

# OPITEC

114.549

## Exercice de brasage (Cours de base Brasage tendre)



### Remarque

Une fois terminées, les maquettes de construction d'OPITEC ne sauraient être considérées comme des jouets au sens commercial du terme. Ce sont, en fait, des moyens didactiques propres à accompagner un travail pédagogique. Ce kit de construction ne doit être construit et utilisé par les enfants et les jeunes adolescents QUE sous la direction et la surveillance d'adultes expérimentés. Ne convient pas aux enfants de - de 36 mois. Risque d'étouffement!

Liste de matériaux	Quantité	Dim. ( mm )	Description	N° de pce
Plaque en MDF	1	100x100x8	Plaque de fond	1
Fil à brins multiples	1	500	Câblage	2
Fil à souder	3	250x2	Montage	3
Fil à souder	1	100x3	Montage	4
Diode lumineuse	1	ø5	Eclairage	5
Clip de pile	1	100	Source de courant	6
Commutateur coulissant	1	19x6	Interrupteur	7
Pince crocodile	2		Support	8
Résistance 220 Ohm	1		Résistance	9
Grille à bande	1	38 x 24	Platine	10
Vis à tête cylindrique	6	M3x16	Vissage	11
Mutter	16	M3	Vissage	12
Borne de connexion	4		Fixation	13
Punaises	4		Fixation	15
Douille en laiton	2	15x5	Fixation	16
Rouleaux d'écartement	2	7/3,6	Eclairage	17
Tube thermorétractable	1	3,2	Eclairage	18

### Outils nécessaires:

Fer à souder, étain à braser,  
graisse décapante  
Scie à métaux  
Pince à dénuder  
Fer à air chaud  
Tournevis  
Pince de pliage  
Limes à clefs  
Pincettes à linge  
Punaises ou perceur

# INSTRUCTIONS

## Buts d'apprentissage:

Connaissances de base en physique et chimie  
Eviter les brasures froides

Choix correct de fers à souder, métal d'apport et fondants

Veiller à ce qu'il n'y ait pas de graisse  
Affûtage des brasures  
Nettoyage des brasures  
Travail avec les fondants

Dénuder les câbles  
Galvaniser les câbles

Brasage du cuivre sur de l'acier galvanisé ou nickelé  
Brasage de cuivre sur du cuivre  
Brasage de cuivre sur du laiton  
Brasage de laiton sur du laiton  
Brasage de composants électroniques

## Un peu d'histoire

Le brasage est une technique de raccordement qui existe depuis plus de 5000 déjà.  
Avant la découverte du soudage et des techniques actuelles de colle, le brasage était l'une des techniques de jonction les plus importantes.  
Mais qu'est-ce que le brasage ?

## Théorie

Le brasage c'est un procédé thermique permettant la jonction des matériaux. Lors de ce procédé, deux matériaux métalliques sont assemblés à l'aide de métal fondu. Contrairement au collage, où les deux éléments sont maintenus ensemble par adhésion, il y a une association décisive de matériaux grâce à la formation d'alliages aux surfaces limites. A ce moment-là, la température de fonte des matériaux de base n'est pas atteinte. Au contraire, lors du soudage la température de fonte est dépassée.

On distingue

- jusqu'à 450 °C: brasage tendre
- dès 450 °C: brasage dur

Ce cours de brasage s'occupe exclusivement du brasage tendre et aussi du fer à souder.

Outre cette technique, il existe encore des procédés manuels et industriels, comme le brasage à la flamme avec une flamme de gaz, le brasage au four dans un four à passage continu et le brasage tendre à la vague de platines, pour ne citer que les plus importantes.

Le fer à souder électrique produit à sa pointe des températures entre 200 et 450 degrés.

Les fils à souder contenant du plomb commencent à devenir liquides déjà à environ 185 degrés. Mais ceux qui ne contiennent pas de plomb seulement dès 195 jusqu'à 225 degrés.

La température idéale de la pointe du fer à souder se situe (selon le fil à souder) entre 320 et 350 degrés.

Les fils à souder, en règle générale, sont composés par l'association de plusieurs métaux, qui procurent au fil différentes propriétés pour différentes possibilités d'utilisation.

La plupart des fils à souder ont un grand pourcentage d'étain (signe chimique Sn pour stannum en latin) ou le plomb (signe chimique Pb pour plumbum en latin). On y trouve aussi encore du cuivre (signe chimique Cu pour cuprum en latin), de l'argent (signe chimique Ag pour argentum en latin), de l'antimoine (signe chimique Sb pour Stibium en latin) et du cadmium (signe chimique Cd).

Le plomb fait descendre la température de fonte et permet au métal de bien fondre,

Le cuivre empêche un ôtage de cuivre des composants et de la pointe de brasage. L'argent augmente le point de fusion et empêche qu'il y ait un désalliage de l'argent dans les composants en contenant. L'antimoine augmente la résistance, le cadmium fait baisser le point de fusion.

La quantité des différents composants est inscrite en pourcentage dans la description.

Ainsi par exemple le fil à souder OPITEC exempt de plomb Sn99Cu1 99 % d'étain 1 % de cuivre. Ou le fil OPITEC contenant du plomb

Sn60Pb38Cu2, 60% d'étain, 38% de plomb et 2% de cuivre.

