



Utilisation des raccords instrumentations en acier inoxydable 316 sur tube 6 Mo

Livre blanc



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

Introduction

Solutions pour une connexion sécurisée des tubes instrumentations en environnement corrosif



Graham Johnson

Graham, Responsable Produits chez Parker, possède plus de 30 ans d'expérience sur le marché des process d'instrumentation.

De plus en plus souvent, les applications de process instrumentations sont exploitées dans des environnements toujours plus hostiles. Ainsi, l'ampleur de la corrosion externe signalée sur les installations équipées de tubes en acier inoxydable 316 a augmenté proportionnellement.

La plupart des enquêtes menées jusqu'à présent se concentrent sur la corrosion par piqûres et la corrosion caverneuse des tubes 316 situés près des colliers de support, ou sur la contamination de la surface extérieure des tubes, notamment les projections de soudure.

Suite à ces enquêtes, de nombreux utilisateurs finaux remplacent maintenant les tubes 316 par des 6Mo dans leurs environnements

offshore corrosifs, afin de prolonger la durée de vie de leurs équipements et de renforcer la sécurité.

À l'heure actuelle, un grand nombre d'ingénieurs posent la question suivante : "Si je remplace mes tubes 316 par des 6Mo, car ils présentent des problèmes de corrosion, quel matériau dois-je utiliser pour les vannes et les raccords de tubes ?".

L'objectif de ce livre blanc est d'aider les utilisateurs à choisir de manière judicieuse le matériau adapté à leur application particulière.

Choix des matériaux

De nombreux facteurs doivent être pris en compte lors du choix du matériau adapté à une application spécifique. Pour aider les utilisateurs à prendre une décision éclairée, nous avons présenté quelques matériaux à l'annexe 1 et les instructions à suivre à l'annexe 3.

Coût

Pour chaque projet, les répercussions sur les coûts sont un facteur déterminant à prendre en considération. Comment calculer ces coûts ? Pour en savoir plus sur les éléments qui vous aideront dans votre prise de décision, consultez l'annexe 6.

Corrosion

Un grand nombre d'utilisateurs finaux remplacent l'acier inoxydable 316 par le matériau 6Mo dans leurs applications de tubes petit diamètre pour lutter contre les problèmes de corrosion qu'ils rencontrent. Le plus souvent, ce remplacement est dû au fait que les installations existantes présentent les types de corrosion expliqués à l'annexe 4.

Une fois que l'acier inoxydable 316 a été remplacé par le matériau 6Mo, il est également important de s'assurer que TOUS les matériaux de l'application respectent les exigences de résistance à la corrosion. Les principales méthodes de cette vérification sont décrites à l'annexe 5.

Sécurité

Lors de la sélection du matériau le plus adapté, les facteurs de décision les plus importants sont la sécurité du personnel et l'intégrité du site et des équipements. C'est pourquoi, lorsqu'il est question de concilier les coûts et la sécurité, un examen minutieux s'impose. Pour obtenir des conseils, consultez l'annexe 6.

Décision

Si, après avoir examiné tous les points ci-dessus, l'utilisateur final décide de combiner les tubes 6Mo avec les raccords en acier inoxydable 316, Parker peut affirmer que les raccords A-LOK® et CPI™ offrent d'excellentes performances mécaniques avec les tubes 6Mo, tel que décrit à l'annexe 2.

Tous les points susmentionnés sont expliqués en détail plus loin.

Constatation

Utilisation des raccords A-LOK® et CPI™ en acier inoxydable 316 sur des tubes 6Mo

En tant qu'expert mondial dans ce domaine, Parker a souvent été convié à apporter des solutions satisfaisantes à ce problème ou à faire des commentaires à ce sujet.

L'une de ces solutions, qui reste de loin la plus satisfaisante à tous points de vue (coût de cycle de vie le plus faible, performances les plus élevées et risque le plus faible), consiste à spécifier les raccords et les tubes 6Mo comme condition minimale.

