

EMISSIONS FUGITIVES DES ROBINETS INDUSTRIELS : LE POINT SUR LA NORMALISATION ET LES METHODES D'ESSAIS

FUGITIVE EMISSIONS OF INDUSTRIAL VALVES: STANDARDS AND TESTING PROCEDURES

Y.Birembaut – E.Sauger – H.Lejeune – L.Cougnon
CETIM – 74 Route de la Jonelière – BP 82617 – 44326 Nantes Cédex 3 - France

RÉSUMÉ

Dans la pétrochimie, les robinets industriels sont considérés comme les principales sources d'émissions fugitives de COV. Depuis quelques années des normes, des spécifications utilisateurs ou des réglementations proposent des procédures (essais de type ou essais de production) visant à caractériser et qualifier les performances des robinets ou des systèmes d'étanchéité des tiges de manœuvre.

Dans cet article sont d'abord présentées et comparées les principales références que sont la norme ISO 15848-1&2, les MESC Shell SPE 77-300 et 77-312, la spécification VDI 2440 liée à la TA Luft, la norme API 622. On présente ensuite un bilan d'essais réalisés au CETIM sur différents types de robinets et de garnitures (graphite et PTFE pour l'essentiel), en Hélium, selon l'ISO 15848-1, en terme de faisabilité d'essai et de classe de performance atteinte.

Enfin, les fluides d'essai préconisés dans les différentes normes et spécifications sont l'hélium et le méthane. Mais à titre de perspective, on décrit une technique de mesure basée sur l'utilisation d'un mélange Hydrogène-Azote comme alternative notamment à l'hélium.

ABSTRACT

Industrial valves are considered as being the main source of fugitive emissions of VOC (volatile organic compound) in the petrochemical industry. For the last few years, standards, end users' specifications and regulations describe some procedures (type testing or production testing) for the characterisation and the qualification of valves or stem sealing systems.

This article presents and compares the main references which are standards ISO 15848-1&2 and MESC Shell SPE 77-300 and SPE 77-312 and API 622, and specifications VDI 2440 related to TA Luft.

Then, a summary of some tests performed at CETIM is presented. These tests were carried out on different types of valves and packings (mainly graphite and PTFE), using helium, and according to ISO 15848-1 in terms of testing feasibility and achieved performance class.

Finally, the recommended test fluids in the different standards and specifications are helium and methane. However, so as to anticipate future possible practice, a measurement technique based on the use of an hydrogen-nitrogen mixture is described. This mixture could be an alternative to the use of helium mainly.

INTRODUCTION

Dans la pétrochimie, les robinets industriels sont considérés comme les principales sources d'émissions fugitives de COV. Depuis quelques années des normes, des spécifications utilisateurs ou des réglementations proposent des procédures (essais de type ou essais de productions) visant à caractériser et qualifier les performances des robinets ou des systèmes d'étanchéité des tiges de manœuvre.

Les normes EN ISO 15848-1 & 2 visent à la qualification de robinets de sectionnement et vannes de régulation vis-à-vis des émissions fugitives. Elles définissent des classes d'étanchéité et des classes d'endurance (cyclages thermiques et mécaniques). La mesure de fuite préconisée pour le presse étoupe dans l'essai de type est la méthode globale par la méthode au vide ou par flushing. Le fluide de test est principalement l'hélium.

La norme est en cours de révision, on présente aussi le point sur la procédure d'amendement engagée en 2009 et les principales conclusions du groupe d'experts de l'ISO TC153 SC1 WG10 qui s'est réuni en juin 2010.

La société Shell propose une spécification MESC Shell SPE 77-300 (dec 2008) comparable sur le principe de la qualification des robinets mais qui définit des

- conditions de mesures de fuite au presse étoupe différentes (elle préconise le reniflage),
- des classes d'étanchéité différentes
- et nombre de conditions d'essais (cycles mécaniques et thermiques) en fonction du type de robinet, de sa dimension ...

La spécification (norme ?) VDI 2440, en Allemagne, vient en support de la TA Luft et définit elle des spécifications pour la caractérisation des garnitures de presse étoupe. La méthode de mesure préconisée est la méthode globale au vide.

Plus récemment la norme API 622 a été publiée aux Etats-Unis. Elle concerne la qualification des garnitures de presse étoupe à partir d'un montage d'essais représentatif d'une vanne de sectionnement. La méthode de mesure de la fuite est le reniflage (panaché de flushing...) et le fluide d'essais est le méthane.

Nous présentons dans cet article, tout d'abord, une brève étude comparative de ces normes et spécification.

Ensuite, nous présentons un bilan d'essais réalisés au CETIM sur différents types de robinets et de garnitures (graphite et PTFE pour l'essentiel), en Hélium, selon l'ISO 15848-1, en terme de faisabilité d'essai et de classe de performance atteinte.

Enfin, si les fluides d'essai préconisés dans les différentes normes et spécifications sont l'hélium et le méthane, nous décrirons, à titre de perspective, une technique de mesure basée sur l'utilisation d'un mélange hydrogène-azote comme alternative notamment à l'hélium.

LA NORME EN ISO 15848

Elle a été publiée en 2006 après plus de dix ans de travaux. La France est à l'origine de ce projet par une action conjuguée de ELF et de la commission robinetterie industrielle du CETIM engagée en 1992.

La norme ISO 15848 spécifie des modes opératoires d'essai pour l'évaluation des fuites externes des dispositifs d'étanchéité de la tige (ou de l'arbre) des appareils de robinetterie de sectionnement et de régulation, et des joints de corps des robinets destinés à être utilisés au contact de polluants atmosphériques volatils et de fluides dangereux. Les jonctions des raccords d'extrémité, les applications sous vide, les effets de la corrosion et des rayonnements sont exclus de l'ISO 15848.

L'ISO 15848 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Robinetterie industrielle — Mesurage, essais et modes opératoires de qualification pour émissions fugitives*:

- *Partie 1: Système de classification et modes opératoires de qualification pour les essais de type des appareils de robinetterie*
- *Partie 2: Essais de réception en production des appareils de robinetterie*

La norme ISO 15848-1 (2006)

La norme précise les points suivants :

- Le robinet doit être testé à sa pression nominale (suivant le P/T rating)
- De préférence en position verticale
- La température de test est mesurée au plus près de la veine fluide (ce n'est pas, le plus souvent, la température au niveau du presse étoupe).
- Le fluide d'essais est soit l'hélium, soit le méthane. La plupart des qualifications selon l'ISO 15848 est réalisée en hélium.

