfondies de l'enceinte, des joints et des passages à travers les parois, notamment en évitant tous les angles vifs sur les enceintes.

Le nombre de cycles que supportera un réservoir travaillant en fatigue avec des cycles de pression rapides peut difficilement être garanti.

L'effet d'autofrettage peut être modifié par une zone de fluage pur qui apparaît lorsque certains matériaux sont sollicités, cela pouvant entraîner une rupture fragile à des pressions largement inférieures à la pression d'éclatement.

Il est impératif pour construire les enceintes, d'employer des aciers de qualité dont les caractéristiques mécaniques sont connues et répertoriées.

Il sera systématiquement nécessaire d'interposer des barrières de protection entre les enceintes à haute et très haute pression et les manipulateurs, même pour les enceintes autofrettées qui à cause de la fatigue, de la corrosion ou de l'exposition à basse température peuvent aussi se rompre ; le calcul de probabilité d'une rupture fragile ne garantissant pas un risque nul.

Réglementation française issue de la directive européenne. Cette directive PED (Pressure Equipment Directive) portant sur les équipements sous pression publiée le 29 mai 1997 (97/23/CE du 29 1997) a été transposée en droit français sous le décret du 13 décembre 1999.

Celle-ci fait apparaître une extension du champ d'application :

- Elle concerne tous les équipements dont la pression de service est supérieure à 0,5 bar, qu'ils soient sous pression de gaz ou de vapeur ; elle s'applique également aux tuyauteries, accessoires et dispositifs de sécurité.
- Tous les équipements et ensembles sont concernés à l'exception des produits déjà soumis à d'autres réglementations ou ceux sans risque réel (pneumatiques, réseaux de distribution d'eau et bouteilles d'eau gazeuse).

Les nouvelles règles d'exploitation sont définies par l'arrêté du 15 mars 2000 et font apparaître trois facteurs de classification :

- le type d'équipement (récipients, tuyauteries, accessoires).
- la nature physique du fluide (gaz, liquide ou vapeur).
- la dangerosité du fluide contenu (groupe 1 ou 2).

groupe 1 : fluides explosifs, extrêmement inflammables, facilement inflammables, inflammables avec point éclair inférieur à la température maximale de service, très toxiques, toxiques, comburants ;

groupe 2 : tous les autres fluides.

Une directive européenne (67/548/CEE et ses modifications) permet de savoir dans quel groupe est classé un fluide, lorsque celui-ci n'est pas connu, il sera automatiquement classé en groupe 1. Ces trois facteurs ainsi que le volume pour les enceintes et le diamètre nominal pour les tuyauteries font ressortir 9 tableaux répartis ensuite en quatre catégories (I, II, III, IV). Un marquage CE (qui remplace la tête de cheval) sera apposé sur chaque appareil avec comme précision l'identification du fabricant et les caractéristiques de l'appareil (pression d'épreuve, volume...).

Les inspections périodiques comprennent au moins :

- La vérification extérieure de l'équipement.
- Les organes de sécurité.
- La vérification intérieure pour les enceintes et les générateurs de vapeur.

Pour la périodicité, compte tenu du nombre élevé de possibilités, il est recommandé de prendre contact avec l'organisme chargé de l'inspection.

Lorsque un appareillage change de propriétaire ou d'exploitant, subit une modification, ou une réparation, une requalification est nécessaire, celle-ci, quel que soit le résultat, fait l'objet d'un procès verbal, dont une copie est envoyée à la DRIRE par l'organisme de contrôle.

Les organismes pouvant faire ces contrôles sont habilités par arrêtés ministériels.

En résumé

- Une enceinte contrôlée sous l'ancienne réglementation française restera toujours sous celle-ci, par contre, les équipements doivent, eux, être contrôlés sous la nouvelle réglementation (issue de la directive européenne)

Une enceinte contrôlée sous la nouvelle réglementation (issue de la directive européenne) sera toujours contrôlée avec ses équipements. Le tableau 1 fait le parallèle entre les anciennes et nouvelles appellations.

Tableau – 1

| Ancien terme | Nouveau terme | Commentaires |
|----------------------------|--------------------------------|--|
| Appareils sous pression | Equipements sous pression | Récipients, générateurs, tuyauteries, robinetteries, accessoires de sécurité (clapets, soupape, etc.) |
| Canalisations | Tuyauteries | Obligation de maintenance |
| Propriétaire ou exploitant | Exploitant | Le responsable du bon état et des contrôles est l'exploitant qui est défini comme le propriétaire (sauf convention contractuelle particulière) |
| Contrôle initial | Contrôle de mise en service | La déclaration de mise en service doit être appuyée par un dossier d'installation pour les appareils soumis à contrôle de mise en service |
| Déclaration préfectorale | Déclaration de mise en service | |
| Organisme agréé | Organisme notifié ou habilité | La liste de ces organismes est publiée au journal officiel |
| Registre d'entretien | Dossier de suivi | |
| Visite périodique | Inspection périodique | L'exploitant est tenu de suivre les recommandations de l'expert |
| Rapport de visite | Compte rendu d'inspection | |
| Réparation, modification | Intervention | Obligatoirement conforme aux règles des équipements neufs |
| Réépreuve | Requalification | Porte non seulement sur l'appareil mais aussi sur les sécurités |
| Certificat d'épreuve | P.V de requalification | P.V d'épreuve et tous rapports d'inspections et d'essais |

