

NORME INTERNATIONALE

ISO 14692-3

Deuxième édition
2017-08

Industries du pétrole et du gaz naturel — Canalisations en plastique renforcé de verre (PRV) —

Partie 3: Conception des systèmes

*Petroleum and natural gas industries — Glass-reinforced plastics (GRP) piping —
Part 3: System design*

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



Numéro de référence
ISO 14692-3:2017(F)

© ISO 2017

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	3
4 Exigences relatives à l'agencement	3
4.1 Généralités	3
4.2 Exigences en matière d'espace	4
4.3 Supports du système	4
4.3.1 Généralités	4
4.3.2 Surface de contact entre le support et le tube	5
4.4 Isolement et accès pour le nettoyage	5
4.5 Vulnérabilité	5
4.5.1 Charges ponctuelles	5
4.5.2 Surcharge	6
4.5.3 Excitation dynamique et interaction avec les canalisations et les équipements adjacents	6
4.5.4 Exposition à la lumière et aux rayonnements ultraviolets	6
4.5.5 Basses températures et exigences en matière d'isolation	6
4.6 Incendies et explosions	7
5 Conception hydraulique	7
5.1 Généralités	7
5.2 Caractéristiques d'écoulement	7
5.3 Limitations de vitesse générales	8
5.4 Érosion	8
5.4.1 Généralités	8
5.4.2 Teneur en particules	8
5.4.3 Configuration des canalisations	8
5.4.4 Cavitation	9
5.5 Coups de bélier	9
6 Génération d'enveloppes de conception	10
6.1 Coefficients partiels	10
6.1.1 Durée de vie de conception	10
6.1.2 Dégradation chimique	10
6.1.3 Fatigue et charges cycliques	10
6.2 Coefficient partiel, f_2	11
6.3 Combinaisons des coefficients partiels	12
6.4 Enveloppe de conception	12
7 Analyse des contraintes	14
7.1 Méthodes d'analyse	14
7.2 Logiciel d'analyse des contraintes de tubes	15
7.3 Exigences applicables aux analyses	15
7.4 Facteurs de flexibilité	15
7.5 Facteurs d'intensification des contraintes	15
7.6 Modélisation des raccords	16
7.7 Déformations admissibles	16
7.7.1 Déformation verticale dans les systèmes de canalisations en surface	16
7.7.2 Déformation verticale dans les systèmes de canalisations enterrées	16
7.8 Contraintes admissibles	17
7.9 Pression externe	21
7.10 Charge de compression axiale (flambage)	22
7.10.1 Flambage de virole	22

7.10.2	Flambage d'Euler.....	22
7.10.3	Pression de flambage — canalisations enterrées.....	23
7.10.4	Pression de flambage vers le haut.....	25
7.11	Expansion volumétrique longitudinale.....	25
8	Autres aspects de conception.....	25
8.1	Incendie.....	25
8.1.1	Généralités.....	25
8.1.2	Endurance au feu.....	26
8.1.3	Réaction au feu.....	27
8.1.4	Revêtements ignifuges.....	27
8.2	Électricité statique.....	27
9	Documentation installateur et exploitant.....	28
Annexe A (normative)	Coefficient de réduction cyclique — A_3.....	30
Annexe B (normative)	Facteurs de flexibilité et facteurs d'intensification des contraintes.....	32
Bibliographie		41

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: <http://www.iso.org/iso/fr/foreword.html>.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 14692-3:2002), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle inclut également le Rectificatif technique ISO 14692-3:2002/Cor 1:2005.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*, sous-comité SC 6, *Systèmes et équipements de traitement*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 14692 se trouve sur le site web de l'ISO.