En tant que premier fournisseur de cette solution dans l'ensemble du secteur, Parker s'engage à garantir sans exception que le montage des raccords A-LOK® et CPI™ sur les tubes 6Mo dans les applications dans lesquelles ce matériau a été reconnu comme le plus adapté, à condition que ce montage ait été fait par un personnel qualifié et conformément, en tous points, aux instructions et directives de Parker.

Dans les cas où les tubes 6Mo ont été choisis comme solution la plus appropriée à la corrosion, Parker conseille vivement que tous les raccords et vannes utilisés soient fabriqués en 6Mo (voir annexe 1 – Facteurs à prendre en compte lors du choix des matériaux).

Parallèlement, Parker reconnaît le défi qui se pose à tous les utilisateurs, propriétaires et opérateurs : prendre conscience de la valeur et obtenir plus en utilisant moins de ressources.

Dans cette perspective, nous avons attentivement examiné et testé l'utilisation de nos raccords en acier inoxydable 316 avec les tubes 6Mo spécifiés par Parker. Conséquence directe de plus de 50 ans de développement continu, de nos technologies de fabrication de pointe, des spécifications d'experts et de l'utilisation de matériaux en combinaison avec notre traitement

de surface unique Suparcase™ appliquée aux bagues, nous pouvons confirmer des performances mécaniques satisfaisantes. Ces résultats sont principalement dus à un excellent sertissage de la bague sur le tube ainsi qu'une étanchéité au gaz de nos raccords en acier inoxydable 316 fixés sur les tubes 6Mo (voir annexe 2 – Guide de sélection des tubes lorsqu'il s'agit de combiner les raccords 316 avec les tubes 6Mo).

Cette confirmation repose sur nos paramètres et instructions de montage tels que publiés. Bien évidemment, ces tests et cette affirmation ne peuvent pas tenir compte de la compatibilité des matériaux (ce facteur étant important pour la sélection par l'utilisateur ou un concepteur de systèmes), ni reproduire ou fournir une validation pour une application donnée (voir annexe 3 – Choix des matériaux et annexe 4 – Exemples de corrosion).

Nos tests ont été effectués simplement pour appuyer un recours possible à cette combinaison de produits en fonction d'un ensemble spécifique de pressions et de températures nominales publiées obtenues en laboratoire.

Les résultats de ces tests, reportés dans le tableau ci-joint, qui répertorie les combinaisons de raccords et de tubes, ne doivent pas être considérés comme valables en dehors de ces valeurs nominales ou conditions susmentionnées. Parker s'engage à garantir les performances mécaniques de ces combinaisons dans les conditions définies lorsqu'il est question de les utiliser avec des tubes conformes aux spécifications Parker, dans le cadre de la présente déclaration et à condition que le montage soit correctement effectué par un personnel qualifié. Aucune autre garantie n'est accordée, qu'elle soit expresse ou tacite.

Le matériau finalement choisi doit être soumis à des tests rigoureux de performances afin de s'assurer que les exigences mécaniques et de corrosion sont respectées (voir annexe 5 – Tests de corrosion – Comment garantir les matériaux les plus performants).

Enfin, et c'est le point le plus important, il convient de s'assurer que le niveau le plus élevé en matière de sécurité et d'intégrité est appliqué à tous les sites et équipements afin de protéger le personnel et l'environnement (voir l'annexe 6 – Sécurité et intégrité).

De toute évidence, tous les projets doivent tenir compte des coûts initiaux d'acquisition et les comparer aux coûts de possession à long terme (voir annexe 7 – Coût de possession).

Le concepteur de systèmes ou l'utilisateur est tenu de s'assurer que le matériau et les produits choisis sont adaptés à l'application prévue.

