

Tubes et raccords en cuivre

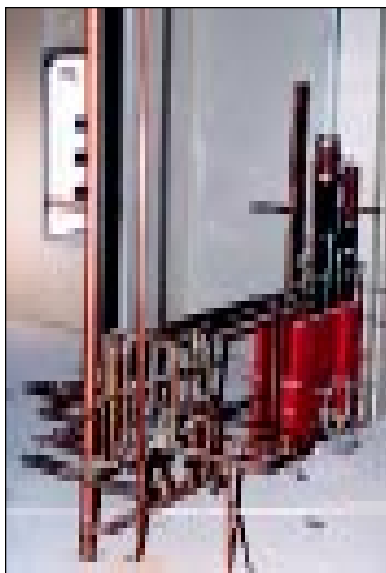


**Plomberie
Chauffage
Climatisation
Réfrigération
Gaz naturel
Protection-Incendie
Gaz médicaux
Fonte de neige**

Introduction

Possédant une liste impressionnante de qualités, le tube en cuivre est le matériau de choix pour la fabrication de réseaux de distribution d'eau et de réseaux mécaniques dans les maisons unifamiliales, les immeubles en copropriété et les immeubles à logements à plusieurs étages, les tours à bureaux, les commerces de détail et les établissements industriels au Canada.

Léger et résistant à la corrosion, le tube en cuivre est un matériau qui a fait ses preuves partout au Canada et dans beaucoup d'autres pays. En raison de ses qualités, il est, depuis des décennies, recherché par les experts en plomberie, en chauffage, en climatisation et en réfrigération.



➤ Conduites de distribution et d'évacuation d'eau destinées aux chambres d'hôpital adossées les unes aux autres et préfabriquées comme un système unique.

Le tube en cuivre est offert à l'état étiré ou à l'état recuit, dans une grande variété de longueurs, de diamètres et d'épaisseurs pour répondre à une foule de besoins.

De nos jours, les usages du tube en cuivre sont de plus en plus nombreux. On s'en sert autant pour réaliser des réseaux de distribution de gaz naturel dans les maisons unifamiliales ou les immeubles de plusieurs étages que pour fabriquer des réseaux d'extincteurs automatiques dans les résidences, les immeubles de bureaux, les hôtels et autres types de construction. On trouve de nouvelles applications auprès des spécialistes de la mécanique, ce qui prouve bien que c'est un produit de construction de grande qualité et rentable.

Codes et règlements

Dans la présente publication, on trouvera des renseignements d'ordre général sur les tubes de cuivre, raccords et procédés d'assemblage en fonction des divers types de travaux qui sont tous régis par les codes et règlements de plomberie et de construction. Il convient de consulter ces règlements pour connaître les procédés et les matériaux dont l'usage est autorisé dans votre région.

Table des matières

Titres	Pages
Introduction.....	2
Codes et règlements	2
Types de tubes	
États de livraison.....	3
Mode d'identification	3
Cotes en unités métriques	3
Types de raccords	
Raccords pour réseau sous pression	4
Raccords d'évacuation.....	4
Autres types de raccords.....	4
Pression et résistance à la rupture	5
Dilatation	5
Méthodes d'assemblage	
Soudage tendre	6 - 8
Brasage fort	8 - 10
Autres méthodes	10 - 11
Usages	
Plomberie.....	11 - 12
Chauffage	12 - 13
Réfrigération et climatisation	13
Réseaux de distribution de gaz médicaux	13
Réseaux d'extincteurs automatiques	13 - 14
Thermopompes	14
Chauffage à l'énergie solaire	14
Résistance à la corrosion	14 - 15
Caractéristiques techniques et tableaux	15 - 19
Pourquoi choisir le cuivre ?	20
Les services de la CCBDA.....	20

La présente publication s'adresse aux compagnons et apprentis plombiers, aux monteurs de tuyauterie, aux monteurs d'appareils de réfrigération et de réseaux d'extincteurs automatiques, aux entrepreneurs en plomberie et en chauffage, aux ingénieurs et autres personnes chargées de concevoir ou d'installer des systèmes de distribution, de chauffage, de climatisation, de réfrigération ou des réseaux d'extincteurs automatiques. Comme elle reconnaît que chaque réseau doit être conçu et installé en fonction de conditions particulières, la CCBDA n'offre aucune garantie en publiant le présent document et décline toute responsabilité, de quelque nature que ce soit, à l'égard du contenu de cette publication et de son utilisation par toute personne ou toute société.

Types de tubes

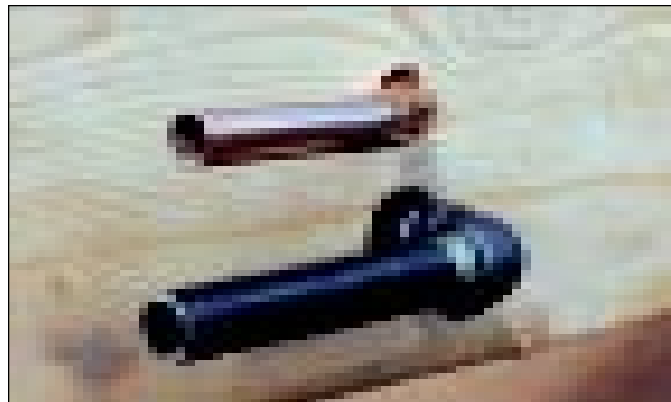
Le tube en cuivre servant à réaliser des réseaux de distribution d'eau est fabriqué à partir du cuivre n° 12200 (teneur en cuivre de 99,9 %), selon le mode opératoire précisé dans la norme B 88 de l'ASTM. La plupart des autorités de réglementation provinciales exigent désormais qu'il soit conforme à cette norme et homologué par un tiers. Le tube d'évacuation en cuivre DWV, le tube ACR, le tube pour gaz médicaux et le tube de type G/GAS, sont conformes aux normes B 306, B 280, B 819 et B 837 de l'ASTM respectivement. Il existe d'autres types de tubes en cuivre homologués. On peut obtenir une liste à jour de ces tubes homologués par un tiers en faisant la demande.

Le diamètre extérieur du tube de types K, L, M, DWV et du tube pour gaz médicaux est en fait 1/8 po (0,125 po) plus grand que son diamètre nominal (standard). À titre d'exemple, le diamètre extérieur du tube de type M, qui est censé être d'1/2 po, est en fait de 5/8 po. Le tube de type K a une paroi plus épaisse que celle du tube L qui, lui-même, a une paroi plus épaisse que celle du tube de type M, peu importe le calibre. Le **tableau 1** (page 15) présente les calibres et les poids des tubes de types K, L, M et DWV.

Le tube ACR (air climatisé et réfrigération) et le tube de type G/GAS (gaz naturel et propane) sont identifiés par la mesure de leur diamètre extérieur réel. Ainsi, un tube de type G/GAS d'1/2 po a vraiment un diamètre extérieur d'1/2 po. Le **tableau 2** (page 16) présente les calibres et les poids des divers tubes de type ACR. Le **tableau 3** (page 16) présente ceux des divers tubes de type G/GAS.



▲ Conduites de distribution et d'évacuation en cuivre pour éviers adossés habilement placées entre deux charpentes d'acier.



▲ Encombrement et souplesse - Comparaison entre un tube en cuivre et un tuyau fileté en acier.

État de livraison

État de livraison signifie la condition de dureté et de résistance du tube. L'état étiré s'applique au tube en longueur, communément appelé tube dur. L'état recuit s'applique au tube mou, qui habituellement se vend en spirale bien qu'il soit aussi offert sous forme de tube droit.

Mode d'identification

Les tubes de types K, L, M, DWV, ACR, les tubes pour gaz médicaux et les tubes de type G/GAS portent en permanence le nom du fabricant ou la marque commerciale, et le sceau de l'organisme indépendant d'homologation. Le tube droit porte aussi sur toute sa longueur une inscription à code couleur indiquant le type de tube, le nom du fabricant ou la marque commerciale, le pays d'origine et le sceau de l'organisme d'homologation. Voici les couleurs servant à identifier les tubes :

Type K	Vert	Type ACR	Bleu
Type L	Bleu	Gaz médicaux	Vert (K)
Type M	Rouge	Gaz médicaux	Bleu (L)
Type DWV*	Jaune	Type G/GAS*	Jaune

* Le calibre du tube DWV est de 1-1/4 po et plus. Celui du tube G/GAS est de 3/8 à 1-1/8 po.

Cotes en unités métriques

Au moment où cet ouvrage a été publié, les normes de l'ASTM, de l'ASME et d'autres organismes exigeaient que le calibre nominal des tubes et des raccords en cuivre en plomberie soit donné en pouces. En Amérique du Nord, les unités de mesure métriques ne sont pas utilisées pour ces produits. Pour éviter les risques de confusion, la CCBDA recommande de **ne pas convertir** les diamètres nominaux exprimés en pouces. Prière de communiquer avec un représentant de la CCBDA pour connaître les récentes nouvelles sur la conversion au système métrique.

Raccords pour réseau sous pression

Les raccords capillaires servant à assembler les canalisations d'eau froide ou d'eau chaude d'un réseau sous pression peuvent être ouvrés ou coulés. Ils sont régis par la norme B16.22 de l'ASME, 'Wrought Copper and Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings' et par la norme B16.18, 'Cast Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings'. À l'exception des raccords qui sont trop petits pour porter des inscriptions, tous les raccords portent en permanence le nom du fabricant ou la marque commerciale.

Les raccords ouvrés et les raccords coulés peuvent être soudés ou



▲ Le cuivre se prête bien à l'installation de conduites d'eau chaude dans les immeubles à plusieurs logements où la demande est élevée.

brasés. Lorsqu'il est brasé, on doit faire attention de ne pas fissurer le raccord. Pour éviter le risque de fissure, on peut se servir de raccords coulés à coupelle réduite.

Les raccords ouvrés et les raccords coulés résistent aux mêmes valeurs limites de température et de pression que les tubes en cuivre recuit de type L en longueurs droites. On se sert des valeurs fixées pour le tube en cuivre recuit parce que le tube dur est recuit au cours du brasage. Le soudage tendre à basse température ne comporte pas de recuit. Tous les modèles de pièces sont cependant conçus en fonction des valeurs minimales (tube en cuivre recuit).

Raccords d'évacuation

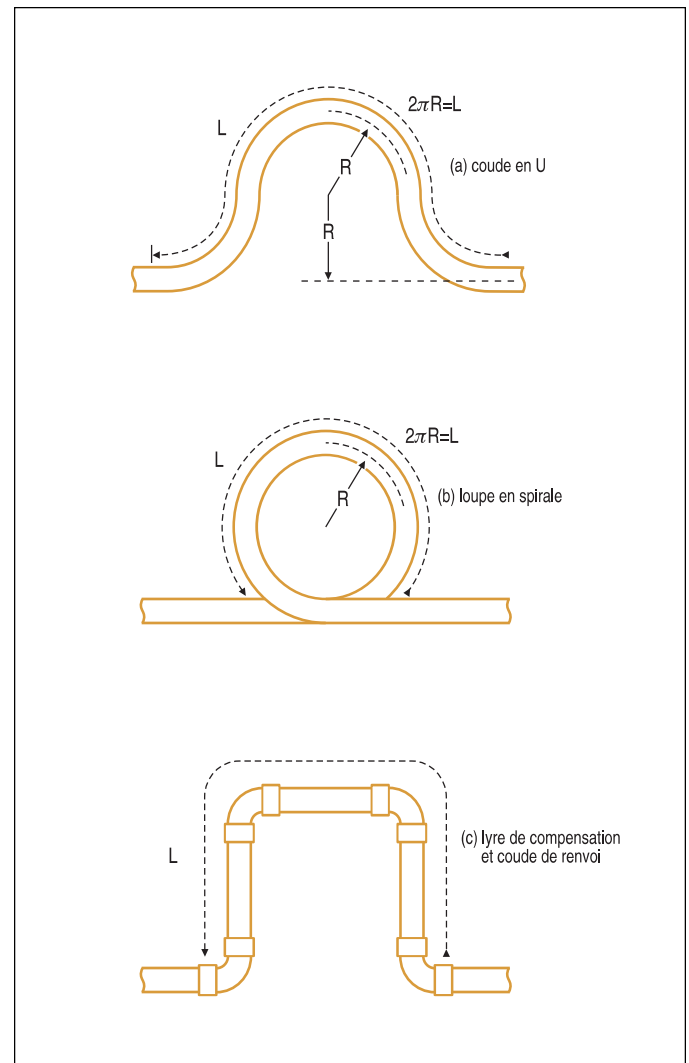
On utilise des raccords d'évacuation pour assembler des conduites servant à l'évacuation d'eaux usées et des déchets domestiques. En règle générale, ces conduites d'écoulement fonctionnent par gravité et ne sont pas sous pression.

