ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

Construction de la chaudière : éléments sur la brasure argent

Source documentaire des illustrations: Building the A3 switcher – Kozo Hiraoka

Dans le hobby de la vapeur vive, beaucoup croient que la brasure à l'argent ne peut être pratiquée que par un professionnel, que c'est complexe et difficile à maîtriser, qu'il faut beaucoup de matériel. Tout ceci est inexact si l'on en comprend les principes de base.

La brasure à l'argent est un moyen de fabriquer des assemblages ou des ébauches très solides, très précises, rapidement et de manière très économique par rapport à l'utilisation de fonderies.

1.1 Sécurité

Un petit rappel de principe ne nuit pas.
Lors d'utilisation d'équipement à flamme nue comme les torches à gaz il y a des risques à avoir présents à l'esprit à chaque instant :

- fuites de gaz [1]
- brûlures directes par la flamme
- brûlures indirectes par les pièces chaudes
- incendie

Des règles simples permettent cependant de travailler en sécurité :

- équipements de chauffe y compris bouteilles de gaz et tuyaux aux normes et en parfait état
- emplacement de soudure dédié, totalement dégagé dans un rayon d'au moins 1,50m à 1,80m et sans obstacles pour se déplacer.
- Table de soudage en matériau incombustible, sole en brique réfractaires [2]
- outils à portée de main : pinces de forge, repose torche (perroquet), flux, baguettes d'argent, grattoir inox ...
- pas d'enfant ni d'animaux de compagnie aux alentours, téléphone portable éteint
- un seau d'eau plein à portée de main au cas où.

Bien que l'on puisse travailler seul, surtout pour les pièces de chaudronnerie comme la chaudière il est quand même préférable d'être à deux personnes : un soudeur et un chauffeur-manipulateur.

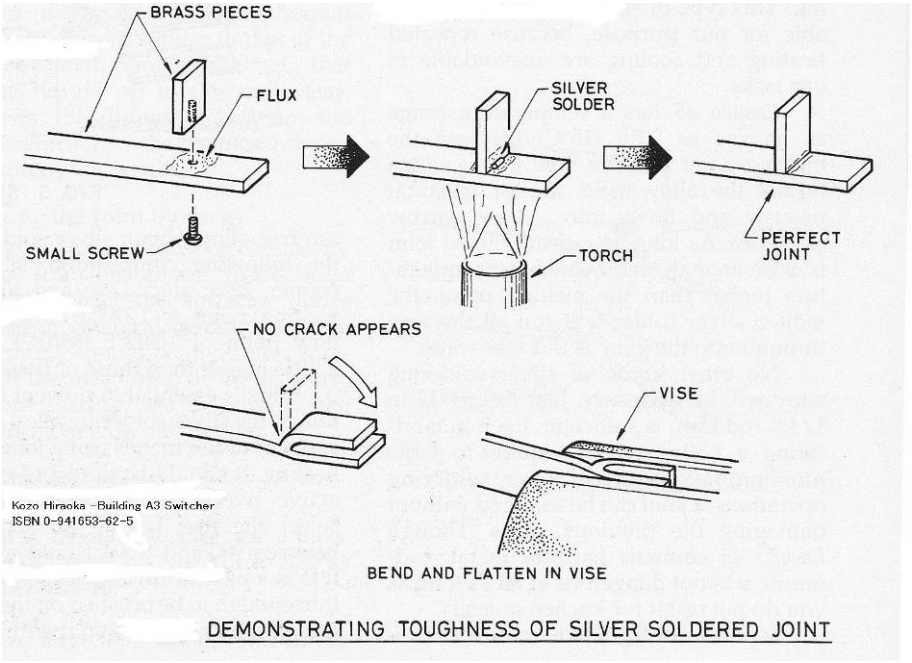
1 *Penser aussi aux enfants qui veulent faire comme papa ou papy !*
2 *Style pour barbecue maçonné, les autres types de briques ou le Siporex ont une faible durabilité*

2.1 Avantages de la soudure à l'argent

Paradoxalement bien que le composant principal soit de l'argent, le prix de revient n'est pas élevé. Si l'on s'y prend correctement, la quantité de soudure utilisée est très faible.

Pour un hobbyiste la brasure à l'argent est finalement l'un des moyens les plus économiques d'assembler deux pièces de métal.

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT



L'image ci-contre montre la manière de procéder. Le débutant pourra s'astreindre à ce petit exercice avec des chutes de taille modeste. En quelques essais le tour de main sera pris.