# INSTRUCTIONS

## Fils à braser électroniques exempts de plomb

Depuis le 1er juillet 2006, dans le domaine électronique industriel, il n'est plus autorisé d'utiliser du plomb (toxique) dans le fil à souder conforme à RoHS). On peut encore utiliser des fils contenant du plomb dans le domaine privé.

Malheureusement, les nouveaux fils sont plus difficiles à braser, ce qui est dû au fait que le point de fusion est d'env. 10 à 30 K plus haut.

## Fers à souder

Les fers à souder électriques se distinguent par leur puissance (5 - 250 Watt), la forme de leur pointe et le but d'utilisation.

Les fers à souder les plus utilisés se situent environ entre 20 et 100 Watt et sont employés tant pour le brasage électronique que pour le brasage mécanique (par exemple assemblage de tôles).

Les très petits fers à souder (aiguille de brasage) sont utilisés pour les brasages les plus fins dans l'électronique, par exemple pour la technologie des montages en surfaces (SMD). Les fers à souder très puissants sont utilisés pour des brasages nécessitant une forte chaleur. Ici, on trouve aussi le pistolet à braser à usage universel.

Les pointes se distinguent par leur forme et leur montage.

Selon l'emploi, on a des pointes en forme de burin, de forme conique ou de forme spéciale comme des pointes de marteau et pointes de débrasage.

Les pointes en cuivre se corrodent très rapidement et doivent être limées. Les panes à souder permanentes ainsi nommées sont recouvertes d'un léger film ferreux et résistent longtemps à l'usure. Elles ne doivent pas être limées car sinon la couche ferreuse n'a plus d'effet.

## Fondants

Les surfaces oxydées empêchent que le métal d'apport liquide puisse humidifier le métal. Une bonne comparaison; une surface graissée sur laquelle l'eau perle sans toucher vraiment le matériel. Les couches d'oxyde naissent de l'oxygène atmosphérique en général mais avant tout lorsque, en chauffant, la vitesse de réaction augmente.

Il faut empêcher cet état de fait.

Durant le temps de chauffe le fondant fond et, dans cet état, il fait office d'acide et élimine les oxydations des surfaces de métaux. En outre, il se forme une couche de protection et la détente des métaux baisse.

Si le métal d'apport, ensuite atteint sa température de fusion, il fond, et il humidifie les surfaces de métaux et forme avec les métaux les zones de diffusion souhaitées.

Les fondants les plus utilisés sont les fluides décapants contenant de l'acide et de la graisse, utilisés par exemple pour braser des tôles, des tubes et autres travaux de brasage plus grossiers.

Ils doivent ensuite être ôtés en raison de leur fort effet corrosif. Ils ne conviennent pas pour les brasages électroniques. Ici on va utiliser du colophonium (résine d'arbre semblable à l'ambre), contenu dans le fil à souder ou du miel de brasage qui trouve encore une autre utilisation et convient parfaitement aux débutants ou pour les brasages difficiles.

## Erreurs de brasage, comment les éviter

### Brasures froides

On parle d'une brasure froide lorsqu'entre le métal d'apport et le matériel à braser il n'y a pas de liaison définitive de matériel. Conséquences: le brasage ne supporte pas de charge mécanique. Ainsi un tube de chauffage peut par exemple se détacher à nouveau et redevenir perméable.

Le cas échéant, des composants électroniques n'ont pas de contact électrique ou alors le perdent à cause de corrosion ou de secousses. Une brasure froide peut avoir plusieurs causes.

Les deux plus importantes:

1. Une température du fer à souder trop basse ou un temps de chauffe trop court. Le métal devient certes fluide ou pâteux mais se refroidit au contact de l'objet à braser et se solidifie sans s'associer à lui.

2. Brasures et/ou panes à souder sont oxydées ou grasses

Une brasure grasse ou sale ne peut pas s'humidifier avec le métal. Il n'y a pas de liaison. Les pièces ont été nettoyées ni chimiquement (p. ex. alcool) ni mécaniquement (crayon en fibres de verre, papier émeri).

Les brasures froides doivent être à nouveau brasées. Le cas échéant, il faut encore y ajouter du métal d'apport et/ ou du fondant.

# INSTRUCTIONS

## Brasure suchauffée

Sur une brasure trop chaude, le fondant s'évapore et il n'y a pas d'humidification de la brasure/des pièces et les surfaces s'oxydent.

Causes : le fer à souder est trop puissant ou être réglé à une température trop haute. Ou alors le fer à souder est correct mais la brasure a été chauffée trop longtemps.

## Report de chaleur

Si la brasure est touchée uniquement avec un angle de la panne à souder, il n'y a pas assez de report de chaleur. C'est pourquoi il faut mettre la panne de façon à ce qu'il y ait la plus grande surface de contact possible. A ce moment-là, mettre un peu d'étain comme conducteur de chaleur entre la panne et la pièce.

Directement avant le brasage, on devrait frotter la panne chaude à une éponge humide ou un linge en cellulose (linge de cuisine) afin d'enlever des couches d'oxyde et des impuretés.

Si on met d'abord un peu d'étain sur la pointe du fer à souder et avec un peu de retard qu'on l'applique sur l'endroit à braser, le fondant s'évapore. Ainsi se forme une couche d'oxyde sur le métal d'apport liquide. Le professionnel conduit toujours en même temps fer à souder et étain vers l'endroit à braser. Le fondant ne s'évapore pas et reste à disposition du processus de brasage.

