

Edition : 2

**RACCORDS A SERTIR EN CUIVRE
UTILISABLES SUR LES INSTALLATIONS DE GAZ**

Partie 1 : Caractérisation des raccords à sertir en cuivre et de leur mode d'assemblage

Partie 2 : Mise en œuvre des raccords à sertir en cuivre

Partie 3 : Mise en œuvre des installations comportant des raccords sertis en cuivre

Annexe A

TABLE DES MATIERES

1) INTRODUCTION	4
2) DOMAINE D'APPLICATION.....	4
PARTIE 1 : CARACTERISATION DES RACCORDS A SERTIR EN CUIVRE ET DE LEUR MODE D'ASSEMBLAGE.....	5
A) GENERALITES.....	5
B) REFERENCES NORMATIVES ET SPECIFICATIONS COMPLEMENTAIRES	5
C) DEFINITIONS SPECIFIQUES	6
C.1 Mode d'assemblage par sertissage	7
C.2 Raccord à sertir.....	7
C.3 Equipement de sertissage	7
D) CARACTERISATION DES RACCORDS.....	7
D.1 Types de raccords spécifiés	7
D.2 Matières.....	9
D.3 Caractéristiques dimensionnelles	9
D.4 Pression maximale de service.....	10
E) CARACTERISATION DES ASSEMBLAGES.....	10
E.0 Organisation des essais	10
E.0.1) Description des éprouvettes	10
E.0.2) Pression d'essai.....	11
E.0.3) Chronologie des essais.....	11
E.0.4) Définitions des tolérances d'essai	12
E.1 Détermination de l'étanchéité à l'air	12
E.1.1) Vérification initiale du niveau d'étanchéité.....	12
E.1.2) Contrôle rapide du niveau d'étanchéité.....	13
E.2 Détermination de la résistance mécanique	14
E.2.1) Résistance à la traction	14
E.2.2) Résistance au glissement axial.....	15
E.2.3) Résistance à la flexion.....	16
E.2.4) Résistance à la flexion alternée.....	18
E.2.5) Résistance à la torsion	19
E.2.6) Résistance au cisaillement.....	20
E.2.7) Résistance à l'écrasement.....	22
E.2.8) Résistance au choc	23
E.3) Résistance chimique	24
E.3.1) Essais à l'ammoniaque pour la résistance à la corrosion sous contrainte (résistance à la fissuration sous tension en milieu ammoniacal) de pièces de raccordement en alliage de cuivre	24
E.3.2) Résistance aux agressions chimiques externes.....	25
E.4 Section minimale de passage	26
E.5 Résistance au vieillissement	27
E.5.1) Essai de vieillissement accéléré par cyclage thermique.....	27
F) OUTIL DE SERTISSAGE - MARQUAGE - CONDITIONNEMENT - NOTICE DE MISE EN OEUVRE	30
F.1 Outil de sertissage	30
F.2 Marquage des raccords	30
F.3 Conditionnement.....	30
F.4 Notice de mise en œuvre.....	31
PARTIE 2 : MISE EN ŒUVRE DES RACCORDS A SERTIR EN CUIVRE	32
PARTIE 3 : MISE EN ŒUVRE DES INSTALLATIONS COMPORTANT DES RACCORDS SERTIS EN CUIVRE	33

1) INTRODUCTION

Le présent document traite du mode d'assemblage de tuyauteries en cuivre par sertissage utilisable sur les installations de gaz combustibles et d'hydrocarbures liquéfiés desservant les bâtiments d'habitation et leurs dépendances, ainsi que les bâtiments d'élevage et les serres.

Il est constitué de trois parties :

- la Partie 1 définit les exigences à satisfaire pour les assemblages en matière de sécurité et de performances ;
- la Partie 2 traite de la mise en œuvre en complément des exigences définies par les textes réglementaires en vigueur ;
- la Partie 3 traite de la mise en œuvre des installations de gaz comportant des raccords sertis en cuivre.

2) DOMAINE D'APPLICATION

Le présent document s'applique aux raccords en cuivre à sertir sur des tubes en cuivre conformes à l'EN 1057+A1, complétée de l'ATG B.524, afin de réaliser des installations de gaz naturel et d'hydrocarbures liquéfiés desservant les bâtiments d'habitation et leurs dépendances, ainsi que les bâtiments d'élevage et les serres.

Les installations de gaz considérées sont celles dont la pression maximale de service est classée en « Moyenne Pression A » ou, dans le cas des gaz GPL, celles alimentées à partir de récipients de stockage dont la pression maximale de service est classée en « moyenne pression ».

Les installations de gaz considérées sont celles situées entre, d'une part, l'aval de l'organe de coupure générale de l'immeuble et les raccords d'entrée du ou des appareils d'utilisation du gaz, d'autre part.

Dans le présent document, toutes les pressions sont des pressions relatives et le terme « gaz » fait référence à des gaz combustibles, sous forme gazeuse à 15°C sous 1013,25 mbar. Ces gaz, odorisés pour des raisons de sécurité, appartiennent respectivement à la première, deuxième et troisième famille (voir Tableau 1 de la NF EN 437).

PARTIE 1 : CARACTERISATION DES RACCORDS A SERTIR EN CUIVRE ET DE LEUR MODE D'ASSEMBLAGE

A) GENERALITES

La présente partie définit les exigences techniques à satisfaire par des modes d'assemblages par sertissage utilisables sur les installations de gaz telles que décrites dans le chapitre "domaine d'application" et visées par la spécification ATG B.524 « Tubes de cuivre, raccords, moyen d'assemblage, alliages d'apport et flux ».

Cette partie définit les exigences concernant :

- les caractéristiques techniques des éléments de raccordement,
- les performances à atteindre par les assemblages réalisés et les principes généraux des méthodes associées.

B) REFERENCES NORMATIVES ET SPECIFICATIONS COMPLEMENTAIRES

Pour les normes et les spécifications complémentaires, ci-après, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF E 29-532	Tuyauterie : Raccords démontables à Joint Plat PN 10 ("mâles" ou "femelles deux pièces").
NF E 29-536	Installations de gaz - Raccords démontables à jonction sphéro-conique destinés à être installés sur les tuyauteries pour installations de gaz.
NF D 36-103	Economie domestique - Tuyaux flexibles à base de tuyau caoutchouc (avec armature) pour le raccordement externe des appareils à usage domestique utilisant les combustibles gazeux distribués par réseaux.
NF P 45-204-1	Installations de gaz dans les locaux d'habitation – Partie 1 : Terminologie.
NF P 45-204-2	Installations de gaz dans les locaux d'habitation - Partie 2 : Cahier des clauses techniques - Dispositions Générales.
NF EN 437	Gaz d'essais, pressions d'essais, catégories d'appareils.
NF EN 549	Matériaux à base de caoutchouc pour joints et membranes destinés aux appareils à gaz et appareillages pour le gaz.
NF EN 682	Garnitures d'étanchéité en caoutchouc – Spécifications des matériaux pour garnitures d'étanchéité pour joints de canalisations et des raccords véhiculant du gaz et des hydrocarbures liquides.
NF EN 1057	Cuivres et alliages de cuivre : tubes ronds, sans soudure, en cuivre, pour l'eau et le gaz, dans les applications sanitaires et de chauffage.
NF EN 1254	Cuivres et alliages de cuivre, Raccords.
NF EN 1775	Alimentation en gaz - Tuyauteries de gaz pour les Bâtiments - Pression maximale de service ≤ 5 bar - Recommandations fonctionnelles.
NF EN 10226-1	Filetages de tuyauterie pour raccordement avec étanchéité par le filetage - Partie 1 : filetages extérieurs coniques et filetages intérieurs cylindriques - Dimensions, tolérances et désignation.
NF EN 16129	Détendeurs, inverseurs automatiques, ayant une pression maximum de détente de 4 bar, avec une capacité maximale de 150 kg/h, dispositifs de sécurité associés et adaptateurs pour butane, propane et leurs mélanges.

ISO 1431-1	Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique résistance au craquelage par l'ozone (méthode A).
ISO 1817	Caoutchouc vulcanisé, détermination de l'action des liquides.
ISO 6957	Alliages de cuivre - Essai à l'ammoniaque pour la résistance à la corrosion sous contrainte.
NF ISO 9227	Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins.
ATG B.524-1	Tubes de cuivre, raccords, moyen d'assemblage, alliages d'apport et flux.
NF EN 1982	Cuivres et alliages de cuivre – Lingots et pièces moulées.

C) DEFINITIONS SPECIFIQUES

En complément, les définitions et recommandations de la norme NF EN 1775 et de son annexe D s'appliquent.

L'extrémité d'un raccord à sertir est dit femelle lorsque qu'elle est conçue pour recevoir un tube cuivre ou une extrémité lisse en alliage de cuivre d'un raccord fileté.

L'extrémité d'un raccord à sertir est dit mâle lorsqu'elle est assimilable à un tube (tube cuivre ou extrémité lisse en alliage de cuivre d'un raccord fileté).

Un raccord à sertir peut être pourvu d'extrémités mâles et femelles.