- Le joint est solide et ductile [3]. Un joint brasé à l'argent a une grande force et une grande résistance à la vibration et au choc.
- Le joint est résistant à température élevée. La température de service continu du joint sous contrainte peut atteindre 220°C-250°C, ce qui est suffisamment élevé pour nos applications en vapeur vive, excepté pour les joints des surchauffeurs dans un foyer à chauffe charbon.
- Le joint a une apparence très nette. Le joint est régulier, requérant un usinage minimal ou juste un limage léger après brasure à l'argent
- Le joint est résistant à la corrosion usuelle.
- Une variété de métaux différents peut être assemblée entre eux. Presque tous les métaux utilisés dans le hobby de la vapeur vive peuvent être brasés à l'argent, excepté l'aluminium. Citons le cuivre, le laiton, le bronze, la fonte, l'acier au carbone et les alliages d'acier, en incluant l'acier inoxydable [4]. Un autre avantage est que des matériaux dissemblables peuvent être assemblés par brasure à l'argent.
- Des assemblages complexes peuvent être construits. Comme le joint ne perd pas ses qualités au cours de chauffages répétés, un assemblage peut être construit en partant de l'assemblage de composants basiques par brasure à l'argent successives. Avec cette méthode vous pouvez éliminer en presque totalité l'utilisation de pièces de fonderie ou l'usinage long et coûteux de grosses pièces unitaires à partir de lopins.

3 *En résistance des matériaux, la ductilité désigne la capacité d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre. La rupture se fait lorsqu'un défaut (fissure ou cavité), induit par la déformation plastique, devient critique et se propage. La ductilité est donc l'aptitude qu'a un matériau à résister à cette propagation. S'il y résiste bien, il est dit ductile, sinon il est dit fragile.*

4 *Avec toutefois quelques précautions suivant le type d'inox utilisé, car le mouillage de la surface n'est parfois pas régulier*

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

3.1 Données de bases sur la soudure

La soudure à l'argent est une soudure très fluide qui diffuse par capillarité. Gardez en mémoire qu'elle se comporte comme le ferait de l'eau.

Ainsi un joint idéal aura un jeu à froid compris entre 0,05 et 0,10 mm. Un jeu correct est de première importance dans la réussite d'un joint brasé à l'argent.

Ce joint sera complètement rempli de brasure à l'argent sans zones lacunaires. Ce jeu minimal fournira une force maximale au joint. C'est cette exigence sur l'épaisseur du joint qui rend la chaudronnerie difficile car on a besoin d'une géométrie des pièces martelées ou embouties totalement rigoureuse.

Une totale pénétration du métal d'apport peut être vérifiée en observant qu'un filet de brasure apparaît à l'opposé du joint. Une quantité excessive de brasure à l'argent non seulement ruine l'aspect de la pièce mais n'accroît pas la force du joint et consomme inutilement un produit cher.

Les brasures à l'argent les mieux adaptées pour nos travaux sont les brasures fluides contenant de 45 % à 55 % d'argent.

La température de soudage est de l'ordre de 640 à 660°C avec un point de fusion de 620°C. C'est facilement à la portée d'une torche propane.

Le flux est un produit chimique qui supprime et absorbe la couche d'oxydes qui se forme pendant la soudure. Laissé tel quel, ce film d'oxydes empêcherait la soudure de fuser et d'adhérer. Il vaut mieux s'en tenir au flux préconisé par le fabricant de baguettes. On fabrique le flux au fur et à mesure des besoins en mêlant la poudre à de l'eau déminéralisée (de préférence) pour obtenir la consistance d'un yaourt battu. On l'étale ensuite avec un pinceau mi-dur de type brosse pour peinture à l'huile. Si l'on s'aperçoit que la crème n'adhère pas c'est que le nettoyage-décapage de la pièce est raté. Inutile d'aller plus loin on reprend tout depuis le début sous peine de gros ennuis à venir.

4.1Conception des joints

Lorsque l'on souhaite pratiquer par mécano-soudure il convient de réfléchir en amont à l'assemblage lui-même et aux types de joints à mettre en oeuvre.
Grosso modo trois types de joints sont utilisés :

- les joints auto-alignant
- les joints serrés par rivetage ou vissage
- les joints sur gabarits. Le gabarit ne doit pas se déformer et doit avoir le même coefficient de dilatation que les pièces à assembler. Deux types de gabarits : récupérables ou à usage unique réusinés avec la pièce.

