



**ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE
EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH**

Laboratoire Européen pour la Physique des Particules
European Laboratory for Particle Physics

Group Ref.: ST-CV
EDMS No.: 101616
LHC Project document No.: LHC-F-CI-001

Original : English

The Large Hadron Collider Project

IT2780/ST/LHC

**Specification Technique
Fourniture et Installation de Tuyauteries
pour LHC**

ANNEXE 1 DE LA SPECIFICATION TECHNIQUE

**Spécifications techniques particulières
Tuyauterie – Accessoires**

Septembre 1999

1. TUYAUTERIE EN FONTE

Définition

La fonte utilisée pour tous les éléments de tuyauterie devra être une fonte sphéroïdale GS conforme à la norme européenne EN 545 ou ISO 2531.

Tubes

Ils devront être conforme à la norme ISO 2531.

Ils pourront être de deux types: à emboîtement selon NF A 48-806 ou à brides selon la norme NF A 48-841.

Les épaisseurs nominales sont définies dans le tableau ci-après :

DN	e mm	Ø mm
80	6.0	98
100	6.1	118
125	6.2	144
150	6.3	170
200	6.4	222
250	6.8	274
300	7.2	326
350	7.7	378
400	8.1	429
450	8.6	480
500	9.0	532
600	9.9	635
700	10.8	738
800	11.7	842

Revêtement

Le revêtement intérieur se fera au mortier de ciment selon la norme ISO 4179.

Le revêtement extérieur se fera au zinc selon la norme ISO 8179.

Brides

Elles seront conformes aux normes ISO 2531 ISO 7005-2.

Joints

Pour les tubes à emboîtement, les liaisons seront de type verrouillé standard ou express:

Joints standards selon la norme NF A 48-870.

Joints EXPRESS GS selon la norme NF A 48-860.

Les garnitures de joint seront conformes à la norme ISO 4633.

Visserie

Elle sera conforme aux normes ISO 4014 et ISO 4032.

Le revêtement zinc sera conforme à la norme NF A 91-102.

2. TUYAUTERIE EN ACIER AU CARBONE

Tubes

Tous les tubes seront en acier au carbone ST37-2 et seront conformes aux normes ISO 559 (fabrication: sans soudure longitudinale).

Coudes

Ils seront conformes à la norme DIN 2605. Leur diamètre extérieur et l'épaisseur des parois seront identiques à ceux des tubes sur lesquels ils seront soudés.

Brides

Elles seront conformes aux normes DIN 2632, DIN 2633 et DIN 2634.

Brides à collerette, à portée de joint surélevée.

Joints

Ils seront en Klingerit* ou similaire, d'épaisseur 2 mm.

Visserie

Elle sera en acier cadmié et devra être suiffée ou graphitée avant montage.

Réductions et fonds bombés

Ils pourront être soit forgés, soit standards, pris dans le commerce. Dans tous les cas, leurs diamètres extérieurs extrêmes seront identiques à ceux des tubes sur lesquels ils seront soudés. L'épaisseur de la paroi de la réduction sera celle du tube ayant le plus grand diamètre.

3. TUYAUTERIE EN ACIER AU CARBONE, GALVANISEE

Tubes

Tous les tubes seront du type étiré sans soudure et seront conformes, en ce qui concerne les dimensions, à la recommandation ISO.R.65 "série moyenne". Ils seront filetés selon la recommandation ISO.R.7. En ce qui concerne le matériel et les conditions de livraison, le contractant se conformera aux normes DIN 1629 - feuille 2 (tube de qualité commerciale en ST 00) et 2440, tant que ces normes ne contredisent pas les normes ISO précisées.

Tous les tubes seront galvanisés au bain chaud.

Accessoires

Tous les accessoires de tuyauterie, à savoir les coudes, manchons, mamelons, unions, bouchons, tés, réductions, seront en fonte malléable galvanisée et suivront les recommandations ISO.R.49.

Les filetages suivront la recommandation ISO.R.7.