Les raccords d'évacuation ouvrés sont régis par la norme B16.29 de l'ASME, 'Wrought Copper and Copper Alloy Joint Drainage Fittings -DWV'; les raccords coulés, quant à eux, sont régis par la norme B16.23 de l'ASME, 'Cast Copper Alloy Solder Joint Drainage Fittings - DWV'. Chaque raccord porte en permanence le nom du fabricant ou la marque commerciale ainsi que l'inscription DWV (Drain-Waste-Vent).

Autres types de raccords

Il existe dans le commerce d'autres raccords servant à assembler des tubes en cuivre : raccords évasés, raccords à compression, raccords mécaniques et brides de canalisation. On trouvera d'autres renseignements sur les raccords sous la rubrique Autres méthodes d'assemblage (pages 10 & 11).

▲ Figure 1: Types de boucles de compensation et de lyres de compensation



Pression et résistance à la rupture

On calcule la limite de pression permise à l'intérieur du tube en cuivre en se servant de la formule énoncée dans le 'Code for Pressure Piping' de l'ASME (norme B 31).

$$P = \frac{2S(t_{\min} - C)}{D_{\max} - 0,8(t_{\min} - C)}$$

où:

P = pression maximale en lb/po²

S = contrainte maximale admise en lb/po²

t_{min} = épaisseur de paroi en pouces

D_{max} = diamètre extérieur en pouces

C = une constante

Comme le cuivre est très résistant à la corrosion, il est permis par la norme B31 du code de l'ASME que C soit égal à 0. La formule devient donc :

$$P = \frac{2St_{\min}}{D_{\max} - 0,8 t_{\min}}$$

Dans la formule, S représente la contrainte maximale admise dans le tube pendant un service de longue durée. Cette valeur dépend de la température de service et de l'état de livraison du tube. Elle correspond à une petite fraction de la résistance maximale à la traction du cuivre ou de la résistance à la rupture du tube en cuivre.

Le **tableau 6** (page 17) indique les pressions nominales de service à l'intérieur du tube en cuivre recuit et du tube en cuivre étiré de types K, L et M pour une température de service allant jusqu'à 400 °F (205 °C). Les valeurs fixées pour le tube en cuivre étiré peuvent s'appliquer aux canalisations assemblées par soudage tendre et aux canalisations assemblées à l'aide de joints mécaniques judicieusement conçus. Le **tableau 10** (page 19) indiquent les

pressions nominales de service à l'intérieur du tube de type DWV. Les **tableaux 7 et 8** (page 18) indique les pressions nominales de service à l'intérieur du tube de type ACR.

Lorsque les raccords sur les tubes en cuivre sont réalisés par brasage ou par soudage, il faut utiliser les valeurs fixées pour le tube en cuivre à l'état recuit car le chauffage nécessaire pour réaliser l'opération de brasage ou de soudage fait recuire le tube à l'état étiré dur. Le **tableau 6** (page 17) et le **tableau 10** (page 19) indiquent les valeurs fixées pour le tube en cuivre à l'état étiré de type M et de type DWV respectivement, bien que le tube DWV ne soit pas offert à l'état recuit.

Il faut tenir compte des pressions maximales de service à l'intérieur des joints lorsqu'on conçoit un réseau. C'est la valeur la moins élevée entre la pression à l'intérieur du tube et la pression à l'intérieur du joint qui sert de valeur guide pour le réseau. La plupart des réseaux sont réalisés avec des canalisations assemblées à l'aide de joints soudés ou brasés. Le **tableau 11** (page 19) indique les pressions de service nominales à l'intérieur de ces joints, soit les valeurs fixées pour les tubes de types K, L et M assemblés à l'aide de raccords sous pression soudés. Dans les réseaux de canalisations soudées, la résistance nominale du joint est souvent la valeur qui sert de guide pour calculer la résistance du réseau. S'il s'agit d'un réseau de canalisations brasées, il faut alors utiliser les valeurs établies pour le tube à l'état recuit qui figurent dans les **tableaux 6, 7 et 10**. Les pressions internes de service sous température de vapeur saturée figurent dans le **tableau 11**.

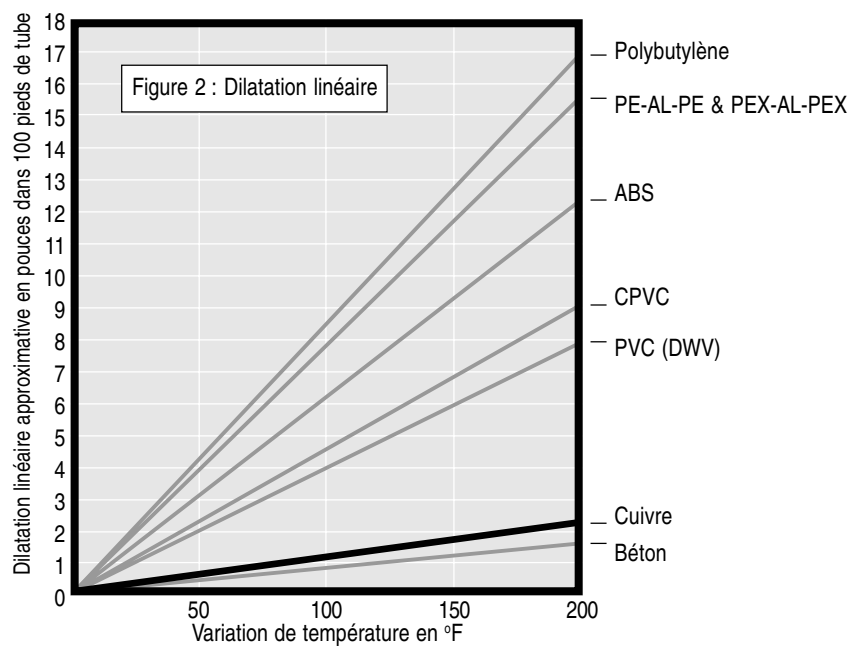
Les pressions qui provoquent la rupture des canalisations de cuivre sont très supérieures aux pressions nominales de service. Le **tableau 9** (page 18) indiquent les pressions réelles de rupture des tubes de types K, L et M. En comparant ces valeurs à celles qui figurent dans le **tableau 6**, on remarque qu'elles sont très modérées. En d'autres termes, les réseaux sous pression peuvent servir très longtemps et résister à des hausses très élevées de pression.

Dilatation

Toutes les canalisations se dilatent et se contractent sous l'effet d'un changement de température, même celles en cuivre. La **figure 2** permet de comparer les coefficients de dilatation du tube de cuivre à ceux de divers types de tuyau en plastique en prenant le béton comme point de repère. Il est évident que les coefficients de dilatation et de contraction du cuivre sont considérablement moins élevés que ceux des plastiques.

Entre 70 et 212 °F, le coefficient moyen de dilatation du cuivre est de 0,0000094 pouce par pouce par degré fahrenheit. Les méthodes de pose doivent permettre la variation des coefficients de dilatation et de contraction pour empêcher que des poussées ne déforment le tube ou altèrent la qualité du joint.

La **figure 1** illustre les types de boucles de dilatation et de lyres de compensation. Le **tableau 5** (page 16) fournit des renseignements permettant d'évaluer les rayons des boucles de dilatation et les longueurs développées des lyres de compensation.



Soudage tendre du tube en cuivre

Le soudage tendre est un procédé qui permet d'assembler des métaux de base les uns aux autres en utilisant un métal d'apport (soudure) qui fond à une température inférieure à celle des métaux de base. La plupart des travaux de soudage tendre sont effectués avec des soudures qui fondent à une température allant de 175 °C (350 °F) à 290 °C (550 °F).



▲ Figure 3



▲ Figure 4

Si on désire à tout coup obtenir des joints soudés satisfaisants, on doit suivre le mode opératoire expliqué dans la norme Standard Practice B 828 de l'ASTM. Il faut également noter que les autorités réglementant les codes canadiens *interdisent maintenant l'utilisation de soudures qui contiennent plus de 0,2 % de plomb pour les réseaux de distribution d'eau potable*. Il existe toute une variété de soudures sur le marché qu'on peut utiliser à la place de l'alliage 50 % étain et 50 % plomb autrefois répandu. Ces soudures fondent à une température légèrement supérieure et peuvent présenter différentes caractéristiques d'écoulement.

Il faut utiliser un décapant approprié lorsqu'on désire réaliser un



▲ Figure 5



▲ Figure 6

joint soudé. Le décapant se comporte comme un agent de nettoyage et de mouillage. Lorsqu'il est appliqué comme il doit l'être, le décapant permet au métal d'apport de se répandre uniformément sur les surfaces à assembler. Il s'agit d'une substance chimiquement active que l'on ne doit utiliser qu'en quantité suffisante pour éliminer les oxydes de la zone du joint pendant le chauffage et pour s'assurer que l'alliage mouille les surfaces à assembler. **Éviter d'utiliser trop de décapant.** La norme B 813 de l'ASTM, 'Liquid and Paste Fluxes for Soldering Applications of Copper and Copper Alloy Tube' régit les conditions d'utilisation et les méthodes d'essai des décapants liquides et des décapants en pâte servant au soudage.

Mesurage

Mesurer avec précision la longueur de chaque tronçon de tube (figure 3). Si le tube est trop court il ne s'enfoncera pas à fond dans la coupelle du raccord et on ne pourra pas obtenir un bon joint. Par contre, si le tube est trop long, cela peut entraîner des contraintes dans le réseau.

Coupage

Couper le tube aux longueurs mesurées. On peut couper le tube avec un coupe-tube à disque (figure 4), une scie à métaux, une meule abrasive, ou encore avec une scie à ruban fixe ou portable. Il faut veiller à ne pas déformer le tube quand on le coupe. Quelle que soit la méthode utilisée, la coupe doit être d'équerre de façon que le tube entre correctement dans la coupelle du raccord.

Alésage

Aléser toutes les extrémités de tube coupées pour qu'elles aient exactement le même diamètre que l'intérieur du tube et enlever les



▲ Figure 7



▲ Figure 8

petites bavures créées par l'opération de coupage. Si on n'enlève pas ce bord intérieur rugueux en l'alésant, *le phénomène d'érosion-corrosion peut se produire* en raison de la turbulence locale et de l'augmentation de la vitesse d'écoulement locale près du joint. Par contre, un tube bien alésé présente une surface lisse qui permet d'obtenir un écoulement supérieur.

Enlever les bavures éventuelles sur la partie extérieure des extrémités du tube pour s'assurer que ce dernier entre bien dans la coupelle du raccord.

Les outils qui servent à aléser les extrémités de tube comprennent entre autres : la lame d'alésage qui se trouve sur le coupe-tube, les limes demi-rondes ou rondes, un couteau de poche et un outil spécial d'ébavurage (figure 5).

Il faut veiller à ne pas exercer une pression excessive sur les extrémités des tubes mous pour ne pas les déformer. On peut redonner sa forme ronde initiale à un tube à l'état mou déformé en utilisant un outil à calibrer. Cet outil comprend une bague et un mandrin.

