

# Le brasage des tubes de cuivre

## ■ DÉFINITIONS

Le brasage est une opération consistant à assembler des pièces métalliques à l'aide d'un métal d'apport dont la température de fusion est nettement inférieure à celle du métal de base, en l'occurrence le cuivre qui fond à 1 084° C. Il se distingue en ce sens du soudage qui est une opération d'assemblage dans laquelle les parties à assembler sont portées à leur température de fusion et participent ainsi au joint. Le joint réalisé doit être solide mécaniquement pour résister à la pression d'utilisation du fluide circulant dans le tube et rester étanche.

On distingue deux types de brasage, le brasage tendre et le brasage fort, selon que la température de fusion de la brasure est inférieure ou supérieure à 450° C.

Les brasures tendres sont essentiellement à base d'étain et, en pratique, leur point de fusion se situe aux environs de 250° C. Il s'agit en particulier d'alliages étain-cuivre ou étain-argent (à 97 % d'étain) et étain-plomb (de 33 à 50 % de plomb) avec des restrictions d'usage pour ce dernier alliage.

Les brasures fortes sont des alliages cuivre-phosphore (à 7 % de phosphore) ou cuivre-phosphore-argent (à 5 % d'argent) ou des alliages de cuivre et d'argent contenant d'autres additions comme le zinc ou le cadmium. En pratique, la température d'utilisation de ces brasures s'étend de 600 à 750° C.

## ■ LA PRÉPARATION DES PARTIES À BRASER

La préparation des extrémités de tubes à braser revêt une grande importance pour la qualité de l'assemblage, pour l'adhérence de la brasure au métal de base et pour prévenir tout désordre ultérieur. Pour découper le tube, on préférera l'utilisation d'un coupe-

tube à une scie qui génère des sciures qui, si elles n'ont pas été complètement éliminées, pourraient être néfastes au bon fonctionnement des vannes ou des robinets placés en aval.

Généralement, le coupe-tube comporte un alésoir servant à ébavurer le bord du tube, ce qui permet d'éliminer la bavure générée par le refoulement du métal lors de la coupe. Cette opération est nécessaire car une bavure mal éliminée pourrait provoquer un supplément de perte de charge par accident ou créer des turbulences propres à générer des phénomènes d'érosion sur les tubes.

Une fois la coupe ébavurée, il faut nettoyer les surfaces à braser en les débarrassant des souillures ou oxydes qui empêcheraient le bon mouillage de la brasure sur le cuivre.

Après nettoyage et pour prévenir toute oxydation du cuivre, notamment lors du chauffage, pour faire fondre la brasure, on applique des flux décapants sur la surface extérieure de la partie mâle du tube à braser.

Il existe deux grandes catégories de flux :

- les flux halogénés de type chlorure de zinc qui sont très efficaces mais nécessitent une élimination totale après brasage (rinçage de l'installation) car leurs résidus sont corrosifs,
- les flux organiques de type résines actives qui ne sont pas corrosifs et ne nécessitent pas d'élimination après brasage.

Les fabricants d'alliages d'apport préconisent, la plupart du temps, les flux adaptés à leurs produits. Il existe aussi des brasures auto-décapantes avec flux incorporé.

Il faut noter que l'utilisation de brasure forte à base d'alliage de cuivre-phosphore permet d'éviter l'usage de flux décapant car le phosphore contenu dans l'alliage joue à lui seul le rôle de désoxydant.



## ■ LE CHAUFFAGE DES PARTIES À ASSEMBLER

La température de réchauffage du tube est, bien entendu, fonction du type de brasure, tendre ou forte, mais, dans tous les cas, cette étape de l'opération de brasage doit être menée avec soin. Le métal doit être chauffé à une température très légèrement supérieure à la température de fusion du métal d'apport. Le cuivre étant très conducteur thermiquement, il n'y a pas de difficulté pratique à obtenir une homogénéité des températures autour du joint à braser.

Pour éviter de dépasser la température de chauffage optimale, il faut qu'en éloignant la source de chaleur et en appliquant le fil de brasure sur le métal, la brasure puisse fondre par simple contact.

Grâce à l'action du flux, elle va alors mouiller le métal et progresser par capillarité tout autour des pièces à assembler de façon à former un joint circulaire régulier et assurer une parfaite étanchéité. La quantité d'alliage d'apport en fil de 2 mm de diamètre nécessaire à la brasure d'un raccord sur un tube est égale au diamètre extérieur du tube à assembler.

La difficulté consiste, dans le cas du brasage fort notamment, à ne pas surchauffer le cuivre. En effet, la surchauffe du métal a pour conséquence le grossissement du grain par recuit et une oxydation externe du métal, ces deux phénomènes pouvant favoriser la corrosion par la suite.

Les dégradations que peut subir le métal sont non seulement fonction de la température à laquelle il est porté, mais aussi de la durée de maintien à cette température. Dans ces conditions, les opérations de brasage fort doivent être effectuées le plus rapidement possible et sans hésitation afin d'éviter le "brûlage" du métal de base.

Le maintien à bonne température de fusion de la brasure lors du remplissage du joint est indispensable : si une partie de l'assemblage est chauffée en dessous de cette température, le métal d'apport se solidifiera prématurément et ne remplira pas complètement l'espace réservé au joint. Si, au contraire, la température est excessive, l'alliage de la brasure pourra, en plus des inconvénients cités ci-dessus, couler à l'intérieur du tube et former des aspérités créant des pertes de charges singulières ou des turbulences.

Comme outil de chauffe, on utilisera de préférence des chalumeaux monogaz, propane par exemple, plutôt que des chalumeaux oxy-gaz, oxypropane ou oxyacétylénique, qui ont des températures de dard excessives. Il existe par ailleurs des chalumeaux dits à flamme "turbo" ou "turbo-jet" dont la température de flamme n'excède pas 1 200 à 1 800° C et dont la particularité est de fournir un excellent échange thermique flamme/pièce à chauffer grâce à la présence d'une multitude de dards tourbillonnants.

Dans tous les cas, c'est la chaleur emmagasinée dans le tube à bonne température qui fait fondre la brasure et non le dard de la flamme du chalumeau.



Centre d'Information du Cuivre  
Laiton et Alliage