

La soudure : Théorie et pratique

AMF 87 RAILCOLOR

14, rue de Laromé, 59136, WAVRIN.
Téléphone/fax: 03 20 96 16 35 (du lundi au vendredi)
Siren n° 423 474 923
Web: <http://www.amf87.fr>
eMail: amf87@orange.fr
Code APE 365Z / Siren 423474923

Généralités

La soudure, au vrai sens du mot, c'est la liaison de deux pièces de métal par fusion du dit métal. Le procédé que nous utilisons en modélisme, et qui consiste à lier deux pièces de métal en interposant un métal d'apport, s'appelle la brasure.

En règle générale le métal intermédiaire est un alliage à base d'étain ; on parle alors de brasure tendre à l'étain. Toutefois, les modélistes ayant pris l'habitude d'entendre parler de soudure dans les revues de modélisme, nous continuerons à utiliser ce mot bien qu'il soit impropre. Il est à noter que dans l'industrie électronique on ne parle que de soudure alors qu'il s'agit là aussi de brasure.

La soudure, comment ça marche ?

Le métal d'appoint est fondu entre les deux pièces à assembler et fusionne avec elles, à condition que le tout soit porté à une température adéquate. Les atomes de ce métal d'appoint se combinent avec les atomes de la surface de chacune des deux pièces et forment avec eux un nouvel alliage. L'alliage ainsi formé est beaucoup plus dur que ne l'était le métal d'appoint seul.

Le métal d'appoint, qu'on appelle "soudure", est en général formé d'un alliage de plusieurs métaux. Quand deux métaux sont mélangés ensemble, les caractéristiques de l'alliage formé sont différentes de celles des composants d'origine. La température de fusion, notamment, peut être plus faible.

L'action de «soudure» apparaît quand on chauffe l'alliage tendre avec un métal dur. L'alliage tendre devient d'abord pâteux, puis liquide. Quand un métal est porté à l'état liquide sur un autre métal (solide), les deux étant à la même température, les molécules du métal à l'état liquide se diffusent dans celles du métal solide (en surface seulement). De même, des molécules du métal solide se dissolvent dans celles du métal liquide. Les deux métaux se trouvent donc physiquement liés et forment, après refroidissement, une seule entité solide.

En règle générale la soudure est moins dure

que les métaux à joindre. On devra donc limiter l'épaisseur du joint de soudure au **minimum** : 1/10 mm maxi. La résistance du joint de soudure dépendra également des différents métaux qui entreront dans la composition de l'alliage final. Certains métaux affaiblissent les alliages lorsqu'ils se trouvent associés. C'est le cas notamment de l'antimoine et du zinc. Mais l'antimoine est présent naturellement dans le plomb, qui est la base des soldes pour les alliages cuivreux, et le zinc est un des constituants du laiton, du maillechort et de l'arcap. Certaines soldes pour le cuivre risquent alors de ne pas convenir pour nos constructions en laiton.

Tension de surface

Un autre problème physique à considérer est la "tension de surface" des soldes. La tension de surface est une caractéristique des liquides. Plus elle est faible, plus le liquide s'étale facilement. Plus elle est grande, plus le liquide a tendance à rester en "boule". Dans le cas de l'eau on peut réduire sa tension de surface en y ajoutant un détergent (liquide vaisselle par exemple). L'eau s'étale alors beaucoup plus facilement ; il y a augmentation de l'effet "mouillant". Dans le cas d'un alliage de métaux, on peut également modifier sa tension de surface par un additif. Nous verrons plus loin que ces différences de tension de surface auront une influence importante sur l'utilisation des soldes.

Pour que l'assemblage réalisé par soudure soit solide, il faut que les différents métaux se lient intimement au moment de la fusion. Plus la surface du film liquide sera facile à rompre, plus le mélange des deux métaux sera facilité. Si cette "cassure" de la surface du film liquide n'est pas totale, cela entraînera qu'à certains endroits le mélange des deux métaux ne sera pas uniforme et la soudure se trouvera incomplètement réalisée. Cela peut se produire avec un manque de flux ou un manque de chaleur au moment de la fusion. On obtient ainsi une soudure "sèche", qui a souvent l'aspect d'une soudure réussie, mais qui n'est qu'un simple collage qui se décollera inéluctablement un jour ou l'autre.

Produits

LE FLUX

Le flux est un produit d'appoint qui assure trois fonctions :

1 - Modification des caractéristiques de l'alliage de soudure lorsqu'il est à l'état liquide. Son action est analogue à celle du détergent ajouté à l'eau. C'est une sorte d'*agent mouillant*.

2 - Le flux a également un second rôle très important, celui d'empêcher l'oxydation des métaux pendant la phase d'échauffement. Plus le métal est chauffé, plus il s'oxyde au contact de l'air. Le flux joue donc le rôle d'isolant par rapport à l'air ambiant. Certains flux sont également acides et ont une action plus ou moins désoxydante.

3 - Enfin, le flux est un conducteur thermique. Il va vous aider à transmettre la chaleur au métal dur. Cette fonction est d'autant plus importante si vous travaillez au fer à souder.

On distingue trois types de flux :

Les flux inorganiques.