Introduction

Le présent document vise à garantir que les systèmes de canalisations, lorsqu'ils sont conçus en utilisant les composants qualifiés dans l'ISO 14692-2, satisfont aux exigences de performance spécifiées. Ces systèmes de canalisations sont conçus pour être utilisés pour les applications des services procédé et énergie dans les industries du pétrole et du gaz naturel. Les principaux utilisateurs du présent document seront le donneur d'ordre, les maîtres d'œuvre de la conception, les fournisseurs chargés de la conception en sous-traitance, les organismes de certification et les agences gouvernementales.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Industries du pétrole et du gaz naturel — Canalisations en plastique renforcé de verre (PRV) —

Partie 3: Conception des systèmes

1 Domaine d'application

Le présent document donne des lignes directrices pour la conception des systèmes de tuyauteries en PRV. Les exigences et recommandations s'appliquent aux dimensions d'implantation, à la conception hydraulique, à la conception de la structure, aux détails, à l'endurance au feu, à la propagation du feu et aux émissions et au contrôle des décharges électrostatiques.

Le présent document est destiné à être lu de pair avec l'ISO 14692-1.

Des préconisations concernant l'utilisation du présent document sont données à la [Figure 1](#) qui présente un logigramme plus détaillé des étapes 5 et 6 de l'ISO 14692-1:2017, Figure 1.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

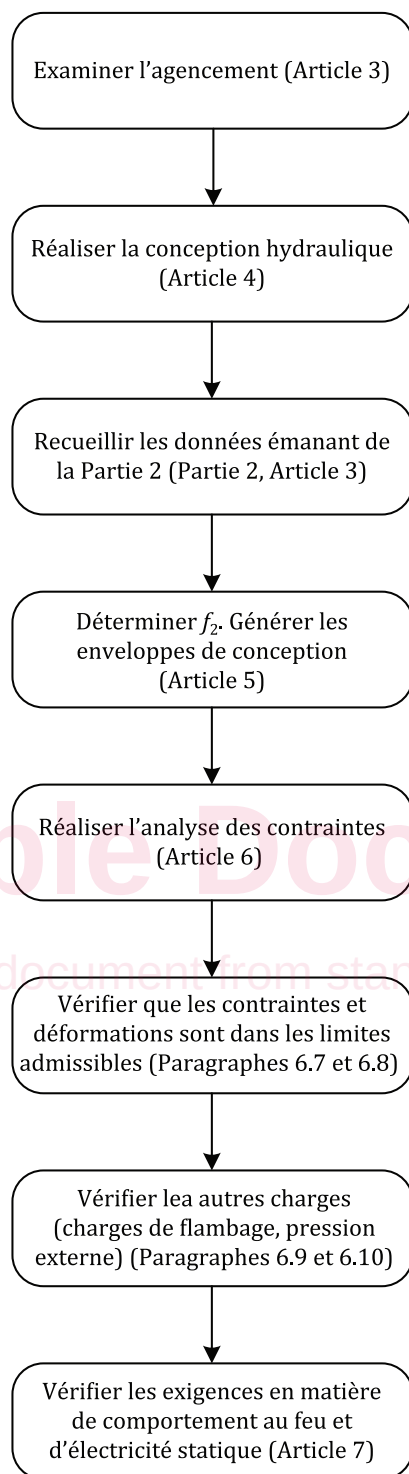


Figure 1 — Préconisations pour l'utilisation du présent document

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 14692-1:2017, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Canalisations en plastique renforcé de verre (PRV) — Partie 1: Vocabulaire, symboles, applications et matériaux*

ISO 14692-2:2017, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Canalisations en plastique renforcé de verre (PRV) — Partie 2: Qualification et fabrication*

ASTM D2992, *Standard Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for Fiberglass (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings*

ASTM D2412, *Standard Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading*

AWWA Manual M45, *Fiberglass pipe design*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, symboles et abréviations donnés dans l'ISO 14692-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>;
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>.

4 Exigences relatives à l'agencement

4.1 Généralités

Les produits en PRV sont spécifiques, et le choix des dimensions des composants, des raccords et des types de matières peut être limité en fonction du fournisseur. Il convient d'identifier les fabricants potentiels dès le début de la conception afin de déterminer les éventuelles limitations de disponibilité de composants. Il convient également que le niveau de soutien en matière d'ingénierie pouvant être assuré par le fournisseur constitue un élément clé lors du choix des fabricants.