Pour obtenir d'autres informations et instructions utiles, lisez impérativement les annexes suivantes :

- **Annexe 1 – Facteurs à prendre en compte lors du choix des matériaux**
- **Annexe 2 – Guide de sélection des tubes lorsqu'il s'agit de combiner les raccords 316 avec les tubes 6Mo**
- **Annexe 3 – Choix des matériaux**
- **Annexe 4 – Exemples de corrosion**
- **Annexe 5 – Tests de corrosion – Comment garantir les matériaux les plus performants**
- **Annexe 6 – Sécurité et intégrité**
- **Annexe 7 – Coût de possession**

Annexe 1

Facteurs à prendre en compte lors du choix des matériaux

- la nature critique du système ;
- le fluide contenu dans le système (y compris la pression et la température) ;
- les effets de l'environnement (notamment la température) ;
- les expériences historiques ;
- les conseils des experts ;
- le taux de corrosion ;
- la fréquence des remplacements planifiés des composants;
- le coût du produit ;
- les coûts de montage ;
- les coûts de temps d'arrêt machine lors du remplacement du produit (par exemple, la perte de production) ;
- les coûts d'inventaire ;
- la qualité du produit ;
- les normes de la société ;
- et évidemment, LA SÉCURITÉ ET L'INTÉGRITÉ du système.

Annexe 2

Guide de sélection des tubes lorsqu'il s'agit de combiner des raccords 316 avec des tubes 6Mo

Ces pressions ont été calculées conformément aux normes ANSI B31.1 et B31.3 avec un facteur de sécurité 4:1 appliquée à la contrainte admissible du matériau. D'autres fabricants peuvent utiliser des méthodes alternatives pour déterminer les pressions nominales des tubes, par exemple en utilisant les données des tests réels, ce qui ne représente pas le pire scénario pour les propriétés mécaniques des matériaux.

Les combinaisons de tubes et de raccords détaillées ci-dessous et les pressions de travail nominales indiquées s'appuient sur des tests en laboratoire, afin de démontrer l'intégrité mécanique des combinaisons uniquement. Aucune garantie, qu'elle soit expresse ou tacite, n'est accordée en rapport avec l'adéquation d'une combinaison à une application particulière.

Raccords en acier inoxydable 316 montés sur les tubes 6Mo (système impérial)									
Diamètre extérieur du tube	Épaisseur de paroi des tubes								
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095	0,109	0,120
1/16	12 100	16 800							
1/8		8 600	10 900						
3/16		5 500	7 000	10 300					
1/4		4 000	5 100	7 500	10 300				
5/16			4 100	5 900	5 900				
3/8			3 300	4 800	6 600				
1/2			2 600	3 700	5 100	6 700			
5/8				3 000	4 000	5 200	6 100		
3/4				2 400	3 300	4 300	5 000	5 800	
7/8				2 100	2 800	3 600	4 200	4 900	
1					2 400	3 200	3 200	4 200	4 700

Pression de travail mesurée en PSIG

Raccords en acier inoxydable 316 montés sur des tubes 6Mo (système métrique)									
Diamètre extérieur du tube	Épaisseur de paroi des tubes								
	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,0
3	720								
6	330	430	520	680					
8		310	380	490					
10		240	300	380	470				
12		200	240	310	380				
16			190	240	300	370	430		
18			170	210	260	330	380		
20			150	190	230	290	330	380	
22			140	170	210	260	300	340	
25					180	230	260	300	320

Pression de travail mesurée en BAR .

	Aucune info./Non recommandé/Aucune solution		Recommandé pour tous les services - assemblage standard
	Non recommandé pour utilisation gaz		Recommandé pour tous les services - Utiliser l'outil de préassemblage Hyferset
	Recommandé pour tous les services - Utiliser l'outil de préassemblage Hyferset		

Spécifications des tubes Parker

Acier inoxydable super-austénitique, entièrement recuit et haute qualité conformément à la norme ASTM A269/A213 grade UNS S31254. La dureté recommandée est de 80 HRb. La dureté admissible maximale est de 90 HRb. Pour une dureté plus élevée, Parker conseille d'utiliser un outil de présassemblage ou un outil Hyerset.

