LES CAHIERS DU MODELISME

JUILLET 1993

POUR VOUS AIDER A PRATIQUER UN MODELISME FERROVIAIRE FRANCAIS DE HAUTE FIDELITE

No 5

Production Gérard Huet

QUOI DE NEUF, DOCTEUR ?

Comme nombre de mes confrères, j'ai débuté dans le modélisme en amateur, avec un petit établi au bout du garage. Puis je suis passé imperceptiblement au stade du professionnel en squattérisant progressivement ma maison, au grand dam des autres occupants. Installation peu rationnelle, pertes de temps, il devenait urgent de prendre des mesures pour améliorer la productivité du monteur, du dessinateur, de la secrétaire, du commercial, du service expéditions et du patron, c'est à dire moi-même. Cette fin de printemps 93 marque donc une étape importante dans l'entreprise HUET avec la construction d'un véritable atelier rationnel et indépendant de l'habitation ; inutile désormais de téléphoner le soir ou le dimanche. De nombreuses semaines de production ont été perdues, mais elles devraient être facilement rattrapées d'ici la fin de l'année.

Le projet de kit de superdétaillages des wagons PLM du RMA n'est pas été abandonné mais il se trouve englobé dans un projet beaucoup plus vaste de production de wagons de marchandises anciens en kit (pour 94). Il s'agira bien entendu de kits tout laiton (c'est facile à monter et à bricoler) aux normes Haute Fidélité : roues suspendues et à l'échelle stricte P87, tampons à ressorts, attelages à vis. Normes NEM sur option. Les premiers à sortir seront certainement les standards G3 SNCF (trois versions), puis un fourgon 3 essieux PLM et des couverts à primeurs Fau et Fasu du PLM. La suite sera fonction du succès des premiers modèles.

Chaque nouveauté fera l'objet d'une souscription de lancement, avec prix promotionnels, réservée aux clients HUET (les abonnés des Cahiers). Les kits seront accompagnés d'une notice très détaillée et complétée d'un article sur le montage dans les Cahiers, le tout étant testé par quelques modélistes "choisis" avant mise en distribution.

J' espère pouvoir présenter quelques ébauches de caisses à EXPOMODEL / EXPOMETRIQUE, si le proto du Train Impérial m'en laisse le temps.

Gérard Huet

HUET nouveautés

Soudures :

Soudure en fil à l'argent.
Cette soudure contient 6 % d'argent. Elle se présente en fil de 2 mm. Elle fond à température moyenne (240 °C) et s'utilise comme une soudure ordinaire. Les assemblages réalisés ont une résistance à l'arrachement deux fois supérieure à celle d'une soudure ordinaire. Elle ne contient pas de flux et doit s'utiliser avec du flux D503 ou D505.

Flux pour métaux ferreux.
Ce flux sera utilisé pour les soudures sur les métaux ferreux difficiles à souder, comme la corde à piano. Il convient pour les soudures ordinaires ou à l'argent. Les résidus s'éliminent par brossage sous le robinet.

Réf D504 : Soudure à l'argent en fil de 2 mm. Quantité : 25 g : 40,00 F.

Réf D505 : Flux décapant pour métaux ferreux. Quantité 40 ml : 55,00 F.

Peintures

Nouvelles teintes en peinture nitrosynthétique (voir les Cahiers n° 3 de décembre 92) :

Réf E110 : Gris artillerie P.O. Ce gris P.O est légèrement plus foncé que le gris des machines du Musée de Mulhouse, mais la décoration des machines du Musée n'est pas à prendre au pied de la lettre. Comme pour le vert réséda du PLM, il a été déterminé avec l'aide de plusieurs modélistes avertis ; à plusieurs on minimise les risques d'erreur.

Réf E111 : Noir semi brillant. Je n'ai pas un attrait personnel pour les teintes brillantes (j'expliquerai pourquoi plus en détail dans un article sur la peinture, dans CM6 d'octobre 93), mais cette variante de noir m'a été demandée par des modélistes zéroïstes obnubilés par le "look" Fulgurex : peintures brillantes et roues nickelées. On ne rit pas, ça se vend !

Réf E504 : Base matante. Les peintures nitrosynthétiques sont naturellement légèrement brillantes. Le fabricant les rend plus ou moins mates en leur ajoutant de la base matante. Le dosage se fait à doses homéopathiques de quelques grammes au kilo. Le passage du brillant au mat est très rapide, donc difficile à doser si on veut obtenir des niveaux de brillance intermédiaires (satiné).

A noter que le BRUN foncé wagons 1950 que le fabricant avait sorti trop brillant a été modifié en finition **mate**. Cela est plus réaliste pour des wagons en général en bois. Par contre la pose de décalques nécessitera de passer un voile de vernis satin ou semi-brillant aux endroits des marquages (pour la pose des décalques, voir l'article sur la peinture à venir), avant de finir au vernis mat

Le modélisme ferroviaire, c'est le loisir de l'homme moderne.

Les "Cahiers du Modélisme" sont un bulletin d'information trimestriel, interne à l'entreprise HUET et disponible uniquement par abonnement pour l'année complète. Les annonces faites par d'autres entreprises sont passées à titre amical. Nous ne faisons pas de publicité payante.
Conception, réalisation et maquette : HUET.
Tous articles, dessins et photos HUET (sauf indications particulières).
Copyright HUET.
SIRET 348 342 00019 APE 5401
TVA : FR 94 348 933 342
Imprimé par PRINT FORUM LILLE.

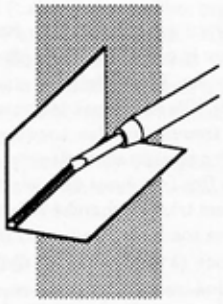
SOMMAIRE

NOUVEAUTES
LA SOUDURE, UN ART MYSTERIEUX ? 1
MOTORISATIONS (suite) 8
PROBLEMES DE MECANIQUE 10
AIGUILLAGE SNCF (suite) 12

Photo de Couverture :
Cette machine à chaudière verticale KOCKERILL reproduite par GECOMODEL en kit HO (et peut être en Zéro en 94 ...). Montage du kit dans CM6. *Photo Gérard Comellas*

HUET 5, rue des Anciens Combattants F59175 TEMPLEMARS *FRANCE*
Tél : 20.95.10.59 De 8h. à 18 h. du lundi au vendredi.

La soudure :
Un art mystérieux ?



La construction de modèles en métal fait appel à deux techniques qui font peur à bien des amateurs : la soudure et la peinture. Nous allons essayer de vous donner le maximum de renseignements et de conseils pour que le fer à souder et l'aérographe ne se présentent plus à vos yeux comme des instruments de torture. Nous commencerons par la soudure, première étape logique dans la construction d'un modèle. Cette étude n'est certe pas exhaustive, mais nous aurons l'occasion d'y revenir lors de la construction des wagons en kits.

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» apparait 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 soudures pour les alliages cuivreux, et le zinc est un des constituants du laiton, du maillechort et de l'arcap. Certaines soudures 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 soudures. 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 soudures.

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 soudures pour le métal blanc (ne pas utiliser sur le métaux 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 E512 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 CARR'S Red Label, qui est un excellent flux pour le 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. On trouve sous cette désignation des soudures en fil étain-plomb 60/40 avec flux résine incorporé (soudures multicores). Température de fusion : 190 °C. Elles se trouvent facilement dans les supermarchés de bricolage ou les magasins de pièces électroniques.

Il existe des variantes contenant des additifs :

- Soudure au cuivre (2 %) : donne une meilleure tenue mécanique aux assemblages et allonge la durée de vie des pannes de fer à souder. Température de fusion : 190 °C.

- Soudure à l'argent (moins de 0,5 %) : améliore la qualité des contacts électriques mais n'apporte guère d'avantages pour nos besoins modélistes. Température de fusion 179 °C.

Soudures sans flux.

Ces soudures sont à préférer aux électroniques multicores. Elles doivent s'utiliser avec un flux approprié, mais surtout pas avec de la graisse acide décapante. La température de fusion varie avec le dosage étain / plomb.

On trouve également des soudures à l'argent contenant de 2 à 6 % d'argent, donnant une résistance mécanique élevée.

Soudures liquides.

Ces soudures sont constituées de métal en poudre fine mélangéé à un flux approprié. Ce sont les mieux adaptées à nos travaux de montage.

Soudure métal blanc.

Ce sont des produits au bismuth, fondant à très faible température : moins de 100 °C. Les liaisons réalisées sont plus solides et plus stables qu'avec une colle époxy. Toutefois la pratique de la soudure du métal blanc est beaucoup plus délicate que celle de la soudure du laiton.

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 disponibles

■ Produits HUET

- Réf D501 : 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 les grains de métal en poudre constituants la soudure et de fournir ainsi un ensemble parfaitement homogène (il faut toutefois mélanger régulièrement).

On peut diluer la soudure liquide à l'eau si nécessaire. Après plusieurs opérations de "dilution" le gel devient inactif. On peut alors réactiver l'ensemble en ajoutant un peu de flux D503. Le flux de cette soudure est parfaitement dosé, peu acide et ne provoque pas d'oxydation des pièces métalliques dans l'atelier.

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 de 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.

Dans mon travail de montage je réalise 90 % des soudures avec ce produit !

- Réf D502 : Soudure en fil fin (0,5 mm).

Cette soudure étain-plomb 60/40 contient une très faible quantité de résine organique purifiée et sans halogène** : elle fume très peu lors de la fusion. Le flux laisse peu de résidu et attaque peu les pannes de fer à souder. Elle n'a par contre aucune action désoxydante. On l'utilisera donc en complément de la soudure liquide D501 ou avec du flux D503. Température de fusion 190 °C. Faible tension de surface : elle coule parfaitement et du fait de son diamètre très fin elle permet de faire des cordons de soudure discrets.

