

ASSEMBLAGE ET ÉTANCHÉISATION DES FEUILLES DE CUIVRE ET DE ZINC EN COUVERTURE PAR BRASURE

FICHE D'AIDE À LA RÉDACTION DE CAHIERS DES CHARGES

FARCC / 01.16

Cette fiche conseil est une approche synthétique de la thématique. Elle ne peut donc, en aucun cas, être considérée comme exhaustive et doit être lue avec la prudence qui s'impose. Dans tous les cas, celle-ci doit être confrontée à la réalité de l'intervention in situ et à la philosophie de la restauration. Le SPW ne peut être considéré comme responsable des interprétations liées à cette fiche.

MOTS CLÉS

Cuivre, zinc, inox, étamage, rivet, flux, décapant, recouvrement, capillarité, brasure, soudobrasure, soudure, sous-feuille, sur-feuille, targette, baguette, plomb, étain, température, permis de feu, décapant, fer à souder, mouillage, acide, désoxydé, mouillabilité, côte, gradins.

FARCC ASSOCIÉES

- 1.6. Chéneau- assemblage et mise en œuvre de feuilles de cuivre.
- 1.9. Chéneau- assemblage et mise en œuvre de feuilles de zinc.

DOCUMENTS TECHNIQUES ASSOCIÉS

- Traité complet de soudage aux soudures fortes et aux soudures d'étain suivi d'exemples d'applications pratiques. Ch. Gros. Ed. Charles Gros, Genève. Circa 1930.
- DTU 40.45 (NF P34-215-1) (septembre 2001) (couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en cuivre).
- Accessoires et couvertures en cuivre. Copper Development Association Benelux.

BREF APERÇU DES CONNAISSANCES ACTUELLES

Soudage, brasage, soudure, brasure, soudobrasure, brasure tendre, brasure forte... sont les termes que l'on rencontre le plus régulièrement. Parfois utilisés à mauvais escient, ils définissent la manière dont on assemble et rend étanche deux feuilles métalliques. De manière schématique, une soudure nécessite la fonte du métal de base (les éléments à assembler) et du métal d'apport tandis que la brasure ne nécessite que la fonte du métal d'apport (sous forme de targette ou baguette). Par ailleurs, la différence entre une brasure forte et une brasure tendre n'est pas liée à une différence de résistance mécanique mais bien à la différence de température du bain de fusion lors de la mise en œuvre entre l'une et l'autre. La première se fera à des températures supérieures à 450°C. La deuxième à des températures inférieures à 450°C. La présente Farcc traitera donc uniquement de la brasure tendre.

- Dans cette FARCC, le terme « sous-feuille » désigne la feuille de métal qui est recouverte par la « sur-feuille ». Elle se situe en aval par rapport au sens de la pente. Par corollaire, la « sur-feuille » est celle qui recouvre la « sous-feuille ». Elle se trouve en amont.
- Les brasures permettent de travailler avec des températures « basses » (moins de 200°C), elles autorisent donc de travailler sur des supports en bois.
- Nous verrons ci-dessous que pour assembler des feuilles de cuivre il est recommandé de les riveter. Cette technique, courante en France, semble avoir été oubliée en Belgique. Une des hypothèses retenues pour expliquer ce processus se fonde sur la différence de température de fusion entre le cuivre (1084,6°C), le zinc (419,5°C) et la température de fusion d'une targette qui est de plus ou moins 235°C. Considérant que l'écart de température entre la température de fusion de la targette et celle de la feuille de cuivre est nettement plus important que pour le zinc, même s'il est préchauffé, il semble que la qualité de la liaison soit moindre. Le rivetage préalable des feuilles de cuivre compenserait dès lors cette variation de performance, la brasure barrée (à gradins) des feuilles de zinc étant quant à elle suffisante pour assurer un assemblage mécanique résistant.
- Le flux est un décapant qui permet de maintenir propre les surfaces à braser et qui facilite le mouillage pour l'étamage préalable et la brasure. Son utilisation est fondamentale dans la réussite de l'opération.
- Il existe trois types de brasure
 - ~ Les brasures lisses : elles ne subissent que peu ou pas de contrainte et assurent pour l'essentiel l'étanchéité ;
 - ~ Les brasures à gradins (côtes/vaguelettes/nervures) également appelées « barrées » : elles subissent des contraintes importantes et assurent la résistance des assemblages ;
 - ~ Les brasures par points de chaînette : dans le cas d'assemblages jointifs « bout à bout » (cas particuliers).

AIDE À LA PRESCRIPTION

Préambule

- L'entreprise devra démontrer son expertise dans le domaine à travers des références de travaux similaires. Des essais préalables seront exigés afin de s'assurer de la parfaite maîtrise de l'opérateur.
- Avant le début des travaux, un permis de feu sera transmis à la direction de chantier. Un extincteur portatif, non périmé, sera installé à chaque point chaud concerné.