Ces flux sont à base de produits acides : chlorure de zinc, acide phosphorique, acide bromique.

Le chlorure de zinc (eau à souder) fonctionne sur une grande variété de métaux et d'alliages et a un grand pouvoir mouillant sur les alliages de soudure. Toutefois ses vapeurs sont très acides si on l'utilise à l'état pur et oxydent rapidement les pièces en acier de votre atelier (outillage, machines, poignées de portes, etc).

L'acide phosphorique n'a pas de pouvoir mouillant. Il est utilisé sur les métaux difficiles : acier inox, alliages au manganèse, corde à piano.

L'acide bromique fonctionne bien avec les soldes pour le métal blanc (ne pas utiliser sur le métal ferreux).

Tous ces produits attaquent violemment les pannes de fer.

Les résines.

Ce sont des produits naturels extraits du bois. Elles ne sont pas solubles dans l'eau, mais dans l'alcool ou le white-spirit, ce qui posera des problèmes de nettoyage. Elles laissent après soudure des résidus actifs qu'il faut impérativement éliminer par brossage au Diluant Universel P502 ou au white-spirit (dans l'industrie on utilise massivement le nettoyage au fréon, beaucoup plus efficace ... mais bonjours la couche d'ozone !).

Elles brûlent vers 250 °C. Les fers à souder étant entre 370 et 400 °C, elles sont entièrement

carbonisées lors des opérations de soudure. De plus elles forment une couche de calamine sur la panne du fer, ce qui empêche son étamage. Il faut alors nettoyer la panne avec une pâte spéciale, ou de l'eau à souder. Par contre elles attaquent peu les pannes de fer. Elles n'ont pas de pouvoir mouillant.

On les trouve dans les soudures en fil pour l'électronique où elles sont intégrées sous la forme de brins très fins (soudures dites *multicores*). Bien qu'elles soient très bon marché et faciles à utiliser, on évitera ces soudures à cause des résidus difficiles à éliminer (à réserver à la soudure des fils d'alimentation ou au câblage du réseau).

Flux organiques.

Ces flux sont à base de produits carbonés. On trouve dans cette gamme des produits pouvant agir à basse température (100 °C), là où les flux chimiques sont inactifs. C'est le cas du Flux S002 qui est un excellent flux pour métal blanc.

■ LA SOUDURE

Soudures "électronique".

Il est toujours bon d'avoir un petit rouleau de soudure «électronique» pour le câblage des moteurs, prises de courant, ou le câblage du réseau.

Depuis juillet 2006, l'usage du plomb et du cadmium sont interdits dans les industries électriques, électroniques et informatiques : les anciens alliages étain-plomb sont donc désormais prohibés et disparaissent progressivement du marché. Les soudures "électroniques" actuelles sont des alliages étain + cuivre ou étain + argent avec un flux résine incorporé. Température de fusion : 200 à 240 °C. Elles se trouvent facilement dans les supermarchés de bricolage ou les magasins de pièces électroniques.

Soudures en fils fins sans flux.

Ce sont les mêmes que les précédentes, mais sans flux incorporé, ce qui les rend mieux adaptées à notre usage modéliste. Elles doivent s'utiliser avec un flux séparé. Pour le flux on évitera les graisses acides, genre graisse Hampton, mais on choisira plutôt un flux liquide type "Eau à souder" (chlorure de zinc) ou flux à l'acide phosphorique. Il existe des flux adaptés à chaque famille de métaux : flux pour alliages cuivreux, pour aciers, pour métal blanc.

Soudures liquides.

Ces soudures sont constituées de métal en poudre fine mélangée à un flux approprié. Elles sont surtout utiles pour l'étamage des pièces avant assemblage, et pour la soudure par "Résistance Electrique".

Température de fusion des métaux

Métal - Alliage	Température de fusion	Chaleur latente de fusion - Cal / g.
Laiton	1007 °C	95,0
Bronze	1007 °C	49,0
Cuivre	1063 °C	52,0
Plomb	307 °C	6,5
Nickel	1433 °C	78,0
Arcap	1007 °C	50,0
Acier doux	1407 °C	68,0
Etain	212 °C	15,0
Zinc	400 °C	25,0
Métal Blanc	240 °C	14,6
Zamak	388 °C	30,0

Les produits Railcolor

Réf S006 : Soudure liquide.

Cette soudure liquide étain-plomb est le **produit idéal** pour le montage des modèles en laiton. Elle contient son propre flux, de type inorganique à base de chlorure de zinc. Le flux contient également un gel d'alcool dont le rôle est de lier ensemble un gel d'alcool dont le rôle est de lier l'ensemble les grains de métal en poudre constituants la soudure et de fournir ainsi un ensemble parfaitement homogène (il faut toutefois mélanger régulièrement). Le flux de cette soudure est parfaitement dosé, peu acide et ne provoque pas d'oxydation des pièces métalliques dans l'atelier. Si elle devient trop épaisse, on peut diluer la soudure liquide en ajoutant un peu de flux S008.