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 D503 : Flux.

Ce flux est le même que celui de la soudure liquide D501. Il se présente ici sous forme de gel. On peut le diluer à l'eau si nécessaire. A utiliser avec les soudures en fil D502 et D504, ou pour réactiver la soudure liquide D501. L'acidité de ce produit est beaucoup mieux contrôlée que pour l'eau à souder utilisée encore par bon nombre d'amateurs. Ce flux convient pour le cuivre et les alliages cuivreux.

- Réf D504 : Soudure à l'argent.

Cette soudure est très fortement chargée à 6 % d'argent. Elle se présente en fil de 2 mm sans résine et s'utilise avec le flux D503. Elle donne des assemblages deux fois plus résistants qu'une soudure étain-plomb simple. Elle nécessite beaucoup de chaleur pour la fusion mais convient à la soudure au fer à souder. Température de fusion : 240 °C. Tension de surface moyenne ; elle coule facilement.

La meilleure façon de l'utiliser est de couper des petits *paillons* de 1 ou 2 mm, de les placer au plus près possible de l'assemblage, dans un lit de flux, et de chauffer au chalumeau. Dès qu'elle atteint 240 °C la soudure fond et se répand. C'est également la soudure idéale pour les petites pièces soudées sur tranche ou en bout, comme les marchepieds, main-montoires, etc.

- Réf D505 : Flux pour métaux ferreux.

Bien qu'il ne soit pas conçu pour les alliages cuivreux, le flux D503 agit aussi sur les métaux ferreux. Toutefois, dans les cas difficiles, on peut avoir besoin d'un flux beaucoup plus actif. Le flux D505 pour métaux ferreux répond à ces besoins et vous permettra de souder (étain-plomb classique D502 ou soudure à l'argent D505) sur des pièces en acier ou de la corde à piano. Ce flux se présente sous forme liquide. Il agit à 220 °C et s'élimine à l'eau.

■ Produits CASTOLIN-EUTECTIC

Les produits CASTOLIN sont surtout connus dans le milieu modéliste depuis un article de Guy Boileau (dans Loco-Revue) vantant les mérites du CASTOTIN 1. Le CASTOTIN 1 est une soudure liquide étain-plomb 60/40 analogue à la soudure D501.

** Organique : qui fait partie de la chimie du carbone. Au contraire, inorganique : qui ne contient pas de carbone.*
*** Halogène : élément chimique de la famille du chlore.*

Elle est vendue en pots de 1 kg. Evidemment cela fait beaucoup, d'autant qu'une soudure de qualité est un produit cher. Mais pour un gros monteur cela peut être un investissement rentable. En prenant soin de tenir le pot bien fermé vous la conserverez toute votre vie de modéliste. Si le flux s'évente vous pouvez le réactiver avec du Flux D503 HUET.

☞ Disponible aux Ets. Benoît SEMBLAT.

■ Produits CARR'S

La gamme de produits CARR'S couvre tous les cas de figure que vous pouvez rencontrer : soudure des alliages cuivreux, des aciers, du métal blanc et traitements de surface. Les produits CARR'S sont distribués en France en exclusivité par RAILWAY.

● Soudures

- **N° 145 :** Soudure à basse température à base d'étain et de cadmium. Pour ajouter des petites pièces sur un ensemble, sans dessouder les pièces déjà assemblées (la soudure par résistance électrique permet de résoudre ce problème beaucoup plus élégamment).
- **N° 188 :** Soudure à fusion rapide et faible tension de surface. Faible besoin en chaleur. Température de fusion : 188 °C. Elle s'étale facilement et permet des joints fins et discrets. Convient pour plusieurs métaux (utiliser le flux approprié). A utiliser également pour l'étamage.

Elle existe également sous forme de pâte avec flux incorporé : 188 Paint.

- **N° 224 :** Soudure à fusion lente (reste longtemps à l'état pâteux). Possède une grande tension de surface. A utiliser pour les soudures de pièces mal assemblées ou pour combler des vides ou des trous. Nécessite une forte source de chaleur.
- **N° 243 :** Contient de l'argent. Température de fusion plus élevée que les autres soudures. Ne supporte pas l'addition de plomb, les soudures deviendraient cassantes. Il ne faut donc pas la mélanger avec de la 188 ou 224. Existe également sous forme de soudure en pâte avec flux incorporé : 243 Paint.
- **N°70 :** Soudure pour Métal-Blanc. Permet d'assembler les pièces en métal blanc entre elles, avec une véritable fusion entre les métaux. La solidité est alors sans comparaison avec un montage à la colle époxy. Elle fond à 70 °C et peut donc aussi servir pour mouler des pièces de lest, même directement fondue dans des moules en plastique (elle n'est totalement liquide qu'à 100 °C).

Elle ne prend pas sur le laiton. Pour souder une pièce en métal blanc sur une pièce en laiton (ex : ressorts de suspension sur un longeron de châssis), il faut au préalable étamer la pièce laiton (N° 188 ou HUET D501), puis utiliser la N° 70.

- **N° 179 :** Soudure spéciale pour les alliages d'aluminium, dont le célèbre Zamac. A utiliser avec le flux Label Gris. Il est indispensable de passiver avec de l'Electrofix, après rinçage à l'eau.

● Flux CARR'S

- **Black Label** (Label Noir) : Flux à base de chlorure de zinc, très actif. Peut être utilisé pour souder les aciers comme la corde à piano. Se nettoie simplement à l'eau chaude.
- **Green Label** (Label Vert) : Flux décapant pour utilisation sur les alliages cuivreux. A utiliser également pour étamer les pannes de fer à souder.
- **Yellow Label** (Label Jaune) : Flux moins actif que les deux précédents. A utiliser pour des métaux déjà étamés comme le Tin-Plate. A utiliser également pour nettoyer les pannes de fer à souder.
- **Orange Label** (Label Orange) : Flux à résine semi-synthétique, non corrosif. Peut être dilué à l'essence de térébenthine. Les résidus devront être nettoyés à l'essence de térébenthine ou au white-spirit. A utiliser pour les pièces ne pouvant être nettoyées à l'eau.
- **Red Label** (Label Rouge) : Flux organique contenant de l'acide bromique. Agit à basse température (actif à moins de 100 °C). Convient pour le laiton et évidemment pour le métal blanc. Ne pas utiliser sur les métaux ferreux. Se nettoie à l'eau chaude.
- **Grey Label** (Label Gris) : Flux pour l'aluminium et le Zamac en liaison avec la soudure 179.

Tableau de constitution des alliages

Alliage	Cuivre	Etain	Zinc	Plomb	Nickel	Phosphore	Antimoine
Laiton courrant	63		37				
Laiton dur	60		40				
Aroap	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 diffusera 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.

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, n'étamez pas avec une soudure contenant du flux (notamment les soudures en fil pour l'électronique), nettoyez la panne encrassée avec un produit spécial genre *Pierre Amoniacale* (magasins de bricolage) ou mieux, du *Tip Tinner and Cleaner* (chez R.S. Composants).

On trouve également des pannes «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.

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 à panne thermostatée. La panne est de type longue durée et comporte une sonde de température. La température est ainsi régulée, mais fixe.

● Les stations de travail à régulation. Ces stations conçues pour l'industrie électronique comprennent un bloc d'alimention / 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 cessions 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.

Il n'est pas très difficile de trouver un fer à souder simple dans les magasins de pièces détachées radio (les grandes villes sont bien fournies). Vous en trouverez également par correspondance che RS Composant ou chez RAILWAY. Achetez un fer de marque, pour lequel vous pourrez toujours trouver des pièces de rechange, pas de clône *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.

Exemple de matériels disponibles chez RS Composants :

- Fer 50 W FACOM à panne longue durée : prix ≈ 270 F.
- Fer 60 W WELLER à panne thermostatée, 370 ou 400°C : prix ≈ 400 F.
- Station thermostatée WELLER WECP 20, réglable de 150 à 450°C : prix ≈ 1.200 F.

■ LE CHALUMEAU

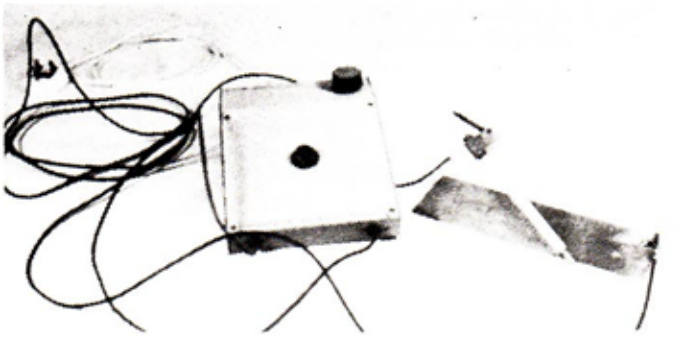
Avec un chalumeau à gaz, la flamme est réglable en température par action sur l'admission d'air et en puissance par action sur le débit de gaz. La température varie de 400 à 1.600 °C (flamme *dard* pointue avec réglage de l'air au maximum d'ouverture).

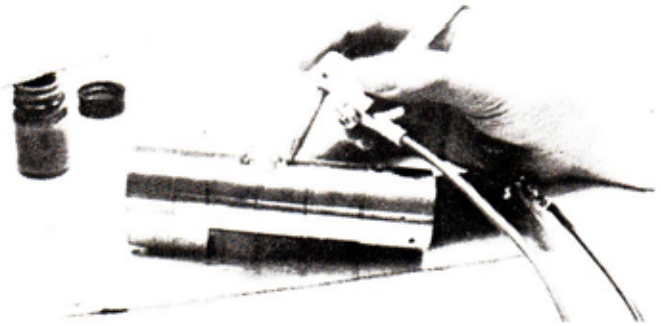
L'avantage du chalumeau c'est le contact direct de la source de chaleur avec le métal. Le chalumeau permet bien sur de souder les grosses pièces de bronze, mais aussi les très petites pièces, avec un peu d'expérience.