La norme définit

- Des classes d'étanchéité
- Des classes d'endurance
- Des classes de température

Les classes d'étanchéité

Méthode de mesure de fuite

Dans sa version actuelle, la norme précise que la méthode de mesure de fuite au niveau du presse étoupe doit être la méthode globale par le vide ou par balayage de gaz (« flushing »). Cette méthode impose une instrumentation ou un « encapsulage » du presse étoupe (Fig 1). Associée à un spectromètre de masse hélium (Fig 1), elle est précise, fiable, indépendante de l'opérateur et de l'environnement.

Cette méthode permet la mesure de la fuite globale (totale) du presse étoupe

La méthode par reniflage est préconisée pour la mesure des émissions des joints de corps. On considère, à priori, que ces joints doivent être étanches et le reniflage est utilisé comme moyen de contrôle. La méthode par reniflage est avant tout une méthode de localisation (cf norme EN 1779)

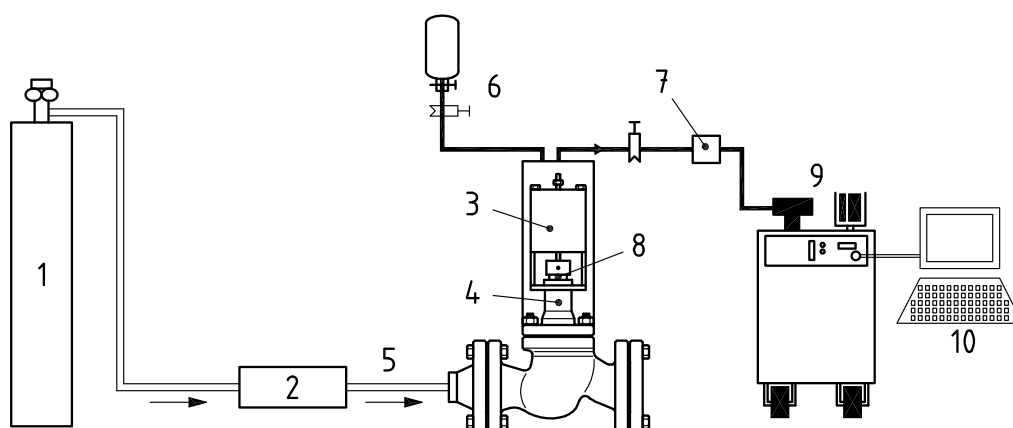
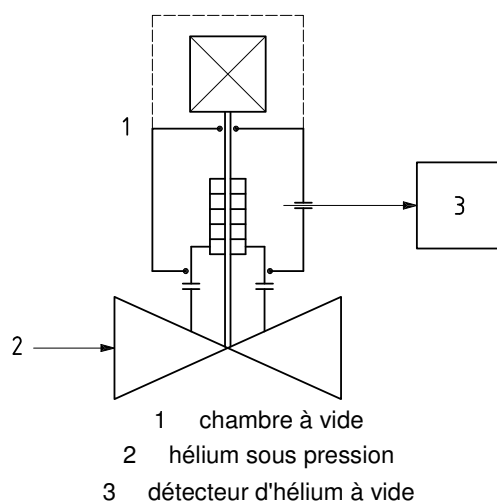


Figure 1: Principe de la méthode globale au vide

Classes d'étanchéité

La norme définit 3 classes d'étanchéité pour les systèmes d'étanchéité de tige (tableau 1).

Dans la norme la classe d'étanchéité est exprimée en mg/s par m de circonférence par référence à d'autres normes d'essais de produits d'étanchéité notamment l'EN 13555 pour la caractérisation des joints plats pour assemblages à brides.

Classe	Débit de fuite mesuré ^a mg.s ⁻¹ .m ⁻¹	Remarques
A ^b	$\leq 10^{-6}$	Généralement atteint avec des soufflets d'étanchéité ou des systèmes d'étanchéité équivalents de la tige (ou de l'arbre) pour des appareils de robinetterie quart de tour
B	$\leq 10^{-4}$	Généralement atteint avec des garnitures à base de PTFE ou des dispositifs d'étanchéité en élastomère
C	$\leq 10^{-2}$	Généralement atteint avec des garnitures à base de graphite flexible
^a Exprimé en mg.s ⁻¹ .m ⁻¹ et mesuré avec la méthode de fuite globale par la méthode au vide ou par flushing.		
^b La classe A peut être mesurée uniquement avec de l'hélium au moyen de la méthode sous vide.		

Tableau 1 : Classes d'étanchéité pour les dispositifs d'étanchéité de la tige (ou de l'arbre) exprimée en mg/s/m

Dans le cas de mesures en hélium, l'unité traditionnelle de mesure par spectromètre de masse est l'atm.cm³/s (tableau 2)

Classe	Débit de fuite mesuré mg.s ⁻¹ .m ⁻¹ (de circonférence)	Débit de fuite mesuré atm.cm ³ .s ⁻¹ .mm ⁻¹ (de diamètre de tige)
A	$\leq 10^{-6}$	$\leq 1,76 \times 10^{-8}$
B	$\leq 10^{-4}$	$\leq 1,76 \times 10^{-6}$
C	$\leq 10^{-2}$	$\leq 1,76 \times 10^{-4}$

Tableau 2: Classes d'étanchéité pour les dispositifs d'étanchéité de la tige (ou de l'arbre)

Le niveau d'émission des joints de corps du robinet doit être inférieur à 50 ppm d'hélium.

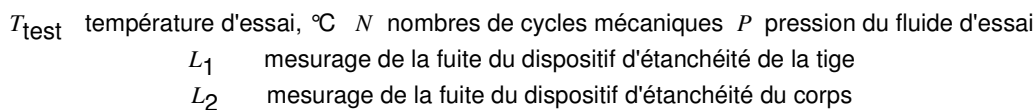
Les Classes d'endurance

La norme définit des classes d'endurance incluant des cycles mécaniques de fonctionnement et des cycles thermiques.

Elle distingue les robinets de sectionnement et les robinets de régulation.