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

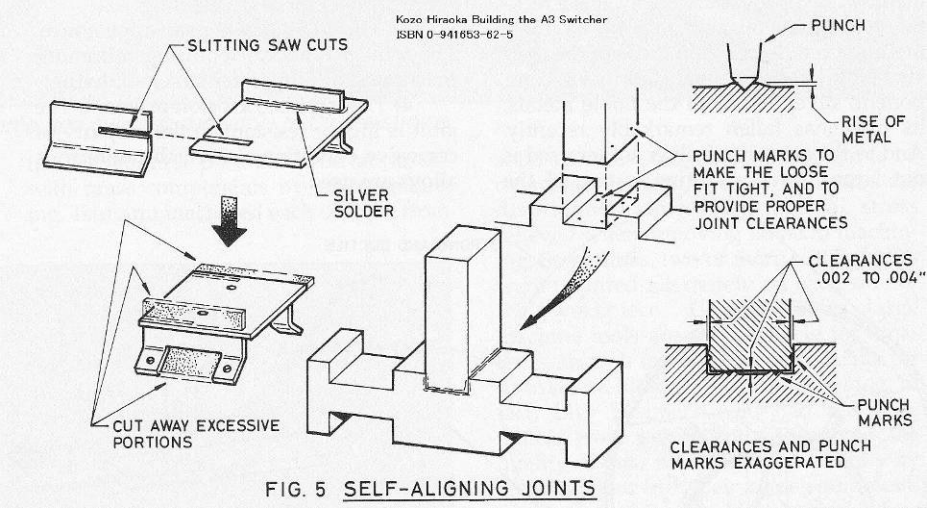


FIG. 5 SELF-ALIGNING JOINTS

Joints auto-alignés : placer quelques coups légers de pointeau pour serrer les pièces et les tenir légèrement écartées.

Ne pas utiliser de serre-joint de mécanicien (G-clamps) ou des outils de serrage similaires quand vous chauffez les pièces car ils empêcheront la libre dilatation des pièces à joindre. Il en résulterait un joint médiocre et/ou des déformations des pièces.

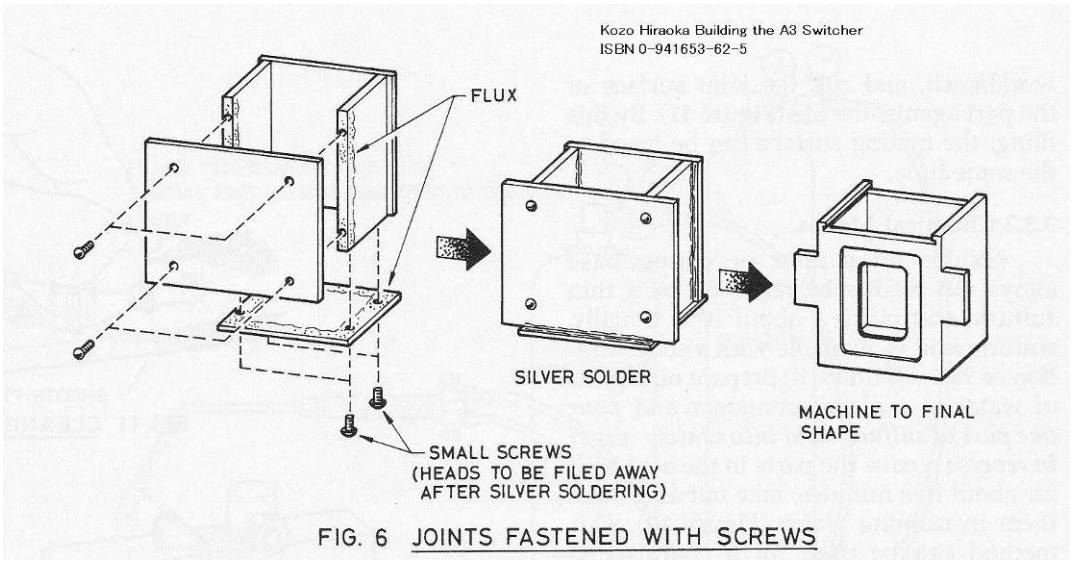


FIG. 6 JOINTS FASTENED WITH SCREWS

Joints vissés/rivetés : mettre un nombre minimal de vis ou rivets. Ne pas serrer l'assemblage outre mesure sous peine de déformations ou de joint défectueux. Penser à enduire de flux trous, filetage, vis et rivets avant de souder.

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

Exemple de fabrication d'une virole de chaudière de dimension hors des tubes standards.