Chauffer la brasure brièvement et avec puissance, ajouter du métal d'apport, laisser couler et retirer immédiatement le fer à souder.

Les bons "braseurs" n'ont besoin pour le brasage de pièces électroniques que de 2 secondes au maximum.

## Conditions de réussite d'un bon brasage:

Les pièces à braser ne doivent pas avoir de surface oxydée.

On obtient une brasure techniquement parfaite qu'avec des pannes à soudées propres.

Avec la panne à souder et le métal d'apport y adhérant, la brasure doit être plus chaude que la température de fusion de l'étain. Pour des pièces grandes, volumineuses et bonnes conductrices de chaleur (par ex. bloc de cuivre), il faut le cas échéant utiliser un fer à souder de plus grande puissance afin de pouvoir atteindre la température de brasage.

En brasant, les partenaires de brasage doivent être protégés de l'oxydation due à l'air ambiant. Pour cela on a besoin de fondant qui recouvre brièvement les surfaces.

Lors du brasage, ce n'est pas la devise "beaucoup aide beaucoup" qui fait foi. Si on enduit un endroit à braser avec trop de métal d'apport, cela endommage. Le métal d'apport doit s'écouler lui-même. Cela est possible d'une part grâce au fondant qui réduit l'oxydation déjà en place et empêche qu'une oxydation de forme (avec la chaleur). Le fondant abaisse en outre encore le relâchement des surfaces et permet une bonne humidification des pièces.

En brasant 2 tôles par exemple, la distance entre les deux éléments est importante pour un bon résultat. Si la fente de brasage est trop petite/les pièces sont pressées les unes contre les autres, le métal d'apport ne peut pas couler entre les surfaces de contact. Si la fente est trop grande, alors il faut remplir l'espace de métal d'apport, ce qui occasionne une résistance mauvaise de la liaison. Dans l'idéal la fente de brasage est de taille à permettre que le métal d'apport puisse être tiré dans la fente, par effet capillaire.

# INSTRUCTIONS

## TRAVAUX PARATIQUES:

### Préparation

Avant de braser les pièces de ce kit de construction, il faut enlever la couche d'oxydation (la graisse de surface) en la nettoyant. Le fait de toucher l'endroit à braser avec des doigts gras a pour conséquence que le métal d'apport liquide ne peut plus humidifier l'endroit à braser. Il se forme une motte de brasage ronde mais qui ne peut pas former de liaison avec le matériel de base.

Même si les surfaces ont l'air propres, il est quand même possible qu'il y ait une couche d'oxydation, de l'huile ou de la graisse.

C'est pourquoi, il faut nettoyer la surface avec une tige en fibres de verre, de la laine d'acier, du papier émeri fin, de la solution savonneuse ou un linge trempé dans de l'alcool.

Ensuite, ne plus toucher.

Lorsque l'on veut associer des matériaux métalliques (cuivre, laiton) il faut absolument utiliser du fondant à cause des grands surfaces à braser. Le miel de brasage ou la graisse se sont révélés être le meilleur choix pour les exercices de brasage les plus difficiles. Pour les liaisons de brasage avec graisse il faut veiller à éliminer les résidus de la solution savonneuse à cause de leur effet corrosif. Pour des brasages sur des composants électroniques n'entrent en ligne de compte que des fondants non corrosifs tels que miel de brasage ou métal d'apport avec fondant.

Pour le kit de construction joint on devrait utiliser les fers à souder suivants:

- travaux de brasage électronique 15-30 Watt
- travaux de brasage sur les métaux 30-60 Watt.

Comme fondant, on peut utiliser pour tous les brasages le miel de brasage. Celui-ci a l'avantage de ne pas devoir être encore travaillé avec de l'eau savonneuse.



Bild 1

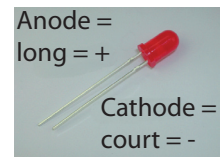
### Braser des câbles à la LED

On peut indiquer les brasages à préparer sur un côté de la plaque en MDF (1), comme support. Cette face sera ultérieurement la face inférieure.

Attention, la LED ne doit jamais être raccordée directement à la source de courant sans la présistance. Il s'en suit un endommagement immédiat de la LED.

De même, les LED's doivent être raccordées correctement selon les pôles négatif et positif. En cas de mauvaise polarité, la LED est aussi endommagée. C'est pourquoi les LEDs ont deux caractéristiques de reconnaissance pour la différenciation. Sur le dessin, on voit la LED avec un ergot long et un ergot plus petit, ainsi qu'une face arrondie et une face plate. L'ergot le plus court et la face aplatie caractérisent le pôle négatif.

Etant donné que le câble joint au kit n'est que dans une seule couleur, les câbles brasés doivent être marqués avec „Plus/positif“ et „Minus/négatif“.



1. Afin de relier la diode lumineuse (2) avec le câble (3) et (4), il faut tout d'abord préparer les fils de la manière suivante:  
Dans le câble (2) couper deux bouts de 220 mm. Dénuder les câbles aux 4 extrémités sur env. 5 mm. Les fines veines doivent absolument être dénudées, car elles étaient protégées par l'isolation de l'oxygène et de l'humidité.

2. Torsader chacun des fils du fil à brins multiples (ill. 2). Ainsi on empêche que des fils ultérieurement ne dépassent sur le côté. Mettre un peu de fondant aux extrémités.