Robinets de sectionnement

Le nombre minimal requis de cycles mécaniques pour les robinets de sectionnement doit être de 500 cycles (course complète) avec deux cycles thermiques. Cette étape de classification doit être identifiée comme CO1. Une extension jusqu'à la classification CO2 peut être effectuée en ajoutant 1 000 cycles mécaniques et un cycle thermique. Une extension supplémentaire jusqu'à CO3 peut être effectuée en répétant l'exigence définie pour CO2 (voir Figure 2).



Robinets de régulation

Figure 3 : Classes des cycles mécaniques pour les robinets de régulation

Les Classes de température

La norme propose des températures de références auxquelles peuvent être testés les robinets. Si un robinet doit être qualifié par exemple dans la gamme -46°C à 200°C le robinet doit être testé séparément à chacune de ces températures.

(t-196 °C)	(t-46 °C)	(tRT)	(t200 °C)	(t400 °C)
- 196 °C	- 46 °C	Température ambiante, °C	200 °C	400 °C

Tableau 3 : Classes de température

Extension de la qualification

Pour minimiser le nombre d'essais la norme définit une extension de la qualification aux robinets ayant un diamètre de tige compris entre ½ et 2 fois le diamètre testé.

La Norme ISO 15848-2 (2006)

Dans l'esprit du WG10 de l'ISO TC153 SC1 en charge de son élaboration, l'objectif de la partie 2 de l'ISO 15848 (essai de production) est de vérifier qu'un robinet dont un exemplaire a été qualifié selon la partie 1 a été bien monté. Il en résulte des conditions d'essais moins sévères que la partie 1 avec notamment

- Une pression d'essai de 6 bar
- Un essai à température ambiante
- Quelques cycles de fonctionnement seulement (5 au total).

De même, s'il s'agit de garder la notion de classes d'étanchéité, celles-ci sont vérifiées par la méthode du reniflage, plus simple de mise en œuvre.

Classe	Valeur (exprimée en ppmv)
A	<= 50
B	<= 100
C	<= 1 000

Tableau 4 : Classes d'étanchéité du presse étoupe pour l'essai de production

Amendements de la norme ISO 15848

Dans le cadre de la révision quinquennale des normes, il a été décidé en Septembre 2009 d'amender la norme 15848 pour prendre en compte un certain nombre de commentaires émis par ses utilisateurs. Les travaux de révision ont débuté fin juin 2010. Le projet révisé devrait être envoyé en enquête courant 2011.

ISO 15848-1 : Classes d'étanchéité

Il a été proposé de mesurer les classes d'étanchéité B et C par la méthode ou par accumulation (bagging). On maintient ainsi la mesure de la fuite totale du système d'étanchéité. Le principe de la méthode sera inscrit dans une nouvelle annexe.

Par ailleurs il a été décidé de créer une classe d'étanchéité D pour caractériser une mesure de fuite par reniflage pour le cas où la mise en œuvre des autres méthodes s'avérerait délicate (robinets de très grande taille, très hautes pressions...)

La classe A serait décalée d'une décade pour s'harmoniser avec le niveau de fuite proposé dans la VDI 2440, il n'y aurait donc plus qu'une décade entre le seuil de la classe A et celui de la classe B.

Par ailleurs il a été convenu de distinguer les mesures en hélium et en méthane en exprimant les fuites hélium en $\text{atm.cm}^3/\text{s}$ (ou l'équivalent mbar.l/s) et les fuites méthane en ppm.

Il a par ailleurs été proposé de rapporter les seuils des classes d'étanchéité par mm du diamètre de tige et non plus par mètre de circonférence de la tige.

Le WG10 a également proposé de supprimer la possibilité de mesurer la fuite globale par flushing.

ISO 15848-1 : Classes d'endurance

Il est proposé que le nombre de cycles mécaniques pour la qualification CO1 des robinets de sectionnement soit ramené de 500 à 200 (par séries de 50). L'obtention des classes CO2 et CO3 reste inchangée.

On conserve tels quelles les règles de qualification pour les vannes de régulation.

ISO 15848-2

Peu de changements concernant la partie 2 de la norme. Certaines délégations demandaient de faire le test de production à la pression nominale du robinet. Cette demande a été rejetée par le WG10 et le test sous pression de 6 bars confirmé.

Il a été admis la possibilité d'encapsuler (bagging) les joints de corps.

Deux tableaux distincts présenteront les limites des classes d'étanchéité en $\text{atm.cm}^3.\text{s}^{-1}.\text{mm}^{-1}$ de diamètre de tige pour les essais en hélium et en ppm pour les essais en méthane.

MESC SHELL RELATIVES AUX EMISSIONS FUGITIVES

Depuis de nombreuses années SHELL propose des MESC dédiées à la caractérisation aux émissions fugitives des robinets. Pour les fabricants de robinets et les laboratoires en charge des essais il n'a pas été facile de suivre les nombreuses évolutions (souvent importantes) des différentes versions.

Nous analyserons dans cet article

- la MESC SPE 77/300 de décembre 2008 « Procedure and technical specification for type acceptance testing of industrial valves »

- la MESC SPE 77/312 d'avril 2010 « Fugitive emission production testing (amendments/supplements to ISO 15848-2) »

MESC SHELL SPE 77-300 (dec 2008)

Une partie seulement de cette MESC concerne la qualification aux émissions fugitives (§ C.2.9, C.4.2.4, C.4.4.4, C.4.6.4).

Elle préconise l'utilisation de l'hélium comme fluide d'essai.

Mesure de fuite et classe d'étanchéité

La MESC impose la mesure de fuite du système d'étanchéité de tige par reniflage (en faisant référence à l'annexe B de l'ISO 15848-1). C'est un des points de divergence avec la norme ISO 15848-1 qui propose une mesure globale de la fuite au niveau du presse étoupe.

Par contre la MESC préconise une méthode par accumulation (« bagging ») pour les joints de corps.

La norme EN 1779/1999 précise que la mesure par reniflage n'est pas une méthode de mesure de fuite mais une méthode de localisation de la fuite. Elle spécifie aussi que la méthode de reniflage n'est pas compatible avec la class A de la MESC.

Il faut considérer que les classes d'étanchéité mesurée par reniflage ne sont représentatives que d'une fraction de la fuite totale du presse étoupe. La confusion est accentuée avec l'utilisation d'une même unité de fuite (atm.cm³/s ou mbar.l/s).