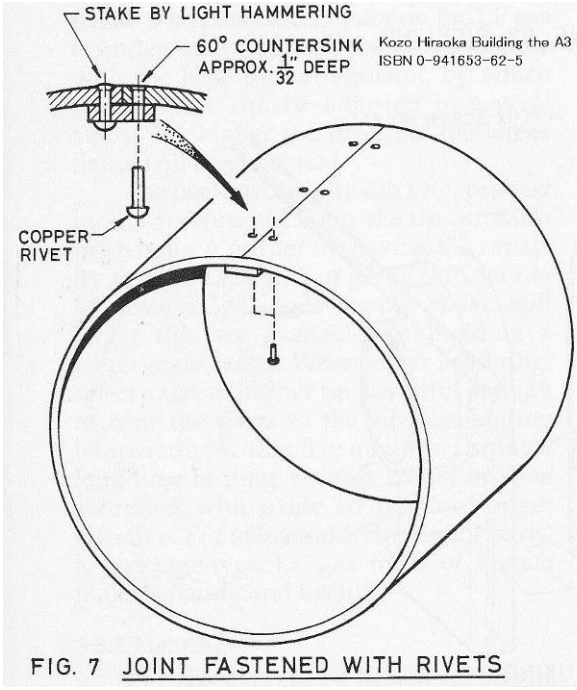


FIG. 7 JOINT FASTENED WITH RIVETS

Ci-dessous Gabarit récupérable

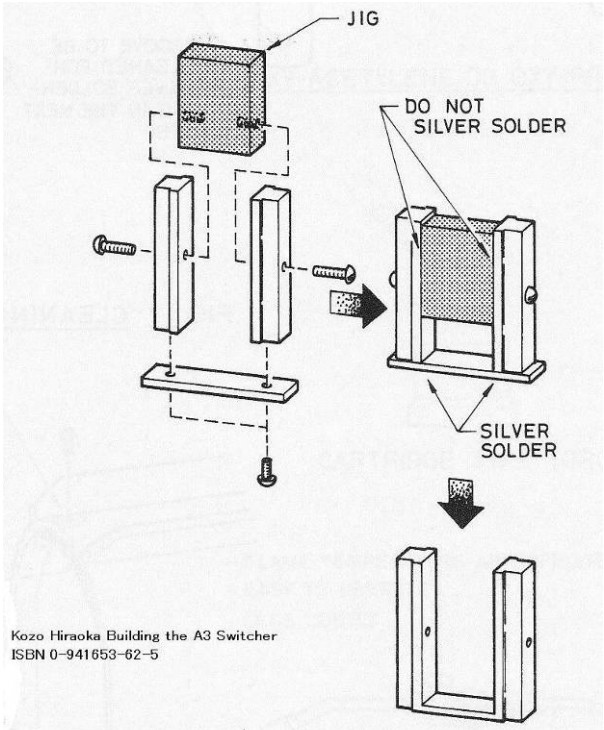


FIG. 8 JIG DETACHED AFTER SOLDERING

Gabarit réusinable : cette roue se limite à des usinages simples, contrairement à la même roue usinée dans la masse.