III. 2

3. Etamer les extrémités libres. En étamant la panne chaude doit être posée en même temps que l'étain sur le fil (ill. 3). Le fil doit vraiment être chaud afin que l'étain coule bien. Un mouvement léger d'avant en arrière aide à répartir l'étain sur toute la longueur libre.

Raccourcir les ergots de la diode lumineuse à 10 mm et, comme décrit, étamer.



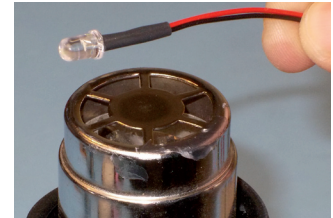
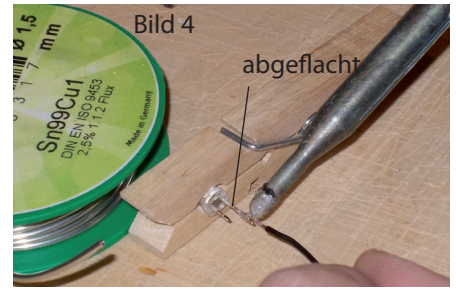
III. 3

# INSTRUCTIONS

4. Tenir les fils parallèles aux ergots de la LED et relier avec un peu d'étain (ill. 4).

On va relier le câble négatif avec l'ergot de la LED, qui se situe sur la face aplatie, et le câble positif avec l'ergot de la face arrondie (pôle positif). L'endroit à braser doit être chauffé rapidement, en tenant compte que env. 2-3 mm d'étain (épaisseur 1,5 mm) doivent être utilisés. Dès que l'étain s'est réparti vraiment bien entre les fils, il faut retirer rapidement le fer à souder (danger de surchauffe des composants et du métal d'apport).

L'endroit à braser doit rester stable jusqu'à ce que l'étain soit consolidé. Si on bouge in il y un mauvais brasage, consolidé en plusieurs bouts. C'est exactement pour ce travail que l'on pense à la 3ème main. Jusqu'à ce que l'on ait terminé, on peut s'aider pour la fixation des composants de pinces à linge (en bois) ou objet semblable. Enfiler sur chacun des endroits brasés des ergots de la LED, un petit morceau de tube thermorétractable (18) de 15 mm pour l'isolation et le rétrécir avec un appareil à air chaud (ill. 5). Maintenant, caractériser les extrémités libres du câble avec "Plus/positif" et "Minus/négatif".



III. 5

Jonction par brasage Tige filetée avec pince à dénuder

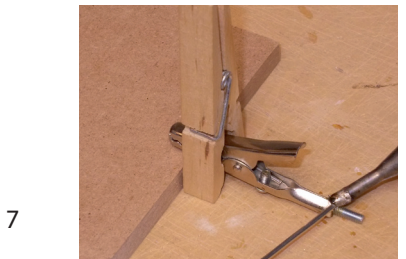
5. Après avoir coupé la tête de la vis de deux vis à tête cylindrique (11) (ill. 6) avec une III. 6 scie à archet ou un coupe-boulons, ébarber les filets de ce côté sur env. 10 mm avec une tige en fibres de verre (en cas de matériel très impur) et enduire de miel de brasage ou de graisse.

Enduire également la face intérieure de l'ouverture de la pince à dénuder (8) avec du fondant.

Enfoncer le bout fileté avec le côté coupé sur 10 mm tout juste dans l'ouverture et fixer sur la plaque de base.

Chauffer les deux pièces en même temps avec le fer à souder. Puis mettre du métal d'apport, laisser couler, ôter le fer à souder (ill. 7).

Attendre que la pièce en travail soit refroidie. On peut accélérer le processus de refroidissement avec une éponge humide.

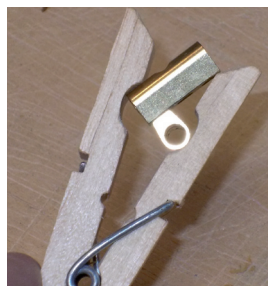


III. 7

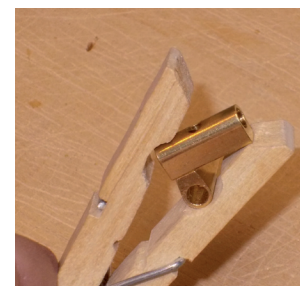
Jonction par brasage laiton avec laiton (bornes de connexion)

6. Comme illustré, fixer deux bornes de connexion (13) avec une pince à linge en bois.

Auparavant, poncer/nettoyer aux surfaces de contact avec du papier émeri/de la laine d'acier et tamponner uniquement les surfaces de contact avec du fondant. Comme illustré, fixer les bornes de connexion à 90 degrés en les décalant, avec une pince à linge (ill. 8 et 9) et poser sur la plaque de base/le support de brasage. Chauffer les deux éléments en même temps avec le fer à souder. Puis ajouter du métal d'apport, laisser couler, retirer le fer à souder (ill. 10). Retourner immédiatement la pièce et braser également le verso (ill. 11). Attendre que la pièce en travail soit refroidie. Il est possible d'accélérer le processus de refroidissement avec une éponge humide.