Il existe plusieurs types de sertissage (voir exemples ci-après) :

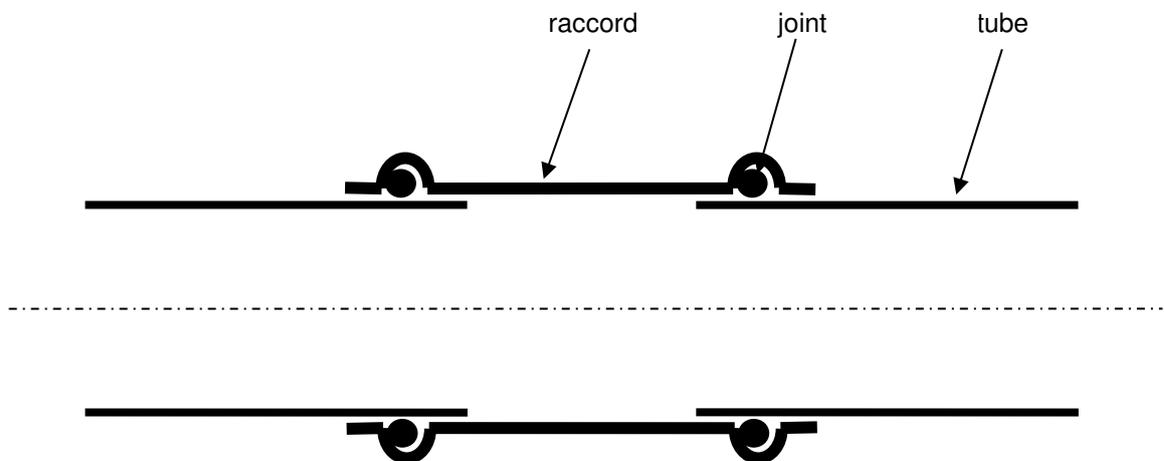


Figure 1 : exemple de « double-sertissage »

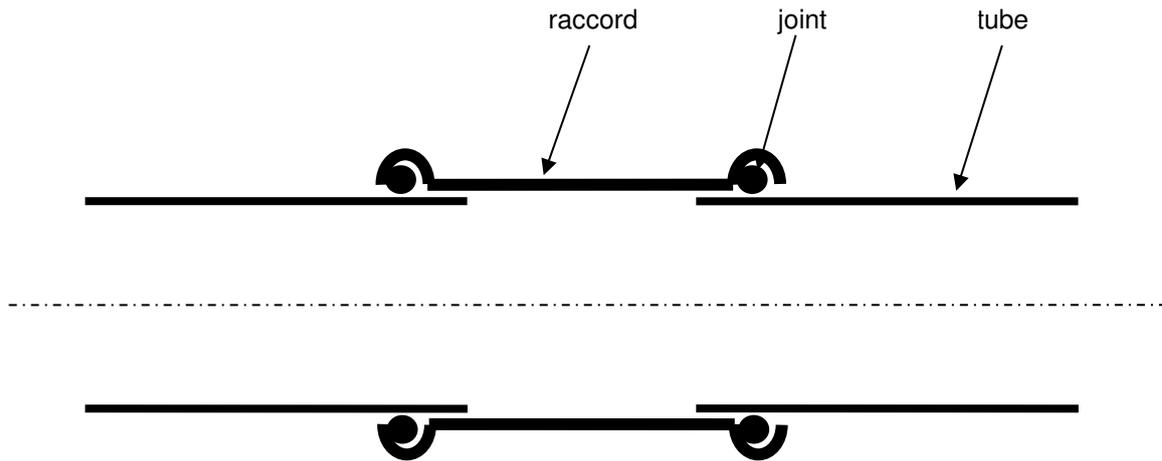


Figure 2 : exemple de « simple-sertissage »

C.1 Mode d'assemblage par sertissage

Assemblage d'un raccord et d'une conduite de même diamètre nominal, par déformation contrôlée (utilisation d'une empreinte déterminée) et permanente au moyen d'un équipement de sertissage.

C.2 Raccord à sertir

Raccord possédant au moins un alésage s'adaptant à chaque dimension de tube en vue de la réalisation d'un sertissage. Les parties à sertir du raccord comportent un élément d'étanchéité.

Diamètre nominal : diamètre extérieur nominal du tube de raccordement (voir NF EN 1057 et NF EN 1254).

C.3 Equipement de sertissage

Appareil servant à la réalisation d'un sertissage, composé de mâchoires (ou mordaches) s'adaptant au diamètre considéré et d'un corps fournissant la force nécessaire à ces mâchoires pour réaliser le sertissage.

D) CARACTERISATION DES RACCORDS

D.1 Types de raccords spécifiés

Un raccord à sertir est composé d'une ou plusieurs extrémités parmi :

- une extrémité mâle à bout lisse (calibre du tube) en cuivre ou alliages de cuivre,
- une extrémité femelle à sertir,
- une jonction mécanique mâle ou femelle.

Pour être raccordés à des installations existantes en cuivre ou en acier selon le cas, les raccords d'extrémités peuvent être :

- Un raccord JPC/JPG, conforme à la norme NF E 29-532 ;
- Un raccord JSC, conforme à la norme NF E 29-536 ;
- Un raccord mâle conique (R)/femelle cylindrique (Rp), conforme à la norme NF EN 10226-1, uniquement pour les bâtiments d'élevage et les serres ;
- Un raccord femelle à douille et écrou tournant, M20x150 ou G3/4 ISO228-1, conforme aux figures respectives G.8 (type G.36) et G.6 (type G.28) de la norme NF EN 16129.

Le catalogue de produits de chaque fabricant doit comprendre au minimum la liste des accessoires suivants possédant au moins une extrémité à sertir :

Bouchon



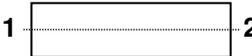
1
S

Manchon



1	2
S	S
S	JMN
S	BL

Manchon coulissant



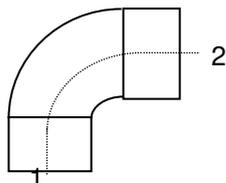
1	2
S	S

Réduction



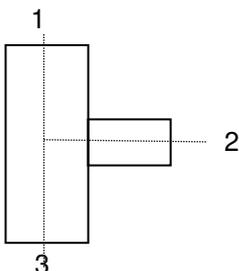
1	2
S	S
S	JMN
S	BL
JMN	S
BL	S

Coude 90°, Coude 45°



1	2
S	S
S	JMN
S	BL

Tés égaux ou réduits



1	2	3
S	S	S
S	JMN	S
S	BL	S

Légende :

S : sertissage femelle (F)

JMN : jonction mécanique normalisée

BL : bout lisse, sertissage mâle (M)

D.2 Matières

Remarque préliminaire : les substances dangereuses identifiées par la Commission Européenne ne doivent pas être contenues dans les diverses FOURNITURES, OUTILLAGES utilisés pour mettre en œuvre le mode d'assemblage par sertissage.

Matière du corps métallique :

Alliages CUIVREUX : Selon NF EN 1254 - Parties : 1 (4.2.1), 2, 3, 4, 5.

Cuivre : Selon NF EN 1057 (6.1).

Matière du joint : les joints doivent être fabriqués à partir d'un matériau élastomère répondant aux exigences des normes NF EN 549 (classe minimale A2) et NF EN 682 et être de type « GAL » ou « GBL ».

Remarque : les types « GAL » et « GBL » sont définis dans la norme NF EN 682.

D.3 Caractéristiques dimensionnelles

Les tubes utilisables en sertissage sont ceux définis par la spécification ATG B.524-1 de juin 2005. Le DN 54, épaisseur 1,5 mm, dureté R290, est ajouté à cette spécification ATG B.524-1. Ils doivent être conformes aux recommandations du fabricant (diamètre, épaisseur, nuance du cuivre,...).

Les diamètres extérieurs des tubes de cuivre sur lesquels le sertissage est réalisé sont :

Diamètre extérieur en mm	R290 Epaisseur 1 mm	R290 Epaisseur 1,2 mm	R290 Epaisseur 1,5 mm	R 250 Epaisseur 0,8 et 1 mm	R220 Epaisseur 1 mm
12	X			X	X
14	X			X	X
15	X			X	X
16	X			X	X
18	X			X	X
22	X			X	X
28	X				
35	X				
42	X	X			
54	X	X	X		

D.4 Pression maximale de service

La pression maximale de service (PMS) des raccords est la « moyenne pression A » pour les gaz distribués à partir de réseau et la « moyenne pression » pour les gaz distribués à partir de récipients de stockage.

Les pressions de distribution sont les suivantes :

- a) pour le gaz distribué à partir de réseau en « moyenne pression A », la PMS est égale à 400 mbar.
- b) pour les gaz de pétrole liquéfiés distribués à partir de récipients de stockage en « moyenne pression », la PMS est égale à 1,75 bar.

La PMS qui est retenue pour la suite est de 1,75 bar pour les bâtiments d'habitation et leur dépendance. Pour les autres installations (élevage, serres), la PMS retenue est de 5 bar (« moyenne pression »).

E) CARACTERISATION DES ASSEMBLAGES

E.0 Organisation des essais

Si plusieurs géométries de sertissage sont réalisées, les essais sont réalisés pour chacune d'elles avec l'échantillonnage requis au § 5.1.4 sauf pour les essais d'agressions chimiques qui sont réalisés avec la géométrie qui facilite le plus le contact entre le joint et l'agent agressif.

E.0.1) Description des éprouvettes

Chaque raccord à tester est serti sur un tronçon de tube en cuivre.

Pour chaque raccord à serti testé, il convient d'effectuer les essais tels que définis dans le tableau présenté au paragraphe E.0.3 pour des caractéristiques de tubes en cuivre définies dans la spécification ATG B.524 et selon les nuances des raccords à serti.

NOTE 1 : Dans le cas d'une gamme de raccords de mêmes caractéristiques dimensionnelles et matière de la partie du sertissage, un seul type est testé, de préférence le manchon (par exemple un manchon cuivre du diamètre considéré est testé pour les manchons, coudes, tés, réduction du même diamètre en cuivre mais un raccord en alliage de cuivre du même diamètre doit subir les essais).

NOTE 2 : Si la matière du joint est différente dans une gamme de raccord, il y a autant de gamme que de matières de joint pour déterminer les essais à faire.