Dans la mesure du possible, il convient que les systèmes de canalisations privilégient l'utilisation de manchettes de raccordement préfabriquées afin de réduire le plus possible la charge de travail sur le site. Il convient de définir les dimensions globales des manchettes en tenant compte des points suivants:

limitations relatives au transport sur le site et aux équipements de manutention;

- limitations relatives à l'installation et au montage;
- limitations dues à la nécessité de permettre une tolérance du raccord pour l'installation (exigences de «coupe à la demande»).

Le concepteur doit évaluer des exigences relatives à l'agencement des systèmes par rapport aux propriétés des systèmes de canalisations spéciaux fournis par les fabricants, notamment:

- a) exigences relatives à la dilatation thermique axiale;
- b) exigences relatives à la résistance aux rayonnements ultraviolets et aux intempéries;
- c) dimensions des composants;
- d) exigences relatives au système d'assemblage;
- e) exigences relatives au soutien;
- f) mesures d'isolement pour la maintenance;

- g) raccords entre les modules et les ponts;
- h) flexion pendant le levage des modules;
- i) facilité de réparations et de raccords ultérieurs éventuels;
- j) vulnérabilité au risque de détérioration lors de l'installation et du service;
- k) tenue au feu;
- l) contrôle des charges électrostatiques.

L'essai hydrostatique constitue le moyen le plus fiable d'évaluer l'intégrité du système. Dans la mesure du possible, il convient que le système soit conçu pour permettre des essais de pression sur des parties limitées du système dès que ces parties sont installées. Cette mesure est destinée à éviter un essai de pression final tardif dans les travaux de construction d'un grand système de tuyauteries en PRV, lorsque les problèmes découverts tardivement risqueraient d'avoir un impact négatif sur le calendrier du projet global.

4.2 Exigences en matière d'espace

Le concepteur doit tenir compte de l'enveloppe plus grande en matière d'espace de certains composants en PRV par rapport à l'acier. Certains raccords en PRV ont généralement des longueurs utiles plus importantes et sont proportionnellement plus encombrants que les composants métalliques équivalents et peuvent être difficiles à héberger dans des espaces confinés. Le cas échéant, le problème peut être réduit en fabriquant la tuyauterie ou la canalisation en tant que manchette de raccordement intégrée en usine plutôt que de l'assembler à partir des différents raccords de canalisation.

En cas d'espace limité, il convient d'envisager de concevoir le système afin d'optimiser les attributs des composants en PRV et des composants métalliques.

4.3 Supports du système

4.3.1 Généralités

Les systèmes de tuyauteries en PRV peuvent être supportés selon les mêmes principes que les systèmes de canalisations métalliques. Cependant, en raison de la nature spéciale des systèmes de canalisations, des supports de dimensions normalisées ne correspondront pas nécessairement aux diamètres externes de tube.

Les exigences et les recommandations suivantes s'appliquent à l'utilisation des supports.

- a) Les supports doivent être espacés de manière à éviter les affaissements (déformation excessive au fil du temps) et/ou les vibrations excessives pendant la durée de vie de conception du système de canalisations.
- b) Dans tous les cas, il est impératif de se conformer aux lignes directrices du fabricant pour la conception des supports.
- c) En cas de tronçons longs, il est possible d'utiliser le bas module d'élasticité de la matière pour s'adapter à la dilatation axiale et éliminer la nécessité de joints de dilatation, si le système est correctement ancré et guidé. d) Dans ce cas, le concepteur doit reconnaître que la dilatation axiale due à la pression interne est à présent limitée et que les charges de l'effort correspondantes sont partiellement transférées aux ancrages.
- d) Les vannes ou autres équipements connexes lourds doivent être supportés de manière adéquate et, si nécessaire, indépendamment. Lors de l'évaluation du poids de la vanne, le couple d'actionnement de la vanne doit également être pris en considération.