4 – Moyens de protection

La protection idéale serait un local totalement isolé, malheureusement cela n'est pratiquement jamais réalisable ; une autre solution consiste à édifier un mur en béton entre l'enceinte et l'opérateur, dans ce cas, nous devons respecter une certaine épaisseur (document INRS).

4 – 1. Protection par rideaux métalliques flexibles

Un assemblage de spires vissées les unes dans les autres forme un rideau métallique flexible, de conception simple et robuste. Les éléments sont fabriqués en dimensions à la demande. Ils sont généralement réalisés en bouclage simple et fournis en acier doux recuit qui peut recevoir un revêtement de surface (peinture, plastification, etc.).

Lorsque de petits fragments risquent d'être projetés il faut prévoir deux maillages différents, celui de l'intérieur de la protection en gros maillage pour absorber l'énergie et, côté extérieur, du petit maillage afin d'arrêter les petits morceaux (Figure 1). Ce grillage [Tapis RHINO-BAND des établissements Gantois, type TG (Tableau 2)] est mis en tension et fixé sur un cadre à la dimension par une entreprise de construction métallique ; ce qui permet d'absorber l'énergie dégagée par la rupture de l'enceinte ou autres éléments susceptibles de blesser les opérateurs. On utilise généralement les types correspondant au tableau 3.

Tableau 2 – Document Gantois

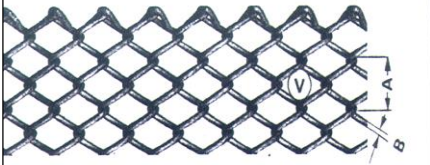
| MODELE PATTERN | A | B | C | D | V / i | LARGEUR WIDTH | LISIÈRES SELVEDGE |
|---|----------------------------|---------------------------|---|---|-------------------------------------|-------------------------|---|
|  | 3,7 mm à to 39 mm | 0,7 mm à to 5 mm | | | Ⓟ 1,1 mm à to 30 mm | jusqu'à up to 6 m | soudées ou bouclées welded or knuckled |

Tableau – 3

| | | | |
|----------------|-----------|----------|-----------|
| Gros maillage | V = 15 mm | B = 4 mm | A = 26 mm |
| Petit maillage | V = 5 mm | B = 2 mm | A = 10 mm |

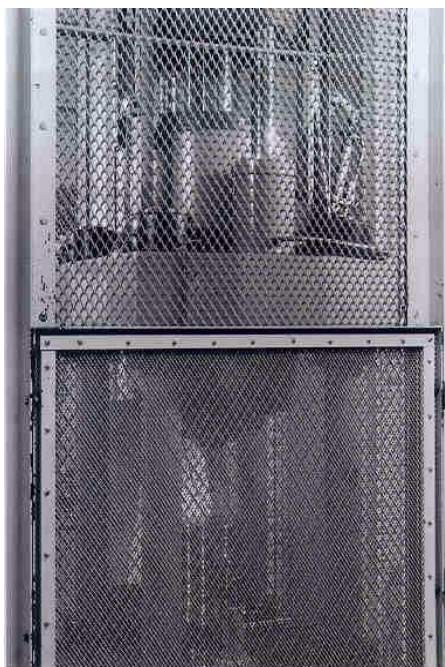


Figure 1 – Double maillage
(en haut gros maillage, en bas petit maillage côté extérieur)

Les barrières de protection constituées par des rideaux métalliques flexibles sont d'utilisation pratique, leur maillage permet une observation directe et il est possible, moyennant certaines précautions, de pratiquer des ouvertures dans celui-ci afin de pouvoir sortir de la protection

des poignées de robinets, des faisceaux de lumière, comme le montre la figure 2 (le diamètre de l'ouverture est d'environ 50 mm et le diamètre des flasques est de 120 mm).



Figure 2 – Ouverture dans le rideau

On fixe une plaque métallique, de chaque côté du grillage, par des boulons ; la partie de grillage se trouvant au milieu n'est retirée qu'ensuite. De cette manière, le grillage n'est nullement détendu et peut ainsi continuer à être efficace en cas de rupture.