Dans le cas où un fabricant exige une épaisseur minimale du tube pour effectuer le sertissage des raccords, les essais doivent être réalisés sur cette épaisseur minimale.

Dans le cas d'une demande concernant plusieurs qualités de tube cuivre :

- Les essais du lot 1 sont réalisés avec les 2 qualités extrêmes de dureté, sauf l'essai de flexion qui est réalisé avec la qualité la plus dure.
- Les essais du lot 2 sont réalisés avec la qualité la moins dure.

E.0.2) Pression d'essai

Sauf prescription particulière, la pression d'essai est fixée à 7,5 bar.

Les tolérances des pressions sont de :

- 30 mbar +/- 1 ;
- 7,5 bar +/- 0.2.

Lorsque l'essai est réalisé sous pression d'essai P_{essai} (7,5 bar), l'isolement et la mesure doivent être réalisés au plus proche de l'éprouvette.

La localisation et l'importance de la fuite sont vérifiées au test de bulles (Pas d'observation de bulle pendant la durée de l'essai).

E.0.3) Chronologie des essais

Les essais sont réalisés selon les phases successives (① → ② → ③ (→ ④)) définies dans chaque ligne du tableau suivant :

Essai	Méthodes d'essai (cf paragraphes suivants)													Taille des raccords à tester		
	E1.1 Etanchéité	E2.1 Traction	E2.2 Glissement axial	E2.3 Flexion	E2.4 Flexion alternée	E2.5 torsion	E2.6 Cisaillement	E2.7 écrasement	E2.8 Choc	E3.1 Contrainte ammoniacale	E3.2 Agressions chimiques externes	E4 Section minimale	E.5 essai de vieillissement par cycles thermiques	E1.2	Lot 1	Lot 2
Traction	①	②												③	X	
Glissement Axial	①		②											③	X	
Flexion	①			②										③	X	
Flexion alternée	① et ③				②										X	
Torsion	①					②								③	X	
Cisaillement	①						②							③		X
Ecrasement	①							②				④		③		X
Choc	①								②					③		X
Corrosion sous contrainte	① et ③									②						X
Agressions chimiques	① et ④			③							②					X
Section minimale												①				X
Vieillessement accéléré													①			X

Lot 1 : tous les diamètres des raccords, les épaisseurs et duretés extrêmes doivent être testés

Lot 2 : tous les diamètres extrêmes (minimum et maximum) de chaque forme de sertissage doivent être testés

E.0.4) Définitions des tolérances d'essai

En complément des éléments indiqués dans les paragraphes correspondants aux essais, les tolérances sur les durées et les grandeurs de force ou d'énergie sont les suivantes.

Les tolérances des durées d'exposition sont :

- ≤ 48 h : +/- 10 % ;
- > 48 h : 0/+2 h.

Les tolérances sur les grandeurs de force ou d'énergie : 0/+5 %.

E.1 Détermination de l'étanchéité à l'air

E.1.1) Vérification initiale du niveau d'étanchéité

Principe de l'essai

L'essai consiste à vérifier l'étanchéité d'un sertissage par immersion dans l'eau d'une éprouvette soumise à une pression d'air.

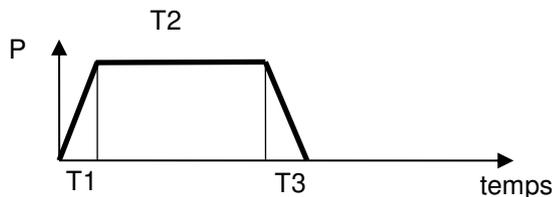
Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante dans les conditions suivantes :

Pression interne d'essai	Profondeur d'immersion de l'éprouvette	T2
(30 ± 1) mbar	(5 ± 1) cm	1 heure
P_{essai}	(20 ± 1) cm	10 minutes

La différence de pression appliquée à l'éprouvette est donc de 25 mbar +/- 2 mbar.

Chargement



D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
T2	Selon pression									

L'observation a lieu pendant le temps de stabilisation (T2).

Mettre en pression l'éprouvette avant d'immerger.

Exigence

Pas de bulle, pendant T2, pour chaque niveau de pression respectif (30 mbar et P_{essai}).

E.1.2) Contrôle rapide du niveau d'étanchéité

Principe de l'essai

L'essai consiste à vérifier l'étanchéité d'un sertissage par immersion dans l'eau d'une éprouvette soumise à une pression d'air.

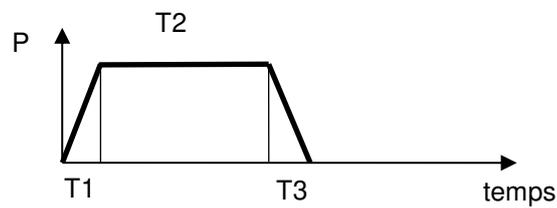
Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante.

L'éprouvette est immergée sous (20 ± 1) cm d'eau.

Pression interne d'essai : P_{essai} .

Chargement



D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
T2	10 min									

L'observation a lieu pendant le temps de stabilisation (T2).
Mettre en pression l'éprouvette avant d'immerger.

Exigence

Pas de bulle au pendant 10 minutes.

E.2 Détermination de la résistance mécanique

E.2.1) Résistance à la traction

Principe de l'essai

L'essai consiste à imposer une déformation par traction axiale de force F, à une éprouvette soumise à une pression interne d'air.

Pendant l'essai, le niveau d'étanchéité est contrôlé par un suivi permanent du niveau de pression interne.

Un produit de solution moussante est appliqué pendant les cinq premières minutes puis durant les cinq dernières minutes de sollicitation afin d'observer l'éventuelle apparition de bulles.

Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

La distance entre le raccord soumis à l'essai et chaque extrémité de l'assemblage doit être de 200 mm.

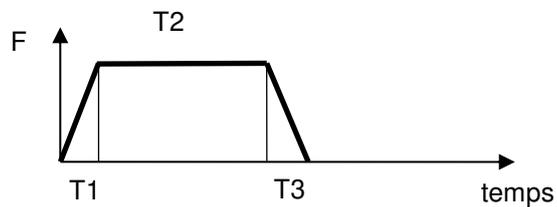
Si l'éprouvette a été préparée avec du brasage aux extrémités, cela ne doit pas influencer sur le sertissage.

Sollicitation exercée (adaptation du 5.5 de la NF EN 1254-2)

L'essai est effectué à température ambiante.

Pression interne d'essai : P_{essai} .

Chargement axial



D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
T1	$\geq 1 \text{ min}$									
T2	30 min									
T3	$\geq 1 \text{ min}$									
F en N	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000

La tolérance des forces appliquées sont de 0 à +5 % pendant 30 à 35 min pour la phase T2.
Les temps de rampe T1 et T3 sont compris entre 1 et 2 min.

Exigence

L'essai est satisfaisant si, pendant la sollicitation (telle que définie précédemment), l'éprouvette est étanche.

Les éprouvettes ne doivent pas présenter de bulles.

E.2.2) Résistance au glissement axial

Principe de l'essai

L'essai consiste à mettre sous pression interne d'eau une éprouvette.

Pendant l'essai le niveau d'étanchéité est contrôlé par un suivi permanent du niveau de pression interne.

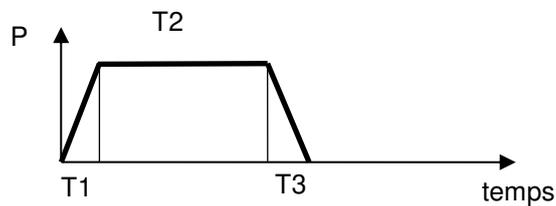
Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante.

Pression interne d'essai : **35 bar** (+/- 1 bar).

Chargement



D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
T1	1 à 2 min									
T2	48 h 0/+2h									
T3	1 à 2 min									

Exigence

L'essai est satisfaisant si, pendant la sollicitation (telle que définie précédemment), l'éprouvette est étanche.

Le glissement éventuel est enregistré dans le rapport.

E.2.3) Résistance à la flexion

L'essai de flexion est réalisé uniquement avec la qualité de tube cuivre la plus dure.

Les 2 points d'appui aux extrémités et le point d'application de la flèche sont obtenus sur un arc de cercle de rayon 30 mm et par un rayon de 5 mm sur le point d'application de la flèche.

Lors des essais de résistance aux produits chimiques, les échantillons sont réalisés avec une longueur réduite de tube pour limiter la dimension des bains, sans être inférieure à 400 mm.

La flexion f est alors calculée avec la formule : $f = F \times l / L$ où F et L sont les valeurs du CCH2004-02.

Exemple avec les tolérances :

Longueur initiale : L (mm)	Flèche initiale : F (mm)	Flèche f pour une longueur $l = 400$ mm
1200 +/- 5	20 0/+0,5	6,7 0/+0,1
1800 +/- 5	20 0/+0,5	4,5 0/+0,1
2400 +/- 5	20 0/+0,5	3,4 0/+0,1
2700 +/- 5	20 0/+0,5	3,0 0/+0,1

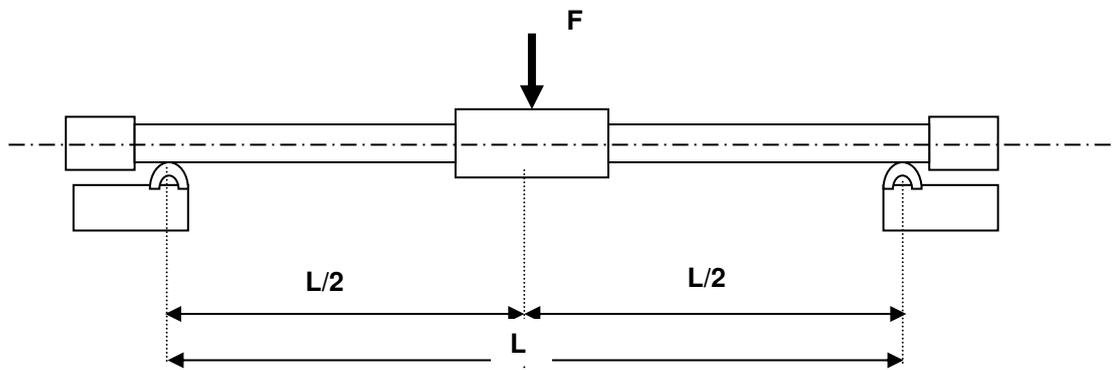
La valeur de f est arrondie par excès au 1/10.