Température de fusion 190°C. La tension de surface très faible rend cette soudure **très fluide** et idéale pour toutes les opérations d'étamage et la soudure des pièces à plat. Elle peut former un film de quelques centièmes de mm seulement et par conséquent n'empâte pas les lignes des rivets ou les détails fins. Par contre elle ne peut être utilisée pour boucher des trous.

Elle convient parfaitement pour le travail au fer à souder ou au chalumeau et elle donnera les meilleurs résultats avec la soudure par résistance électrique (voir plus loin).

Les résidus s'éliminent simplement à l'eau. Après nettoyage il n'y a pas de risque d'oxydation pernicieuse comme cela se produisait avec les graisses décapantes (genre graisse Hampton) utilisées autrefois.

Réf S003 : Soudure Etain Plomb

C'est la soudure d'usage général pour les assemblages les plus courants. Température de fusion 180°C.

J'utilise cette soudure pour recharger les joints faits avec la soudure liquide et améliorer la résistance mécanique des assemblages, pour les pièces soudées en angle, par exemple.

Réf S005 : Soudure Etain-Argent.

C'est une soudure étain-argent 96-4, pur métal (sans flux incorporé). On l'utilisera donc en complément de la soudure liquide S006 avec du flux S008 S009 ou S010.

Température de fusion 225°C. Faible tension de surface : elle coule parfaitement et permet de faire des cordons de soudure discrets et très robustes (présence d'Argent).

Réf S004 : Soudure au bismuth.

Cette soudure « base température » fond à 145°C. Elle est très fluide et s'associe parfaitement bien avec les flux S008 S009 S010. C'est la **soudure** la mieux adaptée au travail au fer à souder : elle nécessite peu d'apport en chaleur et soude quasi instantanément. L'essayer, c'est l'adopter ! Elle sera également très appréciée pour les assemblages de grandes tôleries (flancs de tenders en Zéro, par exemple), la faible chaleur nécessaire évitant des déformations des pièces. Son seul défaut : résistance mécanique faible. Elle se présente en fil de 1.5mm.

Réf S002 Soudure « Métal Blanc ».

Cette soudure est un alliage très basse température fondant à 70°C. A utiliser conjointement au flux S007.

Réf S008 : Flux « Universel ».

Flux de base de chlorure de zinc, c'est le flux basique appelé aussi « Eau à souder ». Très actif, même sur les pièces oxydées. Les résidus s'éliminent par un brossage à l'eau. Attention : les vapeurs sont toxiques et sont oxydantes pour tous les métaux ferreux...

Réf S009 : Flux « Label bleu »

Le flux S009 pour métaux ferreux vous permettra de souder sur des pièces en acier doux, de la corde à piano et même acier inox. Ce flux se présente sous forme liquide. Il agit à 220°C et s'élimine à l'eau.

Réf S007 : Flux « Label Rouge ».

C'est un flux inorganique (sans acide). Il convient parfaitement pour tous les travaux de soudure effectués sur des alliages cuivreux, laiton, bronze, maillechort ou arcap. Déconseillé sur les métaux ferreux. Il agit à basse température et convient pour la soudure du métal blanc. Il s'élimine par brossage à l'eau.

Ce flux peut-être utilisé avec nos soudures en fil S002 (métal blanc) S003 et S004 (Etain-Bismuth) et S005 (étain-argent).

Attention, ce flux ne doit pas être utilisé pour diluer la soudure liquide S006.

Tableau de constitution des alliages

Alliage	Cuivre	Etain	Zinc	Plomb	Nickel	Phosphore	Antimoine
Laiton courant	63		37				
Laiton dur	60		40				
Arcap	60		25		15		
Métal Blanc		60		30			10
Bronze	60	30					
Chrysocale	94	6				0,2	

Le matériel

Comme nous l'avons vu précédemment, trois éléments sont nécessaires pour réaliser un assemblage par soudure : un métal d'apport (la soudure), du flux et de la chaleur. La chaleur a pour rôle d'amener également les pièces à assembler à la même température.

Nous avons vu également que lors de la fusion le métal d'apport va passer de l'état solide (structure organisée) à l'état liquide (structure désorganisée), état dans lequel les atomes pourront se mélanger avec ceux de la surface des pièces à joindre et créer ainsi un lien physique après refroidissement (retour à une structure organisée).

Le métal de soudure va fondre à une température bien précise, quelquefois indiquée par le fabricant. Cette température restera constante pendant tout le temps que va durer le passage à l'état liquide de toute la masse de soudure. Ce point est important pour éviter de carboniser les excès de flux. Tant que le métal fond, la température est constante, le flux se vaporise mais ne brûle pas. Si on continue de chauffer après fusion complète de la soudure, la température remonte et le flux brûle (dépôts bruns très durs). Si on arrête de chauffer dès que la soudure devient brillante, on ne brûle pas le flux et le nettoyage en est facilité.

La chaleur nécessaire peut être apportée par trois appareils : fer à souder électrique, chalumeau à gaz, appareil à résistance électrique.

■ LE FER A SOUDER

C'est l'outil le plus connu des monteurs de modèles en laiton. C'est le moins cher mais ce n'est pas le mieux adapté. Dans un fer à souder la chaleur est apportée par une résistance électrique enroulée autour d'une tige de cuivre, la panne. La chaleur doit être ensuite transmise de la panne à la pièce à souder, par simple contact physique. On imagine tout de suite que cela va entraîner des pertes importantes, même en utilisant un agent de contact thermique (le flux).