Nettoyage

Il est primordial de supprimer tous les oxydes et la crasse de surface des extrémités du tube et des coupelles du raccord pour obtenir un bon écoulement de la soudure dans le joint. Sinon, ces matières peuvent faire obstacle au phénomène capillaire, elles peuvent diminuer la résistance du joint et provoquer sa rupture.

Soudage tendre du tube en cuivre

Abraser légèrement (nettoyer) les extrémités du tube en utilisant une toile abrasive (**figure 6**), ou des tampons abrasifs en nylon sur une longueur légèrement supérieure à la profondeur des coupelles du raccord. Nettoyer les coupelles du raccord en utilisant une toile abrasive, des tampons abrasifs ou une brosse à raccords de la bonne dimension.

L'espace capillaire entre le tube et le raccord est plus efficace entre 0,002 et 0,005 po (0,05 à 0,13 mm), et il peut atteindre 0,010 po



▲ Figure 9



▲ Figure 10

(0,25 mm). La soudure remplit ce jeu par capillarité. Cet écartement est essentiel pour que la soudure s'écoule dans le jeu et forme un joint solide. Un joint trop lâche risque d'occasionner des ennuis surtout si la coupelle du raccord est de grandes dimensions. On risque aussi de répandre trop de soudure dans le joint et de provoquer ainsi la formation de dépôts dans la coupelle du raccord.

On peut avoir recours à un décapage chimique si les extrémités du tube et les raccords sont rincés à fond après le nettoyage, selon le mode opératoire recommandé par le fabricant du produit de nettoyage.

Ne pas toucher la surface nettoyée les mains nues ou si l'on porte des gants imprégnés d'huile. Les huiles de la peau, les huiles de fraissage ainsi que la graisse sont préjudiciables à l'opération de soudage tendre.

Décapage

Utiliser un décapant qui permet de dissoudre et d'éliminer toute trace d'oxyde qui se trouve sur les surfaces nettoyées à assembler, protéger les surfaces nettoyées contre la réoxydation lors du chauffage, et favoriser le mouillage des surfaces par la soudure, comme le recommandent les spécifications de la norme B 813 de l'ASTM. Appliquer à l'aide d'une brosse une mince couche de décapant sur l'extrémité du tube et sur le raccord dès que possible après le nettoyage (**figures 7 et 8**).

AVERTISSEMENT : *Ne pas passer le décapant avec les doigts. Les produits chimiques contenus dans le décapant peuvent être nocifs s'ils entrent en contact avec les yeux, la bouche ou les plaies.*

Appliquer le décapant avec la plus grande prudence. Un travail mal fait peut entraîner des problèmes longtemps après que les joints ont été effectués. Si l'on utilise de quantités excessives de décapant, les résidus peuvent provoquer la corrosion. Dans certains cas, une telle corrosion pourrait même perforer les parois du tube, le raccord ou les deux.

Assemblage et support

Enfoncer l'extrémité du tube dans la coupelle du raccord, en s'assurant qu'elle porte sur la base de la coupelle du raccord (**figure 9**). Faire tourner légèrement le tube sur lui-même pour que le décapant soit bien réparti. Enlever l'excès de décapant de l'extérieur du joint avec un chiffon en coton (**figure 10**). Si possible, supporter le tube et le raccord pour obtenir un espace capillaire uniforme sur tout le pourtour du joint. L'uniformité de l'espace capillaire assurera un bon écoulement capillaire du métal d'apport fondu. Par contre, si le joint a un jeu trop important, le métal d'apport peut se fissurer dans le cas où la conduite est soumise à des contraintes ou à des vibrations.

Le joint est maintenant prêt à être soudé. Les joints préparés et prêts à être soudés doivent être exécutés le même jour. Il ne faut jamais attendre au lendemain pour souder des joints déjà décapés.

Robinets

Il faut se conformer aux directives du fabricant lorsqu'on raccorde un tronçon de tube en cuivre à un robinet à l'aide d'une coupelle à souder. Avant de chauffer, on doit ouvrir complètement le robinet et commencer par appliquer la flamme sur le tube. Il pourrait être nécessaire de démonter le robinet si l'on risque d'endommager les pièces non métalliques.



▲ Figure 11



▲ Figure 12

AVERTISSEMENT : *Les flammes nues, les hautes températures et les gaz inflammables doivent faire l'objet de mesures de sécurité spéciale.*

Chauffage

On chauffe généralement les pièces avec un chalumeau aéro-gaz. Un tel chalumeau utilise de l'acétylène ou du gaz propane. On peut également utiliser des outils de soudage tendre par résistance. Ils comportent des électrodes chauffantes et on peut envisager de les utiliser dans le cas où l'utilisation d'une flamme nue cause des problèmes.

Commencer à chauffer en maintenant la flamme perpendiculairement au tube (**figure 11**). Le tube en cuivre conduit alors la chaleur initiale dans la coupelle du raccord pour permettre de répartir uniformément la chaleur dans la zone du joint. Le préchauffage dépend de la dimension du joint et l'expérience permet d'en déterminer la durée.

Déplacer ensuite la flamme sur la coupelle du raccord (**figure 12**). Faire aller et venir la flamme entre le raccord et le tube sur une distance égale à la profondeur de la coupelle. Le chalumeau étant dirigé sur la base de la coupelle, mettre la soudure en contact avec

Soudage tendre du tube en cuivre

le joint. Si la soudure ne fond pas, l'écarter et continuer à chauffer.

ATTENTION: *Ne pas surchauffer le joint ni diriger la flamme à l'intérieur de la coupelle. La surchauffe pourrait brûler le décapant, ce qui annihilerait son efficacité et la soudure ne pénétrerait pas correctement dans le joint.*

Lorsque la soudure fond en touchant le joint, diriger la flamme sur la base de la coupelle du raccord pour permettre à la soudure de remplir le joint par phénomène capillaire.

Application de la soudure

Les joints soudés dépendent du phénomène capillaire qui attire le métal d'apport fondu à écoulement libre dans le jeu étroit situé entre le raccord et le tube. Le phénomène capillaire se produit quelle que soit la direction de la soudure, vers le haut, vers le bas, ou à l'horizontale.

Dans le cas des joints en position horizontale, commencer à appliquer la soudure de façon légèrement décalée au fond du joint (**figure 13**). Avancer sur le fond du raccord en montant jusqu'à la position centrale. Revenir au point de départ en le chevauchant, puis continuer en montant le long du côté non exécuté jusqu'à la partie supérieure, toujours en faisant chevaucher la soudure. Dans le cas des joints en position verticale, exécuter une suite semblable de passes à recouvrement en commençant à l'endroit le plus pratique.

Refroidissement et nettoyage

Laisser le joint soudé refroidir naturellement. Un refroidissement accéléré à l'eau peut solliciter le joint. Une fois le joint refroidi, éliminer les résidus de décapant avec un chiffon humide (**figure 14**). Dès que possible, selon l'utilisation finale, on doit faire couler l'eau dans les tuyauteries pour en chasser les résidus de décapant et les débris.



▲ Figure 13



▲ Figure 14

Essais

Mettre à l'essai tous les joints soudés pour vérifier leur intégrité. Suivre le mode opératoire d'essai prescrit par les codes applicables régissant le service prévu.

Estimation

On peut évaluer la quantité de soudure nécessaire pour remplir l'espace capillaire entre le tube et le raccord en consultant les valeurs indiquées dans le **tableau 12** (page 19). Il faut environ 2 onces de décapant pour une livre de soudure.

Brasage fort du tube en cuivre

Le brasage fort regroupe également divers procédés de brasage pour assembler les tubes et les raccords en cuivre. Toutefois, les métaux d'apport de brasage fort fondent à une température qui se situe entre 590 °C (1 100 °F) et 815 °C (1 500 °F), températures qui sont plus élevées que pour les soudures couvertes dans la section précédente.

La température à laquelle le métal d'apport commence à fondre quand il est chauffé s'appelle le solidus. Le liquidus est la température supérieure à laquelle le métal d'apport devient complètement liquide. Le liquidus est la température minimale à laquelle se fait le brasage fort.

Les métaux d'apport de brasage fort pour assembler les tubes en



▲ Figure 15



▲ Figure 16

cuivre sont divisés en deux classes : les alliages BCuP qui contiennent du phosphore et les alliages BAg qui ont une forte teneur en argent. Les métaux d'apport de brasage fort sont parfois appelés «soudures à l'argent» ou «soudures dures». Ces expressions toutefois prêtent à confusion et sont à éviter.

Les décapants utilisés pour le brasage fort des joints en cuivre ont une composition différente par rapport aux décapants de soudage tendre et on ne peut pas les utiliser les uns pour les autres. Les décapants de brasage fort sont à base d'eau tandis que les décapants de soudage tendre sont à base de pétrole. Comme les décapants de soudage tendre, les décapants de brasage éliminent les oxydes résiduels de la surface du métal, protègent le métal contre la réoxydation lors du chauffage et favorisent le mouillage des surfaces à assembler. Les décapants donnent également au spécialiste une indication de la température du métal lors du chauffage. (**figure 17**)

Les décapants pour le brasage fort des tubes en cuivre et en alliage de cuivre doivent correspondre à ceux des classes FB3-A ou FB3-C indiquées dans le guide intitulé 'Brazing Handbook' de l'American Welding Society.

L'emploi d'un décapant de brasage n'est pas toujours nécessaire. Lorsqu'on unit un tube en cuivre à un raccord en cuivre ouvert à l'aide d'un alliage BCuP, l'emploi d'un décapant est facultatif parce que le phosphore exerce un effet autodécapant.

Préparation

Comme dans le cas du soudage tendre, la préparation du joint à braser consiste ici à mesurer, couper, aléser et nettoyer (**figures 3 à 6**)

Brasage fort du tube en cuivre

Décapage

Appliquer le décapant de brasage fort sur l'extrémité du tube (**figure 16**) et l'intérieur du raccord (**figure 18**).

Chauffage et brasage fort

Chauffer, de préférence avec une flamme oxygaz. On utilise parfois un chalumeau aéro-gaz pour les assemblages de petites dimensions. On doit utiliser une flamme normale. Chauffer d'abord le tube, en commençant à environ 1 po du bord du raccord et faire osciller la flamme autour du tube par à-coups, perpendiculairement à l'axe du tube (**figure 19**).

Il est très important que la flamme soit continuellement en mouvement et ne reste pas au même point pendant une longue période pour ne pas endommager le tube. On peut utiliser le décapant comme guide pour savoir combien de temps on doit chauffer le tube. Continuer à chauffer le tube jusqu'à ce que le décapant sur le raccord soit calme et liquide comme eau.

Faire avancer la flamme vers le raccord, à la base de la coupelle (**figure 20**). Chauffer uniformément, en faisant osciller la flamme entre le raccord et le tube jusqu'à ce que le flux qui se trouve sur le raccord soit calme. Éviter de trop chauffer les raccords coulés.

Figure 17: Températures de brasage fort et de soudage tendre.