Principe de l'essai (adaptation du 5.6 de la NF EN 1254-2)

L'essai consiste à soumettre le montage décrit ci-dessous à un effort de flexion F (voir schéma ci-dessous).

L'éprouvette est sous pression d'air.

La force de flexion est appliquée graduellement pour provoquer une flèche de 20 mm avec une précision de ± 1 mm.



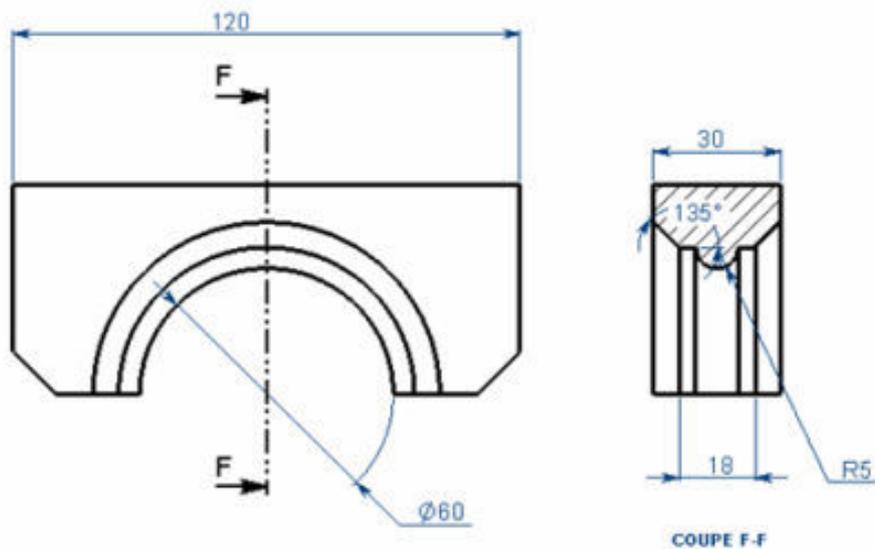


Figure 3 : point d'appui (ne garder que > 60 et R5)

Pendant l'essai, le niveau d'étanchéité est contrôlé par un suivi permanent du niveau de pression interne.

Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

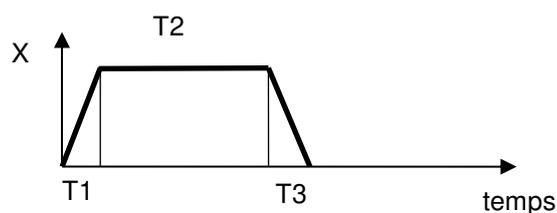
Un produit de solution moussante est appliqué pendant les 5 dernières minutes de sollicitation afin d'observer l'éventuelle apparition de bulles.

Sollicitation exercée (adaptation du 5.6 de la NF EN 1254-2)

L'essai est effectué à température ambiante.

Pression interne d'essai : P_{essai} .

Chargement en flexion



D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
T1	$\geq 1 \text{ min}$									
T2	30min									
T3	$\geq 1 \text{ min}$									
X en mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
L en mm ($\pm 5 \text{ mm}$)	1200	1200	1200	1200	1200	1800	1800	1800	2400	2700

Exigence

L'essai est satisfaisant si pendant la sollicitation (telle que définie précédemment) l'éprouvette est toujours étanche.

Les éprouvettes ne doivent pas présenter de bulles.

E.2.4) Résistance à la flexion alternée

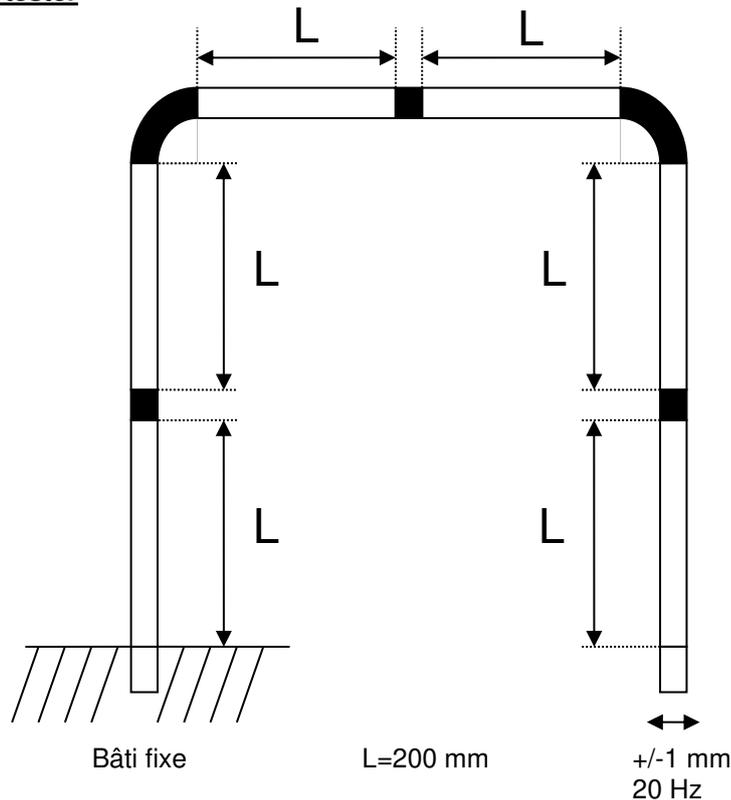
Principe de l'essai

L'essai consiste à soumettre le montage décrit ci-dessous à une série de cycles de flexion alternée (voir schéma ci-dessous).

L'éprouvette n'est pas sous pression.

Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

Eprouvette à tester



Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante

D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
Fréquence oscillations	20 Hz ± 1 Hz									
Amplitude oscillations	entre [-1 mm, +1 mm] et [-1,3 mm, +1,3 mm],									
Nombre de flexions alternées	10⁶									
Longueur visible de tube, L en mm	200 mm ± 2 mm									

A titre indicatif, pour déterminer le moment d'une éventuelle défaillance, l'essai peut être réalisé avec l'éprouvette isolée sous pression d'essai (7,5 +/- 0,2 bar). En cas de défaillance de pression, le nombre de cycle avant fuite est ainsi connu car le banc de test s'arrête.

Note : si le banc s'arrête à cause d'une fuite sur une partie non sertie, l'essai est poursuivi sans pression jusqu'au nombre total de cycles requis. Le mode opératoire utilisé (avec ou sans pression) et les aléas éventuels sont mentionnés dans le rapport.

Exigence

Aucune (essai intermédiaire).

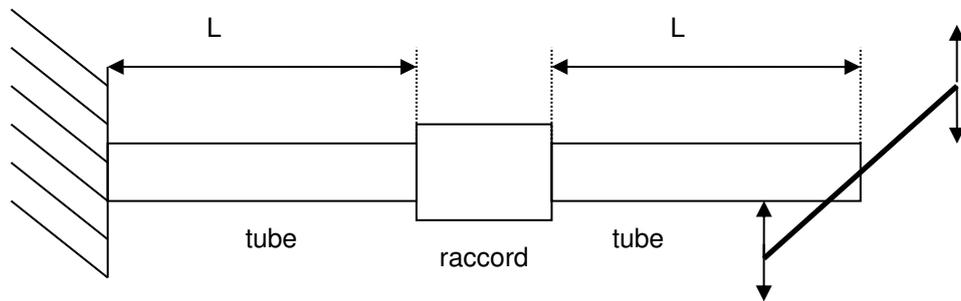
E.2.5) Résistance à la torsion

Principe de l'essai

L'essai consiste à soumettre le montage décrit ci-dessous à une série de cycles de torsion alternée (voir schéma). L'éprouvette est soumise à une pression interne d'air.

Pendant l'essai, le niveau d'étanchéité est contrôlé par un suivi permanent du niveau de pression interne. Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

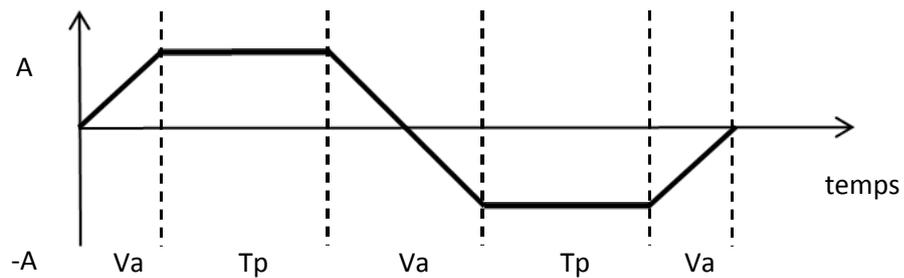
Un produit de solution moussante est appliqué pendant la sollicitation afin d'observer l'éventuelle apparition de bulles.



Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante.

Pression interne d'essai : P_{essai} .