La panne du fer devra donc être portée à une température supérieure à la température de fusion de la soudure, en général entre 370 et 450 °C. Les pertes énergétiques étant très importantes, il faudra une grande réserve d'énergie au fer à souder.

Le contact panne / pièce se fait sur une très petite surface. On améliorera le transfert d'énergie avec un agent « mouillant », flux ou soudure liquide qui enveloppe la zone à souder et diffu-

sera très rapidement les calories nécessaires.

Le fer à souder produit une source de chaleur ponctuelle. Cela pourra poser des problèmes lors de soudure sur des grandes surfaces, notamment des tôleries fines (déformations irréversibles).

La panne des fers peut être en cuivre pur. Il faut alors l'étamer avec une soudure à l'étain. L'étamage doit toujours être propre et avoir un aspect brillant. Il forme un film permanent de métal liquide qui assure un bon transfert thermique entre le cuivre de la panne et la pièce à souder. Ce type de panne économique mais son entretien est délicat : à éviter.

Vous lui préférerez une panne « longue durée » en cuivre nickelé. Ces pannes ne s'oxydent pas et ne s'usent pas tant que la couche de nickel n'est pas rongée. Elles ne doivent être nettoyées qu'avec une éponge humide ; ne pas gratter ! Il semble que la qualité de ces pannes diminue d'année en année. J'ai connu autrefois des pannes qui duraient des mois de travail intensif. Aujourd'hui, à part les pannes WELLER, le reste est tout juste bon pour l'amateur occasionnel. Nettoyez régulièrement votre panne en la frottant sur une éponge humide (tous les supports de fer en sont équipés) et étamez-la régulièrement. Les résidus de flux ont tendance à se carboniser et à former un dépôt noir et dur. Ce dépôt prend la place de l'étamage et empêche le transfert thermique. Pour éviter cela, nettoyez la panne après chaque soudure. Évitez les soudures contenant du flux comme les soudures en fil pour l'électronique.

Les différents types de fers :

- Les fers ordinaires, sans régulation de la température de panne. Ils sont bon marché mais les pannes s'oxydent très vite. Le temps de chauffe est long (plusieurs minutes). Si vous ne travaillez qu'au fer à souder il vous faudra, en HO un fer de 40 watts et un fer de 100 watts, en zéro un fer de 60 watts et un fer de 150 watts.

- Les fers "crayon". Ces fer ressemblent aux précédents mais sont équipés d'un système de chauffage à haut rendement thermique : la résistance pénètre à l'intérieur de la panne (qui est tubulaire), la chaleur produite étant ainsi beaucoup mieux utilisée. Une puissance de 25 W correspond à un fer conventionnel de 60 W et est amplement suffisante pour la majorité de nos travaux, particulièrement avec la soudure au bismuth 145 °C pour les grosses pièces. Je préfère les fers de marque ANTEX qui sont légers, bien équilibrés et de très bonne qualité (les pannes

ANTEX ont une très bonne durée de vie).

- Les fers à panne thermostatée. La panne est de type longue durée et comporte une sonde de température. La température est ainsi régulée, mais fixe. Ces fers sont avant tout des outils de professionnel.

- Les stations de travail à régulation. Ces stations conçues pour l'industrie électronique comprennent un bloc d'alimentation / régulation, et un fer très léger alimenté en basse tension. La panne est de type longue durée. La température est régulée électroniquement et réglable de 150 à 500 °C environ.

La faible puissance de ces fers est compensée par une bonne inertie thermique apportée par la régulation électronique. Leur temps de chauffe n'est que de quelques secondes. Ainsi, dans les sessions de travail longues, on peut baisser la température si on n'utilise pas le fer (économie de la panne) et le remonter instantanément à la bonne température dès qu'on a des soudures à faire.

Ces stations sont toutefois très onéreuses et, à prix équivalent, nous leur préférerons un poste à résistance électrique.

Il n'est pas très difficile de trouver un fer à souder dans les magasins de pièces détachées radio (les grandes villes sont bien fournies). Certaines boutiques vendent également par correspondance (CONRAD / SELECTRONIC). Achetez un fer de marque, pour lequel vous pourrez toujours trouver des pièces de rechange, pas de clone *Made in China* ! Pour les pannes longue durée, prenez des pannes type « tournevis », à bout large et plat : une étroite de 1,5 mm et une large de 3 ou 4 mm. Les pannes coniques pointues sont inutilisables pour nos applications.

■ LE CHALUMEAU

Avec un chalumeau à gaz, la flamme est réglable en température par action sur l'admission d'air et en puissance par action sur le débit de gaz. La température varie de 400 à 1.600 °C (flamme *dart* pointue avec réglage de l'air au maximum d'ouverture).

L'avantage du chalumeau c'est le contact direct de la source de chaleur avec le métal. Le chalumeau permet bien sûr de souder les grosses pièces de bronze, mais aussi les très petites pièces, avec un peu d'expérience.