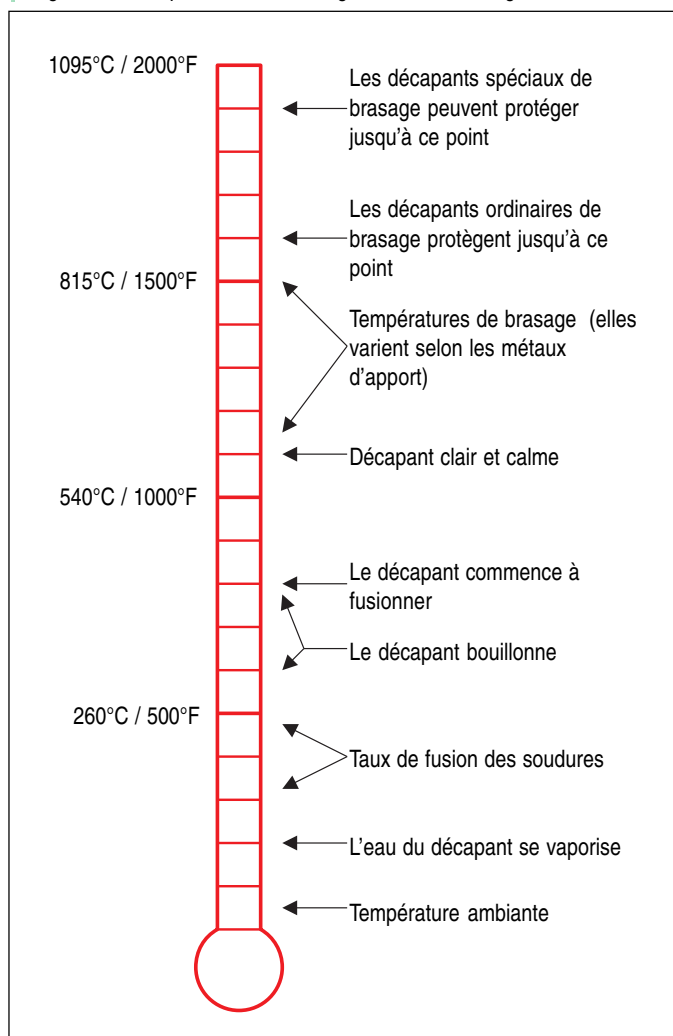


Figure 18

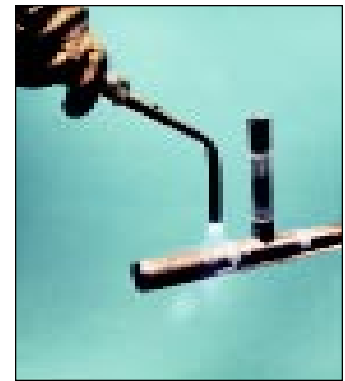


Figure 19

Quand le décapant devient liquide et transparent sur le tube et le raccord, commencer à faire osciller la flamme d'avant en arrière sur l'axe du joint pour maintenir la chaleur sur les pièces à assembler, et spécialement vers la base de la coupelle du raccord. Continuer à déplacer la flamme pour éviter de faire fondre le tube ou le raccord.

Appliquer le métal d'apport de brasage fort à un point où le tube entre dans l'emboîtement du raccord (**figure 21**). Une fois que l'on a atteint la bonne température, le métal d'apport s'écoule facilement dans l'espace entre le tube et l'emboîtement du raccord, attiré par la force capillaire.

Tenir la flamme éloignée du métal d'apport quand on le fait entrer dans le joint. La température du tube et du raccord au niveau du joint doit être suffisante pour faire fondre le métal d'apport. Tenir le raccord et le tube chauffés en déplaçant la flamme d'avant en arrière et de l'un à l'autre pendant que le métal d'apport est attiré dans le joint.

Quand le joint brasé est bien réalisé, un cordon continu de métal d'apport est visible tout autour du joint. Arrêter d'introduire le métal d'apport dès que l'on voit ce cordon.

Dans le cas des tubes d'un pouce ou plus, il peut être difficile de chauffer entièrement le joint en même temps. On trouvera qu'il est souvent souhaitable d'utiliser une buse de chalumeau à orifices multiples pour conserver la bonne température sur les grandes surfaces. On recommande d'effectuer un préchauffage doux sur tout le raccord dans le cas des grandes dimensions. On peut alors effectuer le chauffage comme on le décrit ci-haut.

Quand on réalise des joints horizontaux par brasage fort, il est préférable d'appliquer d'abord le métal d'apport au fond, puis sur les deux côtés et finalement sur la partie supérieure, en s'assurant que les opérations se chevauchent. Dans le cas des joints verticaux, on peut commencer l'opération à n'importe quel endroit. Si l'ouverture de l'emboîtement pointe vers le bas, il faut prendre garde de ne pas surchauffer le tube, car le métal d'apport de brasage fort pourrait s'écouler vers le bas et sortir du tube. Si ceci arrive, interrompre le chauffage et laisser le métal d'apport se solidifier. Réchauffer alors la coupelle du raccord pour attirer le métal d'apport vers le haut.

Refroidissement et nettoyage

Une fois que le joint brasé a refroidi, on doit enlever les résidus de décapant avec un chiffon propre, une brosse ou un tampon et de

Brasage fort du tube en cuivre



▲ Figure 20



▲ Figure 21

l'eau chaude. Éliminer tous les résidus de décapant pour éviter que le décapant durci ne retienne temporairement la pression et ne cache un joint mal brasé. Les raccords ouvrés peuvent refroidir plus facilement que les raccords coulés, mais on devrait laisser refroidir tous les raccords de façon naturelle avant d'y faire circuler d'eau.

Diagnostic des erreurs

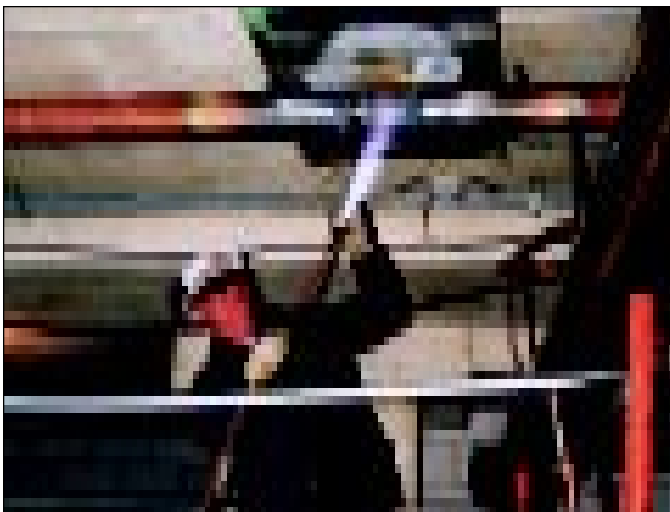
Si le métal d'apport ne s'écoule pas ou a tendance à faire des grumeaux, cela indique la présence d'oxydation sur les surfaces métalliques ou une chaleur insuffisante sur les pièces à assembler. Si le tube ou le raccord commence à s'oxyder pendant le chauffage c'est qu'il n'y a pas suffisamment de décapant. Si le métal d'apport n'entre pas dans le joint et a tendance à sortir de l'un ou l'autre élément du joint, cela signifie qu'un élément est trop chauffé tandis que l'autre ne l'est pas assez.

Essais

Mettre à l'essai tous les joints brasés pour vérifier leur intégrité. Suivre le mode opératoire d'essai prescrit par les codes applicables régissant le service prévu.

Estimation

Le **tableau 12** (page 19) indique comment calculer de façon approximative la quantité de métal d'apport nécessaire pour le brasage.



▲ Brasage d'une canalisation en cuivre de type K de 5 po dans un hôpital.

Autres méthodes d'assemblage

En plus des chalumeaux à gaz pour le soudage tendre et le brasage fort, on peut utiliser des outils manuels à résistance électrique. Ils sont constitués d'un dispositif à pinces comportant une électrode chauffante à l'extrémité de chacun des bras. Quand on met le dispositif sous tension, les pinces serrent un raccord et le maintiennent jusqu'à ce que le métal d'apport fonde dès qu'il touche le jeu capillaire entre le tube et le raccord. La préparation préalable du joint est la même que dans le cas de la méthode avec le chalumeau.

On peut utiliser les outils légers à résistance électrique dans les nouvelles installations ou dans les installations modernisées dans lesquelles une flamme nue peut poser des problèmes.

Une autre technique met en oeuvre un outil manuel ressemblant à une perceuse pour trouver une section de tube et en faire sortir un collet qui permet d'effectuer un raccordement en T. On brase alors une conduite de raccordement dans le collet relevé. Le soudage tendre ne doit pas être utilisé. Cette méthode est très utilisée pour fabriquer les nourrices de distribution et pour le montage des extincteurs automatiques en cuivre, étant donné qu'elle permet de



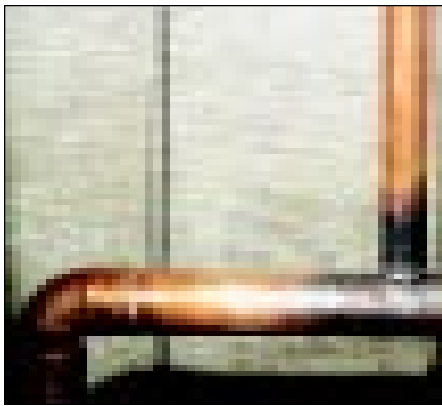
▲ Dans un réseau de distribution de gaz naturel, on peut, à l'aide d'un raccord évasé, ajouter des canalisations en cuivre au réseau de tuyaux en acier déjà existant.

réduire le nombre de raccords en T utilisés, et par conséquent le nombre de joints brasés.

On utilise des tubes et raccords à extrémités rainurées depuis de nombreuses années pour assembler efficacement les tuyaux en fer et en acier dans une variété de réseaux. Cette méthode d'assemblage mécanique est maintenant possible pour les tubes en cuivre de 2 à 6 po de diamètre. La technique utilise une bague de serrage avec joint d'étanchéité pour retenir ensemble les extrémités bout à bout tube-tube ou tube-raccord. Une rainure formée par rouleaux près de l'extrémité du tube ou du raccord permet à la bague de serrage de saisir fermement les deux composants d'un joint. Des accouplements, des coudes, des tés droits et des adaptateurs à bride pré-rainurés sont vendus par le fabricant.

On utilise communément des joints évasés pour assembler des tubes en cuivre à l'état mou. Le joint est constitué des trois éléments suivants : le raccord évasé, l'extrémité évasée du tube en cuivre et l'écrou d'accouplement fileté qui retient le joint. On utilise ce type de joint pour les réseaux souterrains de distribution d'eau ainsi que pour les réseaux de distribution de gaz naturel ou propane. Les joints évasés sont également utilisés pour les réseaux souterrains,

Autres méthodes d'assemblage



On peut combiner des raccords soudés et des raccords en T pour obtenir une installation à coût réduit.

mais ces dernières années, les raccords de compression sont devenus très populaires pour ces réseaux.

On peut encore assembler les tubes en cuivre et les raccords capillaires des réseaux de distribution d'eau en utilisant un adhésif à deux composants à base d'époxy à prise rapide. On peut également utiliser cette méthode pour les extincteurs automatiques en cuivre à l'exception des systèmes à poudre sèche ou des installations dans lesquelles une flamme nue peut poser des problèmes.

Pliage

Le tube en cuivre qu'on plie avec des outils appropriés n'est censé ni s'effondrer vers l'extérieur ni gauchir vers l'intérieur. Les épreuves mécaniques démontrent que la résistance à la rupture du tronçon plié est normalement plus élevée que la résistance du tube avant le pliage. Cette résistance accrue à la rupture résulte d'une hausse de résistance à la traction et de résistance au fléchissement



On utilise des outils appropriés pour plier un tube.

du tube lorsqu'il est travaillé à froid durant le pliage.

Pour plier un tube en cuivre, on peut utiliser un étau, une matrice, un moule ou une machine à plier électrique. Il faut utiliser un outil de pliage approprié au calibre du tube à plier. Un rayon de pliage approprié (tableau 4 à la page 16) réduit les risques de mauvaise courbure.

Il convient de noter que le Code national de plomberie du Canada ne permet pas le pliage des tubes de types M et DWV servant à la réalisation des réseaux de canalisations et que la plupart des codes provinciaux renferment des dispositions restrictives du même genre. En règle générale, les tubes de types M et DWV sont des tubes durs et ont des parois minces.

Usages

Le tube et les raccords en cuivre peuvent servir à de nombreux usages dans le domaine de la construction, ce qui prouve qu'ils peuvent assurer un service sans interruption de longue durée sous une multitude de conditions.

Le cuivre est un matériau recherché parce qu'on s'en sert depuis des décennies dans de nombreux domaines et qu'il garantit un service sans interruption. On n'a plus besoin de faire des essais accélérés dont les résultats sont incertains pour prouver que le cuivre est un bon matériau.

Les réseaux de distribution en cuivre sont d'abord et avant tout des systèmes rentables. Lorsqu'on prend en considération le coût des matériaux, le coût de l'installation et les frais d'entretien, il ne fait pas aucun doute que le tube en cuivre est le matériau de choix en raison de ses qualités exceptionnelles et de son coût abordable.