Les travaux de brasure devront se terminer deux heures avant la fin du chantier, ou à défaut, une inspection minutieuse des lieux concernés se fera à la fin de la journée à l'aide d'un thermomètre infrarouge. Cette imposition est d'autant plus importante pour les travaux réalisés sur des supports en bois, par exemple un chéneau sur voligeage.

- Les brasures devront se faire à l'abri du vent, de l'humidité (hors point de rosée) et à une température ambiante hors gel.

- La panne en cuivre, composante essentielle du chalumeau, aura la forme et la masse adaptées aux travaux à réaliser. L'état de propreté de celle-ci est primordial dans la réussite des brasures. Elle sera régulièrement nettoyée à l'aide d'une pierre ammoniacale et éventuellement légèrement limée pour offrir une surface lisse. Elle sera adaptée aux conditions réelles de mise en œuvre pour assurer l'inertie thermique garante d'une transmission homogène de la chaleur aux éléments à assembler. Il faut noter que les pannes de type « long life », recouvertes d'une pellicule d'argent, nécessitent moins d'entretien et permettent de limiter l'exposition de l'opérateur aux produits nocifs pour la santé.
- Le gaz utilisé pour la chauffe du chalumeau sera adapté au détendeur de celui-ci, généralement du propane.
- Les assemblages bout-à-bout sont proscrits et les angles seront renforcés à l'aide de goussets triangulaires, munis d'un petit pli raidisseur, brasés par points de chaîne, à l'intérieur des éléments à assembler.
- Afin d'éviter de brûler les membranes de désolidarisation en sous-face, celles-ci seront interrompues à 3 cm de part et d'autre de la jonction. Dans certains cas, il peut être utile de glisser une petite lame métallique (cuivre) amovible qui aura pour rôle d'absorber une partie de la chaleur pour éviter sa dispersion dans le support.
- La panne est posée en pression sur la zone de superposition des deux feuilles (cuivre, zinc ou inox) afin de chauffer l'ensemble. On dépose quelques gouttes issues de la fusion de la targette qui est « tirée » du côté du recouvrement (amont), là où l'on doit garantir l'étanchéité, afin d'assurer, grâce à la chaleur de la panne, un état liquide suffisant de la brasure.
- La température du chalumeau, et donc de la panne, doit être adaptée à l'opération afin de garantir le meilleur mouillage possible favorisant la capillarité de la brasure qui se concrétise par sa succion et sa propagation régulière dans l'interstice (de l'ordre de 0,05 mm à 0,2 mm, toujours inférieur à 0,5 mm) du recouvrement entre la sous-feuille et de la sur-feuille. La panne est considérée comme étant à la bonne température lorsque la goutte de la targette reste attachée à l'extrémité de celle-ci et lorsqu'il y a un léger dégagement de fumée au contact de la pierre d'ammoniaque. Un dégagement important et un jaunissement du zinc trahissent une surchauffe.
- Quand les jonctions se font au droit des crochets de fixation pour des raisons esthétiques, il sera nécessaire d'augmenter le recouvrement, de 20 à 30 mm, afin de décaler la brasure et d'éviter une coulée d'acide sur le crochet galvanisé dans le cas de l'utilisation du zinc. En cas d'utilisation du cuivre, ce décalage permet de sortir la ligne de rivets du crochet autorisant la libre dilatation.
- Dans les cas où les brasures sont réalisées sur les zones verticales et/ou difficiles d'accès, il est vivement conseillé de travailler à l'aide d'un « porte-soudure », ou « palette », afin de réaliser des côtes (vaguelettes, nervures) suffisamment épaisses.
- Il est rappelé que les opérations de brasage génèrent des gaz nocifs pour la santé. Toutes les conditions de travail seront adaptées, notamment une bonne ventilation, afin d'offrir le maximum de sécurité et confort aux opérateurs.

1. Assemblage et étanchéisation de feuilles de cuivre

- Préablement à toute opération de brasure, la préparation du support est une opération essentielle à la qualité de celle-ci. Les feuilles seront découpées à vif sans plus aucune trace d'oxydation. Ensuite, un flux décapant composé de borax sera appliqué sur les deux surfaces qui seront en contact. Par ailleurs, afin d'améliorer la mouillabilité et donc la dispersion de la brasure, il est conseillé d'étamer les surfaces à assembler, en particulier pour des épaisseurs inférieures ou égales à 0,8 mm. Il s'agira de déposer une fine couche du mélange 50/50 sur les surfaces concernées par les brasures sur une largeur supérieure de 15 mm des zones à braser.
 - L'assemblage/renforcement : la sur-feuille recouvrira la sous-feuille sur minimum 3 à 4 cm. Elles seront assemblées par rivetage de type « solide-serré » à l'aide de rivets aveugles (pops), diam. 3,2 mm en bronze, à tête plate et d'une hauteur de tête max. de 0,8 mm. Sur une gouttière demi-ronde (demi-lune), ceux-ci pourront être placés par l'extérieur pour des raisons esthétiques. Le rivetage débutera à 20 mm de part et d'autre de l'axe de la gouttière laissant libre le fond sur un arc de 40 mm facilitant dès lors l'écoulement de l'eau.
- Sur un support continu (type voligeage de fond de corniche), une rainure sera créée afin de recevoir les excroissances de la ligne de rivets. Les rivets seront espacés les uns des autres de 40 mm. Ils seront situés à 10 mm du bord de la sur-feuille.