NOTE Certaines vannes sont équipées de mécanismes de commande lourds situés loin de l'axe du tube et peuvent entraîner des flexions importantes et des charges de torsion.

- e) Une tuyauterie en PRV ne doit pas être utilisée pour supporter une autre canalisation, sauf en cas d'accord avec le donneur d'ordre.
- f) Les tuyauteries en PRV doivent être correctement supportées pour s'assurer que le raccordement de flexibles au niveau des stations auxiliaires ou de chargement, par exemple, n'entraîne pas une traction de la tuyauterie susceptible de surcharger la matière.

Les supports de tubes peuvent être classés en deux catégories: ceux qui permettent le mouvement et ceux qui ancrent le tube.

4.3.2 Surface de contact entre le support et le tube

Les exigences et les recommandations suivantes s'appliquent au support de tuyauteries en PRV.

- a) Dans tous les cas, les supports doivent avoir une longueur suffisante pour supporter la canalisation sans l'endommager et être recouverts d'un élastomère ou de toute autre matière souple appropriée.
- b) Les charges ponctuelles doivent être évitées. Cela peut être accompli en utilisant des supports conçus pour être en contact au moins sur 60° avec le tube.
- c) Les efforts de serrage ne doivent pas entraîner d'écrasement du tube au niveau de leur application. Un mauvais ajustage peut entraîner un écrasement local et un serrage excessif un écrasement total.
- d) Il convient de placer les supports de préférence sur des sections de tube lisses plutôt qu'au niveau des raccords ou des assemblages. La seule exception en la matière concerne l'utilisation d'un support type «jambe factice» directement sur un coude ou un té (ou une partie de tube).

Les conditions de support des tuyauteries en PRV ignifugées doivent être prises en compte. Les supports placés sur l'extérieur du revêtement ignifuge peuvent induire des charges transmises de manière irrégulière sur celui-ci, ce qui pourrait entraîner des détériorations par cisaillement ou écrasement et par conséquent, la perte d'intégrité du support. Les supports en contact direct avec des revêtements intumescents peuvent aussi altérer les performances du revêtement (c'est-à-dire empêcher la dilatation du revêtement exposé au feu). Pour parer à cela, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer des revêtements intumescents sur le support de tube lui-même afin de protéger le tube au niveau de la suspension ou du support de tube.

Les tubes installés sur des supports fixes qui permettent le mouvement du tube doivent être protégés contre l'abrasion à l'aide de selles, de matières élastomères ou de tôle.

Les supports d'ancrage doivent permettre de transférer les charges axiales requises au tube sans provoquer de surcharge sur la matière de la tuyauterie en PRV. Il convient d'installer des brides d'ancrage soit entre une rondelle de butée stratifiée sur la surface extérieure du tube, soit entre deux doubles selles à 180°, assemblées par collage sur la surface externe du tube. Les selles normalisées du fabricant sont recommandées et doivent être collées suivant des procédures normalisées.

4.4 Isolement et accès pour le nettoyage

Il convient que le concepteur prévoie l'isolement et un accès facile à des fins de maintenance, par exemple pour l'élimination des dépôts et des obstructions dans les drains. Il convient que l'assemblage à utiliser pour l'isolement ou l'accès soit représenté dès la conception et soit situé à un endroit où les brides peuvent dans la pratique être déconnectées, par exemple qu'il ne se trouve pas sur un tronçon de tube court entre deux ancrages.

4.5 Vulnérabilité

4.5.1 Charges ponctuelles

Les charges ponctuelles doivent être réduites au minimum et les tuyauteries en PRV doivent être localement renforcées si nécessaire.

4.5.2 Surcharge

Le concepteur doit tenir compte du risque de surcharge sur la tuyauterie en PRV pendant la pose et le service et de la nécessité d'une protection permanente contre les chocs.