Dans le cas où uniquement le matériau 6Mo a été choisi, Parker propose d'autres tableaux de sélection de tubes avec différentes pressions, notamment :

Raccords 6Mo montés sur les tubes 6Mo (système impérial)							
Diamètre extérieur du tube	Épaisseur de paroi des tubes						
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095
1/16							
1/8	7 100	10 500					
3/16		6 700	8 600				
1/4		4 900	6 300				
5/16			4 900				
3/8			4 000	5 800	8 000		
1/2			3 200	4 600	6 200		
5/8				3 600	4 900		
3/4				3 000	4 000	5 200	
7/8				2 500	3 400	4 400	
1					2 900	3 800	4 400

Pression de travail mesurée en PSIG

Raccords 6Mo montés sur des tubes 6Mo (système métrique)								
Diamètre extérieur du tube	Épaisseur de paroi des tubes							
	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5
3	550							
6	410	520						
8		380	470					
10		300	370	470				
12		250	300	380	470			
14			270	340	420			
15			250	320	390			
16			230	300	360			
18			210	260	320	360		
20			180	230	290	320		
22				210	260	290	320	
25					220	250	280	320

Pression de travail mesurée en BAR .



Aucune info./Non recommandé/Aucune solution

Non recommandé pour utilisation gaz

Recommandé pour tous les services - Utiliser l'outil de présassemblage Hyerset



Recommandé pour tous les services - assemblage standard

Recommandé pour tous les services - Utiliser l'outil de présassemblage Hyerset

Dans le cadre de notre engagement, nous proposons à tous les utilisateurs de nos raccords A-LOK®, CPI™ et Autoclave un programme certifié complet de formation, appelé Small Bore Expert (SBEx). Pour plus d'informations, veuillez contacter le représentant Parker local ou visiter la page solutions.parker.com/SBEx.

Annexe 3

Choix des matériaux

Compte tenu de la nature complexe de la compatibilité des matériaux et des conditions environnementales de corrosion, il est essentiel que le propriétaire ou l'opérateur d'une installation prenne des décisions sur le choix des matériaux en fonction des meilleurs renseignements possible dont il dispose.

Ce qui implique généralement de prendre conseil auprès des experts dans le domaine de la corrosion. La décision finale concernant le choix d'un matériau s'appuie sur un grand nombre de facteurs clés, notamment :

- la sécurité ;
- la durée de vie de l'équipement ;
- les processus et les conditions environnementales ;
- le coût.

En 2013, Energy Institute a publié un document très complet intitulé : Guidelines for the design, installation and management of small bore tubing assemblies (Directives sur la conception, l'installation et la gestion des assemblages de tubes de faible diamètre). Il est disponible à la vente à la page suivante :

<http://publishing.energinst.org/topics/asset-integrity/guidelines-for-the-design,-installation-and-management-of-small-bore-tubing-assemblies>.

Ce document couvre de nombreux sujets. Cependant, aux fins du présent livre blanc, nous allons limiter notre analyse spécifiquement aux conseils en matière du choix des matériaux. D'une part, les directives fournissent des indications très précises quant au choix des matériaux :

- À l'étape de conception, il est important d'examiner le matériau le plus approprié pour une installation de tubes de faible diamètre, et d'utiliser les dernières spécifications.
- Les matériaux de tous les éléments de composants sélectionnés doivent être compatibles et adaptés à diverses applications de conception.

- Cette sélection doit être effectuée conformément aux exigences du concepteur définies pour le projet.