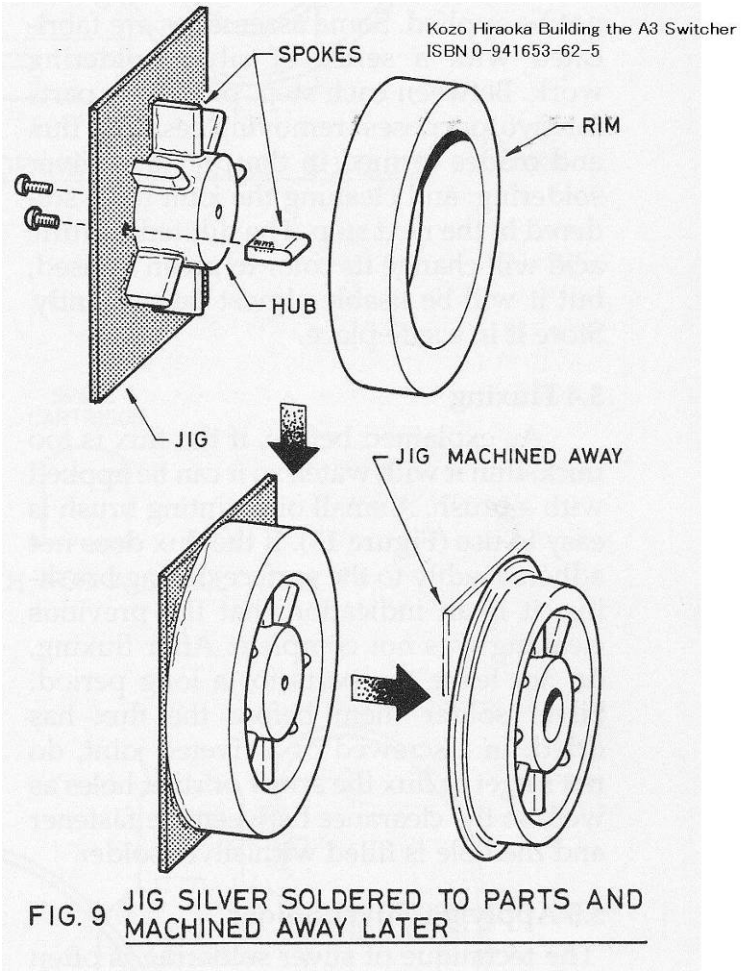


FIG. 9 JIG SILVER SOLDERED TO PARTS AND MACHINED AWAY LATER

5.1 Sélection de la torche

Parmi beaucoup de méthodes différentes, de l'avis du plus grand nombre, le chauffage par torches à gaz est le plus adapté pour nos travaux.
La torche doit être puissante (débit calorifique) et avoir une température de flamme modérée. Se tourner vers du matériel de qualité professionnelle comme les torches Sievert.

La torche est adaptée en puissance lorsque la température de fusion du montage est atteinte en 5-6 mn tout au plus.

Nota :
Un chalumeau oxyacétylénique ou oxypropane n'est pas vraiment adapté pour un soudeur amateur occasionnel. Avec sa température de flamme très élevée et sa flamme très concentrée, la température extérieure du métal va atteindre la température de fusion de la brasure avant que le reste du joint ne soit à bonne température. Même avec un flamme « douce » on risque, en insistant un peu trop, de littéralement « vaporiser » en un clin d'oeil les petites pièces. Pour les grosses pièces la brasure s'étalera uniquement sur la peau de la pièce sans pénétrer le joint sur toute sa surface. Un préchauffage de ce type de pièce est

nécessaire. Il y a donc pas mal de savoir faire à acquérir. Enfin pour couronner le tout, ces équipements sont chers et nécessitent des précautions particulières.

Donc sous de nombreux aspects, une torche à gaz avec des buses interchangeables est le choix le mieux adapté.

Un set complet consiste en une poignée porte buse, un régulateur de pression, un flexible normalisé et des buses de taille différentes. Peu coûteuse, la vanne anti-rupture n'est pas un luxe en atelier. La bonbonne de gaz fait partie de celles que vous pouvez utiliser chez vous. Plus la pression au régulateur sera élevée plus grande sera la flamme générée et plus élevée sera la puissance de chauffe.

La capacité de chauffage peut s'exprimer par la quantité de gaz que la buse peut brûler par heure. Un brûleur qui a une capacité de 1200g/h de gaz est suffisant pour fabriquer une chaudière de taille respectable. Des brûleurs encore plus gros sont disponibles pour réaliser des chaudières pour des échelles supérieures. Au-delà d'un certain seuil il faut être à deux : l'assistant qui réalise un préchauffage homogène avec un buse à large ouverture et le soudeur qui amène l'appoint de chauffe dans la zone de soudure.

6.1 Séquence de soudage

1. Préparation des pièces ébavurées et du matériel. Vérification de l'assemblage
2. Nettoyage -préparation : le temps passé sur ce poste n'est pas du temps de perdu. Cela comprend le décapage (peinture, vernis [5], encre à marquer), le dépoussiérage, le dégraissage, le décapage acide des vieilles couches épaisses d'oxyde, le rinçage et séchage sommaire. A partir de ce moment ne plus toucher la zone du joint avec ses mains
3. Badigeonnage au flux, assemblage, mise en place des grains de soudure (voir plus loin)
4. Chauffe et soudure : toujours effectuer un chauffage indirect (voir ci après). Une fois que la brasure a coulé dans le joint, enlever immédiatement la torche. Un chauffage prolongé après l'écoulement de la brasure dans le joint est une autre cause courante de joints médiocres.
5. Décapage du flux à l'acide sulfurique dilué [6] ou à l'aide d'un produit passivant vendu à cet effet.

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

La soudure à l'argent par pointage direct à la baguette nécessite du savoir faire et l'on risque de surconsommer en quantité importante de la soudure. Il est préférable de déposer à espacement régulier des petits morceaux gros comme un ou deux grains de riz tout au long du joint (dessin noté GOOD). S'ils se déplacent sous l'effet de souffle de la torche on utilise le grattoir inox pour les replacer. Le grattoir est un simple rond d'inox effilé à un bout et courbé.