Les sources de surcharge possible sont les suivantes:

- a) toute zone permettant de marcher sur la canalisation ou utilisée pour l'assistance au personnel;
- b) impact dû à la chute d'objets;
- c) toute zone où la canalisation peut être endommagée du fait de l'activité d'une grue voisine, par exemple flèches, charges, câbles, cordages ou chaînes;
- d) projections de soudure dues aux activités de soudage voisines ou en hauteur.

Il convient que les petits raccords tubulaires (par exemple, circuits d'instruments et de mise à l'air libre), risquant des détériorations par cisaillement, soient conçus avec des goussets de renfort afin de réduire la vulnérabilité. Il convient que la protection antichoc soit conçue, s'il y a lieu, afin de protéger la canalisation ainsi que tout revêtement ignifuge.

4.5.3 Excitation dynamique et interaction avec les canalisations et les équipements adjacents

Le concepteur doit tenir compte du mouvement relatif des raccords, qui peut entraîner une surcharge des tuyauteries en PRV. Le cas échéant, l'utilisation de raccords flexibles doit être prise en compte.

Il convient que le concepteur s'assure que les vibrations dues à la réponse dynamique différente du PRV (par rapport aux systèmes de canalisations en acier au carbone) ne provoquent pas l'usure des supports ou une contrainte excessive dans les embranchements. Il convient que le concepteur s'assure que la tuyauterie en PRV est correctement supportée afin de résister aux coups de bélier qui peuvent être provoqués par des impulsions transitoires de pression, par exemple fonctionnement des soupapes de sûreté, fermeture de vannes, etc. La Référence [8] fournit davantage de préconisations en la matière.

4.5.4 Exposition à la lumière et aux rayonnements ultraviolets

Si la tuyauterie en PRV est exposée au soleil, le concepteur doit tenir compte de la nécessité d'une éventuelle protection supplémentaire contre le rayonnement ultraviolet (UV) afin d'empêcher la dégradation de surface de la résine. Si le PRV est une matière translucide, il convient que le concepteur tienne compte de la nécessité d'une peinture extérieure afin d'empêcher le développement possible d'algues dans l'eau circulant à faible débit à l'intérieur du tube.

4.5.5 Basses températures et exigences en matière d'isolation

Le concepteur doit tenir compte des effets des basses températures sur les propriétés de la matière du tube, par exemple l'effet du gel et du dégel. Pour le transport de liquide, il convient que le concepteur accorde une attention particulière au point de congélation du liquide interne. Pour les conduites complètement remplies, la solidification du fluide interne peut engendrer une dilatation du volume du liquide, susceptible d'entraîner la fissuration ou la défaillance des tuyauteries en PRV. Pour le transport d'eau, l'expansion volumétrique pendant la solidification ou la congélation est plus que suffisante pour entraîner une défaillance des tuyauteries en PRV.

Il peut être nécessaire d'isoler le tube et/ou de l'équiper d'un chauffage de surface électrique afin d'empêcher le gel par temps froid ou de maintenir l'écoulement des fluides visqueux. Le concepteur doit tenir compte des points suivants:

- a) charge supplémentaire due à la masse et à l'augmentation de section transversale de l'isolant;
- b) vérification que le chauffage de surface électrique n'augmente pas la température du tube au-dessus de sa température nominale.

Il convient que câble chauffant soit enroulé en spirale sur les tuyauteries en PRV afin de répartir la chaleur uniformément sur la paroi du tube. La répartition de la chaleur peut être améliorée en enroulant tout d'abord une feuille d'aluminium autour du tube.