D'autre part, ces directives définissent le processus de choix des matériaux de manière beaucoup plus détaillée. Voici un bref résumé des principaux points :

- Le choix des matériaux doit être effectué par un métallurgiste qualifié.
- Il est important de tenir compte de tous les types possibles de corrosion, notamment :

- Compatibilité avec les fluides internes

- Attaque chimique
 - H2S
 - Hydrogène
 - Mercure

- Impact externe ou sur l'environnement

- Eau de mer
 - Température
 - Corrosion fissurante sous tension
 - Corrosion par piqûres
 - Corrosion caverneuse
 - Corrosion microbienne

- Corrosion galvanique

- Exigences liées à la durée de vie théorique ou au cycle de vie
- Normes associées applicables à la tuyauterie

Enfin, ces directives fournissent également quelques conseils de base en matière du choix des matériaux pour les différentes combinaisons de tubes et de raccords, comme suit :

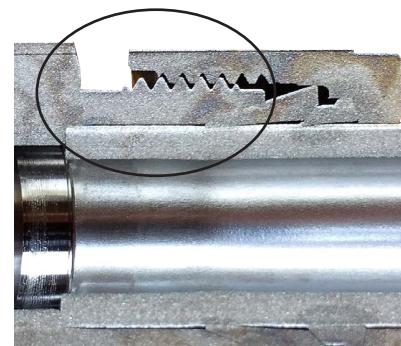
- Utilisation de tubes 316/316L avec des raccords 316
- Utilisation de tubes 6Mo (UNS S31254) avec des raccords 6Mo

Il convient de noter que de nombreux problèmes de corrosion, tels que la corrosion par piqûres, la corrosion sous contrainte et la corrosion caverneuse, sont identifiés sur les tubes avant qu'ils ne soient visibles sur les raccords et les vannes. Ceci s'explique principalement par le fait que

les tubes ont une plus grande surface exposée à l'atmosphère corrosive et que de nombreux tubes doivent être fixés par un collier et présentent donc des traces de corrosion caverneuse sur ces zones spécifiques sous les colliers.

Si des problèmes de corrosion ont été détectés sur les tubes pour une opération ou une installation particulière, il est fort probable, même si cela n'a pas encore été identifié, que les raccords et les vannes de cette même application soient également touchés par le même type de corrosion. Dans le cas où cela pose un problème, il est conseillé de toujours utiliser des tubes, des raccords et des vannes fabriqués dans un même matériau.

Certains utilisateurs affirment qu'ils sont satisfaits d'utiliser des raccords 316 sur des tubes 6Mo, car, d'après eux, les raccords présentent une plus petite surface d'exposition et leur paroi est plus épaisse que celle du tube. La photo ci-dessous montre que l'utilisation de tubes à paroi plus épaisse n'assure pas forcément une résistance accrue à la corrosion.



Annexe 4

Au cours des 50 dernières années, Parker a été témoin de nombreux problèmes de corrosion que nos clients ont rencontrés dans divers environnements salins (eau de mer). Quelques exemples sont décrits ci-dessous.

Corrosion par piqûres

Il s'agit d'une corrosion très localisée qui entraîne la formation de petits trous dans le matériau. Une fois cette corrosion amorcée, elle se propage rapidement sur tout le matériau. Dans bien des cas, la corrosion par piqûres s'avère la forme de corrosion la plus destructrice et la plus difficile à détecter, car les piqûres à l'origine de l'attaque initiale sont souvent très petites mais corrodent en profondeur.

La corrosion par piqûres survient généralement lorsque la couche passive présente des points de faiblesse. Dans la plupart des cas, ce type de corrosion est causé par les acides, les chlorures et les températures élevées. Les chlorures endommagent particulièrement la couche passive protectrice du métal, de sorte à amorcer la piqûre à la rupture des oxydes.

La température critique de corrosion par piqûres de l'acier inoxydable 316/316L varie entre 0 et 30 °C. Pour le matériau 6Mo, cette plage est beaucoup plus élevée : entre 70 et 90 °C.

Les figures 1 et 2 montrent les traces de corrosion par piqûres sur un tube 316/316L. Ce type de corrosion peut également survenir sur les raccords de tubes en acier inoxydable 316 (voir photo ci-dessous). Les dommages de ce type peuvent avoir des conséquences catastrophiques pour le personnel, le site et les équipements.