Kozo Hiraoka Building the A3 Switcher
ISBN 0-941653-62-5

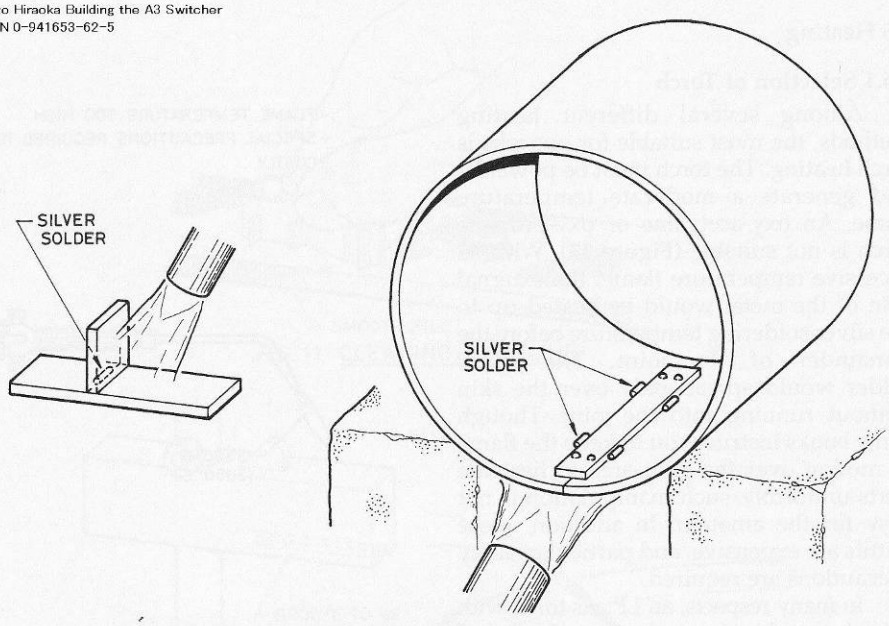


FIG. 18 APPLY TORCH FLAME ON OPPOSITE SIDE OF SILVER SOLDER

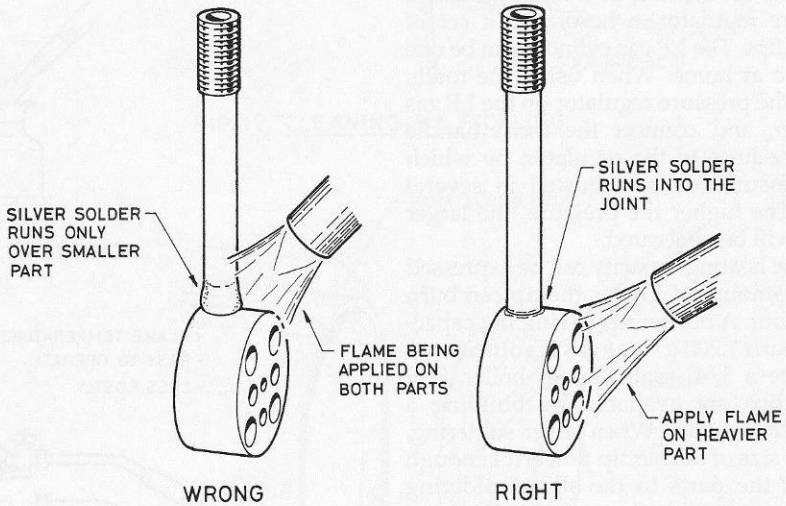
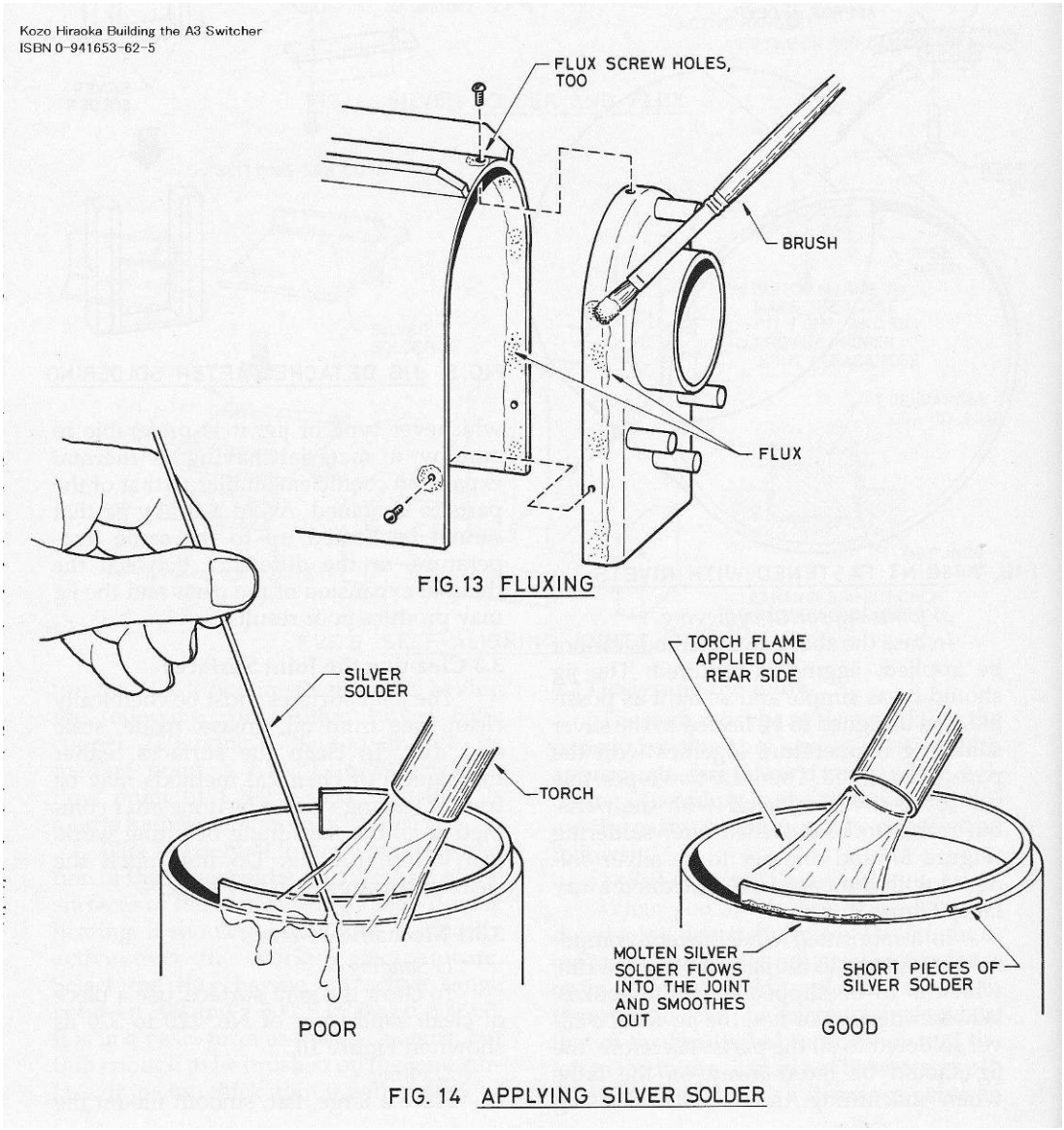