4.6 Incendies et explosions

Les effets d'un incendie (notamment explosion) sur les exigences d'agencement doivent être pris en compte. Les événements possibles à prendre en compte lors de la conception de l'agencement d'un système de tuyauteries en PRV destiné à fonctionner en cas d'incendie sont les suivants:

- a) surpression de souffle, forces de traînée et impacts de projectiles;
- b) ignifugation des assemblages et des supports;
- c) interface avec des appareils métalliques;
- d) formation de purgeurs de vapeur dans des canalisations contenant de l'eau stagnante, ce qui réduirait l'élimination de la chaleur par l'eau;
- e) jet enflammé;
- f) dégagement de chaleur et propagation du feu pour les canalisations situées dans des espaces occupés par du personnel, sur des voies d'évacuation ou dans des zones où la sécurité du personnel peut être menacée;
- g) dégagement de fumée, visibilité et toxicité pour les canalisations situées dans des espaces occupés par du personnel, sur des voies d'évacuation ou dans des zones où la sécurité du personnel peut être menacée.

Les pénétrations (paroi, cloison étanche, pont) ne doivent pas affaiblir la section qu'elles pénètrent. Les exigences principales consistent à empêcher le passage de fumées et de flammes, à maintenir l'intégrité structurelle et à limiter l'augmentation de la température du côté non exposé. Les pénétrations doivent donc être conformes aux mêmes exigences que celles applicables aux sections dangereuses concernées. Cela nécessite que la pénétration ait été soumise à essai d'incendie et approuvée pour l'utilisation avec le type spécifique de tuyauteries en PRV à l'étude.

5 Conception hydraulique

5.1 Généralités

Le but de la conception hydraulique est de s'assurer que les systèmes de tuyauteries en PRV sont capables de transporter le fluide spécifié au débit, à la pression et à la température spécifiés tout au long de leur durée de vie prévue. Le choix du diamètre nominal de tube dépend du diamètre interne requis pour atteindre le débit de fluide nécessaire compatible avec le fluide et les caractéristiques hydrauliques du système.

5.2 Caractéristiques d'écoulement

La vitesse du fluide, sa densité, la rugosité de la surface intérieure des tubes et des raccords, la longueur des tubes, le diamètre interne des tubes, ainsi que la résistance des vannes et des raccords doivent être pris en compte lors de l'estimation des pertes de pression. La surface lisse du PRV peut conduire à des pertes de pression plus faibles par rapport aux tubes métalliques. Inversement, la présence d'excédents d'adhésif saillants excessifs augmentera les pertes de pression.

5.3 Limitations de vitesse générales

Lors de la sélection du débit du système de tuyauteries en PRV, le concepteur doit prendre en compte les problèmes suivants, susceptibles de limiter les vitesses dans les systèmes de canalisations:

- a) pertes de pression inacceptables;
- b) prévention de la cavitation au niveau des pompes et des vannes;
- c) prévention des surcharges transitoires (coup de bélier);
- d) réduction de l'érosion;
- e) réduction du bruit;
- f) réduction de l'usure de composants tels que les vannes;
- g) diamètre et géométrie des tubes (charge d'inertie).

Pour les installations classiques en PRV, la vitesse linéaire moyenne pour le transport continu des liquides se situe entre 1 m/s et 5 m/s avec des excursions intermittentes jusqu'à 10 m/s. Pour le gaz, la vitesse linéaire moyenne pour le transport continu se situe entre 1 m/s et 10 m/s avec des excursions intermittentes jusqu'à 20 m/s. Des vitesses supérieures sont acceptables si des facteurs de limitation des vitesses sont éliminés ou contrôlés, par exemple circuits de mise à l'air libre qui déchargent dans l'atmosphère.

5.4 Érosion

5.4.1 Généralités

Les facteurs suivants influencent la sensibilité des tuyauteries en PRV aux dommages dus à l'érosion:

- a) vitesse du fluide;
- b) configuration des canalisations;
- c) taille, masse volumique et forme des particules;
- d) rapport particules/fluide;
- e) début de cavitation.

Le concepteur doit se renseigner auprès du fabricant et envisager de réduire la vitesse en cas de doutes sur les performances en matière d'érosion.