La MESC 77-300 définit deux classes d'étanchéité A(HS) et B mesurées par reniflage. La classe A(HS) est d'une décade supérieure à la class A de l'ISO 15848-1 (elle est comparable en valeur à la nouvelle classe A proposée par le WG10 en juin 2010).

La class B à la même valeur que celle donnée par l'ISO 15848-1 mais une classe B MESC SHELL mesurée par reniflage n'est pas comparable à une classe B ISO 15848-1 mesurée par méthode globale !

Il faut noter que lors de la réunion de l'ISO TC153 SC1 WG10 de juin, les experts de SHELL ont admis la mesure globale par le vide ou par accumulation comme méthode de référence pour les classes B et C.

Cycles mécaniques et thermiques

La MESC SPE 77-300 propose 31 séquences d'essais différentes en fonction du type de robinet ou du système d'étanchéité utilisé avec des nombres de cycles mécaniques et thermiques différents.

Pour une qualification d'un robinet pouvant être utilisé en haute et basse température l'essai est réalisé en une seule fois avec une succession de cycles haute et basse température.

Le nombre de cyclages thermiques dépend de la température d'utilisation du robinet.
 Pour une température de fonctionnement comprise entre 80°C et 200°C, un seul cycle thermique est à appliquer, pour une température supérieure à 200°C, deux cycles thermiques sont nécessaires.

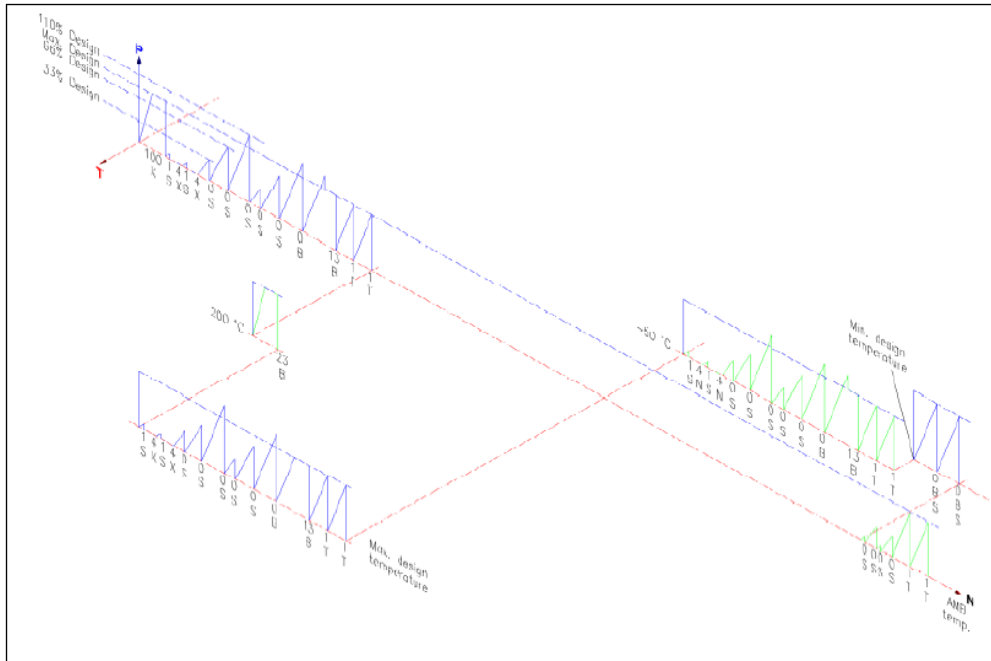


Figure 4 : Exemple de cycles mécaniques et thermiques selon MESC 77-300

MESC Shell SPE 77-312 (Avril 2010)

Cette spécification concerne l'essai de production.

Comme la précédente cette spécification a beaucoup évolué au cours du temps.

Cette dernière version s'inspire davantage que les précédentes de la norme ISO 15848-2.

Elle présente toutefois quelques différences notables

- L'essai de production n'est pas nécessaire si le robinet a subi un type test (ISO 15848-1 ou MESC SPE 77/300)
- Le fluide de test peut être un mélange 10% He 90%N2 si le robinet a une dimension supérieure au DN 300
- La pression de test est la pression nominale du robinet (mais peut être réduite en fonction de sa dimension : dans ce cas la classe d'étanchéité A est requise)
- La mesure des émissions se fait par reniflage. Il y a toutefois une confusion possible dans la mesure où il est demandé, si cela est possible, de faire un bagging autour du presse étoupe et de mesurer ainsi la fuite totale par accumulation. La fuite mesurée dans ce cas est différente de celle mesurée par simple reniflage.
- La mesure par reniflage fait référence à L'ASME V Appendix IX plutôt qu'à l'annexe B de l'ISO 15848-1.
- Seules deux classes d'étanchéité A et B sont définies (sur la base des classes définies pour l'essai de type)
- Pour les vannes de régulation il est demandé 500 cycles mécaniques (sans précision de la course).

VDI 2440 (NOV 2000)

En Allemagne, un document intitulé "Instructions Techniques pour le Contrôle de la Qualité de l'Air (de l'Environnement)" – en allemand TA Luft - a été approuvé par le Gouvernement allemand le 27 février 1986. Une nouvelle révision a été publiée en 2002.

Ce document impose la mise en place de moyens de contrôle des émissions de produits polluants issus des sites de production en chimie et pétrochimie, qui doivent être les plus performants du moment.

Le paragraphe 5.2.6.4 (TA Luft 2002) concerne directement la robinetterie industrielle et énonce dans les termes suivants : « Afin de rendre étanche le passage de tige d'organe de régulation ou de sectionnement comme un clapet ou une vanne, il faut utiliser :

- des soufflets étanches métalliques de haute qualité avec un presse-étoupe de sécurité à l'aval,
- ou des systèmes d'étanchéité équivalents. Les systèmes d'étanchéité peuvent être considérés comme équivalents, lorsque, dans le processus de certification, les taux de fuites mesurés sont conformes aux seuils indiqués par la directive VDI 2440 (novembre 2000) »

Selon la VDI 2440 sont considérés comme équivalents les systèmes d'étanchéité satisfaisant aux conditions suivantes à l'occasion d'une procédure de vérification :

- La conception du système d'étanchéité est de nature à promettre, sous les conditions de service correspondantes, un fonctionnement durable et conforme à l'utilisation prévue.
- Le respect du taux de fuite spécifique
 - de $1 \cdot 10^{-4}$ mbar.l.s⁻¹.m⁻¹ (les taux de fuite sont mesurés en mbar.l.s⁻¹ puis convertis en mbar.l.s⁻¹.m⁻¹ en divisant la mesure par le périmètre moyen de l'étanchéité efficace) pour des températures inférieures à 250°C au niveau du système d'étanchéité,
 - ou de $1 \cdot 10^{-2}$ mbar.l.s⁻¹.m⁻¹ pour des températures égales ou supérieures à 250°C.