Les brides seront du type rond, fileté selon DIN.2665 et 2566. Elles seront galvanisées. Les brides pleines seront conformes à la norme DIN.2527 forme B. Elles seront galvanisées. D'une façon générale, les coudes standard du commerce seront toujours utilisés.

Lorsque l'ouverture du coude dépassera 160°, il sera toléré de le cintrer à partir d'un tube déjà galvanisé, à condition que :

- La surface extérieure du tube ne présente pas d'ondulation visible à l'intrados
- La galvanisation ne s'écaille pas
- Le rayon de courbure, mesuré à l'axe du tube, soit au moins égal à quatre fois le diamètre extérieur du tube.

* Klingerit: Marque de Richard Klinger GmbH. D-6270 Idskin/Taun

Visserie

Elle sera en acier cadmié et devra être suiffée et graphitée avant montage.

Joints et étanchéité

Pour le montage des brides plates, des joints du genre Klingerit* dont l'épaisseur sera de 2 mm seront utilisés.

Pour l'étanchéité des filetages, le produit utilisé devra être soumis à l'approbation du CERN.

Quels que soient les produits d'étanchéité employés, tous les raccords devront rester facilement démontables.

4. TUYAUTERIES EN ACIER INOXYDABLE

Caractéristiques du matériel et règles générales de fabrication de la tuyauterie.

4.1. Matière première

Le matériau pour les tuyaux et les connexions est en acier inox, austénitique avec un faible contenu de carbone. La composition de l'acier doit correspondre à la norme ISO 4200.

4.2. Fabrication des tuyaux

Le soumissionnaire peut proposer des tuyaux qui seront soudés en spirale ou longitudinalement.

Les tuyaux sont exécutés à partir de feuilles roulées à froid ou à chaud. Après la soudure, les tuyaux seront soumis à un décapage suivi de passivation. Ce traitement correspond à la procédure dl ou kl de la norme DIN 17440. Le coefficient de garantie des soudures doit être au moins de 0.8. Afin d'assurer la propreté des tuyaux durant le transport et pendant le stockage il faudra protéger leurs extrémités avec des moyens adéquats (bouchons plastiques et emballage par diamètre dans des caisses en planches).

4.3. Dimensions des tubes

Tous les tuyaux seront exécutés selon les recommandations ISO. 4200 concernant les diamètres extérieurs et les épaisseurs de parois

4.4. Coudes

Les coudes seront conformes aux recommandations ISO. R 285-1962. Ils doivent avoir le même diamètre extérieur que les tuyaux auxquels ils seront raccordés. Leur épaisseur doit être la plus près possible de celle du tuyau à raccorder, mais en aucun cas plus petite. Le matériau utilisé sera celui qui est défini au paragraphe 4.1. Les coudes sont soumis au même traitement de surface que les tuyaux. Le coefficient de garantie des soudures doit être de 0.8. Le CERN préconise le modèle 3 D.

4.5. Réductions

Les réductions peuvent être concentriques ou excentriques selon leur utilisation. Leurs plus grands diamètres extérieurs doivent correspondre aux diamètres des tuyaux auxquels ils sont raccordés.

L'épaisseur de paroi de la réduction est pareille à celle du tuyau qui possède le plus grand diamètre. La longueur du cône ne doit pas être moins que 3 fois la différence entre les deux diamètres de celui-ci.

Le matériau de la réduction est celui qui est défini au paragraphe 4.1. Les réductions seront

* Klingerit: Marque de Richard Klinger GmbH, D-6270 Idskin/Taun

soumises au même traitement de surface que les tuyaux. Le coefficient de garantie pour les soudures doit être au moins de 0.8.

4.6. Brides

Brides et collets

Les brides montées sur la tuyauterie possèdent des collets soudés. La bride rotative (folle) est galvanisée à chaud. Le matériau des collets est défini dans le paragraphe 4.1.

Brides pleines

Ces brides sont de forme B comme définie par DIN 2527. Elles seront couvertes à l'intérieur (côté fluide) par un disque en acier inox austénitique 18/8 d'une épaisseur de 2 mm. Le disque doit avoir le même diamètre extérieur que le joint relatif et les brides pleines doivent être galvanisées.