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. Ce sont des modèles de petite dimension, qui ne prennent pas de place sur la table de travail (modèles monoblocs autonomes).

Nous avons déjà présenté le chalumeau MINIFLAMME, disponible chez Benoît SEMBLAT, dans les Cahiers n° 3.

A noter également, chez Camping Gaz, le petit SPOT FLAM : un simple embout-brûleur monté sur une cartouche de gaz CV360. Pas d'allumage piézo / Température de flamme : 1.500 °C / Autonomie : 4 h. Prix aux alentours de 140 F (chez Castorama) et 20 F pour la recharge ; excellent rapport performances / prix.





Le SRR de Mignon Model Studios en action : ici, soudure d'un dôme en laiton moulé sur une chaudière laiton. la photo montre calirement la plaque de masse, la panne carbone et le pot de soudure liquide.

■ 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 ampèrage. 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 et celle des très grosses pièces en bronze (pour lesquelles le chalumeau reste mieux adapté).

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 demières (distance mini de l'ordre du mm). C'est également l'outil idéal pour les réparations sur un modèle peint. La chauffe étant très ponctuelle et très rapide, il y a peu de détériorations sur les peintures, même dans le cas de reprises sur des pièces massives.

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. Les modèles en finition "laiton" *made in Corea* ou *Japan* sont construits avec cette technique.

Les anglais commencent à adopter le SRE et un monteur de kit professionnel, Andrew J. Rice, commercialise un appareil SRE sous le nom de *Resitance Soldering System*. L'appareil, distribué par MIGNON MODEL STUDIOS sera disponible aux standards électriques français à l'automne, avec notice en français ! Il pourrait y en avoir à EXPOMETRIQUE-EXPOMODEL ...

Le matériel se compose d'un boîtier contenant le transfo, un commutateur pour réglage de puissance et la pédale de marche. Le boîtier se pose au sol et n'encombre pas la table de travail. Des pannes carbone sont disponibles en pièces de rechange.

Prix du RSS au printemps 93 : £99 + £17 de frais de port + TVA française (Mignon Model Studios n'est pas assujetti à la VAT anglaise, mais accepte les cartes bancaires VISA ou MASTERCARD. £1 ≈ 8,30 F (taux fluctuant).

La 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 D501.

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'assemblage 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'appoint. 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 D501.
- 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 **pas trop 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.

Fig 1

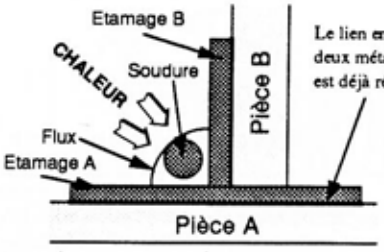


Fig 2

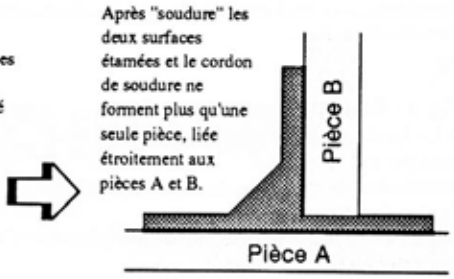


Fig 3

Assemblage de deux pièces en "angle".

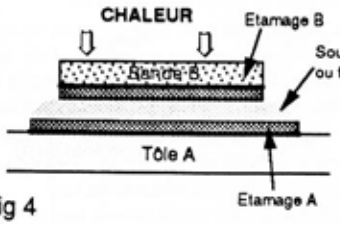


Fig 4

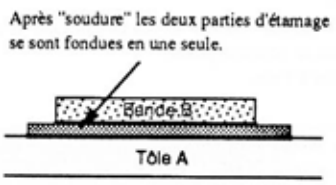


Fig 5

Assemblage de deux pièces "à plat".

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 décrassez 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 peur aussi être au dos de la pièce.

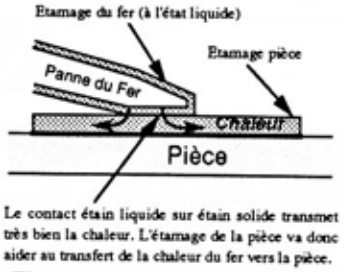


Fig 6

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.

Etudiez 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.

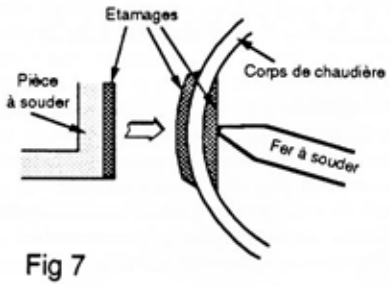


Fig 7

● 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 :

- Essuyez 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). Essuyez 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 chalumeau ou la panne du S.R.E.

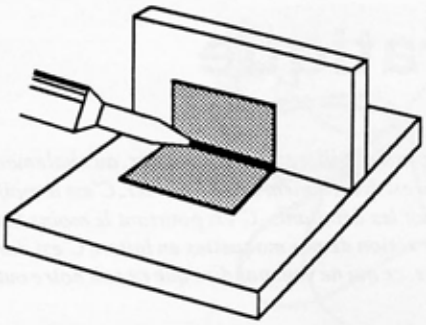


Fig 10 *Support pour soudure*

Le support de soudure est constitué d'une base de 10 x15 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, au solvants et modérément à la chaleur. Un tel outillage ne coûte rien ; on le change quand il est trop brûlé.

⚠ 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 (CARR'S N° 70 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.

■ EXEMPLE PRATIQUE : Soudure d'une bande rivetée

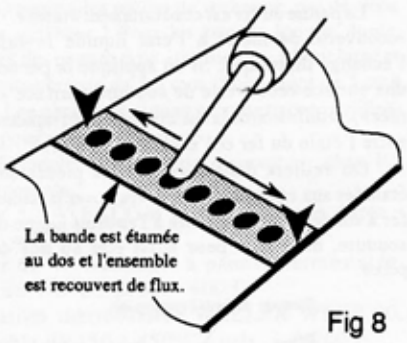


Fig 8

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 gondolerait 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.

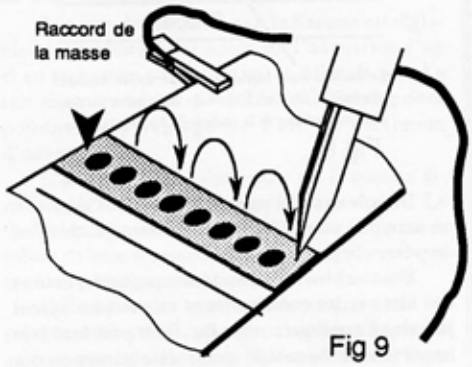


Fig 9

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 place en place** jusqu'au bout de la bande.
⚠ Ne jamais glisser la panne sur les pièces lorsque le courant passe.
● Laver à l'eau.

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.

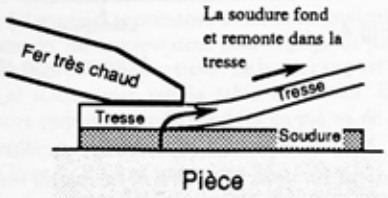


Fig 14

⚠ 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'en enlever.*

Les flux acides sont corrosifs, même après soudure, et tous les résidus doivent être éliminés. Dès qu'une cession 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 vielle 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.

■ 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.

Evitez 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'apprécierez 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 rembardes 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.

Carnet d'adresses

RS Composants
BP 453 F60031 BEAUVAIS Cedex
Tél : 44 84 72 72 / Fax : 44 05 13 49

WEBER METAUX
9, rue de Poitou - 75003 PARIS
Tél (1) 42 71 23 45

RAILWAY
BP 39 F14101 - LISIEUX

Modèles Réduits Benoît Semblat
F89160 ANCY-le-LIBRE

MIGNON MODEL STUDIOS
30, Lilliesfield Ave, BARNWOOD
GLOUCESTER GL3 3AQ - England

A Voir

EXPOMODEL EXPOMETRIQUE

Le rendez-vous annuel

de tous les amateurs qui pratiquent vraiment le modélisme ferroviaire

22 / 23 / 24 Octobre 1993

CENTRE SPORTIF FLOREAL

202, Av. Mal. de Lattre de Tassigny 93260 LES LILAS

A Lire

APOCOPA

Les logiciels de PAO, alliés à des systèmes de reprographie directe de plus en plus performants, ont mis la publication à la portée de tout individu disposant d'un ordinateur domestique. C'est ainsi qu'ont pu naître les Cahiers du Modélisme. Notre confrère APOCOPA se lance également dans la micro-édition en sortant un "Fascicule". Le premier disponible est le N° 2 ... ? C'est vrai que les artisans sont des gens bizarres. Il s'agit d'une étude sur les bogies de wagons marchandise, bien documentée, avec de nombreuses photos couleur. En regardant la chose d'un œil critique on pourra noter que les photos reproduites en photocopie laser couleur sont d'une qualité au moins égale à certaines de nos chères revues pourtant imprimées en offset. Par contre, pour les textes il faudra faire moins confiance à Publisher®, surtout pour la correction orthographique.

APOCOPE - Le Boisbœuf - F44130 BOUVRON

A Lire

On a tellement l'occasion de les critiquer, pour une fois on dira du bien de Loco Revue, ou plus précisément de certains Hors Série consacrés à la machine à vapeur. Les textes sont du regretté Jean Gillot, un passionné qui savait de quoi il parlait, et qui en parlait bien.

Le Hors Série n° 2 "Le dépôt Vapeur" est indispensable si vous désirez reproduire ce genre d'installation. Les photos sont surtout noir et blanc mais j'ai noté page 67 une photo couleur de 030 TU qui vous montre comment on doit patiner la TU de Benoît SEMBLAT (nous en verrons également une très belle, revue par J. Florin dans CM6).