Usages en plomberie

Canalisations souterraines d'eau - À partir de la conduite principale jusqu'à la maison ou l'immeuble, on peut utiliser du tube à l'état mou de type K ou L. Ces deux types de tube sont offerts en serpentins de longueurs variées. Leur calibre peut aller jusqu'à 2 pouces. Les serpentins éliminent les joints ou du moins en réduisent le nombre. On peut plier le tube à l'état mou pour contourner des obstructions ou les inégalités de terrain dans une tranchée. Ce type de tube s'adapte bien aux conditions du sol lorsqu'il peut se tasser après la construction.

Les raccords pour réseaux sous pression sont ceux que l'on préfère pour assembler des canalisations souterraines d'eau parce qu'ils sont très résistants et faciles à poser.

Canalisations d'eau chaude et d'eau froide - Les réseaux à l'intérieur de maisons ou d'immeubles constituent la plus importante application du tube et des raccords en cuivre. Ils sont réalisables autant dans les maisons, les résidences secondaires et les tours de bureaux que dans les immeubles à logements de plusieurs étages, les immeubles en copropriété et les hôtels. Selon les conditions de service, on utilise du tube à l'état dur de type L ou de type M. On peut aussi se servir du tube de type K dans certains cas. À l'exception de celui de la Colombie-Britannique, tous les codes canadiens exigent l'utilisation du type M, qui est le plus largement répandu. En Colombie-Britannique, on exige l'utilisation du tube de type L en raison des propriétés de l'eau.

Les mesures particulières à prendre pour la pose des réseaux de recirculation d'eau chaude sont expliquées aux pages 14 et 15.

Rénovation et remaniement - Pour les travaux de remaniement, il se peut que le tube à l'état mou, de type L, soit le meilleur choix



Les longs serpentins de tube à l'état mou permettent la pose de canalisations souterraines d'eau sans nécessiter de joints.

Usages

parce qu'il est souple et qu'il peut se poser à l'intérieur des cloisons sans grandes difficultés.

Réseaux de canalisations d'écoulement, d'évacuation et d'aération - Le tube d'évacuation en cuivre de type DWV avec raccord soudé n'est offert qu'à l'état étiré dur. Il est utilisé en surface pour les réseaux d'écoulement, d'évacuation et d'aération dans les immeubles à plusieurs logements et les édifices à plusieurs étages. Ce type de tube est particulièrement utile lorsqu'il faut respecter les exigences relatives aux constructions réalisées avec des matériaux incombustibles.

Tuyaux de chute - Le tube d'évacuation en cuivre de type DWV peut aussi servir de tuyau de chute à l'intérieur des édifices.



▲ Les chauffe-eau mixtes au gaz naturel sont idéals dans les immeubles à plusieurs logements comme les immeubles en copropriété.

Usages en chauffage

Gaz naturel - Depuis quelques années, on utilise de plus en plus du tube de cuivre pour réaliser des réseaux de distribution de gaz naturel. L'édition de 2000 du Code d'installation B149 de l'Association canadienne des normes permet l'utilisation de deux types de tube de cuivre pour réaliser des réseaux de distribution de gaz naturel ou de propane en surface : le tube de type G/GAS, qui est conforme à la norme B837 de l'ASTM et le tube de type L, qui est conforme à la norme B88. En vertu de ce Code, on peut utiliser du tube de cuivre de type K, ainsi que du tube de type G/GAS et du tube de type L dotés d'une gaine en plastique, pour réaliser des réseaux de distribution souterraine. *On prévoit que ces règlements seront adoptés par les autorités de réglementation provinciales. Mais on doit consulter les autorités locales avant de poser du tube en cuivre, ou d'exiger l'utilisation de ce matériau pour les réseaux de distribution.*



▲ Installation d'un convecteur-plinthe avec du tube de type L de 3/4 pouce.

Au Canada, le tube de type G/GAS est recouvert d'une peinture appliquée au pistolet électrostatique ou porte une gaine de plastique jaune pour qu'il soit facile à repérer.

La publication n° 14, que l'on peut se procurer sur demande, fournit des renseignements sur la conception et l'installation des réseaux de distribution de gaz naturel et de propane.

Propane - Il y a quelques décennies que l'on utilise du tube et des raccords évasés en cuivre pour réaliser des réseaux de distribution de propane. Il est à prévoir qu'on utilisera de plus en plus du tube de type G/GAS au cours des prochaines décennies.

Au Canada, les tout premiers réseaux de distribution de gaz naturel étaient, à l'origine, des réseaux de distribution de propane réalisés avec du tube de cuivre. Étant donné que le calibre du tube de cuivre permettait de répondre à la demande d'énergie des appareils, tenu compte du fait que le pouvoir calorifique du gaz naturel était moins élevé, aucun travail de retubage n'était nécessaire. Ces réseaux continuent d'assurer un excellent service.

Mazout - En règle générale, on utilise du tube à l'état mou, tout usage ou de type L, pour installer des conduites de mazout de petit calibre et effectuer des raccordements entre le réservoir et l'appareil de chauffage.

Chauffage hydronique - Dans les systèmes de chauffage hydronique, l'eau chaude circule dans une boucle fermée pour assurer un chauffage uniforme dans les pièces. Dans les grands immeubles, les systèmes zonés assurent le maintien de divers degrés de température dans les diverses zones. On utilise du tube à l'état dur de type M pour acheminer l'eau chaude de la fournaise vers des convertisseurs-plinthes discrets. Le tube à l'intérieur des convecteurs-plinthes est doté d'ailettes de grande dimensions qui augmentent le transfert de chaleur.

Systèmes mixtes - On a conçu récemment un nouveau type de système mixte permettant à la fois le chauffage de l'eau chaude potable et le chauffage du bâtiment. Le gaz est tout indiqué pour faire fonctionner ce type de système bien que d'autres carburants peuvent être utilisés. Comme l'eau chaude qui circule dans les convecteurs-plinthes ou

Usages

les échangeurs de chaleur est potable, elle aussi, on n'utilise que des matériaux permis pour réaliser des réseaux de distribution d'eau potable. Le tube et les raccords en cuivre sont les principales composantes des systèmes mixtes.

Chauffage par rayonnement - Les systèmes de chauffage par rayonnement connaissent un nouvel essor depuis quelque temps. Dans ce type de systèmes, l'eau chaude à basse température circule dans des grillages de tubes en cuivre placés dans un plancher en béton ou un plafond en plâtre. En règle générale, on utilise du tube en cuivre à l'état mou de type L pour fabriquer des serpentins ou des grillages que l'on pose dans le plancher ou dans le plafond. Le calibre du tube et l'écartement entre les tubes doivent être choisis en fonction des installations hydrauliques, du rendement thermique et de l'emplacement. On peut aussi utiliser des panneaux chauffants pouvant s'installer dans un plafond en T suspendu.



▲ Le tube en cuivre est utilisé depuis des décennies pour réaliser des systèmes de distribution de propane.

Chaleur humide - Comme il est très résistant à la corrosion et à la rouille, le tube de cuivre assure un service sans défaillance. Les travaux d'entretien des siphons, des robinets et des autres dispositifs ne sont donc plus nécessaires. Le tube de cuivre de types K et L est conforme aux exigences requises par les systèmes de chauffage à la vapeur ; le tube de type M peut servir à réaliser certains systèmes à basse pression. Les tables de pressions indiquent quel type de tube à utiliser pour assurer un degré suffisant de sécurité. Pour les conduites d'eau chaude et les conduites de retour de l'eau de condensation, on recommande, pour les deux pieds précédant le milieu caloporteur, d'utiliser du tube dont le calibre est deux fois plus gros que celui du reste du tube. Par exemple, si on utilise du tube d'1 pouce pour la conduite de retour, on se servira de tube de 2 pouces.

Usages en réfrigération et en climatisation

Le cuivre est compatible avec tous les fluides frigorigènes sauf l'ammoniac. Des quantités considérables de tube et de raccords en cuivre servent à la fabrication et à l'installation de systèmes de réfrigération et de climatisation.

Le tube de type ACR (air climatisé et réfrigération) est régi par la norme B 280 de l'ASTM. Il est dégraissé, déshydraté et bouché avant de sortir de l'usine. On peut aussi utiliser du tube chargé d'azote ou du tube purgé à l'azote. L'azote protège le tube et permet d'assurer une surface interne propre avant la pose.

Réseaux de distribution de gaz médicaux

Les réseaux de distribution de gaz médicaux servent à acheminer certains gaz ininflammables vers les établissements de soins de santé. Parmi ces gaz, notons l'oxygène, l'oxyde nitreux, l'air médical, l'azote, le gaz carbonique et l'hélium.

Le tube en cuivre à l'état étiré dur est le seul matériau dont l'utilisation est permise au Canada par les codes d'installation pour la réalisation des réseaux de distribution de gaz médicaux en surface. La norme Z305.1 de la CSA autorise l'utilisation des tubes de types K et L conformes aux normes de l'ASTM.

Le tube B 819 est particulièrement propre ; il est livré au poseur muni de deux bouchons. Il faut faire attention pour ne pas contaminer le réseau en retirant les bouchons des tronçons de tube. Durant la pose et le brasage, le tube doit subir une purge à l'azote ininterrompue pour rester propre et exempt d'oxydes. Pour réaliser un joint cuivre-cuivre, il faut utiliser un métal d'apport de brasage fort à base de cuivre et de phosphore (parmi les alliages BCuP). Aucun décapant n'est nécessaire. L'utilisation d'un décapant est permise lorsqu'on assemble par brasage fort des métaux différents.

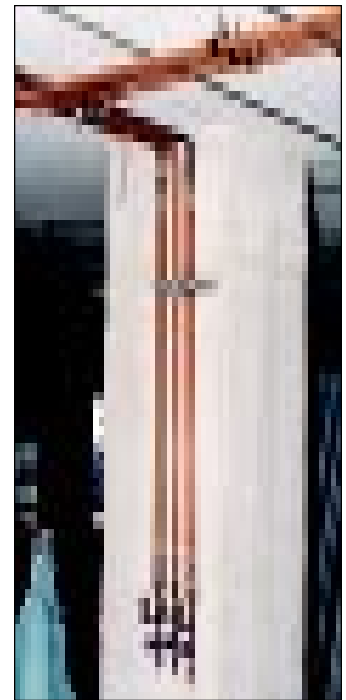
Note : Il convient de consulter la norme Z305.1 de la CSA pour connaître les méthodes d'assemblage et les matériaux autorisés pour la réalisation des réseaux de distribution de gaz médicaux.

Extincteurs automatiques

En vertu du Code national du bâtiment du Canada et des codes provinciaux, les réseaux d'extincteurs automatiques installés dans



▲ On utilise du tube en cuivre de type M et des têtes d'extincteurs à action rapide pour les réseaux d'extincteurs automatiques résidentiels.



▲ Trois conduites de gaz médicaux en cuivre dans un hôpital.

Usages

les édifices de tous genres et les maisons doivent être conformes aux normes 13, 13D et 13R de la NFPA*. En vertu des normes de la NFPA, on peut utiliser du tube en cuivre de types M, L et K allant jusqu'à 3/4 pouce de diamètre pour réaliser des réseaux d'extincteurs automatiques sous eau.

Il existe diverses méthodes pour assembler des métaux : brasage fort, soudage tendre, adhésifs époxydes. Les outils en té et les joints brasés sont particulièrement indiqués pour installer les tubes nécessaires pour alimenter les extincteurs automatiques protégeant les étages d'immeubles de bureaux. On peut utiliser des raccords mécaniques pour assembler des tubes de gros calibre.