Boulons, rondelles et écrous

Les boulons et écrous sont calculés de sorte à résister aux pressions de test de la tuyauterie. La longueur des boulons doit être parfaitement adaptée à la connexion relative. Une rondelle doit être placée sous chaque écrou. Boulons, écrous et rondelles doivent être cadmiés et graphités avant serrage.

Joints

Les joints sont du type Klingerit* ou équivalent. Ils seront d'une épaisseur de 2 mm pour tous les diamètres. Le diamètre extérieur doit être tel que lors de l'assemblage, le joint sera centré par les boulons des brides.

5. SOUDURES

Les soudures doivent être exécutées par des soudeurs qualifiés et expérimentés (certificat exigé). Ces derniers seront examinés par le CERN (selon TIS/GS/GR/IR/94-01. Annexe 5). L'exécution des soudures aura lieu dans une atmosphère inerte ou réduite des deux côtes du tuyau, intérieur et extérieur. La composition de l'atmosphère doit être de 80 % d'argon et de 15 à 20 % de hydrogène.

5.1. Examens radiographiques

Ils seront réalisés en accord avec la note TIS/GS/CM/IR/95-003.

5.2. Exigences pour soudures

Toutes les soudures doivent être exécutées selon les normes I.S.O, voir manuel N° 19. Le gaz de protection à l'intérieur et à l'extérieur du tuyau doit correspondre aux normes DIN 32526 ou équivalent. Le métal d'apport pour la soudure à l'arc est conforme aux normes DIN 8559 ou équivalent.

Les pièces à souder doivent être très propres, exemptes de matière grasse, et sèches. Elles se trouveront dans une atmosphère de gaz inerte et très sèche. En plus, les soudures doivent être brossées au moyen d'une brosse en acier inox sur la partie extérieure du tuyau afin d'éliminer toutes les traces d'oxydation.

Le chanfrein du tuyau est indispensable pour toutes les épaisseurs de 2.9 mm et plus. Les soudures doivent être exécutées de sorte à éviter des décapages et des passivations sur le site.

* Klingerit: Marque de Richard Klinger GmbH, D-6270 Idskin/Taun

5.3. Notes spéciales de construction

Sauf autres indications, toute la tuyauterie sera soudée. Les brides nécessaires pour la construction du système sont clairement indiquées sur les plans joints à la spécification. En cas de changement de direction il faudra toujours utiliser les coudes spécifiés au paragraphe 4.4. Lorsqu'il y a des changements de direction insignifiants et la distance entre les deux soudures est moins que 30 mm, mesurée sur la partie intérieure de la courbure, le coude peut être remplacé par une coupe en biseau sur les tuyaux.

Lorsque deux tuyaux sont soudés ensemble, il est indispensable de les assembler de sorte que les soudures longitudinales ne se trouvent pas l'une en face de l'autre, (en ligne). Leur écart doit être au moins de 13 mm. Cette distance est à mesurer sur la circonférence du tuyau.

Les tuyaux coupés doivent être correctement ébavurés et libérés de limaille et autres débris. Les disques de meule et les lames de scie seront choisis de sorte à ne pas modifier la qualité de l'acier inoxydable des pièces à découper.

Le CERN n'acceptera en aucun cas l'assemblage par soudage des chutes de tube pour remplacer le tuyau standard de 6 mètres de long.

Chaque soudure doit être repérée avec le numéro du soudeur ou de l'opérateur de soudage.

6. SUPPORTAGES ET FIXATIONS

Généralités concernant le supportage des tuyauteries acier:

Les supports et points fixes seront disposés de telle sorte que les tuyauteries n'occasionnent aucune contrainte sur les joints, robinetteries et accessoires.

Les supports seront exécutés en fers profilés du commerce.

La fixation du tube aux points fixes sera réalisée par colliers plats ou par un autre moyen de blocage. Le soudage des pièces de fixation directement sur le tube est proscrit.