FIG. 19 APPLY TORCH FLAME ON HEAVIER PART

5 *Les pièces tachées ou oxydées se vendant mal auprès des particuliers il est fréquent que les matériaux, tôles par exemple soient protégés par un film de vernis protecteur.*
6 *Effectuer une dilution 1vol acide sulfurique du commerce + 8 volume d'eau*

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

Appliquer la flamme de la torche du côté opposé du joint (dessin RIGHT) sur lequel la brasure à l'argent est posée, mais pas sur la brasure à l'argent elle-même (Fig. 14). De cette façon le métal de base sera chauffé jusqu'à la température correcte avant que la brasure à l'argent ne fonde, assurant ainsi que le jeu du joint soit complètement rempli avec le métal d'apport. La brasure tend à s'écouler vers la direction où la température est la plus élevée.



7.1Causes de soudure défectueuse

Les causes sont diverses, mais en pratique elles se limitent à quatre principales :

- joints trop large (tôlerie, chaudronnerie) ou trop serré (emmanchement dur, bridage)
- chauffe non-uniforme de la zone ou sous-chauffe ou les deux combinées
- pièce sale
- mal enduite de flux, (s'assurer préalablement que le flux est adapté à cette soudure).

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

8.1 Quelques mots sur l'organisation des soudures

Dans la fabrication d'un assemblage complexe comme une chaudière, la séquence de progression pour la brasure est très importante comme le montre le schéma ci-dessous.