On trouve des petits chalumeaux dans les supermarchés de bricolage (chalumeau « Express »

au propane ou «Camping Gaz» au butane). Pour ma part, je préfère les modèles conçus pour le modélisme, comme le MINIFLAMME, disponible chez Benoît SEMBLAT. Ce sont des modèles de petite dimension, qui ne prennent pas de place sur la table de travail (modèles monoblocs autonomes).

■ LA SOUDURE PAR RESISTANCE ELECTRIQUE

Comme nous l'avons vu précédemment, dans un fer à souder classique il y a au moins deux niveaux d'échange de la chaleur, donc de pertes : résistance / panne, puis panne / pièce.

Dans un appareil de Soudure par Résistance Electrique, la résistance est constituée d'une tige de carbone revêtue de cuivre. Le bout de la tige de carbone est taillé en pointe et présente de ce fait une résistance suffisamment importante pour produire des températures très élevées lors du passage d'un courant de fort ampérage. C'est le passage du courant au niveau du contact *pointe / pièce* qui chauffe **directement** la pièce à souder. Il en résulte que la montée en température du point de contact pointe / pièce est presque instantanée. Le courant doit être coupé dès que la soudure fond. Le refroidissement de la panne carbone est très rapide et on peut profiter de cet avantage, par exemple pour maintenir en place une petite pièce (avec la panne carbone) tant que la soudure n'est pas refroidie.

Un appareil de soudure par résistance électrique (SRE) se compose d'un gros transformateur délivrant des tensions de très faible voltage (de 1,5 à 5 Volts, donc aucun danger d'électrocution) mais capable de débiter un courant de plusieurs dizaines d'ampères. La pièce à souder est reliée à un fil de retour (masse) du courant. Un second fil amène le courant à la panne carbone.

Le raccord du fil de masse se fait soit directement sur la pièce à souder avec la pince crocodile, soit en branchant le fil de masse sur une plaque de laiton ou de circuit imprimé, la pièce à souder étant posée sur la plaque.

La soudure par résistance électrique (SRE) s'adresse plus particulièrement à ceux qui veulent obtenir facilement des modèles laiton propres et exempts de traces de soudure, ou à tous ceux qui souhaitent un **travail rapide propre et précis**. C'est l'outil des professionnels du montage par excellence. Il permet de répondre à pratiquement tous les cas de figure, sauf la soudure des connexions électriques.

Du fait de la localisation précise de la zone chauffée il devient très facile de souder des pièces à côté de pièces déjà mises en place, sans risque de dessouder ces dernières (distance mini de l'ordre du mm).

Cette technique de soudure est utilisée depuis longtemps aux USA où on trouve de nombreux fabricants de ce matériel. Il est toutefois difficile d'envisager la commande d'un tel appareil aux USA, à cause des frais de port (matériel très lourd) et des taxes d'importation.

Un appareil de conception "spartiate" (mais amplement suffisante) est disponible en Angleterre chez London Road Model

Des pannes graphite sont disponibles en pièces de rechange chez un artisan français (Guy Jourdan).

Pour de plus amples informations sur cette technique, voir également Les Cahiers du Modélisme n°11 (année 1994)

L a pratique

La façon de procéder sera différente selon que vous travaillerez au fer à souder, au chalumeau ou à la soudure électrique. L'outil le plus répandu est évidemment le fer à souder. C'est le moins onéreux, donc celui vers qui se tournent d'instinct les débutants. C'est pourtant le moins bien adapté et le plus difficile à utiliser pour la construction de nos maquettes en laiton. C'est donc sur l'utilisation du fer que nous insisterons le plus, ce qui ne veut pas dire que ce soit notre outil préféré, loin de là !

■ L'ETAMAGE

L'étamage consiste à recouvrir d'une fine couche de soudure les deux parties à assembler, avant soudure de l'ensemble. C'est une opération indispensable si vous travaillez au fer à souder, facultative avec la soudure au chalumeau ou par résistance électrique. L'étamage se fait de préférence avec de la soudure liquide S006.

L'avantage de l'étamage est évident : toute la partie difficile consistant à lier les atomes de surface des deux métaux (pièce laiton et alliage de soudure) est réalisée par l'étamage. Pour l'as-

semblage définitif des pièces la «soudure» va alors se faire entre deux surfaces du même alliage, donc fondant à la même température que le métal d'apport. Il y a meilleur contact entre l'étain liquide de la panne du fer et l'étain solide des pièces étamées ; la chaleur se diffuse mieux entre panne et étain qu'entre panne et laiton. D'autre part, dès que la température atteint le seuil de fusion, la couche d'étamage passe rapidement à l'état liquide et accélère la fusion du métal d'apport.

- Enduire avec parcimonie la partie à souder avec de la soudure liquide S006.
- Appliquer le fer à un bout.
- Dès que la soudure devient brillante, déplacer le fer sur la pièce, jusqu'à l'autre bout.
- Ne mettez **pastrop de soudure** liquide. La pièce étamée doit donner l'impression d'être peinte avec de l'étain, et non pas d'être recouverte d'un croûte d'étain !
- Pour un étamage au chalumeau, chauffer modérément en léchant avec la flamme par passages successifs.