Les supports glissants seront disposés de façon à permettre la dilatation des tuyauteries, à absorber les efforts latéraux pour maintenir l'alignement des tuyauteries et à permettre le déplacement longitudinal des tuyauteries sans les user de façon sensible et sans détériorer le calorifuge.

Les supports seront judicieusement conditionnés et espacés afin que la déformation des tuyauteries, en service ou lors des épreuves, ne crée ni contrainte inadmissible dans les tubes, ni contre-pente pouvant gêner, soit l'écoulement des fluides ou celui d'éventuels condensats, soit l'évacuation de l'air dans le cas des liquides.

Les fers seront largement calculés afin de tenir compte des surcharges accidentelles. Dans tous les cas, on supposera la tuyauterie pleine d'eau.

Les supports seront soumis, avant montage, à un examen complet. Les fers coupés devront être ébavurés et les angles vifs arrondis. Les perçages seront effectués au foret ou au poinçon (l'usage du chalumeau coupeur est strictement interdit pour cette opération).

Les parties cachées des supports seront recouvertes d'une couche anti-rouille avant l'assemblage des différentes parties entre elles ou sur les charpentes des bâtiments.

Les supports et points fixes seront disposés de telle sorte que les tuyauteries n'occasionnent aucune contrainte sur les joints, robinetteries et accessoires.

Les colliers seront:

- En acier noir ou galvanisé pour tube en fer
- Sur les petits diamètres < 50 mm colliers avec bande caoutchoutée (type MUPRO*).

L'écartement des supports de tuyauteries ne devra pas être supérieur aux valeurs données ci-après:

*Mupro est une marque déposée

Fixation des tuyauteries acier

Diamètre nominal	Ecartement minimum des supports en m
6 à 10	2
15 à 32	3
40 à 70	4,5
80 à 150	5
175 à 300	6
350 à 400	7

Il est précisé que les tuyauteries ne devront pas être considérées par elles-mêmes comme des supports et qu'il est interdit d'attacher une conduite à une autre, par quelque système que ce soit. Il reste entendu que le supportage des tuyauteries pour fluides chauds sera conçu de telle sorte que la libre dilatation des canalisations puisse se faire sans contrainte exagérée (supports à ressorts, à rouleaux, etc.).

6. ACCESSOIRES

Remarque générale : les marques ou les types de matériel sont donnés uniquement afin de renseigner le soumissionnaire sur la qualité ou les performances requises au niveau du matériel.

Vannes d'isolation

Toutes les vannes d'isolation seront des vannes ¼ de tour. Ce seront des vannes papillon ou des vannes à boisseau sphérique. Les commandes seront manuelles ou motorisées.

Vanne à commande manuelle

- Type papillon Amri/Isoria F222-3G-6K 3GXA ou équivalent
Etanchéité selon la norme ISO 5208.
Encombrement selon la norme ISO 5752.
Embase selon la norme ISO 5211.
Corps fonte avec oreille de centrage.
Papillon fonte nodulaire revêtu époxy manchette EPDM.
Commande manuelle par démultiplicateur avec indicateur de position, sans fin de course.
- Type à boisseau sphérique
Etanchéité selon la norme ISO 5208.
Encombrement selon la norme DIN 3202.
Embase selon la norme ISO 5211.
Corps fonte opercule inoxydable joint PTFE.
Raccordements à brides.
Commande manuelle par démultiplicateur avec indicateur de position, sans fin de course.

Vanne motorisée

- Identique à la vanne manuelle Amri/Isoria.
Moteur Bernard réversible 400 V.
- résistance Carter
 - contacts auxiliaires TOR – protection IP55

Clapet de non retour

Type Socla S 111 ou similaire
 Duo-check à double battant à ressort de rappel
 Corps en fonte GS battants en bronze
 fabrication selon la norme DIN 2501

Compensateurs

Type Kleber Dilatoflex ou équivalent
 Normalisés NF
 Qualité KCC/verte

Vidanges

Type Pont à Mousson ou similaire
 Raccordement selon plan 15 LHC F 99900001 3.
 Robinet à boisseau sphérique, corps monobloc en laiton, sphère en laiton chromé, bague et presse étoupe en PTFE.
 Pression nominale PN16 bar.
 Poignée de manoeuvre démontable.