Les numéros 3 et 4 traitent de la constitution de la machine à vapeur : "La Locomotive à Vapeur, comment ça marche ?" Les puristes trouveront toujours à redire, mais ce sont de bons ouvrages. Beaucoup de photos ont été prises au Musée de Mulhouse. Si les pièces sont ainsi parfaitement visibles, ne prenez pas cela comme base pour la décoration de vos machines. Par contre la photo de couverture du numéro 4 est un modèle de référence. La machine est "neuve", mais regardez bien les teintes des roues et de l'embiellage. Les pièces sont massives, huileuses et mélangent le gris acier terni et le brun rouille. Cette photo est à garder comme référence pour la décoration de vos locomotives à vapeur en finition "neuves".

En vente aux **Editions Loco-Revue.**
BP 104, F56041 AURAY Cedex.
Prix : 64 F pour le numéro 2 "Le dépôt Vapeur" et 69 F pour chacun des numéros 3 et 4 "La Locomotive à Vapeur".

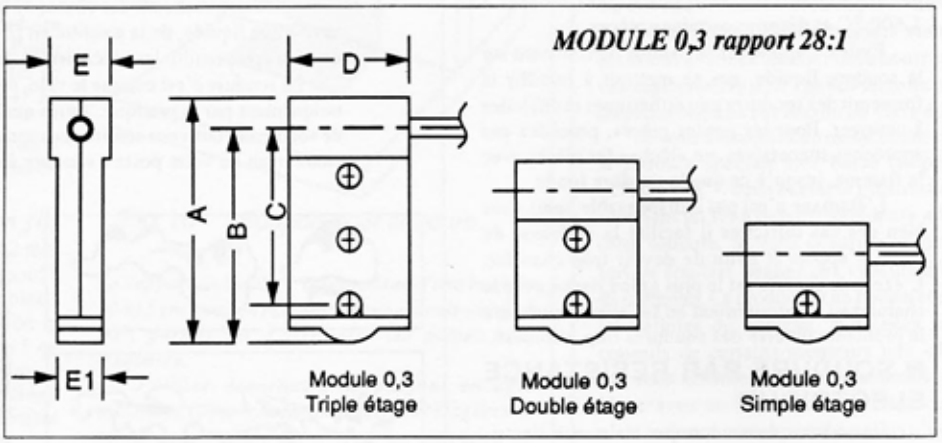
Motorisations

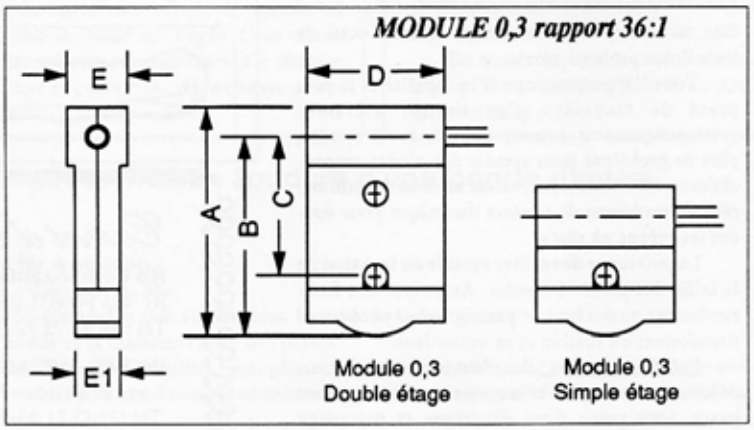
Réducteurs NWSL (*suite, voir CM 3*)

KITS REDUCTEURS MODULE 0,3

Ces kits ont la même conception que les réducteurs module 0,5 (voir CM3 de décembre 92).
Types de réducteurs disponibles
❒ Rapport de réduction 28:1 ou 36:1.
❒ Axe d'entrée : diamètre 2,4 mm.
❒ Axe d'essieu moteur : diamètre 3 mm ou 3,18 mm (1/8" , standard anglais).
❒ Type de carter:
- Simple étage (no Idler).
- Double étage (Idler).
- Triple étage (Dbl Idler).

Pour mémoire, il existe des ensembles spéciaux pour locomotives articulées, aussi bien en module 0,3 qu'en module 0,4 et en module 0,5.





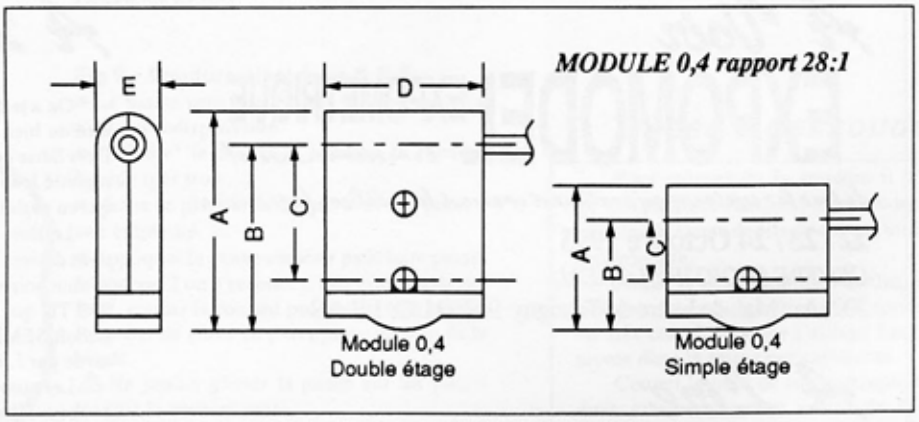
REDUCTEURS 28:1 *Dimensions en mm.*			
Cote	Triple étage	Double étage	Simple étage
A	32,5	24,0	15,5
B	28,5	20,0	11,5
C	23,5	15,0	6,5
D	16,0	16,0	16,0
E	8,0	8,0	8,0
E1	6,0	6,0	6,0

REDUCTEURS 36:1 *Dim. en mm*		
Cote	Double étage	Simple étage
A	32,5	24,0
B	28,5	20,0
C	23,5	15,0
D	16,0	16,0
E	8,0	8,0
E1	6,0	6,0

KITS REDUCTEURS MODULE 0,4

Ces kits ont la même conception que les réducteurs module 0,5 que nous avons décrit dans CM 3, à savoir Vis Sans Fin acier, pignons laiton ou Delrin usine, carter Delrin moulé. L'axe de VSF tourne dans des paliers bronze (pas d'option roulements à billes toutefois).

Types de réducteurs disponibles
❒ Rapport de réduction 28:1
❒ Axe d'entrée : diamètre 2,4 mm.
❒ Axe d'essieu moteur : diamètre 3 mm ou 3,18 mm (*1/8"* , standard anglais).
❒ Type de carter:
- Simple étage (no Idler).
- Double étage (Idler).



Dimensions en mm.		
Cote	Double étage	Simple étage
A	29,0	18,7
B	24,5	14,5
C	17,7	7,5
D	21,0	21,0
E	8,5	8,5

North West Short Line
BOX 423 SEATTLE, WA. 98111 . USA
Accepte la VISA CARD

Moteurs et réducteurs déjà décrits dans les Cahiers :

❒ CM 0 : Réducteurs BRANCHLINES (Vis sans Fin pour le *HO*) - Moteurs 5 pôles MASHIMA - Essieu motorisé FLEA II NWSL (*HO*) - RG4 (*HO*) et RG7 (*Zéro*) PORTESCAP.
❒ CM 1 : Bogies motorisés à 2 et 3 essieux CHERRY SCALE MODELS (*Zéro*) - Essieux motorisés Magic Carpet NWSL (*Zéro*).
❒ CM 2 : Réducteurs à Vis sans Fin GATENEAL (*Zéro*) - Bogies motorisés à 2 ou 3 essieux PDT de NWSL (*HO*).
❒ CM 3 : Réducteur à Vis sans Fin (*Zéro*) et accouplements à cardans de NWSL - Motoréducteur à Vis sans Fin (*Zéro*) de BRANCHLINES.

Moteurs SAGAMI , *des moteurs pour le N, le HO et le Zéro.*

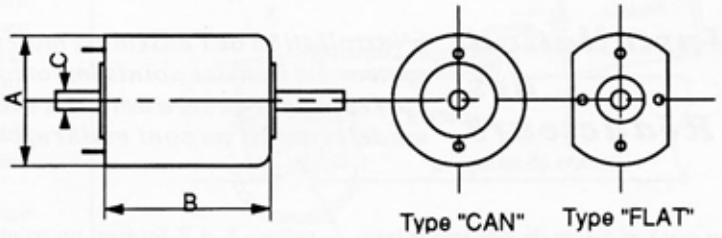
Les moteurs SAGAMI sont des moteurs de haute précision, conçus pour être alimentés par piles ou batteries, principalement dans des appareils audio-vidéos. Ces applications imposent un encombrement minimum, des rendements élevés et un grand silence de fonctionnement et absence de vibrations. Ce sont des moteurs de type «sans maintenance», entièrement fermés et étanches à la poussière (type «CAN» et «FLAT CAN»). Ce sont tous des moteurs à 5 pôles à encoches en hélice, pour un meilleur démarrage, équipés d'aimants céramique ou ferrite et de paliers en bronze fritté. Point important : des pièces de rechange sont disponibles (rotors complets et balais).

Les moteurs SAGAMI sont certainement ce qui se fait de mieux en matière de moteurs traditionnels et soutiennent la comparaison avec les «rotors sans fer», notamment en cas d'alimentations à courant pulsé (auxquelles les RSF sont totalement allergiques).

Ces moteurs sont facilement disponibles chez NWSL aux USA. A noter que les plus petits sont aussi les plus chers. Ils sont, à dimensions égales, plus onéreux que les MASHIMA (voir CM n°0) mais sont aussi plus performants.