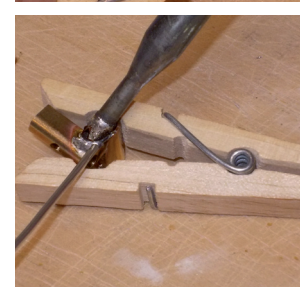
III. 8



III. 9



III. 10



III. 11

# INSTRUCTIONS

## Préparation des morceaux de fil

7. A partir de deux fils à souder de 250 x 2 mm (3) plier les éléments latéraux 3a et 3b conformément au pochoir de pliage (page 11). On obtient deux éléments symétriques !

III. 12

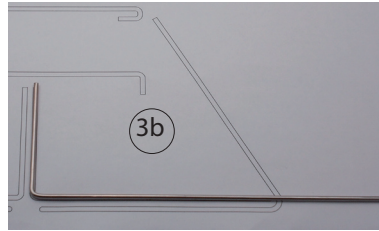
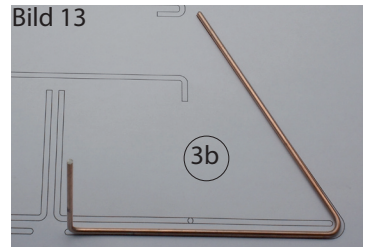
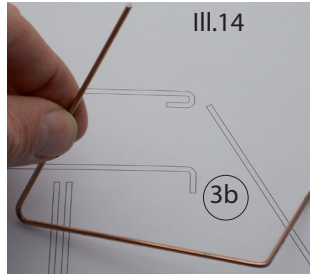


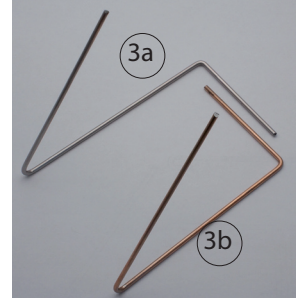
Bild 13



III.14

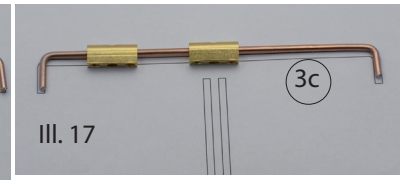
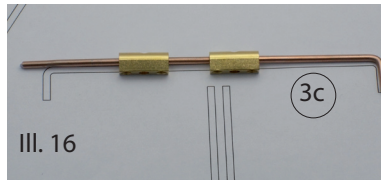


III.15



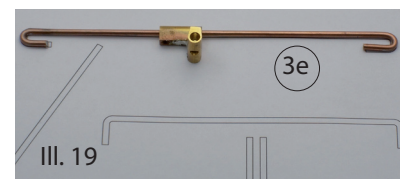
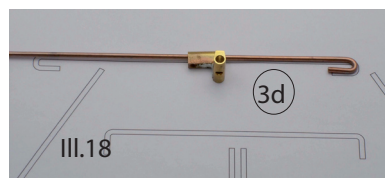
Pour le raccord de traverse (9) couper un bout de fil de soudure 250 x 2 mm (3) à 105 mm et plier conformément à l'illustration:

Après le pliage de la première courte traverse, enfiler deux bornes de connexion (ill. 16), puis, plier la 2ème courte traverse (ill. 17).



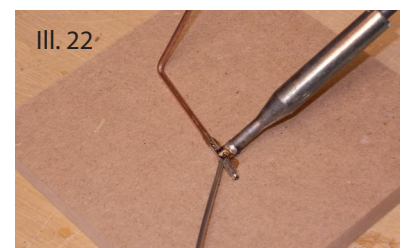
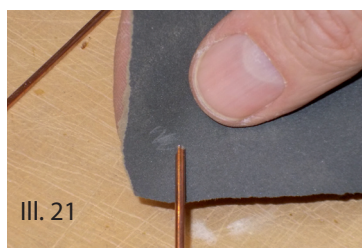
Pour le support de lampe (10) plier le fil de soudure qui reste (3) env. 145 mm selon l'illustration:

Plier la 1ère traverse (ill. 18), enfiler les bornes de connexion brasées conformément au schéma, plier la 2ème traverse (ill. 19).



## Jonction par brasage de deux fils de soudure

8. Ebarber les fils de soudure pliés (3a - 3d) aux extrémités avec une lime à clefs (ill. 20). Ensuite, poncer et nettoyer avec du papier émeri fin ou de la laine d'acier (ill. 21), de manière à ce que la couche de cuivre demeure (se laisse plus facilement brasier que des matières ferreuses). Enduire les extrémités d'une fine couche de graisse ou de miel de brasage. Etamer en couche toutes les extrémités de fil à brasier (ill. 22)



9. Selon l'illustration, fixer les éléments latéraux (3a+3b) aux courtes extrémités en les faisant se chevaucher de 10 mm avec des pinces à linge de manière à ce que la distance entre les éléments latéraux soit de 90 mm environ de l'un à l'autre.

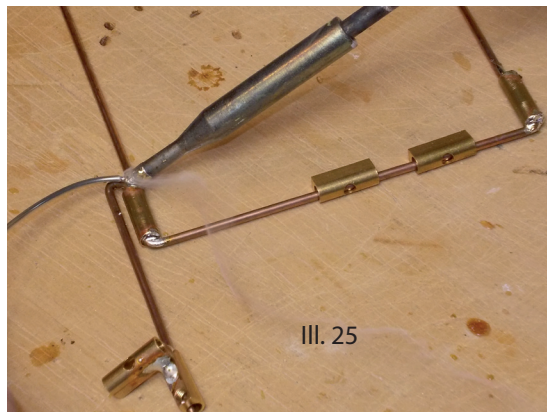
Chauffer en même temps les deux extrémités de fil avec le fer à souder (le mieux est de mettre auparavant un peu de métal d'apport frais sur la panne à souder. Puis ajouter peu de métal, laisser couler, retirer le fer à souder (ill. 24). Laisser les pièces ainsi fixées jusqu'à ce qu'elles soient refroidies.