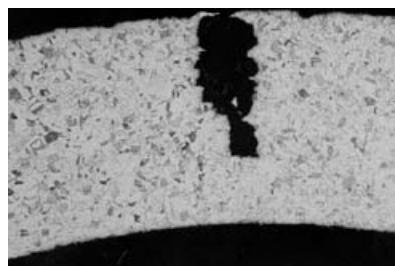


Figure 1.

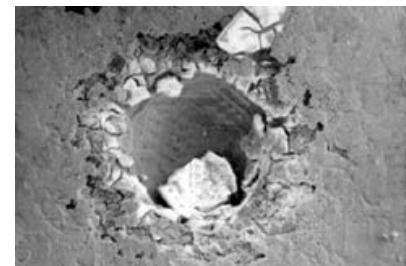


Figure 2.



Figure 3.

Corrosion sous contrainte

Ce phénomène survient lorsqu'une contrainte de traction se produit dans un environnement corrosif.

La complexité de la corrosion sous contrainte réside dans le fait qu'elle peut survenir dans des environnements qui généralement ont peu d'effet, voire aucun, sur le matériau.

Ce type de corrosion survient uniquement lorsque les deux facteurs suivants sont réunis : la contrainte et un fluide corrosif. Dans la plupart des cas, cette corrosion est difficile à repérer, car la surface des pièces soumises à la contrainte de traction a la même apparence que toutes les autres pièces.

Une grande partie de la surface semble intacte. Sauf quelques microfissures, le métal présente généralement une surface brillante

et luisante. Ainsi, la corrosion sous contrainte passe inaperçue jusqu'à ce que des défaillances imprévues catastrophiques se produisent.



Corrosion caverneuse

La corrosion caverneuse est très localisée et survient dans les crevasses ou les fissures entre deux éléments de raccordement,

notamment entre deux métaux ou entre un métal et un matériau non métallique.

Il est possible qu'en dehors de cette zone les matériaux résistent totalement à l'environnement corrosif. Cependant, lorsque la solution corrosive s'accumule dans une telle fissure, des réactions chimiques peuvent rendre ce micro-environnement très corrosif (voir figures 4 et 5).

La corrosion caverneuse est généralement localisée aux endroits suivants :

- **sous les colliers, les écrous ou les rondelles ;**
- **au niveau des joints ;**
- **sous l'isolation ;**
- **au niveau des défauts de surface, y compris les projections de soudure.**



Figure 4.

La température critique de corrosion caverneuse de l'acier inoxydable 316/316L peut tomber à 0 °C. Pour le matériau 6Mo, cette température peut dépasser 35 °C.

Les systèmes de tubes de faible diamètre présentent de nombreuses crevasses qui peuvent entraîner ce type de corrosion en cas d'utilisation d'un matériau inapproprié. La figure 6 montre les éventuelles zones de corrosion caverneuse présentes uniquement sur le raccord. Les vannes et les filetages du système doivent également être pris en considération, comme suit :

Si le client a choisi les tubes 6Mo pour lutter contre la corrosion caverneuse, il doit également se pencher sérieusement sur les raccords et les vannes utilisés sur le même système.



Figure 6.

Un fluide corrosif s'est accumulé dans la crevasse et tout autour.

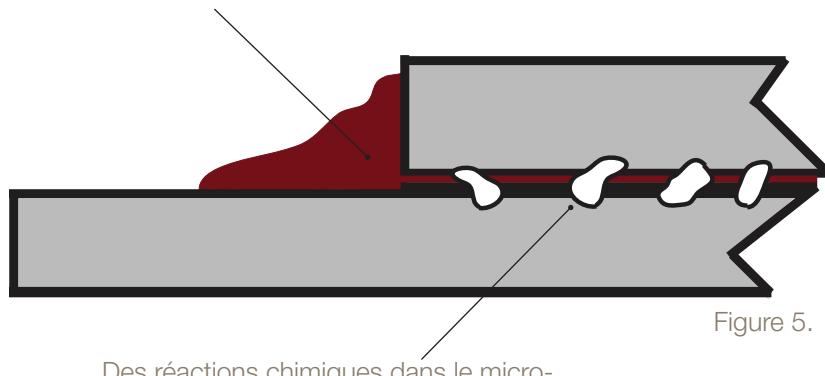


Figure 5.