4 – 2. Autres Protections

Bien que les manomètres actuellement disponibles sur le marché soient protégés sur la face avant (ce qui n'est pas le cas pour la plupart des manomètres se trouvant dans les laboratoires), il est conseillé de les protéger notamment au niveau de l'aiguille qui risque de se transformer en projectile lorsque ceux-ci éclatent. Pour cela, on utilise du polycarbonate (lexan, makrolon, tuffak) ; ce type de matériau est transparent, incassable, auto-extinguible ; sa résistance à la température va de -100°C à $+130^{\circ}\text{C}$; il résiste aux U.V, n'a pas de vieillissement et est un excellent isolant électrique

On devra également libérer les événements situés à l'arrière.

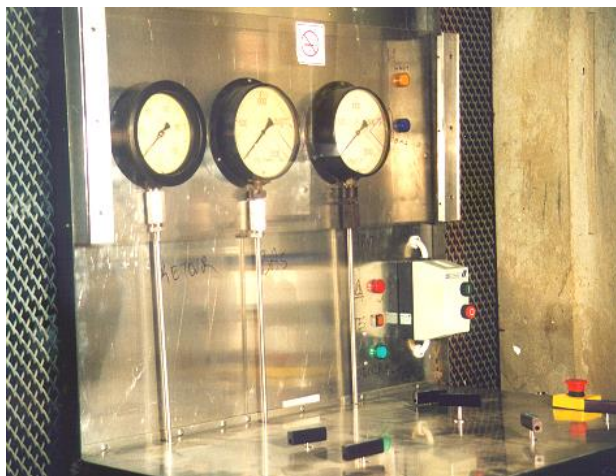


Figure 3 – Les installations sous pression

4 – 3. Les installations

Elles sont alimentées en gaz ou en liquide et comprennent divers composants, de manière à garantir la sécurité des personnes et du matériel. Elles se composent en général d'un minimum de quatre éléments, l'alimentation de l'installation (bouteilles), le compresseur, les flexibles (tubes), et les organes de sécurité (soupapes, disques de rupture).

Les bouteilles doivent être utilisées avec précaution et doivent notamment être attachées pour ne pas chuter ni être soumises à une température supérieure à 50°C.

Les raccords de sortie sont généralement à visser; ils sont spécifiques à une famille de gaz ou de mélange, donc ne jamais utiliser de raccord intermédiaire.

L'Air Liquide a édité une fiche technique qui répertorie les différents types de raccords correspondant à chaque famille de gaz :

- Type B / Air industriel
(Ø 30 mm, pas 1,75 SI (raccord mâle à droite))
- Type C / Azote, Argon, CO₂, Gaz rares et les mélanges
(Ø 21,7 mm, pas 1,814 SI (raccord mâle à droite))
- Type E / Gaz combustible sauf Acétylène, Tétrène et GPL
(Ø 21,7 mm, pas 1,814 SI (raccord mâle à gauche))
- Type F / Oxygène
(Ø 22,91 mm, pas 1,814 SI (raccord femelle à droite))
- Type G / Protoxal
(Ø 26 mm, pas 1,5 SI (raccord femelle à droite))
- Type H / Acétylène dissous et Tétrène

(Ø 22,91 mm, pas 1,814 (raccord femelle à gauche)

- Type GPL / Butane, Propane commercial

(Ø 21,7 mm, pas 1,814 whitworth (raccord mâle à gauche)

(différent du raccord type E et non adapté à la haute pression)

Le démontage d'un raccord doit être facile. Toute résistance doit éveiller l'attention car elle peut signifier que l'installation est encore sous pression, et dans ce cas la manoeuvre du raccord présente des risques, il ne faut jamais essayer de serrer ou de desserrer un raccord ou un tuyau sous pression.

Les flexibles sont destinés au transfert des gaz sous pression; quelle que soit la valeur de la pression, les flexibles peuvent devenir dangereux si ceux-ci sont mal utilisés. Par exemple, un tube en acier inoxydable de nuance 316 L supporte en utilisation normale :

62,8 MPa pour Ø 6 x 1 mm d'épaisseur

28,5 MPa pour Ø 12 x 1 mm d'épaisseur

On peut donc retenir qu'à épaisseur égale, la pression d'utilisation doit diminuer de moitié lorsque le diamètre double. Leurs extrémités doivent être chaînées à un point fixe, par exemple, passer un des maillons de la chaîne avant de mettre la vis de serrage et de visser la bague. Il est également fortement déconseillé de mettre « en forme » des tuyaux haute pression dans un étau et également de les chauffer. On cintrera les tuyaux en respectant un rayon minimum de courbure (exemple: pour un tuyau de diamètre extérieur 6,35 mm, le rayon minimum devra être de 30mm).