On retiendra les 12x20C et 12x25C, intéressants pour leur faible encombrement ; le 18x23 FlatC à utiliser sur les petits engins en Zéro ; le 28x40C pour sa puissance et son rendement excellent (gros engins en Zéro). Les prix varient de $20 à $30 ($1 ≈ 5,60 F). Les taxes d'importation sont d'environ 30 %, TVA française comprise.

A noter, pour ceux d'entre vous qui sont encore hésitants à commander à l'étranger, que cela va quelquefois plus vite que de commander à un commerçant français (et ne parlons pas des artisans ...). NWSL livre rapidement tant qu'il s'agit de petits colis. Vous pouvez gagner quelques jours en passant vos commandes par FAX. Un Minitel suffit : 3617 code FAX. N'oubliez pas de tenir compte du décalage horaire. NWSL, c'est à Seattle, dans l'état de Washington, pas très loin de Vancouver, c'est à dire de l'autre côté des USA.



Type CAN : C FLAT : F	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Couple g/cm	Vitesse t/mn	Courant mA	Rendement %	Puissance W
				A vide				
10x15 C	10	15	1,5	7,2	27.500	190		
10x23 C	10	23	1,5	25	16.500	90		
12x20 C	12	20	1,5	11	24.500	50	32	0,60
12x25 C	12	25	1,5	14	17.800	40	43	0,75
12x30 C	12	30	1,5	25	15.000	40		0,75
14x20 C	14	20	1,5	22	17.100	36	45	0,75
14x25 C	14	25	1,5	31	17.000	49	50	0,98
16x20 C	16	20	2,0	22	16.800	140	39	1,13
16x30 C	16	30	2,0	49	14.900	100	48	1,50
18x33 F	18	33	2,4	108	8.300	90	62	2,65
18x36 F	18	36	2,4	150	7.500	60		
20x27 C	20	27	2,4	79	9.100	100	48	2,27
20x32 C	20	32	2,4	86	9.800	100	50	2,27
22x24 C	22	24	2,4	45	17.000	160	44	2,35
22x31 C	22	31	2,4	79	11.000	110	53	2,80
22x36 C	22	36	2,4	100	9.800	75	61	3,17
22x40 C	22	40	2,4	115	9.500	75	58	3,25
28x24 C	28	24	2,4	100	9.800	130	49	3,25
28x30 C	28	30	2,4	180	8.200	90	62	4,38
28x35 C	28	35	2,4	245	7.000	100	70	4,90
28x40 C	28	40	2,4	288	8.300	100	77	6,57

NorthWest Short Line
BOX 423 SEATTLE, WA. 98111 - USA
FAX : 206-935-7106

Moteurs PITTMAN

Moteurs de fortes puissances pour échelles Zéro ou I

Ces moteurs, **très** puissants, sont équipés d'un induit à 7 pôles à encoches en hélice / bobinage imprégné de résine polyester haute résistance (classe 180 °C). Le collecteur est rectifié pour minimiser l'usure des balais qui sont en cuivre graphité. Les flasques sont en zamac moulé, équipés de paliers à roulements à billes. Les plus gros modèles sont des moteurs 19 volts (la tension maximum utilisable doit toujours être inférieure à 25 V continu / tension de sécurité). Ils sont construits pour NWSL et donc distribués par ce fournisseur. Leur prix était de $62 en 92.

Type	Diamètre mm	Longueur mm	Dia Axe mm	Tension d'alim.	Vitesse t/mn	Courant mA	Couple g/cm	Courant A	Puissance maxi W
					A vide		*Moteur bloqué*		
8413	31	54	3,96	12 V dc	8.000	260	483	3,78	45
9513	40	55	3,96	19 V dc	7.370	128	1.100	3,70	70
9514	40	60	3,96	19 V dc	7.370	207	1.700	7,48	143

Problèmes de mécanique

Installation des Réducteurs

L'installation de l'ensemble moteur plus réducteur dans un châssis d'engin moteur est l'un des points importants qui feront que votre machine tournera correctement ou sera boiteuse et bruyante. Les mécaniques qui équipent les modèles en kit ne sont malheureusement pas toujours très bien conçues .

Pour que vos pièces de mécanique tournent sans problème il faut impérativement respecter le principe de base : un seul point fixe par entité mécanique. On entend par entité toute partie formant un bloc rigide. Dans le cas de l'installation d'un moteur et d'un réducteur nous avons deux grandes options possibles :

❒ Le moteur et le réducteurs sont liés de façon rigide (ensemble monobloc).

❒ Le réducteur et le moteur sont totalement indépendants.

① Motoréducteur monobloc

Dans cette configuration le moteur est vissé directement sur le carter du réducteur, par exemple les RG4 et RG7 de Portescap, les réducteurs Branchlines, Railway ou DJH, les motoréducteurs Kit-Zéro, le FLEA II de NWSL. Le moteur et le réducteur forment alors une seule entité mécanique qui se trouve positionnée longitudinalement (par rapport au châssis) par l'intermédiaire de l'essieu. Comme on le voit sur la figure 1, les deux paliers A et B forment un point fixe. Toute mécanique devant avoir du jeu, le point C doit être libre pour permettre à l'ensemble de se placer librement en fonction des faux-ronds qui existeront inéluctablement. Si on fixe rigidement le moteur au point C on risque d'avoir un point dur à chaque tour du pignon calé sur l'essieu : le montage sera en plus bruyant par transmission des vibrations à la caisse.

On peut monter le moteur en le calant avec de la mousse (fig 2) ou avec une liaison articulée constituée d'une bague ceinturant le moteur (feuille de laiton) reliée de façon libre au châssis (fig 3 et 4).

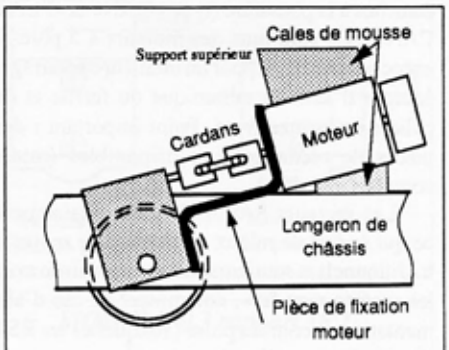


Fig 2

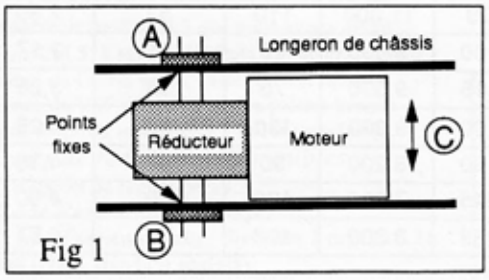


Fig 1

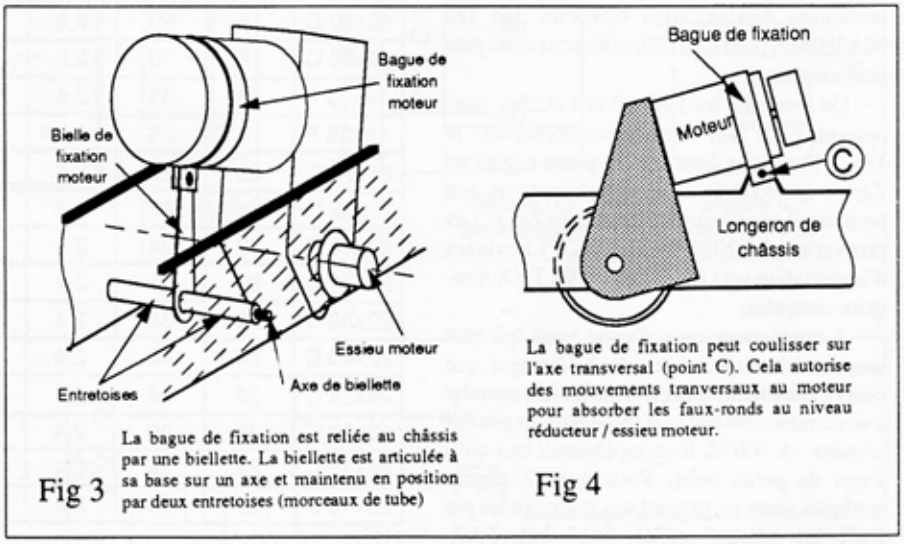


Fig 3 La bague de fixation est reliée au châssis par une biellette. La biellette est articulée à sa base sur un axe et maintenu en position par deux entretoises (morceaux de tube)

Fig 4 La bague de fixation peut coulisser sur l'axe transversal (point C). Cela autorise des mouvements tranversaux au moteur pour absorber les faux-ronds au niveau réducteur / essieu moteur.

② Réducteur indépendant

Nous trouvons ce cas de figure avec les réducteurs sous carter indépendants (NWSL par exemple). Le moteur et le réducteur forment deux entités mécaniques totalement indépendantes, qui seront d'ailleurs reliées par une troisième entité, l'axe de transmission. Le réducteur est obligatoirement positionné longitudinalement par les deux paliers A et B. Il est de plus positionné transversalement par son calage sur l'essieu. Par contre il reste libre de tourner autour de l'axe de l'essieu, et ce n'est pas le cardan d'accouplement qui va l'en empêcher. Il faut donc le maintenir tout en lui permettant un jeu latéral pour éviter tout point dur. On peut utiliser pour cela deux barres de guidage entre lesquelles le réducteur pourra glisser librement. Les barres seront faites d'un simple fil de laiton de 1 mm ; voir Fig 5.