D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
Va: Vitesse angulaire	1 à 6 s/°									
Tp: Temps palier	60 s à 80 s									
Nombre de torsions alternées	10 cycles									
Amplitude oscillations (A)	entre [- 5°, +5°] et [- 5,5°, +5,5°]									
Longueur de tube visible entre les mors de serrage et le manchon (L)	300 mm ± 2 mm									

Les tolérances sont les suivantes :

- position angulaire : entre [- 5°, +5°] et [- 5,5°, +5,5°]
- vitesse angulaire : entre 10 s et 1 min pour 10°

Exigence

L'essai est satisfaisant si pendant la sollicitation (telle que définie précédemment) l'éprouvette est toujours étanche.

Les éprouvettes ne doivent pas présenter de bulles.

E.2.6) Résistance au cisaillement

Principe de l'essai

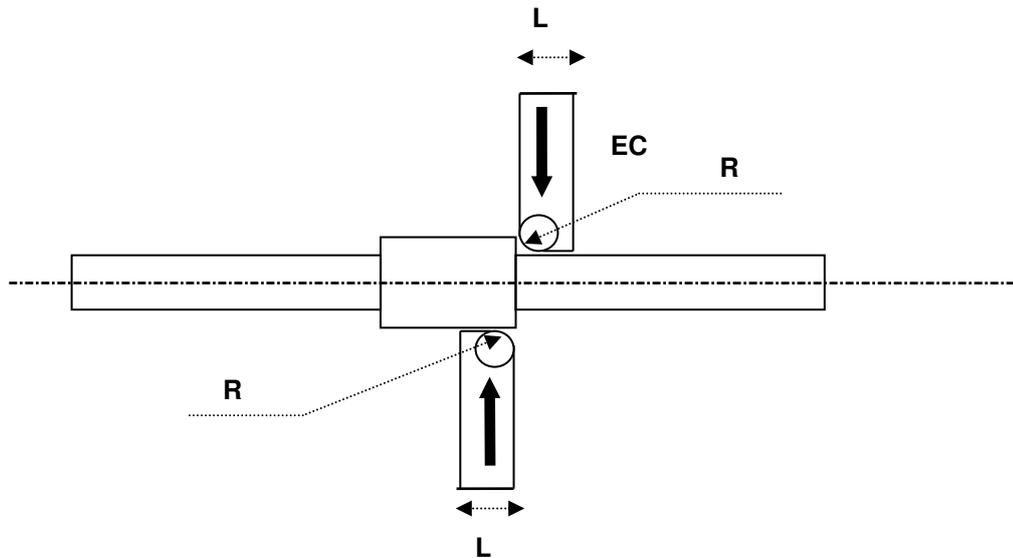
L'essai consiste à imposer un effort de cisaillement (EC) à une éprouvette soumise à une pression interne d'air.

L'effort de cisaillement est appliqué au ras du dispositif de raccordement perpendiculairement à l'axe longitudinal du tube par l'intermédiaire de deux poinçons.

Pendant l'essai le niveau d'étanchéité est contrôlé par un suivi permanent du niveau de pression interne. Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

Un produit de solution moussante est appliqué pendant la sollicitation afin d'observer l'éventuelle apparition de bulles.

Le montage suivant doit être réalisé :

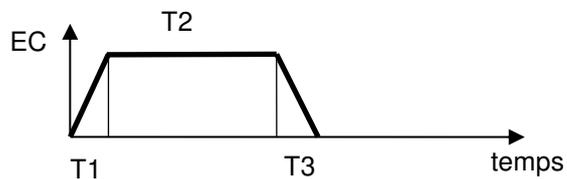


Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante.

Pression interne d'essai : P_{essai} .

Chargement

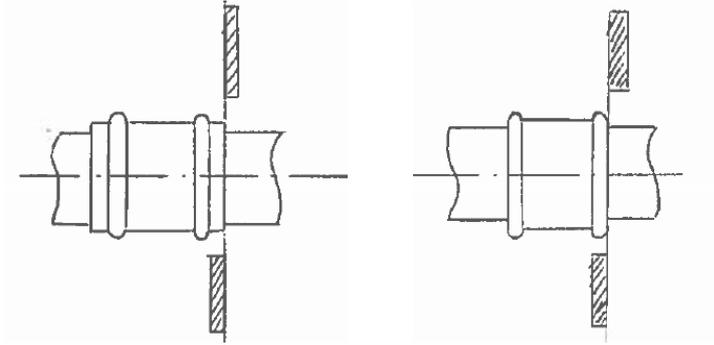


D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
R	0,2 mm									
L	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm	8 mm	8 mm	8 mm
T1	$\geq 1 \text{ min}$									
T2	1 h									
T3	$\geq 1 \text{ min}$									
EC en N	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000

Les tolérances sont les suivantes :

- Force : 0/+5%
- Lame L : +/- 0,1 mm
- Rayon R : 0/+0,1 mm
- Temps d'application de la force : +/- 6 min
- Temps de rampe : 1 à 2 min

Position des lames de cisaillement entre le raccord et le tube en sertissage :



Exigence

L'essai est satisfaisant si pendant la mise en œuvre de la sollicitation (telle que définie précédemment) l'éprouvette est toujours étanche.

Les éprouvettes ne doivent pas présenter de bulles.

E.2.7) Résistance à l'écrasement

Principe de l'essai

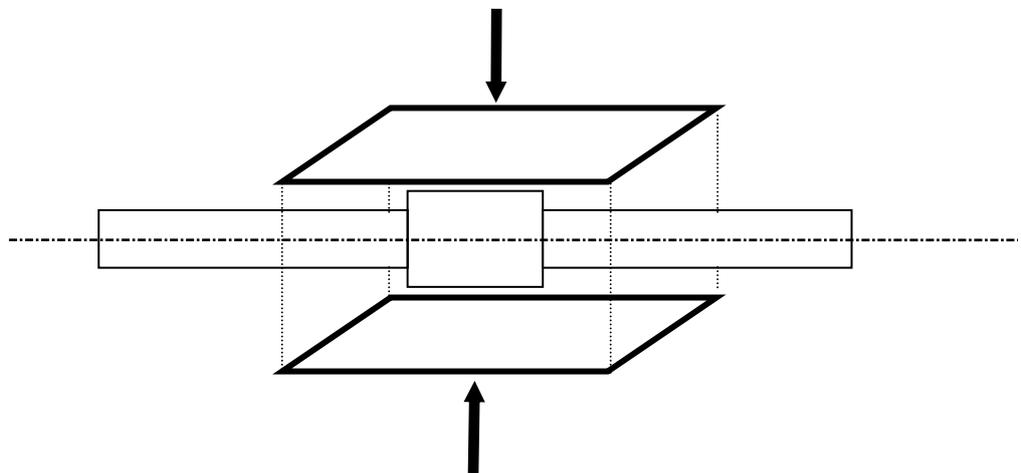
L'essai consiste à imposer un effort d'écrasement (ECR) à une éprouvette soumise à une pression interne d'air.

Pendant l'essai, le niveau d'étanchéité est contrôlé par un suivi permanent du niveau de pression interne.

Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

Un produit de solution moussante est appliqué pendant la sollicitation afin d'observer l'éventuelle apparition de bulles.

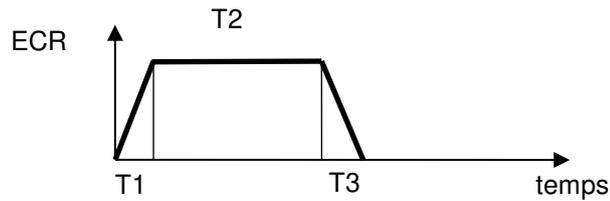
Le montage suivant doit être réalisé :



Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante. Pression interne d'essai : P_{essai} .

Chargement



D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
T1 : temps de rampe	1 à 2 min									
T2 : temps d'application de la force	1 h +/- 6 min									
T3 : temps de rampe	1 à 2 min									
Force	0/+5%									
ECR en N	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000

Exigence

L'essai est satisfaisant si pendant la mise en œuvre de la sollicitation (telle que définie précédemment) l'éprouvette est toujours étanche.

Les éprouvettes ne doivent pas présenter de bulles. Après la mise en œuvre de la sollicitation, les systèmes testés doivent subir avec succès la phase E4.

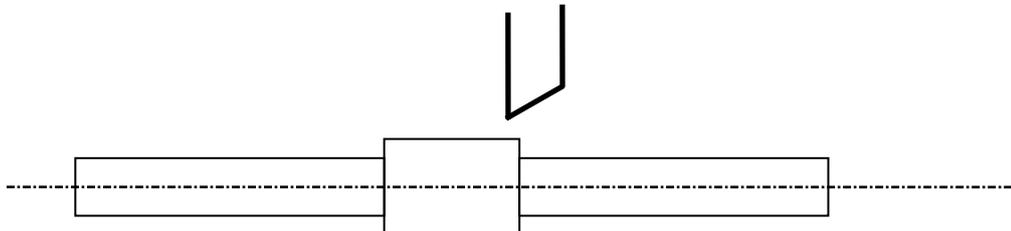
La section est vérifiée avec les billes appropriées après l'essai d'écrasement.

E.2.8) Résistance au choc

Principe de l'essai

L'essai consiste à soumettre un choc d'énergie (ECH) à une éprouvette. Le choc correspond à l'effet d'impact d'un couteau biseauté à 45 degrés avec un rayon en extrémité du biseau 0,5 mm. Le point d'impact est au droit de la gorge.

Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.



Sollicitation exercée

L'essai est effectué à température ambiante.

Pression interne d'essai : P_{essai} .

D ext tube	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
-------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

ECH en J	30	50	50	50						
N nombre	2									

Le rayon en extrémité du biseau à 45° est de 0,5 mm.