Des réactions chimiques dans le micro-environnement entraînent de la corrosion.

Annexe 5

Tests de corrosion – Comment garantir les matériaux les plus performants

Afin de garantir l'intégrité des matériaux utilisés sur votre site, Parker conseille d'effectuer des tests de matériau appropriés pour confirmer que tous les éléments de l'assemblage des tubes de faible diamètre respectent les exigences et les objectifs en termes de performances.

Les tests de corrosion s'appuient sur de nombreuses normes internationales (quelques-unes sont mentionnées ci-dessous). Lors de la sélection des tubes, des raccords et des vannes 6Mo, il est recommandé de tester toutes les pièces sous pression

conformément à ces normes afin de garantir les performances système appropriées :

- **ASTM B117 – Test au brouillard salin**
- **ASTM G48 – Corrosion par piqûres et caverneuse**

De nombreux fabricants de raccords à double bague affirment que leur matériau fournit de bons résultats à ces tests, mais, généralement, seuls le corps et les écrous sont testés. Un élément clé qui assure une bonne prise sur le tube à haute pression est la bague arrière.

Les utilisateurs finaux doivent s'assurer qu'ils utilisent des matériaux appropriés pour TOUS les composants du raccord.

Parker reconnaît la nécessité d'utiliser des matériaux de qualité la plus élevée possible. Dans ce contexte, tous les raccords A-LOK® et CPI™ fabriqués en 6Mo sont entièrement conformes aux exigences relatives au matériau, tel que défini dans les normes NORSO M650.

Annexe 6

Sécurité et intégrité

Lors de la conception d'un système sous pression, il est important de tenir compte d'un grand nombre de facteurs afin d'éliminer ou de réduire au minimum les risques.

Parker fabrique et propose une vaste gamme de raccords, de vannes et de tubes en toutes sortes de matériaux pour une utilisation dans un grand nombre d'applications.

Le choix des matériaux joue un rôle déterminant pour la sécurité et l'intégrité du site.

L'utilisateur, le concepteur ou l'opérateur du site sont tenus de sélectionner les composants et les matériaux appropriés pour garantir la sécurité de l'ensemble du personnel sur le site ou à proximité immédiate. Examinez les raccords à la figure 1.

Ces raccords double bagues à compression, fabriqués en acier inoxydable 316, ont été retirés d'une conduite en acier inoxydable super-austénitique 6Mo qui était en service offshore pendant neuf mois.

Lorsque la conduite a été assemblée, les bagues étaient parfaitement serrées et ont assurées une bonne étanchéité mécanique, capable de gérer les pressions maximales normales, tel que prévu pour un raccord à double bague.

Cependant, dans ce cas, le fluide, les conditions environnementales et les températures de processus ont fait en sorte d'ouvrir la voie à la corrosion.

Généralement, l'acier inoxydable 316 a un PREN d'environ 23, tandis que le matériau 6Mo a un PREN de 42.

La température critique de corrosion à piqûres de l'acier inoxydable 316 est de 20 °C seulement, alors que celle du matériau 6Mo est d'environ 75 °C. Par ailleurs, la température critique de corrosion caverneuse de l'acier inoxydable 316 est proche de 0 °C, alors que celle du matériau 6Mo est d'environ 38 °C. Ces valeurs fournissent un guide pratique pour le choix des matériaux.