# INSTRUCTIONS

## Jonction de brasage Fil de soudure avec fil de soudure et douille en laiton

10. Faire glisser les douilles en laiton (16) sur les extrémités libres des éléments latéraux brasés auparavant (3a+3b). Mettre le raccord de traverse (3c) dans les douilles et l'orienter pour qu'il soit placé bien régulièrement par rapport aux éléments latéraux. Comme illustré, mettre encore sur le côté gauche le support de lampe (3d) dans la douille en laiton (ill. 25).



III. 25

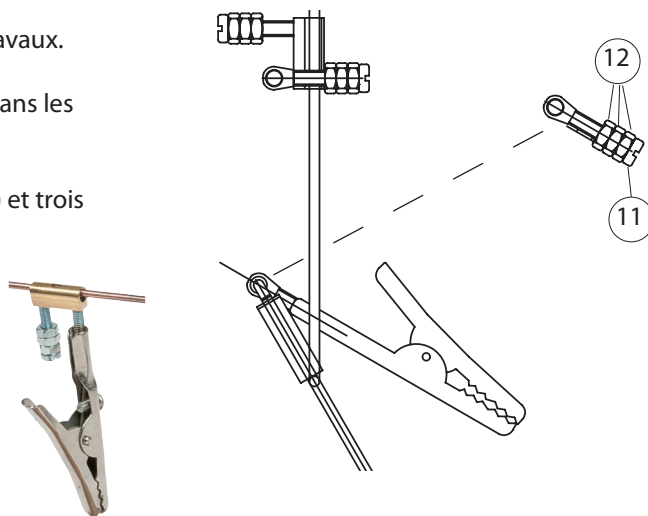
Poser sur la plaque de fond (1) ou le support de brasage, orienter/bien positionner et, dans l'endroit à braser (douille en laiton), dans les 2 ouvertures, mettre un peu de fondant.

Par face, chauffer les fils et les douilles avec le fer à souder, de manière régulière (le mieux est de mettre encore un peu de métal d'apport frais sur la panne à souder). Puis ajouter du métal d'apport, laisser couler, retire le fer à souder.

Maintenant, la „3ème main" peut être utilisée pour d'autres travaux.

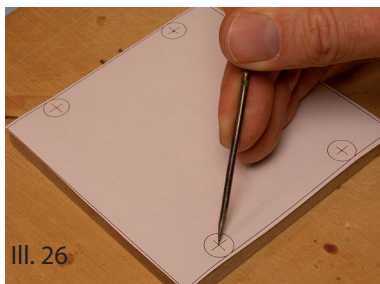
Pour ce faire, visser les vis de blocage et les pinces crocodile dans les bornes de connexion du raccord de traverse.

On va utiliser comme vis de blocage à chaque fois une vis (11) et trois écrous serrés jusqu'à la tête de vis (12). (voir illustration)



## Jonction de brasage Fil de soudure avec punaises

11. Découper le pochoir de la plaque de fond (page 13), le poser sur la face supérieure non utilisée et reporter la position des punaises (15) avec une punaise/ un perceur (percer à travers /ill. 26).



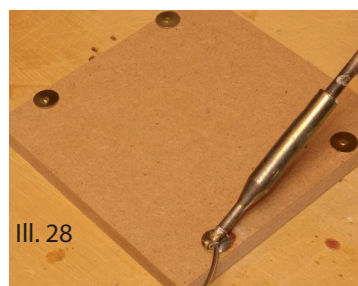
III. 26

Enfoncer les punaises (15) aux positions indiquées ou les frapper avec un marteau (ill. 27).



III. 27

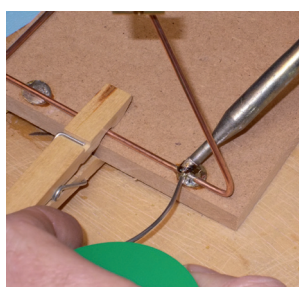
Poncer légèrement la face supérieure des punaises (15) avec du fin papier émeri/ de la laine d'acier/une tige en fibres de verre, mais de manière à ce que la couche de laiton demeure. Avec de la graisse ou du miel de brasage, enduire d'une fine couche. Ensuite, étamer (ill. 28).



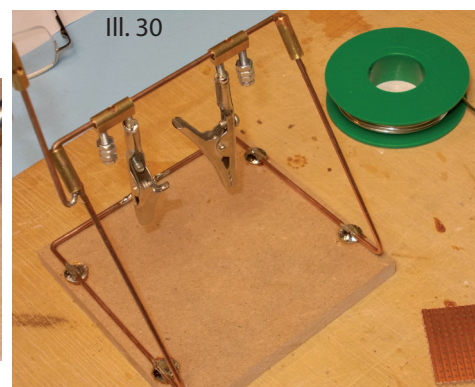
III. 28

Positionner le châssis au milieu sur les punaises et fixer (ill. 29).