L'énergie du choc a une tolérance de 0/+10%.

Le point d'impact est la partie du raccord déformée par le sertissage, plus précisément la zone de compression du joint, pour être identique entre un sertissage simple ou double.

L'éprouvette étant réalisée avec un manchon, chaque partie sertie est testée :

- 2 impacts, au même endroit sur la gorge d'un joint,
- 2 impacts, avec une rotation de 90° de l'éprouvette entre les 2 impacts.

Exigence

L'essai est satisfaisant si pendant la mise en œuvre de la sollicitation (telle que définie précédemment) l'éprouvette est toujours étanche.

E.3) Résistance chimique

E.3.1) Essais à l'ammoniaque pour la résistance à la corrosion sous contrainte (résistance à la fissuration sous tension en milieu ammoniacal) de pièces de raccordement en alliage de cuivre

Principe de l'essai

L'essai consiste à exposer une éprouvette à une atmosphère chargée en vapeur d'ammoniaque. Les éprouvettes sont bouchées à leurs extrémités de manière à ce que seules les surfaces extérieures soient en contact avec l'ammoniaque.

Après exposition de 24 h, les pièces sont examinées pour déceler les fissures éventuelles traduisant la présence de contraintes résiduelles.

Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

Sollicitation exercée

Les spécifications SROB100, annexe 2 (pH 13,1 pendant 120 h) sont applicables pour :

- 2 DN des raccords femelle à sertir en alliage de cuivre, les DN 14 et 22 qui correspondent aux diamètres extrêmes, les plus utilisés pour les installations gaz en élevage ;
- 2 échantillons sertis qui forment 1 éprouvette par DN ;
- La pression d'essai PMS est de 5 bar et le test d'étanchéité rapide est de 7,5 bar pendant 10 min.

Exigence

Les éprouvettes ne doivent pas présenter de fissure ni d'altération interne ou externe.

E.3.2) Résistance aux agressions chimiques externes

Les essais sont réalisés avec le diamètre le plus grand.

Les tolérances sont les suivantes :

- Temps d'exposition aux agents chimiques : 0/+2h
- Températures : +/- 3 °C

Principe de l'essai

L'essai consiste à immerger pendant une durée (**T**) une éprouvette dans une solution chimique.

Trois éprouvettes sont testées pour chacun des bains définis dans le tableau ci-dessous.

Sollicitation exercée

N° de bain	Solution	Sollicitation	Durée T	Température
1	Eau de Javel	Immersion d'une éprouvette fermée, dans une solution d'hydrochlorite de sodium d'une concentration de 12 % (idem « eau de javel » utilisée comme agent de nettoyage dans les habitations)	72 h	23°C
2	Acide chlorhydrique	Immersion d'une éprouvette fermée, dans une solution d'acide chlorhydrique d'une concentration de 4 %	72 h	23°C
3	<i>n</i> -pentane	Immersion d'une éprouvette fermée dans le <i>n</i> -pentane (pureté 98%) liquide. L'essai est réalisé selon le 6.12.1.1. de la NF D 36-103.	72 h puis séchage pendant 168 h Repos à la température ambiante pendant 3 h	23°C séchage à 40°C
4	Tensio-actif (détergent)	Immersion d'une éprouvette fermée, dans une solution de Tensio-actif 30g pour 1000 cm ³ (ex : Teepol)	72 h	23°C
5	Brouillard salin neutre (essai NSS)	Immersion d'une éprouvette fermée dans une atmosphère pulvérisée à l'eau salée. L'essai est réalisé selon la norme NF ISO 9227	96 h	35°C

Exigence

Aucune (essai intermédiaire).

E.4 Section minimale de passage

La section de passage est vérifiée avec les billes appropriées à chaque DN avec des manchons.

Pour les autres raccords, les dimensions de la zone sertie est identique et les autres zones non déformées sont conçues pour assurer le passage des billes appropriées. La vérification est donc faite sur les plans.

Principe de l'essai

L'essai consiste à vérifier la section minimum de passage du gaz dans un raccord serti.

Le moyen utilisé est une bille en acier de diamètre spécifié dans le tableau ci-dessus.

Trois éprouvettes identiques sont testées au cours de cet essai.

Diamètre de passage minimal

Diamètre de passage minimal à prendre en compte après l'essai d'écrasement :

Diamètre extérieur du tube (mm)	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
Diamètre minimal (mm) de passage à l'état initial	9	10	11	12	14	18	23	29	36	47
Diamètre minimal (mm) de passage après écrasement	8	9	10	11	12	16	20	26	32	42

Pour un diamètre donné, il est nécessaire de vérifier chaque type de raccord serti sur le tube de cuivre présentant l'épaisseur la plus élevée.

Exigence

Pour les manchons, les coudes, les tés égaux.

La bille correspondant au diamètre nominal doit pouvoir passer de chaque extrémité à chacune des autres extrémités.

Pour tout raccord possédant au moins une extrémité réduite

La bille correspondant à chaque passage doit pouvoir déboucher par chacune des extrémités de diamètre équivalent ou supérieur.

E.5 Résistance au vieillissement

E.5.1) Essai de vieillissement accéléré par cyclage thermique

Les essais sont réalisés avec le diamètre le plus grand.

Les tolérances sont les suivantes :

- Température : elle est mesurée dans l'enceinte thermique et la sonde de température n'est pas en contact avec les éprouvettes. L'amplitude maximale est $50 \text{ } 0/+5^{\circ}\text{C}$ et les amplitudes minimales sont $-10 \text{ } 0/-5^{\circ}\text{C}$ ou $-20 \text{ } 0/-5^{\circ}\text{C}$.
- Temps de cycle : +/- 10 %

Principe

Les essais de vieillissement permettent d'accélérer le vieillissement des raccords en les exposant à des conditions de cycles thermiques accélérés plus sévères que celles rencontrées en conditions normales d'utilisation.

Préparation des éprouvettes

L'éprouvette correspond à l'ensemble formé par le raccord serti sur 2 tubes cuivre conformes à la spécification ATG B.524-1, chacun de longueur libre minimale de 200 mm. Chaque éprouvette comporte deux raccordements sertis (manchon). Trois éprouvettes de chaque diamètre extrême (min et max) de chaque géométrie de sertissage (forme imposée au raccord par les mâchoires de l'outil de sertissage) doivent être soumises à l'essai.

Raccordement des éprouvettes

Les éprouvettes sont raccordées d'un côté à un réseau de tuyauteries pour la mise en pression en hélium à la PMS et de l'autre côté à un bouchon.

NOTE : si des brasages sont effectués pour les raccordements, il faut appliquer une protection thermique sur le raccord lors de l'opération.

Contrôle initial d'étanchéité de l'éprouvette

L'intérieur de l'éprouvette est mis sous vide à l'aide d'une pompe qui est partie intégrante du détecteur (spectromètre de masse) d'hélium. De l'hélium est pulvérisé au niveau et autour de chaque raccordement (bouchons et raccordements d'extrémités des éprouvettes).

Critère de fuite acceptable : $1.10^{-7} \text{ atm.cm}^3.\text{s}^{-1}$ ($1.10^{-8} \text{ Pa. m}^3.\text{s}^{-1}$)

Si le niveau de fuite est supérieur à ce critère, il faut réparer ou remplacer le raccordement. Si le niveau de fuite est inférieur à ce critère, on passe à l'étape suivante.

Mode opératoire

1) Mesure globale avant essai

Après avoir été placée dans une enceinte sous vide reliée à un détecteur d'hélium, chaque éprouvette est mise sous une pression relative d'hélium égale à la PMS. La mesure de flux de fuite est réalisée pendant 15 minutes ; l'évolution du signal de mesure est enregistrée.

Le niveau de fuite acceptable avant essai est de $1.10^{-5} \text{ atm.cm}^3.\text{s}^{-1}$ ($1.10^{-6} \text{ Pa. m}^3.\text{s}^{-1}$).

2) Essai de cyclage thermique sous pression

Les éprouvettes soumises sous pression relative d'hélium égale à la PMS, placées dans une étuve et soumises au cyclage thermique suivant (cf figure 4) :

- a) 111 cycles de -10°C à $+50^{\circ}\text{C}$ d'une durée de 1h30 chacun,
- b) 1 cycle de -20°C à $+50^{\circ}\text{C}$ d'une durée de 1h30.

Ce cyclage (a + b) est répété 5 fois.

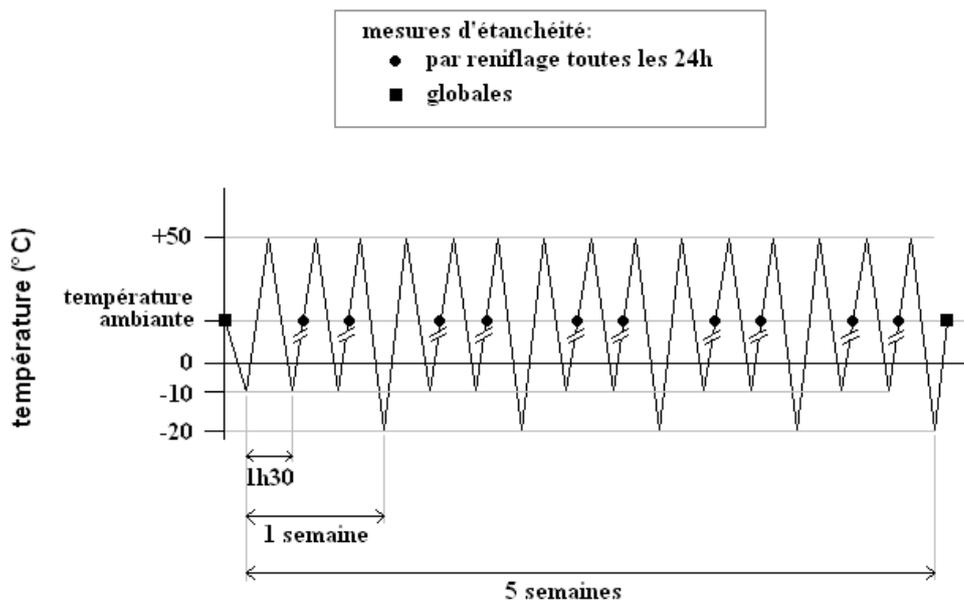


Figure 4 : Cyclage thermique

3) Mesures locales par reniflage

Elles sont faites à température ambiante toutes les 24 heures tout au long de l'essai.