(*National Fire Protection Association)

Fondoirs à neige

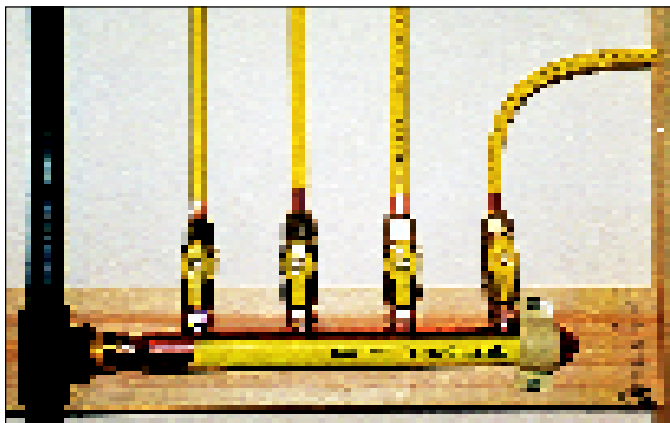
Pour faire fondre la neige et la glace des trottoirs, des rampes d'accès, des voies d'accès pour autos et des quais de chargement, on peut poser un fondoir à neige. Pour fabriquer ce type de dispositif, on encastre dans du béton ou de l'asphalte des tubes de cuivre contenant une solution de glycol dont la température varie entre 50 et 55 °C (de 120 à 130 °F). La profondeur d'enfouissement varie entre 1-1/4 et 1-1/2 po, selon que le tube est encasté dans du béton ou de l'asphalte. Comme dans les systèmes de chauffage par rayonnement, les tubes en cuivre sont posés en lignes sinueuses ou en quadrillages.

Thermopompes puisant l'énergie dans le sol

Les nouveaux types de thermopompes utilisent un serpentín en cuivre rempli de fluide frigorigène qui est enfoui directement dans le sol. Grâce à ces appareils dits à détente directe, il n'est plus nécessaire de poser une pompe et un échangeur thermique supplémentaires. Dans les thermopompes conventionnelles puisant l'énergie dans le sol, une solution d'antigel secondaire circulait dans un serpentín souterrain en plastique. Les modèles les plus efficaces utilisent des tubes de cuivre ACR et de type L de petit calibre. Le serpentín est enfoui à la verticale lorsque les contraintes d'espace l'obligent, ou à l'horizontale dans des tranchées de profondeur moyenne.

Chauffage solaire

On utilise du tube de cuivre pour fabriquer les insolateurs sur le toit des systèmes de chauffage solaire actifs et les conduites qui relient ces insolateurs à la tuyauterie de distribution. Ces systèmes captent l'énergie solaire pour chauffer l'eau domestique. Ils permettent de faire diminuer la consommation d'électricité servant au chauffage de l'eau.



▲ Nourrice de distribution en cuivre Gas-Tec[™] facilitant l'installation de conduites d'alimentation de gaz naturel en cuivre.

Résistance à la corrosion

Le tube et les raccords en cuivre pour l'eau sont des matériaux de plomberie insurpassables.

On utilise du tube en cuivre pour fabriquer des réseaux de distribution d'eau chaude et d'eau froide depuis les années 1930. Il n'est pas rare que des réseaux fabriqués à cette époque continuent de bien fonctionner. On trouve des milliers de réseaux réalisés dans les années 1950, 1960 et 1970 qui continuent d'assurer un service sans défaillance.

Le cuivre résiste à la corrosion parce qu'au contact de la plupart des eaux, il forme une pellicule d'oxyde uniforme, adhérente et protectrice. Dans certains cas exceptionnels, il peut ne pas former de pellicule, se détériorer et corroder. Mais ces cas sont très rares si l'on pense aux millions de pieds de tube de cuivre en service au Canada, en Amérique du Nord, en Europe et dans d'autres coins du monde.

Dissolution du cuivre - Le cuivre peut se dissoudre au contact de l'eau douce faiblement calcaire ou alcaline dont le pH est égal ou inférieur à 7. La couleur bleue-verte peut tacher les accessoires de plomberie ou le linge. La dissolution du tube de cuivre est un phénomène très lent qui provoque l'amincissement du tube mais qui ne cause généralement pas la perforation du tube.

Corrosion profonde causée par l'eau froide - La corrosion profonde est un phénomène associé aux eaux souterraines ou aux eaux de puits contenant du gaz carbonique à l'état libre et de l'oxygène dissous. Ces eaux sont dites agressives. Les piqûres, qui apparaissent à l'intérieur du tube, sont recouvertes d'un petit nodule bleu-vert. On peut atténuer ce type de corrosion en traitant l'eau pour réduire son agressivité. Il existe d'autres méthodes de traitement.

Corrosion causée par les décapants - Ce type de corrosion est causé par la malfaçon et l'usage de décapants de soudage tendre agressifs (voir à la page 7). Un excès de décapant ou un chauffage insuffisant peut provoquer l'apparition de dépôts d'hydrocarbures cireux dans le tube. La corrosion causée par les décapants reste un phénomène rare si l'on considère que l'on effectue chaque année des millions de joints soudés.

Corrosion par érosion - La corrosion par érosion est un phénomène causé par l'écoulement rapide et/ou la turbulence de l'eau à certains points à l'intérieur du tube. Les points touchés sont exempts d'oxydes protecteurs et de produits de corrosion, peuvent être brillants et présenter des piqûres en forme de fer à cheval. La turbulence de l'eau est très souvent causée par les aspérités qui se sont formées à l'intérieur du tube après la coupe et qui n'ont pas été enlevées. Elle peut aussi être causée par des changements brusques de sens de l'écoulement de l'eau.

Réseaux de recirculation d'eau chaude - Il convient de préciser qu'une vitesse excessive de l'eau peut causer la corrosion et la défaillance de ces réseaux. Dans les réseaux réalisés avec des tubes de petit calibre et dotés de pompes trop puissantes, le débit est supérieur à la valeur recommandée. D'autres facteurs tels que la conception du réseau, la qualité du travail, les températures d'opération, ainsi que les conditions chimiques de l'eau doivent être pris en considération.

Corrosion galvanique ou bimétallique - La corrosion bimétallique du cuivre et de ses alliages est un phénomène très rare. Certains

Résistance à la corrosion

incidents sont attribués à tort à ce type de corrosion. Le cuivre compte parmi les métaux les plus nobles de la série galvanique (voir le **tableau 13**). En d'autres termes, il est très résistant à la corrosion. Le fer, l'acier et l'aluminium, qui sont d'autres métaux servant à réaliser des réseaux de distribution d'eau, ne corrodent pas le cuivre. Ces métaux peuvent éventuellement se dégrader sous certaines conditions. On peut empêcher la corrosion galvanique en posant un raccord diélectrique entre le cuivre et le métal moins noble. Il convient de noter que l'électrolyse est un phénomène à ne pas confondre avec la corrosion galvanique.

La fiche 97-02, que l'on peut se procurer sur demande, fournit des précisions sur la conception et l'installation des conduites de recirculation d'eau chaude.

Conduites souterraines en cuivre - Les conduites souterraines en cuivre sont réputées pour leur excellent service sous diverses conditions de sol. La plupart des argiles, des craies, des loams, des sables et des graviers ne corrodent pas le cuivre. Certaines conditions de sol agressives peuvent causer la corrosion en présence de l'humidité. Les cendres de remplissage contenant du soufre peuvent, par exemple, corroder ce type de conduites. Pour empêcher le contact entre le tube et les cendres de remplissage, il faut étendre une couche de sable mélangé avec de la chaux ou une couche de pierre à chaux, ou encore entourer le tube de ruban étanche à l'humidité.

Béton - On croit souvent à tort que le béton corrode le cuivre. En

fait, les ciments Portland, qui sont alcalins, n'altèrent pas le cuivre. Par contre, les ciments non alcalins contenant de la cendre sulfureuse et d'autres acides inorganiques sont à éviter, tout comme les bétons mousses qui renferment des agents moussants contenant de l'ammoniac.

Tableau 13 - La série galvanique

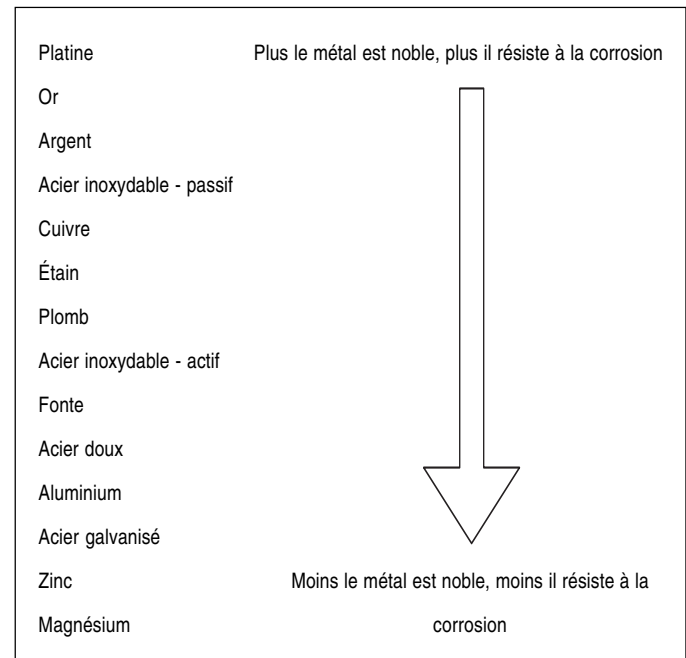


Tableau 1 - Calibres et poids des tubes de types K, L, M⁽¹⁾ et DWV⁽²⁾

Calibre nominal ou standard en po	Diamètre externe en po Tous les types	Diamètre interne en po				Épaisseur de paroi en po				Poids théorique en lb par pied linéaire			
		K	L	M	DWV	K	L	M	DWV	K	L	M	DWV
1/4	0,375	0,305	0,315	*	*	0,035	0,030	*	*	0,145	0,126	*	*
3/8	0,500	0,402	0,430	0,450	*	0,049	0,035	0,025	*	0,269	0,198	0,145	*
1/2	0,625	0,527	0,545	0,569	*	0,049	0,040	0,028	*	0,344	0,285	0,204	*
5/8	0,750	0,652	0,666	*	*	0,049	0,042	*	*	0,418	0,362	*	*
3/4	0,875	0,745	0,785	0,811	*	0,065	0,045	0,032	*	0,641	0,455	0,328	*
1	1,125	0,995	1,025	1,055	*	0,065	0,050	0,035	*	0,839	0,655	0,465	*
1-1/4	1,375	1,245	1,265	1,291	1,295	0,065	0,055	0,042	0,040	1,04	0,884	0,682	0,650
1-1/2	1,625	1,481	1,505	1,527	1,541	0,072	0,060	0,049	0,042	1,36	1,14	0,940	0,809
2	2,125	1,959	1,985	2,009	2,041	0,083	0,070	0,058	0,042	2,06	1,75	1,46	1,07
2-1/2	2,625	2,435	2,465	2,495	*	0,095	0,080	0,065	*	2,93	2,48	2,03	*
3	3,125	2,907	2,945	2,981	3,030	0,109	0,090	0,072	0,045	4,00	3,33	2,68	1,69
3-1/2	3,625	3,385	3,425	3,459	*	0,120	0,100	0,083	*	5,12	4,29	3,58	*
4	4,125	3,857	3,905	3,935	4,009	0,134	0,110	0,095	0,058	6,51	5,38	4,66	2,87
5	5,125	4,805	4,875	4,907	4,981	0,160	0,125	0,109	0,072	9,67	7,61	6,66	4,43
6	6,125	5,741	5,845	5,881	5,959	0,192	0,140	0,122	0,083	13,9	10,2	8,92	6,10
8	8,125	7,583	7,725	7,785	7,907	0,271	0,200	0,170	0,109	25,9	19,3	16,5	10,6
10	10,125	9,449	9,625	9,701	*	0,338	0,250	0,212	*	40,3	30,1	25,6	*
12	12,125	11,315	11,565	11,617	*	0,405	0,280	0,254	*	57,8	40,4	36,7	*