Les mesures doivent être réalisées par une méthode globale (méthode globale sous vide, par flushing ou accumulation), c'est-à-dire que la totalité de la fuite est prise en compte par la méthode et peut ainsi être quantifiée de façon fiable. Pour ce faire, des instrumentations de l'étanchéité de tige sont nécessaires (figure 7)

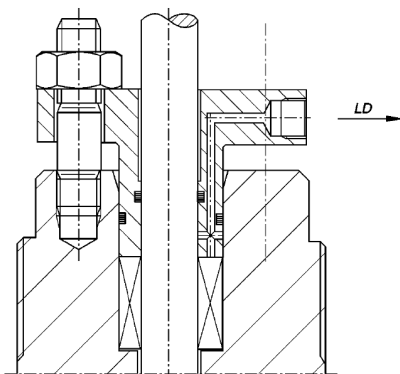


Figure 5 : Exemple d'instrumentation de tige pour mesure des émissions selon VDI 2440

Si les méthodes de mesures, les seuils à ne pas dépasser et les températures sont bien déterminés, en revanche il n'est pas précisé

- ni l'amplitude et ni le nombre de cycles ouverture-fermeture,
- si la température est appliquée en continue ou en cycles, comme par exemple dans la procédure ISO 15848-1.

Ce manque de précision conduit à des produits « qualifiés TA-Luft » qui ont été testés dans des conditions qui sont parfois difficilement comparables.

Il semble néanmoins qu'il soit fait souvent références aux cycles mécaniques et thermiques proposés par l'ISO 15848.

API 622 (AOUT 2006)

L'API 622 n'est pas une procédure de qualification aux émissions fugitives de robinets, mais de garnitures (tout au moins dans sa version actuelle)

La norme définit un essai de garniture dans un montage dédié conçu sur la base d'un robinet de sectionnement 4''300 lbs.

Le fluide utilisé est le méthane, ce qui implique une méthode de mesure de type flushing ou bagging (accumulation) avec un détecteur de vapeur organique de type FID, équipé d'une sonde de reniflage (ou sniffer). Dans le cas de la méthode par flushing (fig 6), le débit du gaz de balayage (flush) est fixé par le débit interne de la sonde (environ 1 l/min).

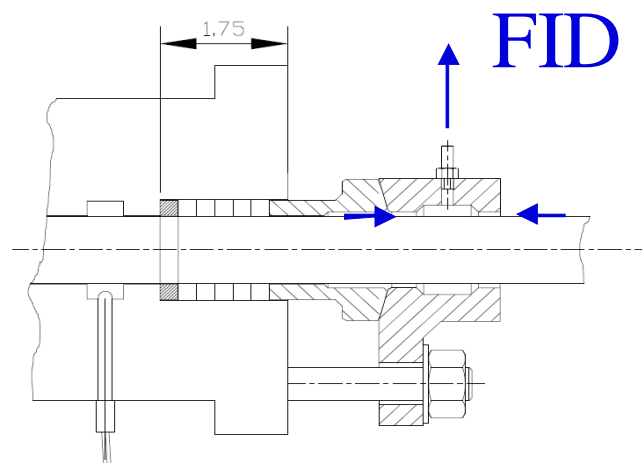


Figure 6 : Mesure des émissions selon API 622

Le profil de l'essai est décrit par les lignes suivantes :

- durée de l'essai : 3 jours
- 500 cycles mécaniques par jours (250 cycles à l'ambiante suivi de 250 cycles en température)
- Un cycle de température par jour
- La pression est réglée à 600 psig $\pm$ 10psig (41 bar $\pm$ 0,7 bar)

Il n'y a pas de classe d'étanchéité préconisée. Il est simplement demandé de resserrer le presse étoupe dès que le niveau d'émission dépasse 500 ppm (il ne semble pas y avoir de limite du nombre de resserrages).

La séquence d'essais est illustrée sur la figure 7 ci après.

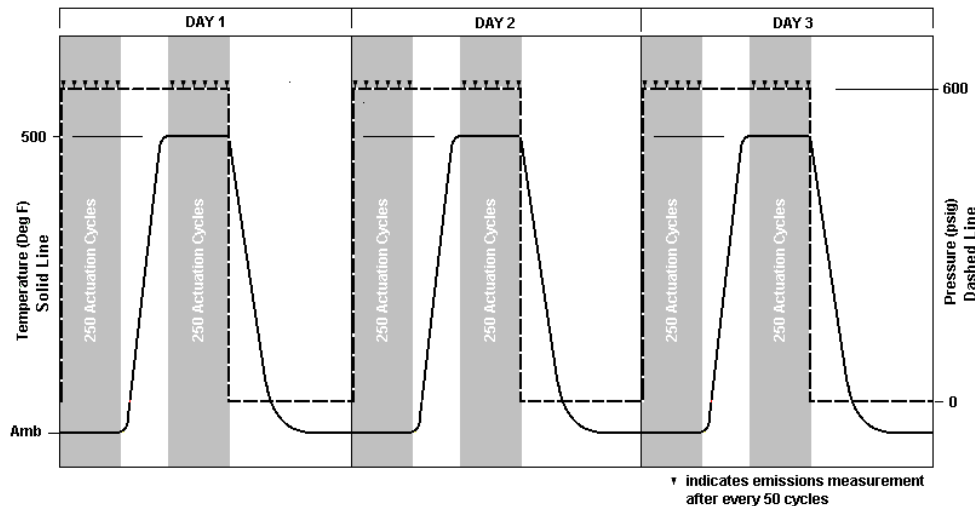


Figure 7 : Séquence d'essai selon API 622

L'API étant dédiée à la qualification des garnitures, elle propose des essais spécifiques

- De corrosion à froid et à chaud
 - Ces essais sont largement inspirés des essais de corrosion développés par EDF et par TOTAL (SGM 2082 TUY) et pratiqués au CETIM depuis de longues années. Les montages sont comparables. Les procédures se différencient
 - Par la durée de la corrosion à froid de 4 semaines (au lieu de 5 semaines)
 - Par la température et la pression de l'essai de corrosion à chaud : 147°C et 45 bar pour l'API, 300°C et 90 bar pour la procédure TOTAL.
- De caractérisation du matériau des tresses
 - Perte de poids
 - Densité
 - Teneurs en lubrifiant

EXEMPLES D'APPLICATION DE ISO 15848-1 (2006)

Nous présentons ci après une synthèse d'une trentaine d'essais réalisés au CETIM en application de l'ISO 15848-1. Ces essais mettent en évidence notamment que la procédure d'essai est applicable, que les classes d'étanchéité définies sont atteignables notamment la classe B dans de nombreux cas et avec des garnitures à base de graphite...