Les organes de sécurité sont faits pour protéger les installations des excès de pression, ce sont, soit des soupapes, soit des disques de rupture ; dans les deux cas, il s'agit d'une libération brutale de la pression et il faut donc éviter de les monter à hauteur du visage.

Pour ce qui est des disques de rupture, il faut toujours se souvenir qu'ils risquent d'éclater à plus ou moins 10% de la valeur indiquée sur chacun d'eux.

4 – 4. Choix des vannes

Pour ce qui est des vannes ou des robinets, il faut toujours les choisir en fonction de la pression de service en ayant soin de prendre une marge de sécurité (10% au-dessus de la pression de service).

Il faut également faire attention au sens de montage, en veillant à mettre toujours la pression sous le pointeau (Figure 4):

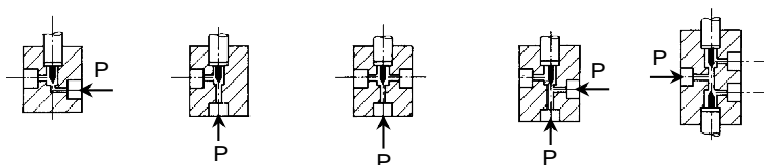


Figure 4 – Sens de montage

Tous les robinets et les raccords disposent de trous de fuites, absolument indispensables pour permettre l'échappement du fluide qui risquerait de s'accumuler en cas de problème d'étanchéité.

5 – Conclusion

En matière de sécurité, il est conseillé de toujours établir une *check-list* des opérations à effectuer chronologiquement lorsque l'on utilise du matériel haute pression

Il ne faut jamais oublier que la pression est dangereuse à utiliser et doit être manipulée par des personnes compétentes, spécialisées et connaissant parfaitement le fonctionnement des appareils de pression. Pour ce faire, il est indispensable de bien former les personnes chargées de concevoir et de réaliser les installations haute pression sans négliger l'entretien et la vérification régulière de tous les postes.

Adresses

Ets Gantois : 15, av. F. de Pressensé - 93210 La Plaine St Denis

Air Liquide : Parc G. Eiffel - 93593 Le Blanc Mesnil Cedex

TOP-Industrie S.A : 80, rue H.Marinoni - 77013 Vaux le Pénil Cedex

Bibliographie

Livret de l'ACMO, CNRS, Mai 1995, session 2, R9-1 à R9-6

Air Liquide, *fiche technique matériel*, n° FT 1013, p. 17.

Les Cahiers de Prévention, « Equipements sous pression », CNRS, déc. 2002, 1^{ère} édition.

Les mélanges explosifs, INRS, 1980, p.130.

| | Pa | MPa | bar | kg/cm ² | atm. | mm Hg | inch Hg | psi |
|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 Pa= | 1 | 1.10 ⁻⁶ | 1.10 ⁻⁵ | 1,02.10 ⁻⁵ | 9,869.10 ⁻⁶ | 7,5.10 ⁻³ | 2,953.10 ⁻⁴ | 1,450.10 ⁻⁴ |
| 1 MPa= | 1,10 ⁶ | 1 | 10 | 1,0197 | 9,869 | 7500 | 295,3 | 145,036 |
| 1 bar= | 1,10 ⁵ | 1.10 ⁻¹ | 1 | 1,019.10 ⁻¹ | 9,869.10 ⁻¹ | 750,06 | 29,53 | 14,504 |
| 1 kg/cm ² = | 9,806.10 ⁴ | 9,806.10 ⁻² | 9,806.10 ⁻¹ | 1 | 9,678.10 ⁻¹ | 735,56 | 28,95 | 14,222 |
| 1 atm.= | 1,0132.10 ⁵ | 1,0132.10 ⁻¹ | 1,0132 | 1,0332 | 1 | 760 | 29,919 | 14,695 |
| 1 mm Hg= | 133,32 | 1,333.10 ⁻⁴ | 1,133.10 ⁻³ | 1,359.10 ⁻³ | 1,315.10 ⁻³ | 1 | 3,937.10 ⁻² | 1,933.10 ⁻² |
| 1 inch Hg= | 3386,4 | 3,386.10 ⁻³ | 3,386.10 ⁻² | 3,453.10 ⁻² | 3,342.10 ⁻² | 25,4 | 1 | 4,91.10 ⁻¹ |
| 1 psi= | 6894,8 | 6,895.10 ⁻³ | 6,895.10 ⁻² | 7,031.10 ⁻² | 6,804.10 ⁻² | 51,716 | 2,036 | 1 |

TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE DIVERSES UNITES DE PRESSION

NOTA : 1hpz (hecto pièze) = 1 bar/1 Torr = 1,33 mbar = 1 mm Hg

Pression absolue : elle est référencée au vide absolu,
c'est le cas de la pression atmosphérique

Pression relative : elle est référencée à la pression environnante

(Document TOP-Industrie)