III. 29



Chauffer chaque endroit à braser (punaises), à chaque fois les deux éléments en même temps avec le fer à souder. Puis ajouter du métal d'apport, laisser couler, et retire le fer à souder (ill. 29 et 30) et laisser refroidir la brasure.



III. 30



# INSTRUCTIONS

## Brasage de platine de composants électroniques

### Généralités

Pour brasier les pièces électroniques, on va utiliser du métal d'apport avec du fondant. Ceci a l'avantage de ne pas devoir enduire les pièces avec du miel de brasage, ce qui est parfois compliqué et les résidus peuvent rester sur la platine, car le fondant n'est pas corrosif.

Pour une meilleure compréhension et orientation des étapes suivantes, ce sont les illustrations et vues de la platine et du plan de connexion qui vous aideront.

12. Dans la platine à bandes quadrillée (10) faire passer la résistance (9) à travers les bons trous (8/3) et (8/6) (voir esquisse). Plier légèrement les fils afin qu'ils ne glissent pas.

Serrer la platine avec les bandes de cuivre conductives vers le haut dans les pinces de la 3ème main.

Placer le fer à souder en même temps sur la bande de cuivre et sur le fil, chauffer brièvement (2 secondes), mettre du métal d'apport électronique en même temps sur la bande de cuivre, le fil et la panne à souder, attendre que le métal soit coulé et retirer immédiatement le fer (ill. 31).

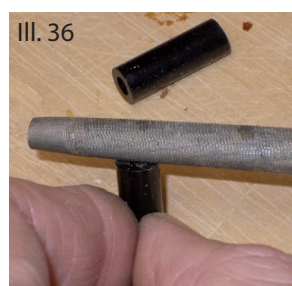
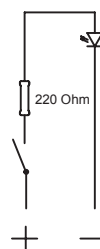
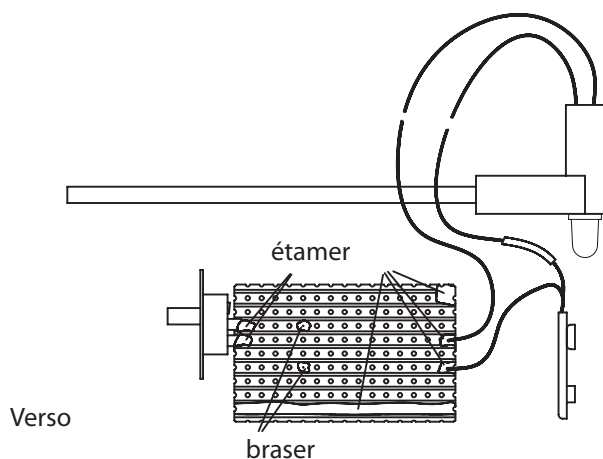
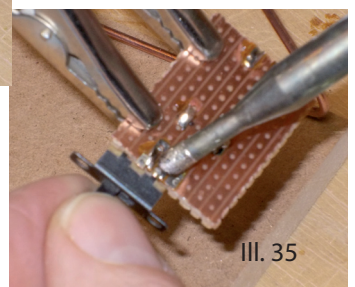
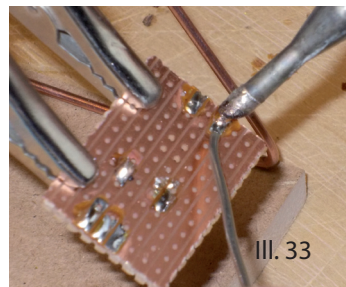
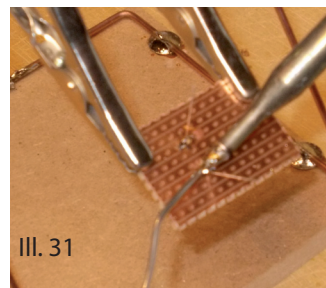
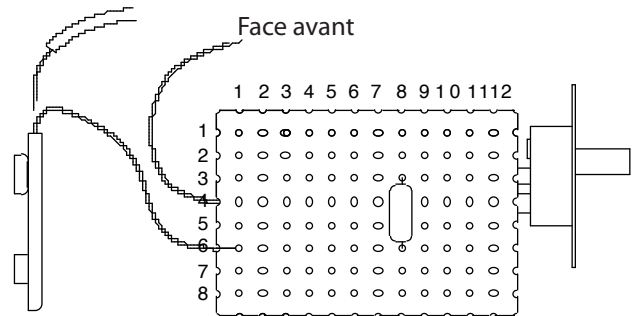
Après le refroidissement, couper les bouts de fil qui dépassent avec une pince coupante de côté (ill. 32).

Étamer en fine couche les endroits de connexion pour l'interrupteur (7) (12/3 et 12/4) et pour les câbles (1/4 et 1/6) (ill. 33).

Raccourcir les fils de raccordement du clip de pile (6) à 50mm, dénuder les extrémités sur 5mm et étamer.

De l'interrupteur, couper l'un des ergots extérieurs avec la pince coupante de côté (ill. 34). Étamer les autres ergots.

Comme indiqué sur l'illustration tenir l'interrupteur (7) aux points de raccordement de la platine (10) et chauffer l'endroit de manière à ce que le métal d'apport de la platine et de l'interrupteur coulent l'un avec l'autre, ajouter éventuellement un peu de métal d'apport (ill. 35).