Analyse des robinets testés

Cette analyse a été effectuée sur 31 essais réalisés sur 22 robinets de sectionnement et 9 robinets de régulation

Parmi ces robinets, on retrouve :

- 7 robinets papillon
- 13 robinets soupapes
- 8 à robinets tournant
- 3 robinets vannes

De plus, ces robinets étaient équipés de système d'étanchéité de tige composés de :

- un soufflet avec bagues graphite en aval (1),
- tresses en PTFE (tresses (anti-extrusion) et bagues en graphite pur (2),
- joints toriques en nitrile (3), en FPM - élastomère fluoré - (5), ou en FFPM - élastomère perfluoré (1),
- bagues réalisées à partir d'une base PTFE + éléments ajoutés (2)
- bagues réalisées à partir d'une base graphite + éléments ajoutés (15)

Ainsi cette analyse étudie un échantillon assez représentatif des robinets, équipés de systèmes d'étanchéité de tige, que l'on retrouve sur des sites industriels. En revanche, la répartition des types de systèmes d'étanchéité de tige n'est, elle, probablement pas représentative.

Nous avons testés des robinets allant de PN10 à PN250 avec deux maxima à PN10 (8 essais) et PN50 (7 essais).

Les systèmes d'étanchéité réalisés à partir de composés en graphite sont bien représentés, et ont été testés de façon assez homogène de PN20 à PN100.

Les joints O-rings en élastomère se retrouvent plutôt vers les faibles pressions et pour des mouvements de tige en ¼ de tour.

Les presse-étoupe en PTFE et en composés à base de PTFE se retrouvent en majorité vers les pressions moyennes.

Quant à la taille des robinets qualifiés, celle-ci évolue du DN40 au DN250 avec un maximum de 8 essais pour le DN 80 (6 essais pour le DN100).

Si l'on analyse la répartition de ces systèmes d'étanchéité avec la température, nous pouvons faire les remarques suivantes :

- Le graphite et les composés à base de graphite se retrouvent à tous les niveaux de température.
- Les joints toriques ont principalement été testés à température ambiante (RT), et le PTFE principalement entre 100 et 200°C.
- Un seul essai est effectué en température négative, avec des garnitures composées à base de graphite.

Analyse des résultats

En fonction de la pression appliquée

La figure 8 décrit la répartition des classes d'étanchéité atteintes en fonction de la pression d'hélium à l'intérieur des robinets. La taille des bulles est proportionnelle aux nombres de robinets ayant atteint la même classe avec la même pression interne.

On peut tout d'abord remarquer que la majorité des robinets a atteint la classe B. Quelques robinets ont atteint la classe A, mais pour une pression interne inférieure à 20 bar. Au-delà de 100 bar, les robinets sont classés C et sont équipés de garnitures base graphite .

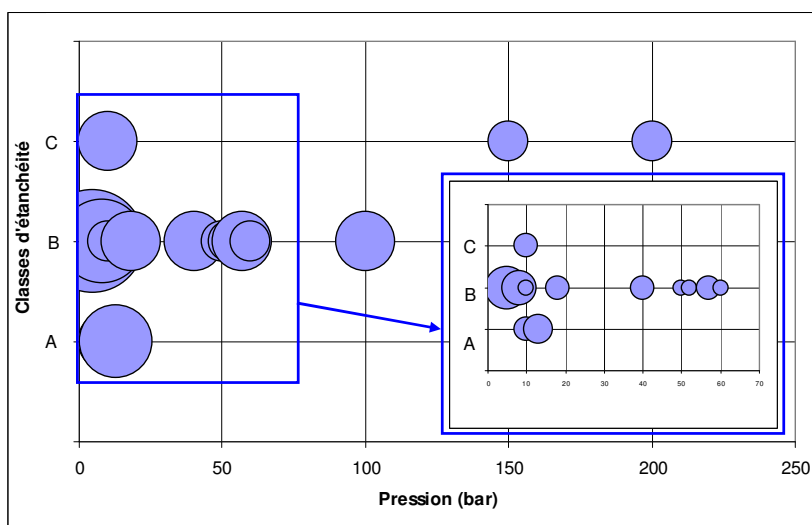


Figure 8 : Classes d'étanchéité ISO 15848-1 en fonction du PN

En fonction de la température de la veine fluide

Les robinets classés A ont certes été testés à basse pression, mais à des températures de 250 et 450°C. Les robinets sont équipés soit de garnitures à base PTFE, soit de garnitures à base de graphite (graphite dopé), soit d'un soufflet avec garniture en graphite pur en aval (configuration TA Luft).

Les robinets classés B sont assez bien répartis entre -46°C et 425°C. Les types d'étanchéités utilisés vont des garnitures bases graphite (essai à -46°C), aux joints élastomères et garnitures PTFE (température ambiante jusqu'à 200°C), avant de revenir vers les garnitures en graphite (ou graphite dopé).