⁽¹⁾ norme B 88-96 de l'ASTM

⁽²⁾ norme B 306-96 de l'ASTM

* non offert

Tableau 2 - Calibres et poids du tube de type ACR⁽¹⁾

Calibre standard en po	État recuit			État étiré			Poids théorique en lb par pied linéaire	
	Diamètre externe en po	Diamètre interne en po	Épaisseur de paroi en po	Diamètre externe en po	Diamètre interne en po	Épaisseur de paroi en po		
1/8	0,125	0,065	0,030	*	*	*	0,0347	
3/16	0,187	0,127	0,030	*	*	*	0,0575	
1/4	0,250	0,190	0,030	*	*	*	0,0804	
5/16	0,312	0,248	0,032	*	*	*	0,109	
3/8	0,375	0,311	0,032	0,375	0,315	0,030	0,134	0,126
1/2	0,500	0,436	0,032	0,500	0,430	0,035	0,182	0,198
5/8	0,625	0,555	0,035	0,625	0,545	0,040	0,251	0,285
3/4	0,750	0,680	0,035	*	*	*	0,305	*
3/4	0,750	0,666	0,042	0,750	0,666	0,042	0,362	0,362
7/8	0,875	0,785	0,045	0,875	0,785	0,045	0,455	
1-1/8	1,125	1,025	0,050	1,125	1,025	0,050	0,655	
1-3/8	1,375	1,265	0,055	1,375	1,265	0,055	0,884	
1-5/8	1,625	1,505	0,060	1,625	1,505	0,060	1,14	
2-1/8	*	*	*	2,125	1,985	0,070	1,75	
2-5/8	*	*	*	2,625	2,465	0,080	2,48	
3-1/8	*	*	*	3,125	2,945	0,090	3,33	
3-5/8	*	*	*	3,625	3,425	0,100	4,29	
4-1/8	*	*	*	4,125	3,905	0,110	5,38	

⁽¹⁾ norme B 280-95a de l'ASTM * pas offert

Tableau 3 - Calibres et poids du tube de type G/GAS⁽¹⁾

Calibre standard en po	Diamètre externe en po	Épaisseur de paroi en po	Poids théorique en lb par pied linéaire
3/8	0,375	0,030	0,126
1/2	0,500	0,035	0,198
5/8	0,625	0,040	0,285
3/4	0,750	0,042	0,362
7/8	0,875	0,045	0,455
1-1/8	1,125	0,050	0,655

⁽¹⁾ norme B 887-95 de l'ASTM

Tableau 4 - Dilatation

⁽¹⁾ Rayon minimum pour l'équipement de dilatation seulement.

Calibre nominal ou standard en po	Type de tube	État de livraison	Rayon de dilatation ⁽¹⁾ en po
1/4	K, L	État recuit	3/4
3/8	K, L	État recuit	1-1/2
3/8	K, L	État étiré	1-3/4
1/2	K, L	État recuit	2-1/4
1/2	K, L	État étiré	2-1/2
3/4	K, L	État recuit	3
3/4	K, L	État étiré	3
1	K, L	État recuit	4
1-1/4	K, L	État recuit	9

Tableau 5 - Radius des boucles de dilatation et des longueurs développées des lyres de compensation

Compensation prévue en po		Rayon R en pouces pour les calibres nominaux ou standard indiqués												
		Longueur L en pouces pour les calibres nominaux ou standard indiqués												
		1/4	3/8	1/2	3/4	1	1-1/4	1-1/2	2	2-1/2	3	3 1/2	4	5
1/2	R	6	7	8	9	11	12	13	15	16	18	19	20	23
	L	38	44	50	59	67	74	80	91	102	111	120	128	142
1	R	9	10	11	13	15	17	18	21	23	25	27	29	32
	L	54	63	70	83	94	104	113	129	144	157	169	180	201
1-1/2	R	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30	33	35	39
	L	66	77	86	101	115	127	138	158	176	191	206	220	245
2	R	12	14	16	19	21	23	25	29	32	35	38	41	45
	L	77	89	99	117	133	147	160	183	203	222	239	255	284
2-1/2	R	14	16	18	21	24	26	29	33	36	40	43	45	51
	L	86	99	111	131	149	165	179	205	227	248	267	285	318
3	R	15	17	19	23	26	29	31	36	40	43	47	50	55
	L	94	109	122	143	163	180	196	224	249	272	293	312	348
3-1/2	R	16	19	21	25	28	31	34	39	43	47	50	54	60
	L	102	117	131	155	176	195	212	242	269	293	316	337	376
4	R	17	20	22	26	30	33	36	41	46	50	54	57	64
	L	109	126	140	166	188	208	226	259	288	314	338	361	402

Tableau 6 - Pressions nominales de service (en lb/po²) à l'intérieur des tubes de types K, L et M ⁽¹⁾

Calibre nominal ou standard, en po	T Y P E	État recuit ⁽²⁾							État étiré ⁽³⁾						
		S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	
		6 000 lb/po ² 100°F	5 100 lb/po ² 150°F	4 800 lb/po ² 200°F	4 800 lb/po ² 250°F	4 700 lb/po ² 300°F	4 000 lb/po ² 350°F	3 000 lb/po ² 400°F	9 000 lb/po ² 100°F	9 000 lb/po ² 150°F	9 000 lb/po ² 200°F	9 000 lb/po ² 250°F	8 700 lb/po ² 300°F	8 500 lb/po ² 350°F	8 200 lb/po ² 400°F
1/4	K	1074	913	860	860	842	716	537	1612	1612	1612	1612	1558	1522	1468
	L	912	775	729	729	714	608	456	1367	1367	1367	1367	1322	1292	1246
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/8	K	1130	960	904	904	885	753	565	1695	1695	1695	1695	1638	1601	1544
	L	779	662	623	623	610	519	389	1168	1168	1168	1168	1129	1103	1064
	M	570	485	456	456	447	380	285	855	855	855	855	827	808	779
1/2	K	891	758	713	713	698	594	446	1337	1337	1337	1337	1293	1263	1218
	L	722	613	577	577	565	481	361	1082	1082	1082	1082	1046	1022	986
	M	494	420	395	395	387	329	247	741	741	741	741	716	700	675
5/8	K	736	626	589	589	577	491	368	1104	1104	1104	1104	1067	1043	1006
	L	631	537	505	505	495	421	316	947	947	947	947	916	895	863
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4	K	852	724	682	682	668	568	426	1278	1278	1278	1278	1236	1207	1165
	L	582	495	466	466	456	388	291	873	873	873	873	844	825	796
	M	407	346	326	326	319	271	204	611	611	611	611	590	577	556
1	K	655	557	524	524	513	437	327	982	982	982	982	949	928	895
	L	494	420	395	395	387	330	247	741	741	741	741	717	700	676
	M	337	286	270	270	264	225	169	506	506	506	506	489	477	461
1-1/4	K	532	452	425	425	416	354	266	797	797	797	797	771	753	727
	L	439	373	351	351	344	293	219	658	658	658	658	636	622	600
	M	338	287	271	271	265	225	169	507	507	507	507	490	479	462
1-1/2	K	494	420	396	396	387	330	247	742	742	742	742	717	700	676
	L	408	347	327	327	320	272	204	613	613	613	613	592	579	558
	M	331	282	265	265	259	221	166	497	497	497	497	480	469	453
2	K	435	370	348	348	341	290	217	652	652	652	652	630	616	594
	L	364	309	291	291	285	242	182	545	545	545	545	527	515	497
	M	299	254	239	239	234	199	149	448	448	448	448	433	423	408
2-1/2	K	398	338	319	319	312	265	199	597	597	597	597	577	564	544
	L	336	285	269	269	263	224	168	504	504	504	504	487	476	459
	M	274	233	219	219	215	183	137	411	411	411	411	397	388	375
3	K	385	328	308	308	302	257	193	578	578	578	578	559	546	527
	L	317	270	254	254	248	211	159	476	476	476	476	460	449	433
	M	253	215	203	203	199	169	127	380	380	380	380	367	359	346
3-1/2	K	366	311	293	293	286	244	183	549	549	549	549	530	518	500
	L	304	258	243	243	238	202	152	455	455	455	455	440	430	415
	M	252	214	202	202	197	168	126	378	378	378	378	366	357	345
4	K	360	306	288	288	282	240	180	540	540	540	540	522	510	492
	L	293	249	235	235	230	196	147	440	440	440	440	425	415	401
	M	251	213	201	201	197	167	126	377	377	377	377	364	356	343
5	K	345	293	276	276	270	230	172	517	517	517	517	500	488	471
	L	269	229	215	215	211	179	135	404	404	404	404	390	381	368
	M	233	198	186	186	182	155	116	349	349	349	349	338	330	318
6	K	346	295	277	277	271	231	173	520	520	520	520	502	491	474
	L	251	213	201	201	196	167	125	376	376	376	376	364	355	343
	M	218	186	175	175	171	146	109	328	328	328	328	317	310	299
8	K	369	314	295	295	289	246	184	553	553	553	553	535	523	504
	L	270	230	216	216	212	180	135	406	406	406	406	392	383	370
	M	229	195	183	183	180	153	115	344	344	344	344	332	325	313
10	K	369	314	295	295	289	246	184	553	553	553	553	535	523	504
	L	271	231	217	217	212	181	136	407	407	407	407	393	384	371
	M	230	195	184	184	180	153	115	344	344	344	344	333	325	314
12	K	370	314	296	296	290	247	185	555	555	555	555	536	524	506
	L	253	215	203	203	199	169	127	380	380	380	380	368	359	346
	M	230	195	184	184	180	153	115	345	345	345	345	333	326	314

⁽¹⁾ Valeur calculée en fonction de la contrainte de traction maximale admissible (en lb/po²) pour le degré de température indiqué.

⁽²⁾ Le tube de type M n'est pas offert à l'état recuit. Les valeurs fixées pour l'état recuit sont fournies à titre indicatif lorsque le tube à l'état étiré de type M est brasé ou soudé.

⁽³⁾ Lorsque les tubes à l'état étiré sont assemblés par brasage fort ou soudage tendre, on doit utiliser la valeur fixée pour l'état recuit correspondant.

Tableau 7 - Pressions nominales de service (en lb/po²) à l'intérieur du tube de type ACR⁽¹⁾ - Longueurs droites

Calibre nominal ou standard en po	Longueurs droites État recuit ⁽²⁾							Calibre nominal ou standard en po	Longueurs droites État étiré ⁽²⁾						
	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =		S =	S =	S =	S =	S =	S =	
	6 000 lb/po ² 100°F	5 100 lb/po ² 150°F	4 800 lb/po ² 200°F	4 800 lb/po ² 250°F	4 700 lb/po ² 300°F	4 000 lb/po ² 350°F	3 000 lb/po ² 400°F		9 000 lb/po ² 100°F	9 000 lb/po ² 150°F	9 000 lb/po ² 200°F	9 000 lb/po ² 250°F	8 700 lb/po ² 300°F	8 500 lb/po ² 350°F	8 200 lb/po ² 400°F
3/8	912	775	729	729	714	608	456	3/8	1371	1371	1371	1371	1326	1295	1249
1/2	779	662	623	623	610	519	389	1/2	1172	1172	1172	1172	1133	1107	1068
5/8	722	613	577	577	565	481	361	5/8	1085	1085	1085	1085	1049	1025	989
3/4	631	537	505	505	495	421	316	3/4	949	949	949	949	918	896	865
7/8	582	495	466	466	456	388	291	7/8	875	875	875	875	846	827	797
1-1/8	494	420	395	395	387	330	247	1-1/8	743	743	743	743	718	702	677
1-3/8	439	373	351	351	344	293	219	1-3/8	660	660	660	660	638	623	601
1-5/8	408	347	327	327	320	272	204	1-5/8	614	614	614	614	593	580	559
2-1/8	364	309	291	291	285	242	182	2-1/8	546	546	546	546	528	516	498
2-5/8	336	285	269	269	263	224	168	2-5/8	504	504	504	504	487	476	459
3-1/8	317	270	254	254	248	211	159	3-1/8	476	476	476	476	460	449	433
3-5/8	304	258	243	243	238	202	152	3-5/8	455	455	455	455	440	430	415
4-1/8	293	249	235	235	230	196	147	4-1/8	440	440	440	440	425	415	401

⁽¹⁾ Valeur calculée en fonction de la contrainte de traction maximale admissible (en lb/po²) pour le degré de température indiqué.