5.4.2 Teneur en particules

Les propriétés d'érosion du PRV sont sensibles à la teneur en particules. Le concepteur doit prendre en compte la teneur en particules probable du fluide et réduire la vitesse moyenne maximale en conséquence. Pour le PRV, les pires dommages dus à l'érosion se produisent généralement à un angle de collision de particules compris entre 45° et 90°, c'est-à-dire au niveau des coudes et des tés. Aux angles de collision faibles (<15°), c'est-à-dire au niveau des sections relativement droites, les dommages dus à l'érosion sont minimes. Des informations supplémentaires relatives à l'érosion figurent dans le document DNV RP 0501.

5.4.3 Configuration des canalisations

La présence de générateurs de turbulences peut avoir une influence significative sur la vitesse d'érosion des tuyauteries en PRV, selon la vitesse du fluide et la teneur en particules. Le concepteur doit tenir compte du degré de turbulences et du risque d'érosion possible lors du choix de la configuration des

canalisations. Afin de réduire le plus possible les dommages potentiels dus à l'érosion sur les systèmes de tuyauteries en PRV, les événements suivants doivent être évités:

- a) changements soudains du sens d'écoulement;
- b) restrictions locales d'écoulement ou déclencheurs de turbulences d'écoulement, par exemple adhésif excessif (excédents d'adhésif) sur l'intérieur des raccords par collage.

5.4.4 Cavitation

Les tuyauteries en PRV sont susceptibles de se détériorer rapidement par cavitation. Les conditions de cavitation sont créées dans les systèmes de canalisations plus facilement que dans d'autres cas et la tendance générale à concevoir des systèmes pour des vitesses élevées aggrave davantage la situation. Les emplacements potentiels de cavitation comprennent les angles au niveau des coudes à onglets, des tés et des réductions, des brides où le joint a été installé de manière excentrique et des assemblages comportant un excès d'adhésif.

Le concepteur doit utiliser des méthodes normalisées pour prévoir le début de cavitation aux endroits probables, par exemple des vannes de commande, et appliquer les techniques nécessaires pour s'assurer que la cavitation ne peut pas se produire en fonctionnement normal.

5.5 Coups de bélier

La sensibilité des tuyauteries en PRV aux transitoires de pression et aux forces déséquilibrées provoquées par les coups de bélier dépend de l'importance de la pression et de la fréquence d'apparition. Une analyse complète des transitoires hydrauliques doit être effectuée, si des transitoires de pression sont prévisibles, afin de déterminer si les tuyauteries en PRV sont sensibles aux coups de bélier. L'analyse doit couvrir toutes les conditions de fonctionnement anticipées, notamment l'amorçage, les vannes actionnées, les essais de pompe, les flexibles de lavage, etc.

En cas de risque important de coup de bélier, le concepteur doit utiliser des techniques normalisées pour s'assurer que les transitoires de pression ne dépassent pas la pression d'essai hydrostatique.

Une cause habituelle de coup de bélier est la fermeture rapide des vannes. Plus la conduite ou la section de canalisation est longue et plus la vitesse du liquide est élevée, plus la charge de choc sera importante. La charge de choc induit généralement une oscillation dans le système de canalisations. Étant donné que les tuyauteries en PRV ont un module d'élasticité axial inférieur à celui des tubes en acier équivalents, les oscillations longitudinales sont généralement plus significatives.

Une analyse des transitoires hydrauliques peut identifier l'éventuelle nécessité de casse-vides afin d'éviter des conditions de dépression et la formation de cavité de vapeur. Des casse-vides (également appelés soupapes casse-vides) correctement sélectionnés et dimensionnés peuvent empêcher la séparation de colonne d'eau et réduire les effets de coups de bélier. Les dimensions et les emplacements des casse-vides sont décisifs. L'air doit pénétrer rapidement pour être efficace et doit être quantifié de sorte à prendre en compte l'éventuelle pression substantielle due à la compression de l'air pendant une nouvelle transitoire. L'élimination de l'air est souvent réalisée à l'aide d'une soupape combinant les fonctions évacuation d'air et de casse-vides.