Alliage	Cuivre	Etain	Zinc	Plomb	Nickel	Argent	Autres
Non coulé	51	47					
Alu dur	50	48					
Verif	50	45		15			
Alu Blanc		60		35			10
Bravo	50	50					
Dryscale	54	46					12

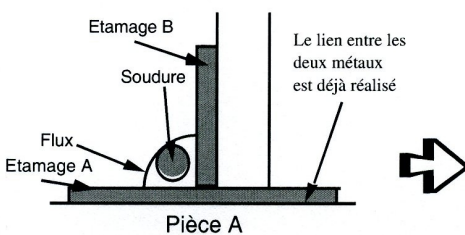


Fig 2

Assemblage de deux pièces en "angle"

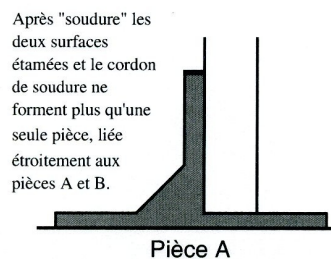


Fig 3

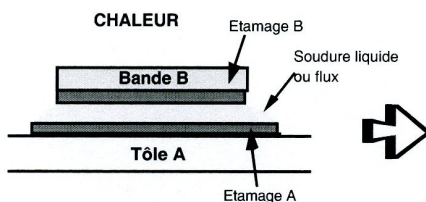


Fig 4

Assemblage de deux pièces en "à plat"

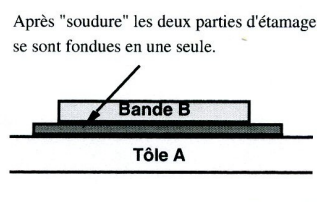


Fig 5

N'oubliez jamais : L'étamage facilite la «soudure», participe à la propagation de la chaleur (et donc accélère la fusion du métal d'apport), facilite le contact thermique avec la panne du fer et diminue la puissance nécessaire pour la soudure.

Nettoyage des pièces

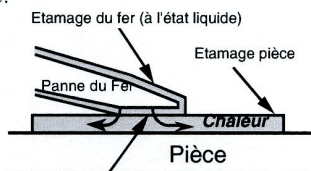
Bien que les flux aient une action décapante, plus les pièces à souder seront propres, plus les soudures seront faciles à réaliser.

Les plaques issues de gravure chimique (la plupart des pièces des kits) sont normalement livrées parfaitement nettoyées, dégraissées et protégées par un papier spécial, lorsqu'elle sont réalisées par une entreprise industrielle. Certains artisans font leur gravure eux-mêmes et ne disposent pas des coûteuses machines utilisées par les industriels. Les plaques ne sont alors pas toujours dégraissées et passivées. On trouve même des plaques avec le film de résine photosensible ! Dans ce cas, commencez par protester auprès du fournisseur du kit ... Ensuite nettoyez à l'acétone puis dégraissez avec une crème à récurer (CIF ou autre). Rincez à l'eau bouillante. Terminez par un lavage au produit vaisselle et rinçage à l'eau bouillante.

■ CONTACT Panne / Pièce

La panne du fer est constamment étamée, donc recouverte de métal à l'état liquide favorisant l'échange thermique. Si on applique la panne sur une surface recouverte de soudure (surface «étamée»), la diffusion de la chaleur se fera très rapidement entre l'étain du fer et l'étain de la pièce.

On veillera donc à ce que les pièces soient étamées aux endroits où on devra poser la panne du fer à souder. Cela peut être à l'endroit même de la soudure, mais cela peut aussi être au dos de la pièce.



Le contact étain liquide sur étain solide transmet très bien la chaleur. L'étamage de la pièce va donc aider au transfert de la chaleur du fer vers la pièce.

Fig 6

Dans le cas où l'on doit souder par l'intérieur, on aura pris soin d'étamer également l'endroit où on posera la panne du fer.

Étudiez bien les plans de montage et les notices des kits car les constructeurs ne vous indiquent jamais où appliquer votre fer. Il est pourtant très important de le savoir avant de commencer les opérations d'assemblage.

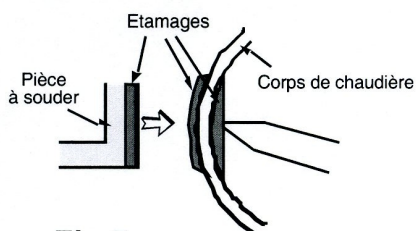


Fig 7

- Si les pièces ont été étamées, enduire la partie à souder de flux. Charger la panne du fer de soudure en fil. Appliquer la panne au milieu de la jointure à souder. La soudure doit rapidement filer le long du joint. Lisser le joint avec le fer pour former un cordon de soudure uniforme.

- Si les pièces n'ont pas été étamées, enduire largement de flux ou de soudure liquide. Poser des "paillons" de soudure. Appliquer le fer au milieu. Dès que la soudure fond égaliser en glissant la panne le long du joint.

- Un tel assemblage sera plus solide avec de la soudure à l'argent. Dans ce cas étamer de préférence à la soudure à l'argent.