⁽²⁾ Lorsque les tubes sont assemblés par brasage fort ou soudage tendre, on doit utiliser la valeur fixée pour l'état recuit correspondant.

Calibre nominal ou standard en po	Serpentins État recuit						
	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =
	6 000 lb/po ² 100°F	5 100 lb/po ² 150°F	4 800 lb/po ² 200°F	4 800 lb/po ² 250°F	4 700 lb/po ² 300°F	4 000 lb/po ² 350°F	3 000 lb/po ² 400°F
1/8	3074	2613	2459	2459	2408	2049	1537
3/16	1935	1645	1548	1548	1516	1290	968
1/4	1406	1195	1125	1125	1102	938	703
5/16	1197	1017	957	957	937	798	598
3/8	984	836	787	787	770	656	492
1/2	727	618	581	581	569	485	363
5/8	618	525	494	494	484	412	309
3/4	511	435	409	409	400	341	256
3/4	631	537	505	505	495	421	316
7/8	582	495	466	466	456	388	291
1-1/8	494	420	395	395	387	330	247
1-3/8	439	373	351	351	344	293	219
1-5/8	408	347	327	327	320	272	204

Tableau 8 - Pressions nominales de service (en lb/po²) à l'intérieur du tube de type ACR - Serpentins

⁽¹⁾ Valeur calculée en fonction de la contrainte de traction maximale admissible (en lb/po²) pour le degré de température indiqué.

Calibre nominal ou standard en po	Diamètre externe en po	K		L ⁽²⁾		M
		État étiré	État recuit	État étiré	État recuit	État étiré
1/2	0,625	9840	4535	7765	3885	6135
3/4	0,875	9300	4200	5900	2935	4715
1	1,125	7200	3415	5115	2650	3865
1-1/4	1,375	5525	2800	4550	2400	3875
1-1/2	1,625	5000	2600	4100	2200	3550
2	2,125	3915	2235	3365	1910	2935
2-1/2	2,625	3575	*	3215	*	2800
3	3,125	3450	*	2865	*	2665
4	4,125	3415	*	2865	*	2215
5	5,125	3585	*	2985	*	2490
6	6,125	3425	*	2690	*	2000
8	8,125	3635	*	2650	*	2285

Tableau 9 - Pressions réelles de rupture⁽¹⁾ (en lb/po²) des tubes de types K, L et M à température ambiante

* non offert

⁽¹⁾ Les valeurs sont des moyennes obtenues lors de trois essais certifiés effectués sur chaque type et chaque calibre de tube. Dans chaque cas, l'épaisseur de paroi égalait ou avoisinait la valeur minimale indiquée pour chaque type de tube. En aucun temps, l'écart entre la valeur de pression de rupture obtenue lors de l'essai et la valeur moyenne n'était supérieur à 5 %.

⁽²⁾ On peut utiliser les pressions de rupture fixées pour un tube de type ACR ayant un diamètre externe et une épaisseur de paroi équivalents.

Tableau 10 - Pressions nominales de service (en lb/po²) à l'intérieur du tube de type DWV⁽¹⁾

Calibre nominal ou standard en po	État recuit ⁽²⁾							État étiré ⁽³⁾						
	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	S =	
	6 000 lb/po ² 100°F	5 100 lb/po ² 150°F	4 800 lb/po ² 200°F	4 800 lb/po ² 250°F	4 700 lb/po ² 300°F	4 000 lb/po ² 350°F	3 000 lb/po ² 400°F	9 000 lb/po ² 100°F	9 000 lb/po ² 150°F	9 000 lb/po ² 200°F	9 000 lb/po ² 250°F	8 700 lb/po ² 300°F	8 500 lb/po ² 350°F	8 200 lb/po ² 400°F
1-1/4	330	280	264	264	258	220	165	494	494	494	494	478	467	451
1-1/2	293	249	235	235	230	196	147	440	440	440	440	425	415	401
2	217	185	174	174	170	145	109	326	326	326	326	315	308	297
3	159	135	127	127	125	106	80	239	239	239	239	231	225	217
4	150	127	120	120	117	100	75	225	225	225	225	217	212	205
5	151	129	121	121	119	101	76	227	227	227	227	219	214	207
6	148	126	119	119	116	99	74	223	223	223	223	215	210	203
8	146	124	117	117	114	97	73	219	219	219	219	212	207	200

⁽¹⁾ Valeur calculée en fonction de la contrainte de traction maximale admissible (en lb/po²) pour le degré de température indiqué.

⁽²⁾ Le tube de type DWV n'est pas offert à l'état recuit. Les valeurs fixées pour l'état recuit sont fournies à titre indicatif lorsque le tube à l'état étiré est brasé ou soudé.

⁽³⁾ Lorsque les tubes sont assemblés par brasage fort ou soudage tendre, on doit utiliser la valeur fixée pour l'état recuit correspondant.

Tableau 11 - Pressions maximales de service recommandées (en lb/po²) à l'intérieur des joints unissant des tubes de types K, L et M

Soudure ou alliage de brasage utilisés dans les joints	Température de service en °F	Calibre nominal ou standard en po			
		de 1/4 à 1 (incl)	de 1-1/4 à 2 (incl)	de 2-1/2 à 4 (incl)	de 5 à 8 (incl)
Soudure à base d'étain et de plomb 50-50 ⁽¹⁾⁽²⁾	100	200	175	150	130
	150	150	125	100	90
	200	100	90	75	70
	250	85	75	50	50
	Vapeur saturée	15	15	15	15
Soudure à base d'étain et d'antimoine 95-5 ⁽¹⁾	100	500	400	300	150
	150	400	350	275	150
	200	300	250	200	150
	250	200	175	150	140
	Vapeur saturée	15	15	15	15
Alliages de brasage dont la température de fusion est égale ou supérieure à 1 100 °F	100-150-200	*	*	*	*
	250	300	210	170	150
	350	270	190	150	150
	Vapeur saturée	120	120	120	120

⁽¹⁾ Consulter la norme B 32 de l'ASTM.
⁽²⁾ N'est pas autorisé pour réaliser des réseaux de distribution d'eau potable.
 * La pression maximale recommandée est la pression nominale pour le tube étiré figurant au tableau 6.

Tableau 12 - Consommation approximative de métal d'apport⁽¹⁾

Calibre nominal ou standard en po	Soudure		Alliage de brasage fort		
	Livres de soudure par 100 joints ⁽²⁾		Pouces linéaires par joint		
	Raccords sous pression	Raccords d'évacuation	Fil de 1/16 po ^{(3),(4)}	Fil de 3/32 po ^{(3),(5)}	Fil de 5/64 po ^{(3),(6)}
1/4	*	*	0,8	*	*
3/8	0,5	*	1,0	*	*
1/2	0,8	*	1,5	0,8	0,9
3/4	1,0	*	2,0	1,0	1,1
1	1,5	*	3,0	1,5	1,6
1-1/4	1,8	1,3	4,0	2,0	2,1
1-1/2	2,0	1,5	*	2,5	2,6
2	2,5	2,0	*	3,8	4,0
2-1/2	3,4	*	*	6,0	7,0
3	4,2	3,2	*	10,0	11,0
3 1/2	4,8	*	*	12,0	13,0
4	6,0	4,5	*	14,0	15,5
5	8,5	*	*	16,5	18,0
6	16,0	*	*	21,0	23,0

* Ne s'applique pas
⁽¹⁾ La consommation réelle varie en fonction de la qualité du travail et de la dimension des joints.
⁽²⁾ Il faut environ 2 on. de décapant par livre de soudure.
⁽³⁾ D'autres calibres sont offerts.
⁽⁴⁾ 1 090 pouces de fil d'1/16 po par livre.
⁽⁵⁾ 484 pouces de fil de 3/32 po par livre.
⁽⁶⁾ 524 pouces de fil de 5/64 po par livre.



Pourquoi choisir le cuivre ?

- ▶ **Rendement exceptionnel à prix abordable** - Le tube en cuivre assure un service de longue durée sans défaillance à un coût peu élevé. Voilà pourquoi les constructeurs canadiens utilisent du tube et des raccords en cuivre pour réaliser ou moderniser des réseaux de distribution d'eau ou de gaz naturel.
- ▶ **Matériau léger et peu encombrant** - Le tube en cuivre est un matériau facile à transporter et à fabriquer d'avance. Par rapport à d'autres matériaux, il est moins cher à transporter et plus facile à poser, car il prend moins de place.
- ▶ **Facilité d'assemblage** - Il existe une grande variété de raccords facilitant l'assemblage des tubes. Le soudage tendre et le brasage fort sont des procédés qui assurent des joints propres, résistants et étanches.
- ▶ **Facilité de coupe, de pliage et de mise en forme** - Le tube de cuivre se coupe avec des outils d'utilité courante. Il se plie et se façonne sans difficultés.
- ▶ **Résistance à la corrosion** - Le tube de cuivre est un matériau très résistant à la corrosion et au colmatage. Il assure un service de longue durée sans défaillance et permet ainsi de réaliser des économies de coûts d'entretien.
- ▶ **Écoulement** - Comme sa paroi interne est lisse, le tube en cuivre facilite l'écoulement. Les raccords de cuivre ne réduisent pas le débit. Il n'est plus nécessaire de prévoir des tolérances supplémentaires pour calculer la puissance et le débit des réseaux.
- ▶ **Sécurité** - Le tube de cuivre ne brûle pas et ne libère pas de gaz toxiques. Il ne favorise pas la propagation du feu vers les planchers, les murs et les plafonds.
- ▶ **Fiabilité** - Le tube et les raccords de cuivre sont fabriqués pour satisfaire des normes reconnues. Leur utilisation est autorisée par les codes de plomberie de toutes les provinces canadiennes et par les codes régissant d'autres usages.
- ▶ **En conclusion** - Par rapport aux réseaux réalisés avec d'autres matériaux, les réseaux en cuivre sont peu coûteux et rentables. Le tube de cuivre est un matériau fiable et facile à poser, qui réduit le coût total de service, le nombre de rappels de produits défectueux et les frais d'entretien. Le tube de cuivre est aussi un matériau recyclable dont la valeur de rebut est élevée.

Services de la CCBDA

La Canadian Copper & Brass Development Association (CCBDA) s'est donnée comme mission de faire connaître les usages actuels et nouveaux du cuivre et de ses alliages. Ses activités sont subventionnées par l'industrie canadienne du cuivre et les fabricants de tubes, de raccords et de produits de plomberie connexes.

- ▶ L'Association prête son assistance à toute personne désireuse d'obtenir des renseignements sur les méthodes d'installation du cuivre, les codes et les règlements, les normes de produits, les sources d'approvisionnement, etc.
- ▶ L'Association offre de la documentation technique sur une variété de sujets, entre autres sur les réseaux de distribution de gaz naturel et les réseaux de recirculation d'eau chaude. Sa revue périodique intitulée *Cuivre canadien* fait connaître les tous nouveaux usages des produits à base de cuivre.
- ▶ L'Association offre des vidéos sur le soudage tendre, le brasage fort, l'évasement et le pliage, et les réseaux de distribution de gaz naturel.

Tous les services, documents et vidéos sont offerts sans frais. Pour obtenir une liste à jour des sujets traités par l'Association, prière de communiquer avec un représentant de l'Association.

Publication n° 28F de la CCBDA, deuxième édition, 2000.

CANADIAN COPPER & BRASS DEVELOPMENT ASSOCIATION

49 The Donway West, bureau 415, Don Mills, (Ontario), Canada M3C 3M9

Téléphone : (416) 391-5599 — Télécopieur : (416) 391-3823

Service sans frais : 1-877-640-0946

Adresse électronique : coppercanada@onramp.ca

Site Web : www.ccbda.org