- L'étanchéité
 - ~ Elle se fait par brasure à l'aide d'une targette composée de 50 % de plomb et 50 % d'étain ou 40 % de plomb et 60 % d'étain.
 - ~ La panne est posée en pression sur la zone de superposition des deux feuilles de cuivre afin de chauffer l'ensemble. On dépose quelques gouttes issues de la fusion de la targette qui sera « tirée » du côté du recouvrement (amont), là où l'on doit garantir l'étanchéité, afin d'assurer un état liquide suffisant de la brasure.
 - ~ Lors de la première passe, la pénétration de la brasure sera de 10 mm pour les parties horizontales et de 5 mm pour les verticales.
 - ~ Pour en assurer la parfaite étanchéité, les rivets seront recouverts par un bain de brasure, lors de la deuxième passe, qui aura une longueur égale à celle de la panne. Deux tiers de la longueur de la côte recouvrent le côté amont (recouvrement), l'autre tiers du côté aval. Le cordon de brasure doit être régulier offrant un résultat net et précis.
 - ~ Lorsque toutes les brasures sont terminées, un nettoyage complet est nécessaire à l'aide d'un chiffon humide afin d'éliminer les résidus du flux qui continuent à être potentiellement corrosifs pour le métal.
 - ~ Le descriptif ci-dessus est aussi valable pour les feuilles d'inox austénitique excepté pour les rivets qui seront en inox 304, et les targettes qui seront composées de 96 % d'étain et 4 % d'argent. À noter que l'utilisation d'acide chlorhydrique comme flux est proscrite pour l'inox au profit d'un acide phosphorique (borax).

2. Assemblage et étanchéisation de feuilles de zinc

- La préparation du support est essentielle pour garantir le succès de la brasure. Toutes les surfaces concernées par l'étanchéité, le recto de la sous-feuille ainsi que le recto et le verso de la sur-feuille, seront traitées (désoxydées), grâce au passage d'un pinceau selon un trait régulier et rectiligne, pour offrir un aspect brillant sur la zone de recouvrement - y compris pour les feuilles pré-patinées mises à nu - à l'aide d'un flux décapant adapté au type de zinc concerné ou à l'aide d'acide décomposé (mélange d'acide chlorhydrique et d'un petit fragment de zinc). Les zones ainsi traitées favoriseront la pénétration et la dispersion de la brasure par capillarité. Les zones non traitées contrarieront la dispersion de celle-ci mettant ainsi en péril la qualité générale de l'étanchéité.
- Les éléments seront ajustés avant l'indispensable pointage régulier permettant le maintien et le serrage des feuilles en place.
- L'étanchéité
 - ~ Elle se fait dans un premier temps à l'aide d'une targette composée de 66 % de plomb et de minimum 33 % d'étain.
 - ~ Si l'étamage reste utile, il n'est pas indispensable pour des épaisseurs inférieures ou égales à 0,8 mm.
 - ~ La pénétration minimum de la brasure sera de 10 mm pour les parties horizontales et de 5 mm pour les verticales.
- L'assemblage/renforcement
 - ~ Il se fait dans un deuxième temps à l'aide des mêmes targettes que pour la mise en œuvre de l'étanchéité et assurera la solidité mécanique. Il se superpose à la brasure d'étanchéité qui aura été préalablement découpée et nettoyée.
 - ~ La mise en œuvre de la brasure d'assemblage et de renforcement se matérialise par une brasure à gradins (ou barrée) composée de côtes. Les côtes (gradins) seront plus serrées sur les parties verticales (8 à 10 côtes/dm) et moins serrées et plus plates sur les parties horizontales (5 à 7 côtes/dm) afin de ne pas contrarier l'écoulement naturel des eaux de pluie. La longueur des côtes est généralement égale à celle de la panne, soit 30 à 40 mm. Deux tiers de la longueur de la côte recouvrent le côté amont (recouvrement), l'autre tiers du côté aval. Le cordon de brasure doit être régulier offrant un résultat net et précis.
- Lorsque toutes les brasures sont terminées, un nettoyage complet est nécessaire à l'aide d'un chiffon humide afin d'éliminer les résidus du flux qui continuent à être potentiellement corrosifs pour le métal.