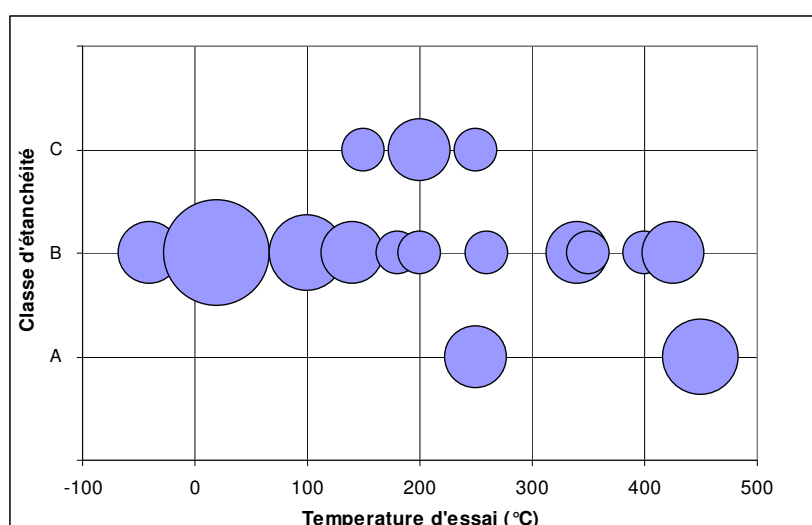


Figure 9 : Classes d'étanchéité ISO 15848-1 en fonction de la température

En fonction du nombre de cycles appliqués (classe d'endurance)

La figure 10 ci dessous montre tout d'abord un nombre important de robinets [10] classés B-CO3.

Ceux-ci présentent majoritairement un mouvement de tige $\frac{1}{4}$ de tour (robinet à boule), et sont équipés d'O-rings en élastomère (faible pression, température proche de l'ambiante) comme étanchéité de tige.

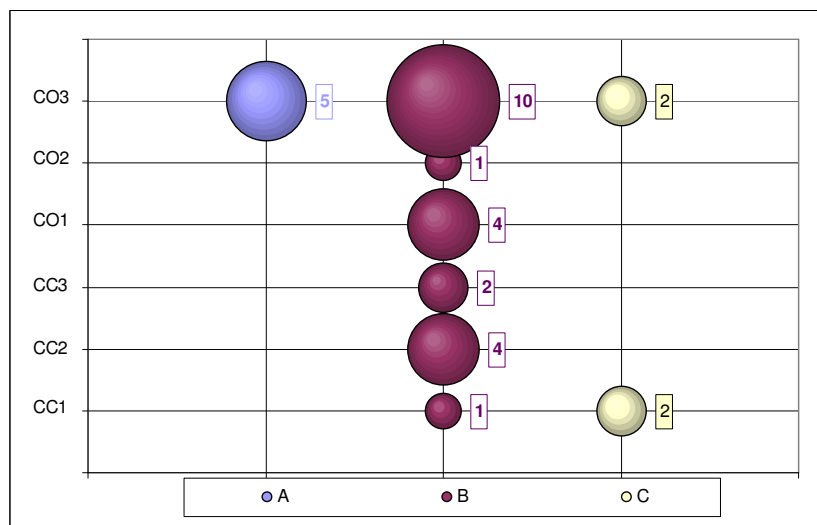


Figure 10 : Classes d'étanchéité ISO 15848-1 en fonction du nombre de cycles

Contrairement aux vannes de régulation, la classe intermédiaire CO2 pour les robinets de sectionnement n'apparaît qu'une fois (4 fois pour CC2). En effet, une fois le cap que représente la classe CO1 dépassé, les robinetiers visent en priorité la classe CO3. Le robinet qui n'a pas pu atteindre les 2500 cycles fatidiques est alors classé CO2.

Tous les robinets classés en CO1 présentent un mouvement de tige en translation, neuf robinets sur dix classés CO3 ont un mouvement de tige en $\frac{1}{4}$ de tour. Cette observation montre qu'un mouvement linéaire de tige est probablement plus contraignant pour les étanchéités qu'un mouvement de rotation.

Tous les robinets classés A sont des robinets de sectionnement, et ont atteint la classe CO3. Ce résultat laisse supposer qu'il est plus difficile d'atteindre ce haut niveau de qualification pour les robinets de régulation, tous classés B ou C. La procédure des vannes de régulation serait-elle plus sélective ? Avant d'arriver à cette conclusion, il est important de signaler que la majorité des robinets de régulation qui ont été testés était à mouvement linéaire, condition jugée précédemment plus contraignante en termes d'endurance.

INVESTIGATION D'UN FLUIDE DE TRAÇAGE ALTERNATIF BASE SUR L'HYDROGENE

Contexte

L'Hydrogène fait l'objet de nombreuses recherches à l'heure actuelle notamment dans le cadre de son utilisation comme source d'énergie. En liaison avec ces travaux on assiste également au développement de systèmes de mesure de fuite utilisant un mélange contenant de l'hydrogène (5%) et de l'azote (95%), comme gaz traceur. La faible concentration en hydrogène au sein de ce mélange, rend ce dernier non inflammable selon le standard international ISO 10156

Ces développements concernent différents domaines industriels comme les télécommunications, l'aéronautique,... mais également le domaine de la robinetterie. Ainsi, dans le cadre de sa commission « Robinetterie », le CETIM investigate actuellement la possibilité d'utiliser ce fluide de traçage pour mesurer des émissions fugitives au niveau des presse-étoupes de robinet.

Après avoir réalisé un état des lieux (principe, matériel existant, domaines d'utilisation, sécurité, limites éventuelles) sur la technologie de mesure utilisant un tel mélange azote-hydrogène comme gaz traceur, le CETIM a testé la faisabilité de réaliser des mesures d'émission fugitives sur un presse-étoupe de robinet en utilisant le protocole d'essai défini dans la norme ISO 15848-1. Un des avantages annoncés d'un tel mélange azote-hydrogène est son coût inférieur à celui de l'hélium.

Description des Essais

Le protocole d'essai implique la réalisation d'essais ISO 15848-1, de type CO1, à deux niveaux de température (-50°C et +200°C) sur une vanne 4'', CLASS 300, équipée d'un presse étoupe à base de graphite. Les essais sont réalisés avec de l'hélium et avec un mélange Azote/Hydrogène,

Pour chaque configuration, on réalise chaque essai 3 fois afin d'étudier la répétabilité de la procédure.

Pour chaque essai on mesure un taux de fuite en utilisant successivement différentes méthodes:

- reniflage,
- globale sous vide,
- par accumulation
- par flushing.

Résultats d'essai

Les figures 11 et 12, montrent un exemple de résultat obtenu lors d'un essai impliquant une température de -50°C, avec l'hélium et le mélange Azote/Hydrogène, pour les différentes méthodes.