Le moteur est quand à lui fixé rigidement sur le châssis. Il est accouplé au réducteur par une liaison à double cardan. Le double cardan a l'avantage de séparer mécaniquement les deux

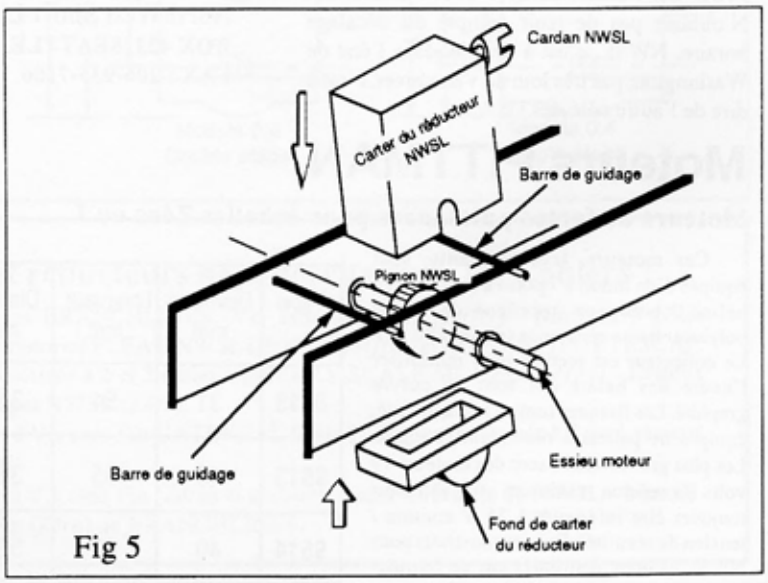


Fig 5

parties. Il ne transmet pas les vibrations et n'apporte aucun point dur. C'est une solution préférable au raccord par ressort enroulé ou par durit souple, ces systèmes transmettant une partie des vibrations et pouvant apporter quelques durs. Si l'essieu moteur n'est pas suspendu, on peut utiliser un cardan court (fig 6). Si l'essieu est suspendu, il faudra utiliser un cardan avec axe long pour réduire au minimum les variations d'angle entre les axes réducteur / transmission / moteur (fig 7). Bien qu'un double cardan permette un certain désalignement, il vaudra mieux l'éviter dans la mesure du possible (baisse du rendement, possibilité de légers points dur ; souvenez vous des 2 Ch Citroën dans les virages serrés).

Une solution plus *pro* est présentée à la fig 8. Il s'agit d'une fixation du réducteur par biellette. La biellette est articulée de façon très libre à ses deux extrémités (réducteur et châssis). NWSL n'a malheureusement pas prévu de patte de fixation sur ses carters de réducteurs. On peut percer dans le carter et monter un boulon ou ceinturer le carter par un bande laiton sur laquelle on attachera la biellette. Ce montage est valable avec ou sans suspension de l'essieu moteur

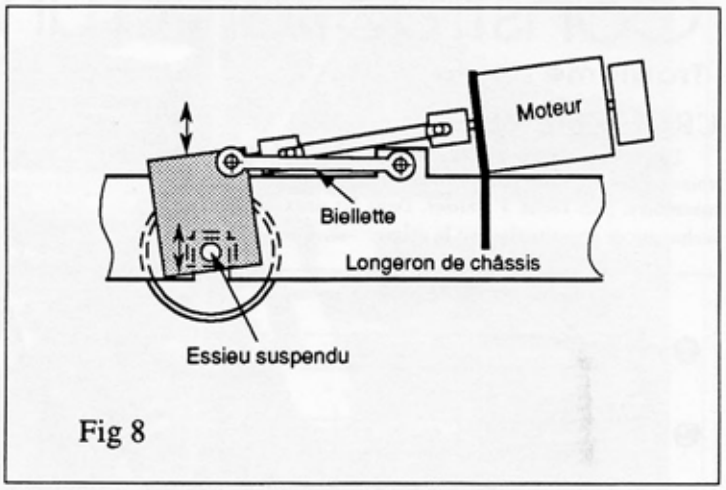


Fig 8

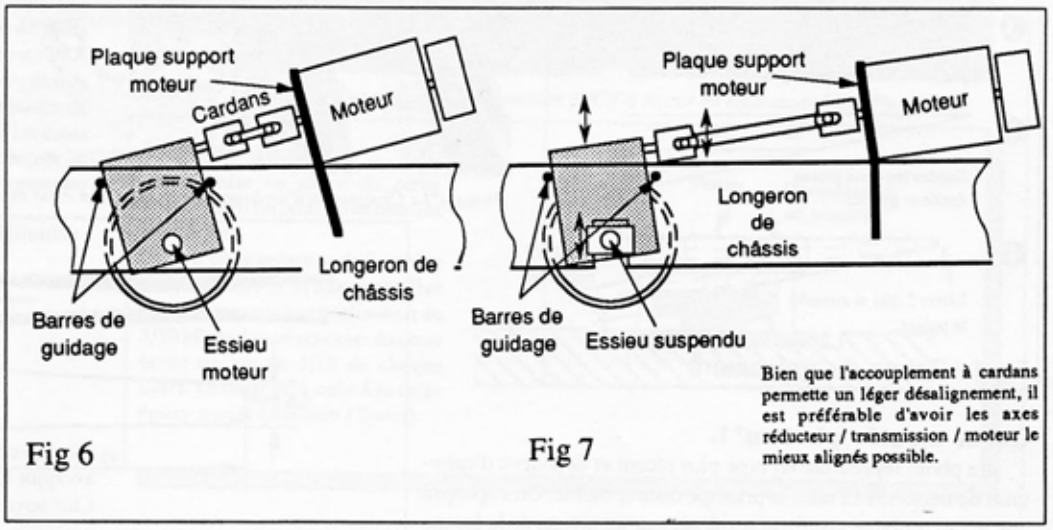


Fig 6

Fig 7

Bien que l'accouplement à cardans permette un léger désalignement, il est préférable d'avoir les axes réducteur / transmission / moteur le mieux alignés possible.

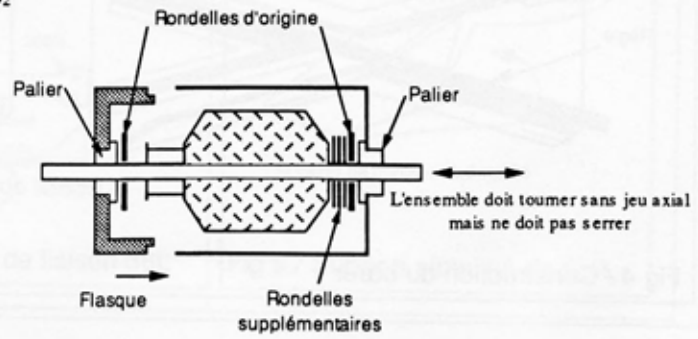
Vibrations des moteurs

Les moteurs à 5 pôles bon marché sont souvent bruyants et engendrent des vibrations importantes à grande vitesse. Le phénomène est encore ampliflié quand une vis sans fin est montée directement sur l'arbre du moteur. Le rotor de ces moteurs n'est évidemment pas équilibré. J'ai donc essayé de régler le problème en réalisant un équilibrage parfait par coulage de résine (araldite rapide) entre les armatures, passage au tour de l'ensemble puis équilibrage : résultat décevant, cela n'apporte pas grand chose. En fait, en y regardant de plus près, on s'aperçoit que les vibrations proviennent essentiellement du jeu longitudinal important de l'axe du moteur. La solution consiste donc à intercaler des rondelles pour éliminer totalement le jeu du rotor ... et toutes les vibrations disparaissent.

Pour cela il faut bien sur commencer par démonter le moteur ; en général en enlevant le bloc palier / support de charbons. On utilisera plusieurs rondelles fines (bronze si possible) plutôt qu'une seule épaisse. Cela diminue les frottements, et comme on est à l'intérieur du moteur, il est préférable de ne pas huiler. Remonter provisoirement et faire tourner. Il ne doit y avoir aucun jeu axial perceptible, mais le moteur doit tourner librement sans chauffer. Lorsque vous serez sur de votre montage il sera préférable de coller les éléments du carter moteur ; en général enveloppe acier et flasque plastique. L'idéal serait d'avoir un palier réglable monté sur filetage (cela s'est fait autrefois chez Hornby Hacho). Il est inutile d'essayer de caler l'axe par l'extérieur du moteur, avec des volants d'inertie montés très serrés par exemple, car les paliers sont montés par l'intérieur du moteur et ne sont pas toujours bien sertis sur le carter.

Nous avons déjà expliqué* qu'une vis sans fin engendre des efforts considérables et que les paliers des moteurs n'ont pas été conçus pour supporter de tels efforts. Cela est particulièrement vrai pour les moteurs RSF sur lesquels il ne faut **jamais** monter de vis sans fin directe. Pour être silencieux, les réducteurs à VSF doivent être exempt de jeu, aussi bien sur la vis que sur le pignon hélicoïdal. On comprend donc aisément qu'une VSF montée sur l'axe d'un moteur affecté d'un jeu de plusieurs dizièmes de mm sera on ne peut plus bruyante. Et cela ne s'arrangera pas avec le rodage. Alors il ne reste plus, au minimum, qu'à démonter le moteur et poser des rondelles. N'essayez pas de vous battre avec un petit moteur 3 pôles genre Mabushi, remplacez le par un 5 pôles à carter fermé Sagami ou un RSF (Escap / Faulhaber / Maxon). S'il y a suffisament de place, montez un réducteur sous carter NWSL avec accouplement par cardan (moteur Sagami ou RSF). Pour les très petits engins en HOm on trouve des moteurs CAN ou RSF de 10 mm de diamètre qui se logent partout

* *Voir CM3 - Décembre 92*



Construction d'un aiguillage SNCF

Troisième partie

CROISEMENT

Le croisement est à coeur moulé, mais pour des voies de service vous pourrez utiliser un coeur en rails assemblés, plus facile à réaliser. Dans les deux cas la technique de construction est la même.