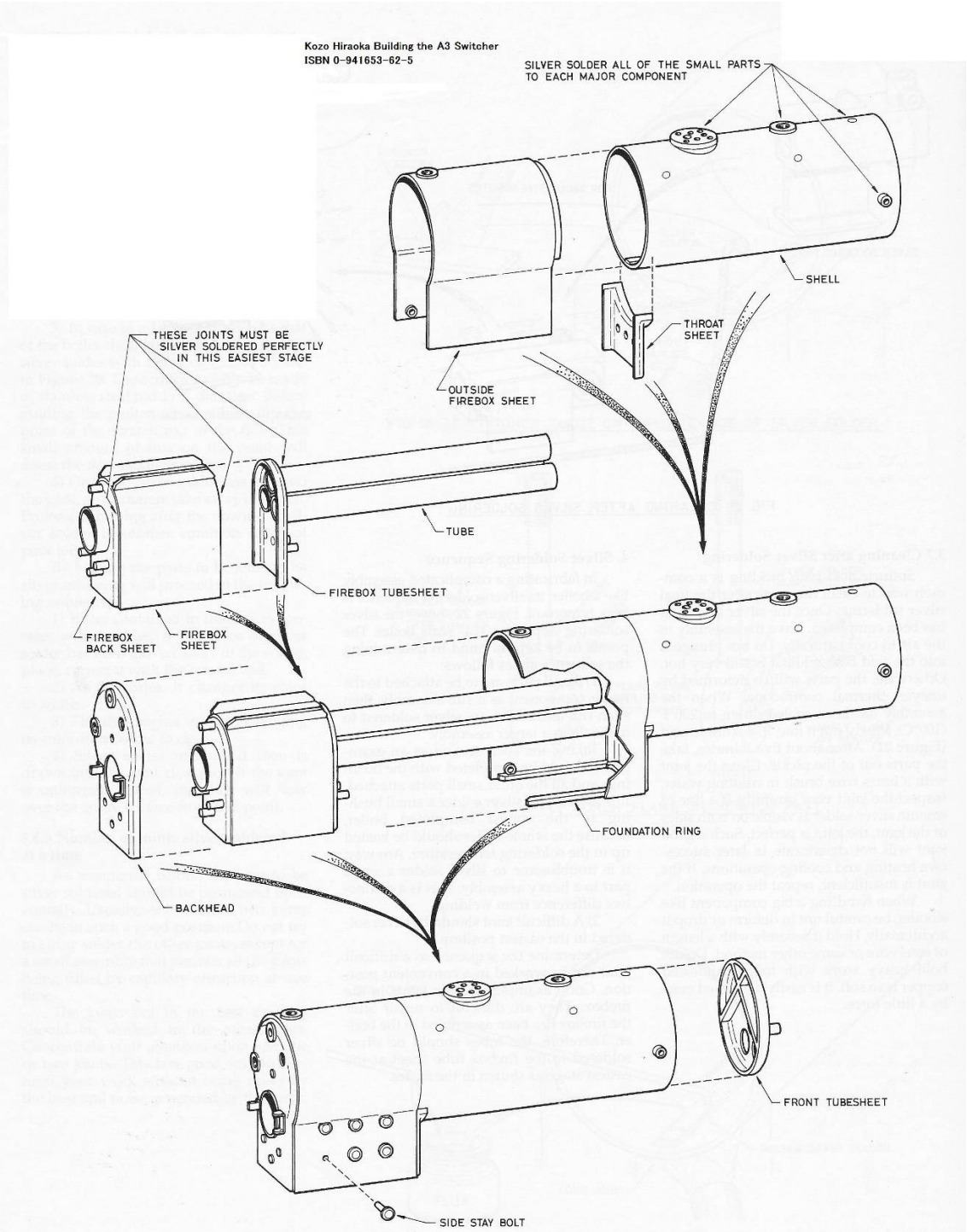


FIG. 22 AN EXAMPLE OF SILVER SOLDERING SEQUENCE

ELEMENTS SUR LA BRASURE ARGENT

La Fig. 22 montre les étapes de soudure envisageables pour réaliser la chaudière d'un modèle de locomotive chauffe charbon en voie de 89mm. Les points à garder à l'esprit pour imaginer la séquence sont les suivants :

1/ Les petites pièces doivent être attachées aux composants principaux en tant que sous-ensemble. Ensuite ces sous-ensembles sont brasés pour en faire des assemblages plus importants. En prenant la virole cylindrique de la chaudière comme exemple, elle devra être équipée de toutes ses bagues et autres petits composants qui lui sont attachés. Ce n'est pas facile de souder à l'argent une petite bague à une chaudière presque terminée. De toute manière c'est une source d'ennuis que de braser à l'argent de petites pièces sur une pièce massive. C'est une des différences entre la brasure et la soudure.

2/ Un joint difficile devra être brasé à l'argent dans la position la plus facile. Déterminer la progression de manière à ce que les joints difficiles puissent être travaillés dans une position adaptée. De bons exemples sont les joints dans la boîte à feu. Ils sont difficiles à réparer après que la boîte à feu ait été assemblée dans la chaudière. Par conséquent les tubes devront être brasés dans la plaque tubulaire de la boîte à feu au moment où cela est le plus facile.

9.1 En conclusion

Allez-y progressivement en commençant par de petits sous-ensemble mécano-soudés avant de passer à la chaudronnerie. Enfin faites vous aider, il n'y a pas de mal à cela. Prenez votre temps, travaillez en sécurité, pratiquez en prenant du plaisir.