Le cyclage est momentanément arrêté à température ambiante le temps de procéder aux mesures. Les éprouvettes sont toujours en place et en pression. La détection des fuites est assurée par le déplacement d'une sonde (reliée à un détecteur de gaz) autour des zones susceptibles de comporter une fuite. Dans le cas où une fuite supérieure au critère apparaît sur l'une des éprouvettes, celle-ci doit être retirée de l'enceinte et les cycles redémarrés depuis le début sur les éprouvettes de remplacement.

Pour toute éprouvette retirée, l'essai doit être répété sur trois nouvelles éprouvettes similaires (diamètre, type de raccord).

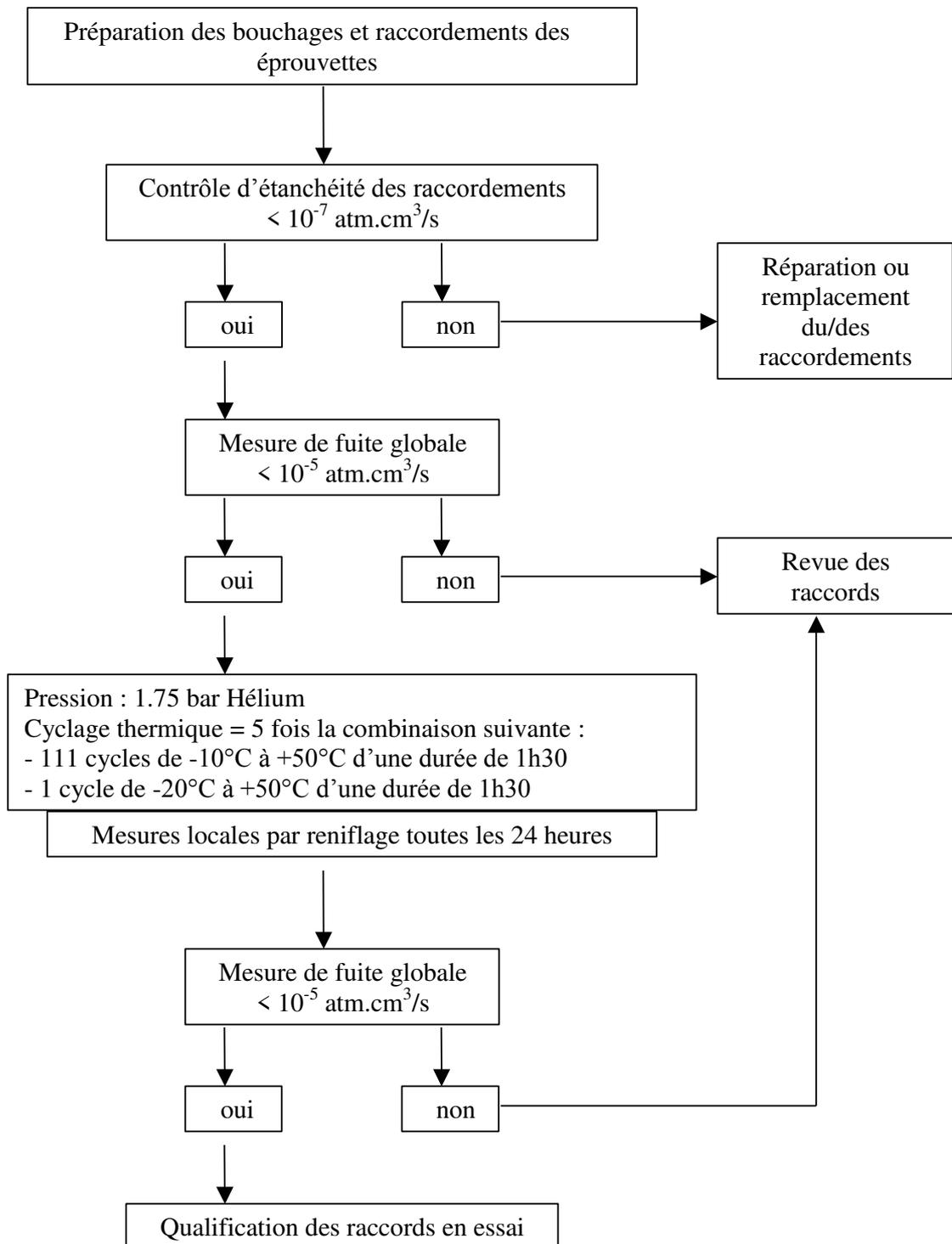
Critère de rejet d'éprouvette de $5 \cdot 10^{-6} \text{ atm} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$, variable selon la pollution en hélium dans l'air.

4) Mesure globale après essai

Quand les cycles sont arrivés à leur terme, les éprouvettes sont retirées de l'enceinte. Après avoir été placée dans une enceinte sous vide reliée à un détecteur d'hélium, chaque éprouvette est mise sous une pression relative d'hélium égale à la PMS. Après 15 minutes, une mesure de la teneur en hélium de l'enceinte est réalisée. Le débit de fuite de l'éprouvette en est déduit. La mesure de flux de fuite est réalisée pendant 15 minutes ; l'évolution du signal de mesure est enregistrée.

Le niveau de fuite acceptable après essai est de $1 \cdot 10^{-5} \text{ atm} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

5) Schéma de la procédure



Rapport d'essai

Ce rapport doit comporter à minima les renseignements suivants :

- nombre, type de raccords testés ;
- diamètres des tubes ;
- types de joints ;
- type d'appareillage utilisé (enceinte climatique, spectromètre, etc) ;
- diagramme température-temps de l'essai ;
- valeur de la pression d'hélium pour l'essai de vieillissement et les essais d'étanchéité ;
- courbes des mesures d'étanchéité par reniflage au cours du temps pour chaque raccord testé ;
- niveau de fuite de chaque raccord testé avant l'essai ;
- niveau de fuite de chaque raccord testé après l'essai.

F) OUTIL DE SERTISSAGE - MARQUAGE - CONDITIONNEMENT - NOTICE DE MISE EN OEUVRE

F.1 Outil de sertissage

Le sertissage des raccords sur les tubes est réalisé à l'aide d'un outil spécialement destiné à cette utilisation et qui comprend une machine et une mâchoire compatible (dénommé ci-après « outillage »). L'opération de sertissage doit être réalisée en suivant un cycle prédéfini et non modifiable par l'utilisateur. L'outil de sertissage doit être tel qu'une fois un cycle de sertissage commencé, ce cycle ne puisse pas être abandonné avant son terme. Le cycle est considéré terminé lorsque les mâchoires ou les colliers de serrage de l'outil de sertissage sont totalement refermés sur le raccord. Le cycle peut être abandonné en cas d'urgence pour la sécurité de l'opérateur. Dans le cas où le cycle de sertissage a été abandonné avant son terme, la jonction doit être supprimée et le raccord doit être mis au rebut et le processus complet doit être recommencé.

La qualité du sertissage doit être indépendante de la force exercée par l'opérateur.

Les fabricants de raccords recommandent par écrit les outillages adaptés à utiliser pour le sertissage, sans préjudice de la possibilité d'utiliser des outillages dont les fabricants auraient apporté la preuve de leur aptitude à la mise en œuvre des raccords.

La mention de cet (ou de ces) outillage(s) doit figurer de façon explicite dans la notice de mise en œuvre définie en F4.

En complément, les recommandations de la norme NF EN 1775 et de son annexe D s'appliquent, en particuliers les recommandations pour assurer la traçabilité des moyens d'assemblage mis en œuvre.

F.2 Marquage des raccords

Chaque raccord à sertir doit porter obligatoirement et de façon lisible et durable un marquage comprenant au minimum les informations suivantes :

- a) nom, sigle ou marque déposée du fabricant ;
- b) le diamètre extérieur du tube cuivre correspondant à chacun des orifices du raccord (si les orifices sont égaux, un seul diamètre peut être indiqué) ;
- c) la mention « GAZ » (voire la mention « GAS »).

F.3 Conditionnement

Les raccords doivent être conditionnés individuellement ou par lot.

F.4 Notice de mise en œuvre

Chaque conditionnement, cité au F.3 ci-avant, doit comporter une notice de mise en œuvre (éventuellement simplifiée avec possibilité de faire référence à la notice complète via par exemple un QR code), rédigée en langue française, mentionnant au minimum les précautions de mise en œuvre concernant :

- a) le raccord : présence du marquage défini en F.2, compatibilité des diamètres avec les tubes utilisés, présence des joints d'étanchéité, absence de trace de choc ;
- b) le tube : conformité à la spécification ATG B.524-1, et aux recommandations du fabricant (diamètre, épaisseur, nuance du cuivre,...), qualité de coupe et de surface, ébavurage ;
- c) l'outil de sertissage recommandé : se référer aux recommandations du fabricant d'outillage ;
- d) la préparation des sertissages : marquage sur le tube du positionnement des raccords, emboîtement sans détérioration des éléments d'étanchéité ;
- e) l'opération de sertissage : conduite du cycle complet de sertissage ;
- f) la mise en service de l'installation : vérification de l'étanchéité de l'installation une fois que tous les raccords ont été sertis, nécessité d'un contrôle réglementaire de conformité.