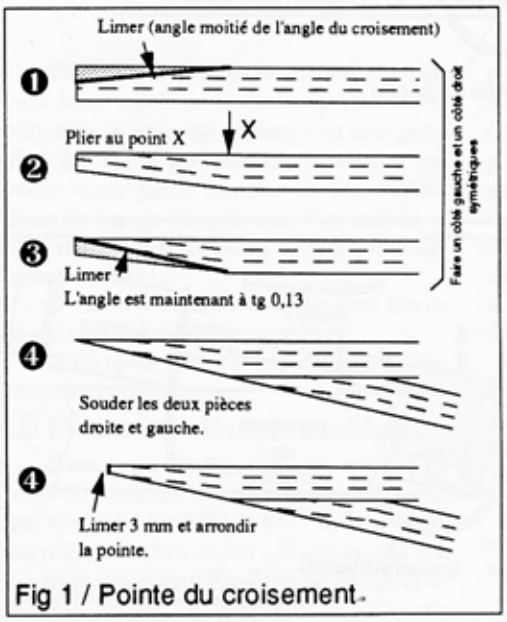


Fig 1 / Pointe du croisement

Photo n°1 - Croisement d'un branchement SNCF à cœur moulé. Photo Huet.

Coeur moulé / photo n°1.

La photo représente un type plus récent et dépourvu d'entretoise de liaison 36L, mais le principe reste le même. On s'aperçoit que le rail présente une forte sur-épaisseur au niveau de la lacune et de la pointe, ceci afin de renforcer la surface utile pour l'appui des tables de roulement des roues. Contrairement à une idée préconçue, le fond du cœur moulé ne sert pas d'appui aux boudins de roues pour le passage de la lacune. Cela se pratique par contre régulièrement en modélisme, et c'est la cause de bien des déraillements (aiguillages mal dessinés + boudins trop haut + profils de boudins trop pointus).

- Préparer une plaque de laiton de 3/10 aux dimensions du dessin.
- Souder la pointe sur la plaque.
- Former les rails : amincir d'abord le profilé sur toute la longueur de la partie contre-rail. Souder une bande de laiton le long du rail pour en augmenter l'épaisseur puis former le rail à la lime.
- Mettre en place : procéder comme pour le cœur assemblé.
- Faire une pointe en laiton 3/10 pour fermer le trou de la pointe.
- Garnir le fond d'araldite pour simuler l'embase de la fonderie.

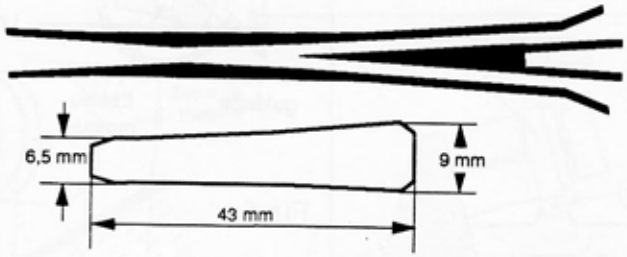


Fig 2 / Embase du cœur

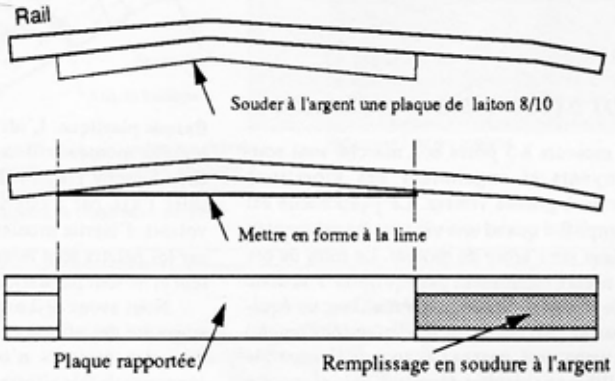


Fig 3 / Rails du cœur moulé

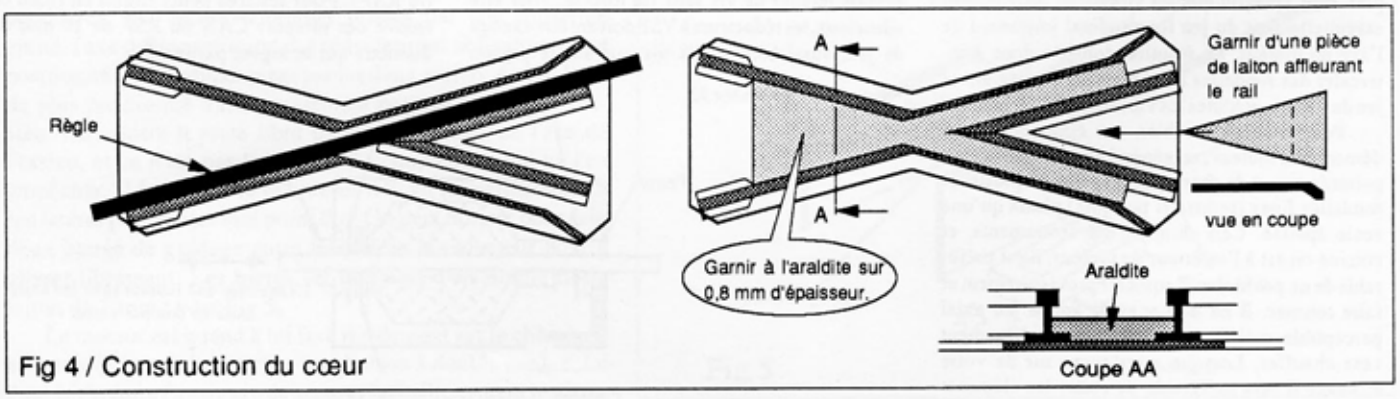


Fig 4 / Construction du cœur

Coeur du croisement en rails assemblés / photo n°2.

Les éléments constitutifs sont normalement attachés entre eux par des entretoises en fonte boulonnées (voir photo n° 2). Pour simplifier la construction, surtout à l'échelle HO, nous utiliserons une plaque de base en laiton (3/10 en HO et 5/10 en Zéro).

- Préparer une plaque de laiton aux dimensions du dessin.
- Souder la pointe sur la plaque (soudure liquide). Si vous soudez au fer ou au chalumeau, ne chauffez pas trop pour ne pas dessouder la pointe).
- Former les rails. Notez bien la petite partie droite au niveau de la lacune, en avant de la pointe (voir photo n° 2).
- Mettre en place en vous servant d'une règle (morceau de rail ou autre) pour ajuster l'alignement. Souder (soudure liquide) au deux extrémités uniquement.
- Respecter le jeu des contre-rails. En HO, tout dépend des normes de roulement que vous utilisez : entre 1,1 et 1,2 mm pour un écartement de dos de roues de 14,8 mm / entre 0,9 et 1,1 mm pour des roues P87.
- Mettre en place provisoirement avec des gabarits d'écartement 16,5 mm et vérifier avec des essieux de référence (des essieux dont vous aurez ajusté les cotes de calage des roues) qu'il n'y a pas de coincement au passage de la lacune et de la pointe. Sinon, augmenter légèrement l'écartement du contre-rail.

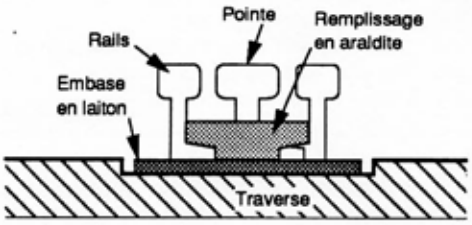
Quand vous êtes bien sur de vous, soudez définitivement les deux rails.

Photo n°2 - Croisement d'une traversée de jonction SNCF à cœur en rails assemblés. Photo Huet.

Mise en place

Avant mise en place du cœur, souder un fil fin pour l'alimentation électrique.

Du fait de la présence de l'embase en laiton 3/10 il faudra entailler les traverses sur une profondeur de 3/10 à l'emplacement exact du cœur (avec un jeu de 5/10 de chaque côté). Le cœur sera collé à la colle époxy rapide (Araldite / Sader).



CONTRE-RAILS

Chaque contre-rail est constitué d'une cornière en acier supportée par 2 supports longs (type 36SL), 3 supports courts (type 36SM). Une entretoise de liaison (type 36L) relie le contre-rail au coeur.

- Le contre-rail sera taillé dans du U en laiton fraisé de 1 x 1 mm.
- Les supports devront être réalisés en laiton en s'inspirant des dessins 7 et 8. En HO on peut simplifier en les taillant dans du U en laiton fraisé de 2 x 2 mm. Pour la pièce de liaison il vaut mieux utiliser du plasticard pour éviter les courts-circuits.
- Solution simplifiée pour voies de service : les contre-rails sont réalisés en profilé de rail. Ils sont alors solidarisés au rail correspondant par des boulons ou par des supports en tôle pliée (dessin fig 9). Le profilé utilisé en HO comme en zéro n'étant pas à l'échelle, il faudra limer le patin du C.R. pour pouvoir le positionner à l'écartement Fine Scale