Purgeurs

Type Ronfard ou similaire
 Raccordement selon plan 15 LHC F 99900001 3.
 Corps en fonte ou en acier. Equipés de robinets à boisseau sphérique identiques à ceux des vidanges.
 Pression nominale PN16 bar.
 Raccordement à l'égout.

8. ISOLATION

Elle est réalisée par pose de coquilles isolantes préfabriquées.

8.1. MatièreTuyauteries

Eau	Température °C	Matière	Epaisseur demandée mm
Glacée	5 à 12	Foamglass*	40
Autres fluides	>13	Non isolés	

* Foamglass: Marque de Foster

Supports (voir plan LHC F99900003)

Eau	Température °C	Type	Epaisseur demandée mm
Glacée	5 à 12	RG 80* kg/m ³	40
Autres fluides	>13	Non isolés	

8.2. Mise en oeuvre

8.2.1. Tuyauteries

- Essuyage des conduites
- Fourniture de l'isolant
- Mise en place
- Collage et jointoiement au Mastic Intumescent
- Maintien au moyen de fils de fer galvanisés
- Lissage au Mastic Intumescent
- Fourniture et pose d'une tôle aluminium dardée, rivée ou vissée, épaisseur (6/10^{ème})
- ainsi que toute suggestions pour la parfaite exécution.

8.2.2. Accessoires (vanne, brides, etc)

Isolation complète de tous les accessoires de chaque circuit.

- confection de boîtes étanches démontables et réutilisables en tôle d'aluminium rivée ou vissée, revêtues intérieurement d'Armaflex* NH d'une épaisseur de 19 mm,
- essuyage des appareils
- enduit au bitume froid exempt d'eau
- mise en place des boîtes
- finition par collerette en armaflex, joint silicone et capuchons vissés sur tous les piquages, doigts de gants, purges, vidanges et fin d'isolation.

Liaisons sur appareillage non isolé :

L'isolation est arrêtée à une distance autorisant le démontage de chaque appareil. Les fins d'isolation sont entièrement fermées et jointées.

8.3. Repérage

Chaque tuyauterie isolée est repérée par une bande de peinture glycérophthalique, code de couleur CERN, entourant la tôle de protection galvanisée (voir code des couleurs TIS A3).

Largeur de la bande 100 mm. Une flèche de la même couleur indique le sens de circulation du

* RG80: Marque de Foster

* Armaflex est une marque déposée

fluide.

9. PEINTURE ETIQUETAGE

9.1. Peinture antirouille

A l'exception de celles en acier galvanisé ou en acier inoxydable, toutes les tuyauteries ainsi que les organes de réglage, de coupure et les supports seront recouverts d'une couche de peinture antirouille. Avant d'être peintes, les surfaces seront grattées et brossées soigneusement. Toutes les parties des tuyauteries et des supports en contact par assemblage seront, préalablement à leur mise en place, protégées par une couche de peinture antirouille (chromate de zinc exempt de plomb).

L'application de la peinture devra avoir lieu après le montage et les essais des tuyauteries et non pas avant ces opérations, même si certains composants ont reçu une première couche de protection en usine.

La couche de peinture, éventuellement appliquée par le contractant sur les éléments préfabriqués en ses ateliers, sera considérée comme nulle.

9.2. Peinture de finition

La peinture de finition des tuyauteries après montage et essais sera exécutée par le contractant. Elle comprendra deux couches d'une peinture glycérophtalique (couleur agréée par le CERN-voir Annexe 5).

9.3. Peinture des supports

Les supports recevront deux couches de peinture antirouille à base de chromate de zinc (exempt de plomb) et deux couches de peinture glycérophtalique, couleur agréée par le CERN.

9.4. Etiquetage

Toutes les vannes et composants de l'installation seront étiquetés avec des porte - étiquettes fixés solidement sur les tuyauteries ou accessoires. (Référence codification et numérotation CERN).