Apport de la soudure (soudure en fil)

Coupez des "paillons" de soudure de 1 à 2 mm de long. Si le fil est gros, aplatissez-le d'abord à la pince plate. Deux méthodes sont possibles :

- Essayez la panne du fer avec un chiffon et chargez-la en fondant du bout de la panne 1 ou 2 paillons, puis appliquez la panne à l'endroit à souder (garni de flux ou de soudure liquide). Essayez à nouveau la panne immédiatement après soudure, pour éviter le calaminage.

- Enduire le joint à assembler de soudure liquide ou de flux (même s'il est déjà étamé). Déposer des petits paillons de soudure (pas trop) puis appliquez la panne du fer, ou la flamme du

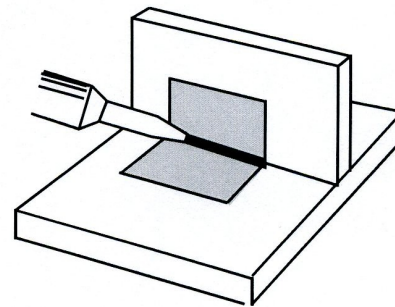


Fig 10 Support pour souder

chalumeau ou la panne du S.R.E.

Le support de soudure est constitué d'une base de 10 x 15 cm environ et d'une pièce verticale vissée à 90°, permettant d'assembler les pièces bien d'équerre.

J'utilise des chutes de plaques en aglo mélaminé (plaques servant à faire les étagères de placards, en vente dans tous les magasins de bricolage). La mélamine est de la poudre de polyester fondu à chaud sur l'aglo. Cela résiste aux acides, aux solvants et modérément à la chaleur. Un tel outillage ne coûte rien ; on le change quand il est trop brûlé.

■ EXEMPLE PRATIQUE : Soudure d'une bande rivetée

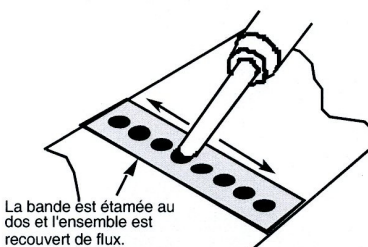


Fig 8

Fig 8 - Au fer à souder.

- La bande est étamée au dos.
- Appliquer largement le flux sur les deux faces de la bande rivetée.
- Poser la bande et la maintenir avec des pinces.
- Commencer à chauffer au milieu, puis glisser vers les extrémités, tout en enlevant les pinces. Ne jamais souder les deux extrémités en même temps, la bande se gonflerait ensuite au milieu.

- Laver à l'eau.

Pour souder au fer une bande rivetée sur une tôle il est indispensable d'aider le transfert thermique, soit en étamant la bande des deux côtés (dos + face rivetée), soit en recouvrant l'ensemble de flux.

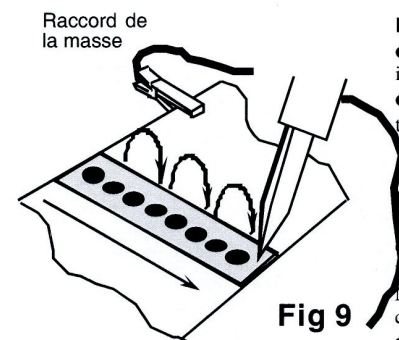


Fig 9

Fig 9 - Soudure électrique S.R.E.

- La bande peut être étamée au dos, mais ce n'est pas indispensable.

- "Peindre" le dos de la bande à la soudure liquide (pas trop ...).

Mettre en place et maintenir avec une pince à une extrémité.

- Appliquer la panne carbone puis faire passer le courant 2 ou 3 secondes. Dès que la soudure fond, couper le courant puis dégager la panne. Procéder de la même façon en place jusqu'au bout de la bande.

Ne jamais glisser la panne sur les pièces lorsque le courant passe.

- Laver à l'eau.

CONSEILS

N'oubliez pas :

- Soudez des pièces «propres».
- Soudez à la bonne température. Il vaut mieux être trop chaud que trop froid.
- Utilisez des petites quantités de soudure. On peut toujours «recharger» une soudure. C'est beaucoup plus difficile d'enlever.

Les flux acides sont corrosifs, même après soudure, et tous les résidus doivent être éliminés. Dès qu'une session de travail est terminée, lavez-vous consciencieusement les mains et profitez-en pour laver vos pièces. Frottez si nécessaire à l'eau savonneuse (liquide vaisselle) avec une vieille brosse à dent, puis rincez à l'eau très chaude. Ainsi vos pièces resteront bien brillantes et ne s'oxyderont pas, ce qui facilitera le nettoyage avant peinture. Si par malheur vous utilisez des graisses décapantes, genre graisse Hampton, ou de la soudure «électronique» en grosse quantité, le problème du nettoyage est pratiquement insoluble.



ATTENTION DANGER

Les soudures contiennent des métaux lourds ; plomb, cadmium, etc. Ces produits sont nocifs et vous en avez en permanence sur les doigts. Prenez soin de toujours vous laver les mains avant de toucher de la nourriture ou une cigarette. Ne posez pas de tasse de café ou de petits biscuits sur le coin de votre établi ...