➢ *A suivre : les étapes du montage.*

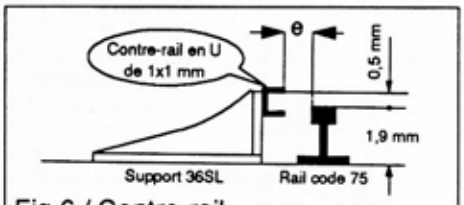


Fig 6 / Contre-rail

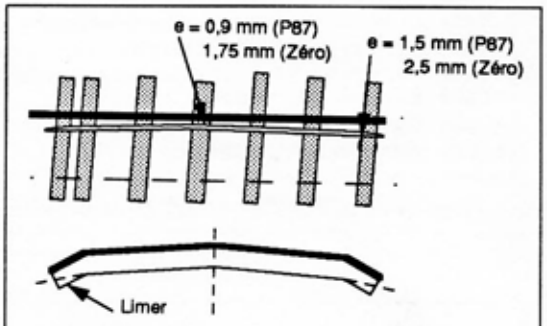


Fig 5 / Contre-rail

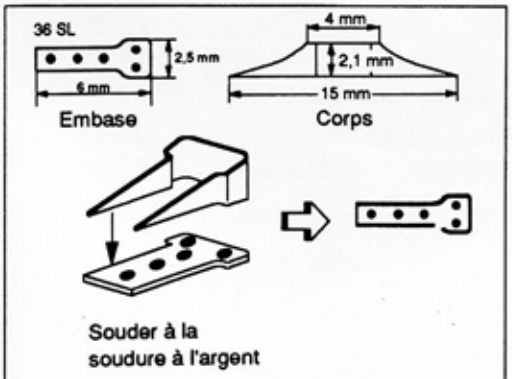


Fig 7 / Support de C.R. type 36SL

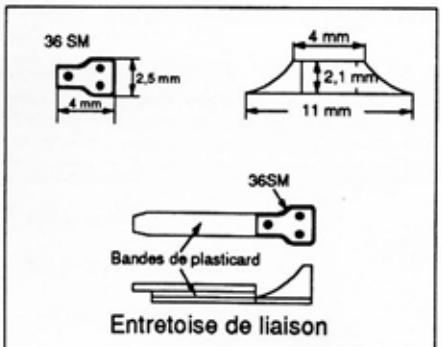


Fig 8 / Entretoise de liaison 36L

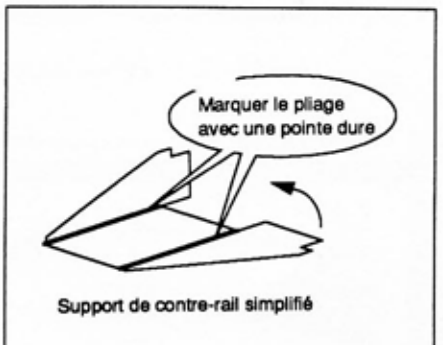


Fig 9 / Support simplifié de C.R.

HUET

Tarif juillet 1993

Ce tarif annule et remplace les précédents.
● Produits nouveaux.

A - Matériel roulant P:87

	Prix TTC
A501 : Train Impérial du P.O.	(93)

☞ *Le Train Impérial sera mis en réservation dans le numéro 6 d'octobre 93.*

B - Matériel roulant 1/43,5

Plus aucun modèle 1/87 et 1/43,5 du *Catalogue 91* n'est réservable. Toutes les commandes seront, je l'espère, livrées d'ici fin 93.

C - Voie P:87

	Prix TTC
C101 : Coussinets - pack de 500 (C&L)	135,00 F
C102 : Traverses plastique - pack de 100 (C&L)	20,00 F
C103 : Glissières d'aiguille - pack de 100 (C&L)	31,50 F
C104 : Eclisses plastique - 24 paires (C&L)	22,00 F
C105 : Travelage d'aiguille (C&L)	19,00 F
C106 : 2 gabarits 16,5 mm (C&L)	44,00 F
C107 : Rail DC code 75 / pack de 18 x 30 cm	60,00 F
C501 : Notice de montage et plans de pose des voies MIDI,PO,OUEST & ETAT (rails D.C.)	10,00 F
Comptez environ 120 traverses et 250 coussinets pour un mètre de voie.	
C201 : Kit aiguille tg 0,13 type MIDI	190,00 F
C202 : Kit aiguille tg 0,11 type MIDI	190,00 F
C203 : Kit aiguille triple type MIDI	
C301 : Traverses en Circuit Imprimé / pack de 20 x 30 cm	50,00 F
C302 : Rail Vignole code 75 / pack de 18 x 30 cm	60,00 F
C601 : Moteur d'aiguille lent *TORTOISE*	129,00 F

D - Produits Modélistes

	Prix TTC
D101 : Ballast HO gris clair 1/5 litre (Slater's)	28,00 F
D102 : Ballast HO gris foncé 1/5 litre (Slater's)	28,00 F
D103 : Ballast HO concassé brun 1/3 litre	28,00 F
D301 : Charbon fin (pour HO)	15,00 F
D302 : Charbon moyen (pour "0")	15,00 F
D401 : Carte briques relief HO appareil anglais (voir CM3)	23,00 F
D402 : Carte briques relief "0" appareil anglais (voir CM3)	28,00 F
D403 : Carte briques relief HO appareil flamand (voir CM3)	23,00 F
D404 : Carte briques relief "0" appareil flamand (voir CM3)	28,00 F
D501 : Soudure liquide (100 grammes)	60,00 F
D502 : Soudure en fil 0,5 mm (50 grammes) sans nettoyage	40,00 F
D503 : Flux pour D502 (40 ml)	30,00 F
✱D504 : Soudure à l'argent (25 grammes)	40,00 F
✱D505 : Flux pour métaux ferreux	55,00 F

Régulateurs PENTROLLER *Voir description dans CM1- Juillet 92*
A commander directement chez Stewart Hine (voir carnet d'adresses).
Nous consulter pour tous renseignements. Nous pouvons vous fournir un bon de commande en anglais.

Les Cahiers du Modélisme
Année 92 : Quatre numéros (0, 1, 2 & 3) - Franco : 120 F.
Abonnement 93 : 120 F.

E - Peintures

	Prix TTC
◆ Acryliques / Cellulosiques - pots de 40 ml	25,00 F
E101 : Noir satiné	
E102 : Vert P.L.M satiné	
E103 : Vert clair NORD satiné	
E104 : Chocolat NORD satiné	
E105 : Rouge satiné	
E106 : Noir charbon mat	
E107 : Vert SNCF satiné	
E108 : Brun foncé wagon 1950	
E109 : Brun rouge wagon PLM	
✱E110 : Gris artillerie PO satiné	
✱E111 : Noir semi brillant	
◆ Vernis glycéro - pots de 40 ml	25,00 F
E301 : Vernis satiné.	
E302 : Vernis mat.	
◆ Acryliques à l'eau - pots de 40 ml	25,00 F
E401 : Rouge filets.	
E402 : Jaune filets.	
E403 : Blanc filets.	
E404 : Rouille patine mat.	
E405 : Noir sale patine mat.	
◆ Complémentaires -	
E501 : Primer chromato-phosphatant (1/8 litre)	40,00 F
E502 : Diluant Universel (1/8 litre)	23,00 F
E512 : Diluant Universel (1/2 litre)	55,00 F
E503 : Décapant Universel (1/8 litre)	23,00 F
✱E504 : Base mattante (40 ml) pour série E100 sauf E101 & E102	25,00 F

F - Accessoires

		Prix TTC
F101 : Motoréducteur RG4-1219	Dans la limite des stocks	400,00 F
F102 : Motoréducteur RG7	Dans la limite des stocks	550,00 F
F103 : Motoréducteur simple "0" (voir CM3)		275,00 F
F111 : Adaptation type 1 pour F101 (MJT)	Dans la limite	40,00 F
F112 : Adaptation type 2 pour F101 (MJT)	des stocks	40,00 F
F201 : 2 lanternes HO type P.L.M (Laiton)		30,00 F
F202 : Pompe Westinhouse HO (Laiton)		30,00 F
F203 : 12 supports de main-courante "0"		40,00 F
F204 : 15 supports de main-courante "HO"		30,00 F
F205 : 15 supports de main-courante "N"		35,00 F
F206 : 2 soupapes à balance HO (Décoletés)		10,00 F
F207 : Kit paire d'attelages Old Timer "0" (Laiton)		45,00 F
F208 : Pompe Westinhouse "0" (Laiton)		45,00 F
F301 : Kit paliers flexichas HO dia 3,2 mm (MJT)	Dans la limite	48,00 F
F302 : Kit paliers flexichas HO dia 2 mm (MJT)	des stocks	48,00 F
F401 : 6 prises de courant à pistons HO (K.M.)		48,00 F
✱F501 : Fil laiton dressé diam. 0,30 mm (N)		22,00 F
✱F502 : Fil laiton dressé diam. 0,45 mm (HO)		22,00 F
✱F503 : Fil laiton dressé diam. 0,70 mm ("0")		22,00 F

HUET 5, rue des Anciens Combattants F59175 TEMPLEMARS -FRANCE-
20.95.10.59 Heures de bureau

Paiement par CB VISA, Eurochèques, Chèques sur une banque française.
Toutes expéditions en recommandé au dessus de 250 F.
Frais d'expédition : **35 F** pour commande inférieure à 250F / **65 F** pour commande supérieure à 250 F / **150 F** pour machines Zéro (ChronoPost) / Etranger : selon coût.

Carnet d'adresses

BRANCHLINES 4, Prospect Park
P.O. box 31, EXETER, EX4 6NY
ENGLAND

STEWART HINE 44 Waverley Road
Rayners Lane, Harrow, Middlesex HA2 9RD
ENGLAND

DUTON PRODUCTIONS
90 rue du Gl de Gaulle - F77000 MELUN

Atelier du Château d'O
63 route Plessier Villare - F77730 CITRY

HAXO MODELE
35 rue de Chars - 95640 MARINES

HISTOIRE D'O
26 Parc de Maugarny - 95680 MONTLIGNON

GUY JOURDAN
13 Av. De Gaulle - F26200 MONTELIMAR

LOCOSTYLE
13 rue du Mai - F94440 VILLECRESNES

M.A.T
1 rue de Miré - F37510 BALLAN

CHRISTIAN MAUDUIT
Route de Saint Laurent - F18100 VIERZON

Modèles Réduits Benoît Semblat
F89160 ANCY - le - LIBRE

RAILWAY
BP 39 F14101 - LISIEUX

PRINT FORUM LILLE