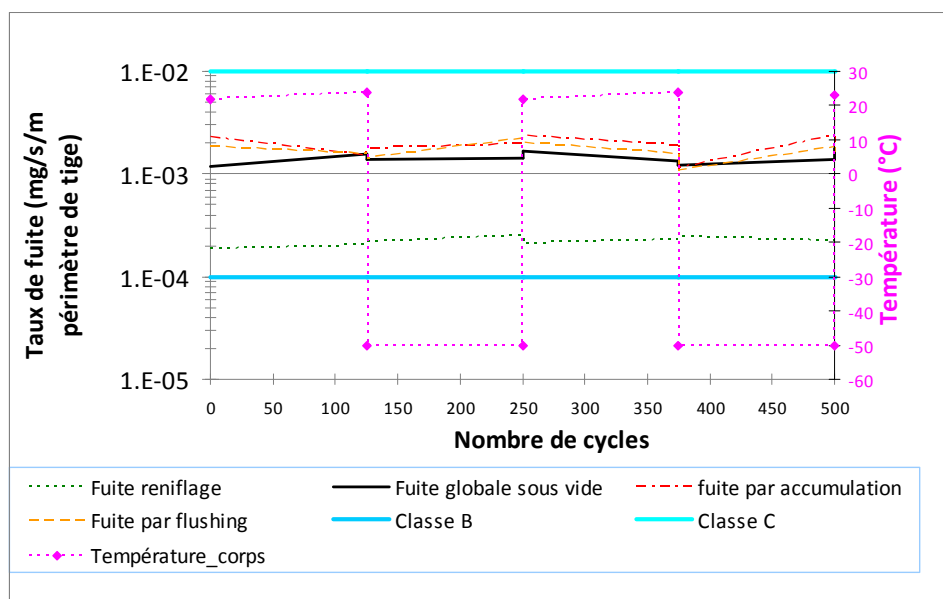


Figure 11: Exemple de résultat d'essai (essai à -50°C en Helium)

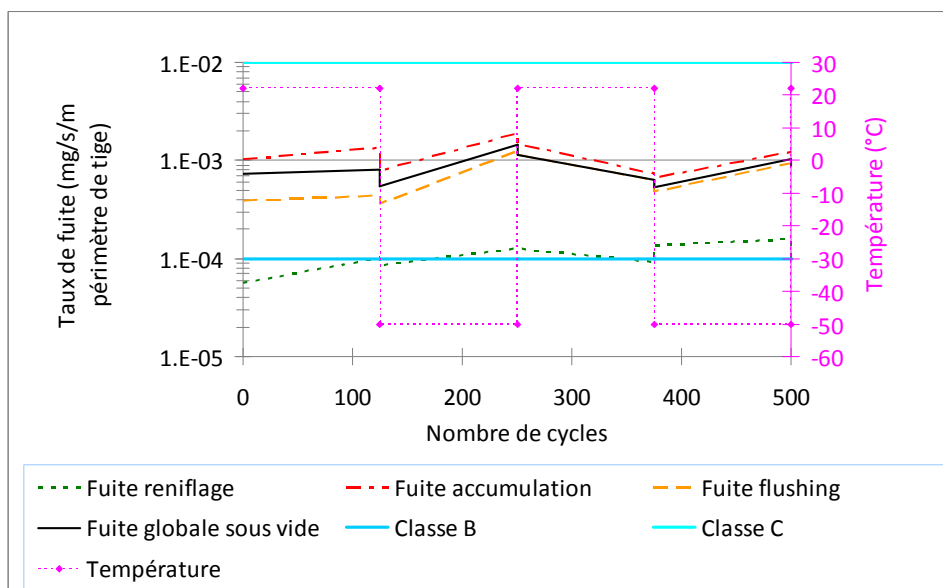


Figure 12: Exemple de résultat d'essai (essai à -50°C en Azote/Hydrogène)

Pour chacun des fluides, les mesures par le vide, par accumulation et par flushing donnent des valeurs comparables. La mesure par reniflage donne un niveau de fuite inférieur d'une décade ce qui confirme que cette méthode est une mesure d'une fuite locale non représentative de la fuite totale du presse étoupe.

Les mesures en hélium et avec le mélange azote-hydrogène donnent des résultats comparables en ce qui concerne le niveau d'émission. Il faut toutefois préciser que l'utilisation du mélange azote-hydrogène ne permet pas, à priori, de mesurer des niveaux de performance de la classe A de l'ISO 15848-1.

A l'heure de la rédaction de ce document, l'ensemble du programme d'essai n'a pas été réalisé. Toutefois, sur la base des mesures, il n'a pas été rencontré d'obstacle à la mise en place de cette méthode. De plus, les dispersions de mesures obtenues avec le mélange azote/hydrogène et les valeurs moyennes sont du même ordre que celles obtenues avec l'hélium. Ces premières constatations seront à confirmer avec la réalisation complète du programme d'essai.

CONCLUSION

En ce qui concerne la qualification des robinets aux émissions fugitives, il y a semble t il une volonté de rapprocher, autant que faire se peut, les deux références actuelles que sont l'ISO 15848-1 et la MESC SHELL SPE 77/300.

Ce rapprochement est en cours au sein de l'ISO TC153 SC1 WG10.

Le point majeur de la discussion concerne la méthode de mesure des émissions mais il semble admis aujourd'hui que la classe d'étanchéité des robinets doive être définie à partir d'une mesure de la fuite totale du système d'étanchéité de la tige.

Il y a une demande forte des robinetiers (voire des utilisateurs) d'une unique norme de référence.

La VDI 2440 et l'API622 concernent la caractérisation des garnitures de presse étoupe. Ces deux références ont peu de points communs et leur différence essentielle concerne le fluide d'essai (l'hélium pour la VDI 2440, le méthane pour l'API 622). L'API622 est plus complète que la VDI 2440 car elle impose des cycles de fonctionnement (mécaniques et thermiques) ainsi qu'un essai de corrosion.

Il semble que la VDI 2440 puisse se rapprocher de l'ISO 15848-1 amendée en termes de classe d'étanchéité (et de méthode de mesure des émissions) et des cycles de fonctionnement. Ainsi une qualification ISO 15848-1 d'un robinet pourrait conduire directement à une qualification TA Luft de sa garniture d'étanchéité !

Enfin, il faut noter qu'il est possible de qualifier, sur bancs dédiés, des garnitures de presse étoupe selon la norme ISO 15848-1.