La notice doit comporter la reproduction in extenso des Partie 2 « Mise en œuvre des raccords à sertir en cuivre » et Partie 3 « Mise en œuvre des installations comportant des raccords à sertir en cuivre » du présent cahier des charges. Ces recommandations de mise en œuvre doivent également être fournies avec les machines de sertissage et leurs mordaches commercialisées par les fabricants de raccords à sertir.

PARTIE 2 : MISE EN ŒUVRE DES RACCORDS A SERTIR EN CUIVRE

Conformément aux dispositions de l'article 7 – 6° de l'arrêté du 2 août 1977 modifié, les raccords à sertir sont utilisables uniquement dans les locaux ventilés.

La présente partie spécifie les opérations successives qui doivent être réalisées à minima lors de la réalisation d'un assemblage par sertissage :

1. **lire la notice de mise en oeuvre** spécifique à chaque fabricant,
2. **vérifier l'aspect général du tube cuivre**, qu'il soit conforme à la spécification ATG B.524-1 et aux recommandations du fabricant (diamètre, épaisseur, nuance du cuivre,...), et que son diamètre est conforme au cahier des charges de l'assemblage par sertissage.

Diamètres de tubes de cuivre sur lesquels le sertissage peut être réalisé :

DN ext. du tube (mm)	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54
----------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

3. **couper le tube cuivre** à l'aide d'un coupe tube, afin d'obtenir une coupe nette, circulaire et perpendiculaire,
4. **éliminer les bavures** intérieures et extérieures. Pour les tuyauteries existantes, en présence de peinture, d'oxydation, etc, l'embout doit être mis à nu mécaniquement sur toute la longueur d'emboîtement,
5. **prendre un raccord** correspondant au diamètre du tube cuivre et conforme au cahier des charges de l'assemblage par sertissage,
6. **vérifier** que chaque partie à sertir du raccord possède son joint d'étanchéité spécifié par le fabricant,
7. **marquer le tube** à l'aide du gabarit fourni ou du raccord utilisé afin de repérer la profondeur d'emboîtement,
8. **emmancher** le raccord sur le tube cuivre jusqu'à la butée (excepté pour les manchons coulissants),
9. **prendre la mâchoire et la machine** recommandées et correspondant au diamètre de la partie du raccord à sertir,
10. **vérifier** le marquage du tube, réajuster le raccord sur le tube si nécessaire,
11. **ouvrir la mâchoire** et la positionner sur la partie à sertir du raccord,
12. **vérifier** à nouveau la position du tube dans le raccord à sertir selon le repérage réalisé en 7,
13. **lancer le sertissage**, le cours du cycle ne doit pas être abandonné et doit être conduit jusqu'à son terme (butées, arrêt automatique...),
14. **retirer l'outillage** une fois le sertissage terminé,
15. **vérifier** de façon visuelle et tactile que le sertissage a été correctement réalisé.

NOTE : procéder à un essai d'étanchéité de l'ensemble de l'installation réalisé conformément aux obligations réglementaires et normatives en vigueur.

PARTIE 3 : MISE EN ŒUVRE DES INSTALLATIONS COMPORTANT DES RACCORDS SERTIS EN CUIVRE

Pour rappel complémentaire, conformément à la NF DTU 61.1 partie 2, § 5.3.3.1.2.8, les tuyauteries gaz ne doivent comporter aucun raccord mécanique et accessoire à l'intérieur d'un vide sanitaire. Selon la NF DTU 61.1 partie 1, § 3.76, un raccord est dit mécanique quand l'assemblage et l'étanchéité sont obtenus séparément, c'est donc le cas des raccords à sertir.

Les précautions suivantes doivent être observées lors de la réalisation d'une installation comportant des raccords sertis en cuivre ou lors d'une intervention sur une installation existante ayant été réalisée avec la technique du sertissage du cuivre :

- les raccords cuivre sertis ne doivent pas être placés dans les éléments du bâti, que ce soit par engravement, encastrement ou incorporation ;
- aucun assemblage par brasure ne doit être réalisé sur la même installation à moins d'un mètre d'un assemblage par sertissage ;
- aucun cintrage à chaud ne doit être effectué sur un tube cuivre à moins d'un mètre d'un assemblage par sertissage ;
- aucun point chaud ne doit être porté à proximité d'un raccord cuivre sertis ;
- les raccords cuivre sertis ne doivent pas être décapés à l'aide d'un outil thermique ;
- les raccords cuivre sertis ne doivent pas être décapés ou nettoyés avec un produit chimique non destiné à cette application ;
- lorsqu'un raccord cuivre doit être sertis sur une installation existante, l'installateur doit vérifier la conformité des tubes constituant l'installation avec les exigences de la spécification ATG B.524-1 d'une part et les recommandations du fabricant concernant le tube d'autre part (diamètre, épaisseur, nuance du cuivre,...).

ANNEXE A (INFORMATIVE)

Calcul de la contrainte moyenne initiale exercée sur le joint par le raccord serti

Principe

Cette phase consiste à calculer par modélisation numérique la pression de contact moyenne exercée après sertissage sur les surfaces du joint en contact avec le raccord et le tube. Il fixe une plage de contrainte initiale qui permet d'assurer une bonne étanchéité du raccord pendant sa durée d'utilisation qui est au minimum de 50 ans, compte tenu du phénomène de relaxation de contrainte qui se produit dans le joint au cours du temps.

Modélisation

Les modèles numériques sont réalisés en 3D volumique à l'aide d'un logiciel de calcul éléments finis commercial adéquat. La modélisation est à établir sur la zone de sertissage, elle tiendra compte des symétries de géométrie et de chargement. Le contact entre les différents éléments est à gérer.

Les tubes et le raccord sont modélisés avec un comportement élastoplastique. Les joints élastomère sont modélisés avec un comportement hyper élastique.

Conditions aux limites et chargement

Les déplacements correspondant au sertissage sont appliqués, avec leur répartition, sur les raccords (raccord, tube, joint). Il sera tenu compte des conditions de symétries de la pince.

La tuyauterie sera maintenue au loin de la zone d'analyse de telle sorte que le blocage ne la perturbe pas (distance de blocage de 20 à 40 fois l'épaisseur de la tuyauterie).

Caractéristiques matériaux

Matériau élastoplastique (cuivre) : module d'élasticité, coefficient de Poisson, limite d'élasticité, courbe contrainte-déformation.

Matériau hyper élastique (joint) : module d'élasticité, coefficient de Poisson, coefficients de la loi ou du potentiel hyper élastique.

Caractéristiques géométriques

Les dimensions géométriques des joints toriques et de leurs gorges, relevées sur plans côtés avec tolérances minimum et maximum, sont utilisées.

Calculs

Les calculs sont réalisés en statique non-linéaire avec gestion des contacts.

Cas géométriques : les calculs doivent être réalisés pour les deux diamètres extrêmes (min et max) de chaque géométrie de sertissage (forme de sertissage imposée par les mâchoires de la pince à sertir) de la gamme des diamètres.

Pour chaque diamètre, on modélise deux configurations dimensionnelles :

- Configuration à contrainte maximum : joints aux dimensions maximum (dimensions du joint incluant la tolérance maximum) dans des gorges aux dimensions minimum (dimensions de la gorge incluant la tolérance minimum) pour considérer le joint en situation de compression maximale ;
- Configuration à contrainte minimum : joints aux dimensions minimum (dimensions du joint incluant la tolérance minimum) dans des gorges aux dimensions maximum (dimensions de la gorge incluant la tolérance maximum) pour considérer le joint en situation de compression minimale.

En outre, le fait que les sections présentent des niveaux de contraintes différentes, dues à la forme des mâchoires des pinces, devra être pris en compte. Ces variations de compression sur la section sont associées aux configurations explicitées ci-dessus de manière à obtenir les niveaux minimum et maximum de compression du joint (section de contrainte minimum pour configuration à contrainte minimum et section à contrainte maximum pour configuration à contrainte maximum).

Le niveau moyen de contrainte de contact du joint est la valeur moyenne des niveaux de contrainte des éléments du joint en contact avec le tube (pour les deux configurations). Une fois les déplacements dus au sertissage appliqués, la modélisation permet de calculer les niveaux de contrainte dans le joint et de déterminer la longueur de contact du joint avec le tube. Les niveaux de contrainte considérés pour le calcul de la valeur moyenne de contrainte du joint sont les valeurs de contrainte aux nœuds des éléments du joint qui sont situés sur la surface de contact joint-tube.

Les taux de remplissage du joint dans la gorge au moment du sertissage sont aussi à calculer.

Exigence

Les raccords sont qualifiés si la pression de contact moyenne initiale du joint est comprise entre :

- minimum 3 MPa
- maximum 5 MPa

La paroi intérieure des gorges ne doit pas présenter d'aspérité ou de variation d'état de surface qui pourrait gêner son remplissage par le joint.

Rapport de calculs

Ce rapport doit comporter les renseignements suivants :

- dimensions prises en compte pour les raccords avec tolérances min. et max. ;
- cuivre et matériau du joint : loi de comportement et paramètres matériaux utilisés ;
- diagramme de répartition de la contrainte sur la section du joint (pour les deux dimensions de gorge prises en compte) ;
- longueur de contact joint-tube et joint raccord ;
- taux de remplissage de la gorge par le joint ;
- contrainte moyenne de contact.