Dans le cas où les assemblages de tubes comprennent le matériau 6Mo et l'acier 316 (bien que cela fonctionne dans certaines applications), vous pouvez constater grâce aux PREN que les conditions de fonctionnement de nombreuses applications, notamment les conditions offshore où le matériau 6Mo est largement utilisé, vont rapidement entraîner un problème de corrosion.

Certains fournisseurs de raccords soulignent que les tubes 6Mo et les raccords 316 peuvent être combinés et assurer une étanchéité fiable.

L'acquisition initiale d'un raccord de tube 6Mo ou 316 pourrait bien se traduire par des coûts de montage plus bas. Toutefois, nous conseillons d'envisager une telle combinaison qu'après un examen minutieux de l'application.

Il est toujours plus prudent d'utiliser les raccords et les tubes en matériaux compatibles. Ensuite, vient la question : « Cela vaut-il la peine d'économiser, disons, 50 % sur les coûts d'achat d'un raccord si, par la suite, il doit être remplacé tous les ans ? »

Plus important encore, si un raccord 316 est défaillant en raison

de la corrosion, les répercussions financières d'une blessure infligée au personnel et des dommages causés à un site et aux équipements vont largement dépasser les économies d'acquisition initiale.



Figure 1. Ces raccords double bagues à compression, fabriqués en acier inoxydable 316, ont été retirés d'une conduite en 6Mo qui était en service offshore pendant neuf mois. Ces photos montrent les éventuelles difficultés liées aux décisions prises en rapport avec les raccords uniquement pour des raisons de coût.

Annexe 7

Coût de possession

Pour chaque projet d'envergure, il existe toujours un conflit entre le fait de maintenir le coût d'achat initial de l'équipement aussi bas que possible et le fait de s'assurer que les coûts à long terme pour l'ensemble du site restent aussi bas que possible.

Dans ce livre blanc, dans lequel il a été décidé d'utiliser des tubes 6Mo pour le système de tubes de faible diamètre, une comparaison a été établie ci-dessous entre les dépenses initiales faites pour les solutions entièrement en matériau 6Mo et les systèmes combinant des raccords 316 et des tubes 6Mo.

Si la durée de vie des raccords 316 est d'un tiers de celles des raccords 6Mo, cela signifie que deux remplacements de tous les raccords seront nécessaires sur le système 316, contre zéro remplacement sur un système entièrement en 6Mo.

- **Lorsqu'il est nécessaire de remplacer un raccord 316, une grande partie du tube doit également être changée.**
- **Le temps de remplacement d'un raccord pourrait avoisiner les 5 minutes (peut-être plus).**
- **Les frais de main-d'œuvre pour les installations offshore sont considérables.**
- **Parker estime que le coût de possession d'une combinaison de raccord 316/tube 6Mo est au moins 40 % plus élevé que celui d'un système entièrement en 6Mo (voir tableau 1).**

		Raccord 316/ tube 6Mo	Coût	Tout en 6Mo	Coût
Paramètre de conception		5 ans	(\$)	15 ans	(\$)
Montage initial	Tubes 1 000 m 1/2" 0,065	23 \$/m	23 000	23 \$/m	23 000
	Un raccord tous les 3 m du tube	15 \$ chacun	5 000	40 \$ chacun	13 333
Après 5 ans	Tube de rechange (1/3)	23 \$/m	7 667	N/D	0
	Raccords de rechange	15 \$ chacun	5 000	N/D	0
	Main-d'œuvre	80 \$/heure	2 222	N/D	0
Après 10 ans	Tube de rechange (1/3)	23 \$/m	7 667	N/D	0
	Raccords de rechange	15 \$ chacun	5 000	N/D	0
	Main-d'œuvre	80 \$/heure	2 222	N/D	0
		Coût total de possession	57 778 \$		36 333 \$
				Durée de vie plus longue	21 445 \$

Parker Hannifin Corporation
Division Instrumentation Products, Europe
Riverside Rd, Pottington Business Park
Barnstaple, Devon
Téléphone : 0044 (0)1271 313131