Si vous assemblez du métal blanc avec de la soudure spéciale très basse température (notre réf S002. par exemple), utilisez exclusivement un fer à basse température adapté à cette soudure. Si vous chauffez un peu trop fort, la soudure dégage des vapeurs d'oxyde de cadmium. Ce produit est un **poison** et détruit les cellules du cerveau. N'écoutez pas les conseils de certains monteurs très «doués» qui vous affirmeront qu'ils soudent le métal blanc avec un fer ordinaire. C'est vrai que c'est techniquement possible, mais n'essayez jamais sans avoir un système d'extraction d'air industriel.

De toutes façons, le travail de soudage, quel qu'il soit, doit se faire avec une bonne aération de la pièce.

■ SOUDURE AU CHALUMEAU

Dans le cas de soudure au chalumeau la chaleur est directement transmise aux pièces par la flamme et l'air ambiant. Le problème est donc simplifié. Il faudra toutefois prendre garde de ne pas trop chauffer ; la flamme peut monter à 1.600 °C et détruire certaines pièces.

Évitez d'appliquer la flamme directement sur la soudure liquide, qui se mettrait à bouillir et formerait des soudures peu esthétiques et difficiles à nettoyer. Pour les petites pièces, procédez par approches successives. on «lèche» les pièces avec la flamme, jusqu'à ce que la soudure fonde.

L'étamage n'est pas indispensable, mais dans bien des cas difficiles il facilite la diffusion du métal d'apport et évite de devoir trop chauffer. L'excès de chaleur est le plus grand risque avec le chalumeau, contrairement au fer avec lequel on a le problème inverse des soudures trop «froides».

■ SOUDURE PAR RESISTANCE ELECTRIQUE

Une station de soudure par résistance électrique est un gros investissement. Ne le faites que si êtes un «mordu» du montage. C'est l'outil de travail des professionnels.

Vous l'appréciez pour la rapidité et la propreté du travail : plus besoin d'étamer systématiquement comme avec le fer à souder, plus de problème pour souder des pièces rapprochées ou faire des retouches sur un modèle terminé, plus de problème de contact thermique pour souder les pièces «à plat».

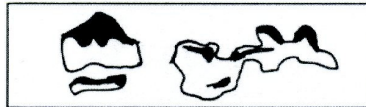
La puissance devra être ajustée en fonction de la taille des pièces à souder. Attention, des fines rembarbes ou des bras de pantographes peuvent se transformer en fusible et se volatiliser.

Point important : il ne faut jamais appliquer, décoller ou faire glisser la panne quand le courant passe, sous peine d'arc électrique et marquage irrémédiable des pièces

Exercices

Entraînez vous, sur des chutes de laiton, à faire des soudures parfaites avec de la soudure liquide, de la soudure en fil + flux, de la soudure à l'argent + flux, afin de bien comprendre les mécanismes de la fusion correcte de l'alliage de soudure.

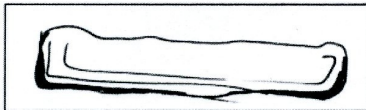
La soudure c'est comme le vélo, on ne peut pas apprendre dans les livres, mais uniquement par la pratique. Après quelques dizaines (mieux, quelques centaines) de soudures vous vous sentirez beaucoup plus à l'aise avec votre fer à souder, votre chalumeau ou votre poste à soudure électrique.



La soudure fait des "boules" et des contractions.
 ➔ La surface des pièces n'est pas assez propre, ou (et) manque de flux.



La surface est craquelée et fait des "piques", l'alliage de soudure est mat.
 ➔ La température de la pièce est trop basse. Utilisez un fer plus puissant.



La soudure a formé un film fin, homogène et brillant, en coulant facilement sur la surface de la pièce.
 ➔ Cette soudure est correcte.

Tresse à dessouder

Pour enlever de la soudure il n'existe qu'une méthode : la tresse à dessouder. C'est une simple tresse de fils de cuivre, utilisée en électronique.

Placer la tresse (imbibée de flux, si possible) sur la soudure à éliminer et appliquer le fer très chaud. Dès que l'alliage fond, il remonte dans la tresse par capillarité.

Couper le bout de tresse rempli de soudure et recommencer autant de fois que nécessaire. Cette opération vous permettra de déboucher des marches en caillebotis qui auraient été bouchées par excès de soudure, par exemple.

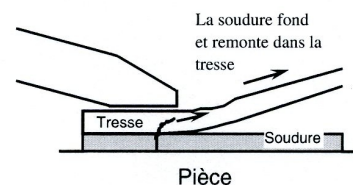


Fig 14

Mon installation personnelle comprend :

- Un poste à souder à Résistance Electrique (FOURTRACK MODELS).
- Un fer "grand rendement" ANTEX 25 W référence XS 240 avec son support adapté. Le support est très important car il permet la dissipation de la chaleur pendant les périodes de non-utilisation et prolonge ainsi la durée de vie de la panne.
- Gomme abrasives pour le dégrassage des plaques laiton avant soudure et pour les "brossage" après soudure.
- Lot de pinces acier pour le maintien des pièces en position pendant les travaux de soudure.
- un petit flacon d'eau avec une vieille brosse à dent pour le "lavage" des soudures.

Et maintenant, bon courage !