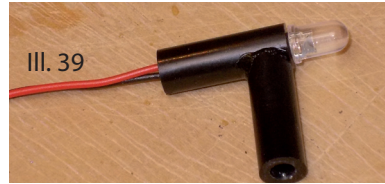
Limer une face frontale d'un rouleau d'écartement (17) avec une lime ronde au milieu (ill. 36) et adapter au diamètre du deuxième rouleau d'écartement (17) (ill. 37).

# INSTRUCTIONS

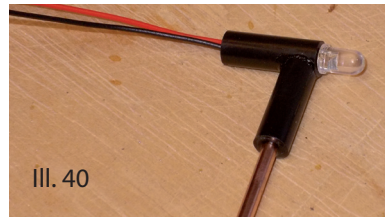
Coller le rouleau d'écartement travaillé avec un peu de colle instantanée sur le 2ème rouleau (ill. 38).



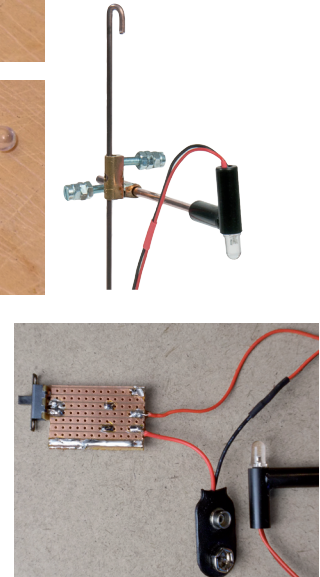
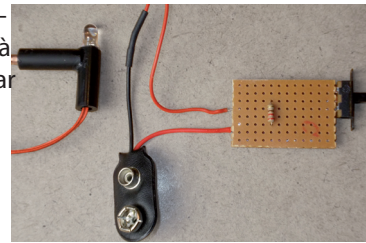
Enfiler le câble de raccordement de la LED (5) à travers le 2ème rouleau d'écartement (ill. 39).



Ebarber le fil de soudure de 3 mm (4) aux extrémités avec une lime à clefs. Ensuite poncer avec du fin papier émeri ou de la laine d'acier mais de manière à ce que la couche de cuivre demeure. Coller ce côté dans le côté ouvert du rouleau d'écartement (17) avec de la colle instantanée (ill. 40).



Faire glisser le fil de soudure (4) dans le support de bornes de connexion et bien serrer avec les vis de fixation. Pour ce faire tourner à chaque fois trois écrous (18) sur les vis et bien serrer, et bloquer par contre-écrou.



13. Braser les extrémités raccourcies du clip de raccordement (6) et les câbles de la LED (5).

Pour cela, maintenir le câble rouge du clip de pile à l'endroit étamé (1/6) de la platine (10) et braser en chauffant en même temps le point de platine et du fil à brins multiples (ill. 41). De même, braser le câble positif de la LED à l'endroit étamé (1/3).

Sur le câble négatif de la LED, enfiler un morceau d'env. 10 mm de tube thermorétractable. Ensuite, braser ensemble les câbles négatifs de la LED et du clip de pile aux extrémités étamées. Enfiler le tube thermorétractable sur l'endroit à braser et rétrécir avec un fer à air chaud.

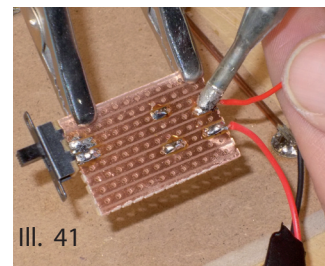
Il faut contrôler si le flux de courant est en accord avec le dessin de connexion et si la polarité a été respectée.

Pour contrôler relier une pile de 9 Volt chargée avec le clip et enclencher.

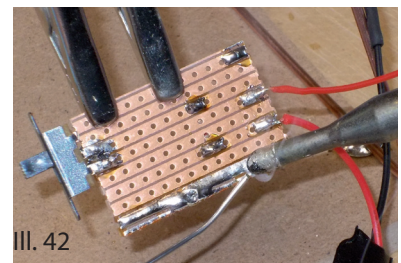
Si la LED ne s'allume pas, contrôler que celle-ci est bien raccordée, avec les bons pôles.

Si la polarité est correcte, contrôler les points de brasage froid et éventuellement rebraser à ces endroits.

Si la LED s'éclaire, desserrer à nouveau la pile et continuer de fixer la platine.



Etamer en fine couche la bande conductive inférieures complètement, aux endroits indiqués sur l'esquisse et aussi le point en haut à droite. (ill. 42)



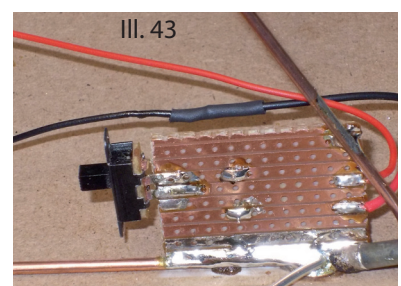
Braser la platine comme on le voit sur la vue latérale sur la traverse de gauche (ill. 43).

Pour ce faire, nettoyer les surfaces de la traverse avec de la laine d'acier/de la fibre de verre/du papier émeri, ajouter de la graisse ou du miel de brasage, positionner la platine et chauffer l'endroit à braser. Bien braser la platine en ajoutant toujours assez de métal d'apport. Braser de la même manière le point sur la traverse en biais. T

## Hinweis:

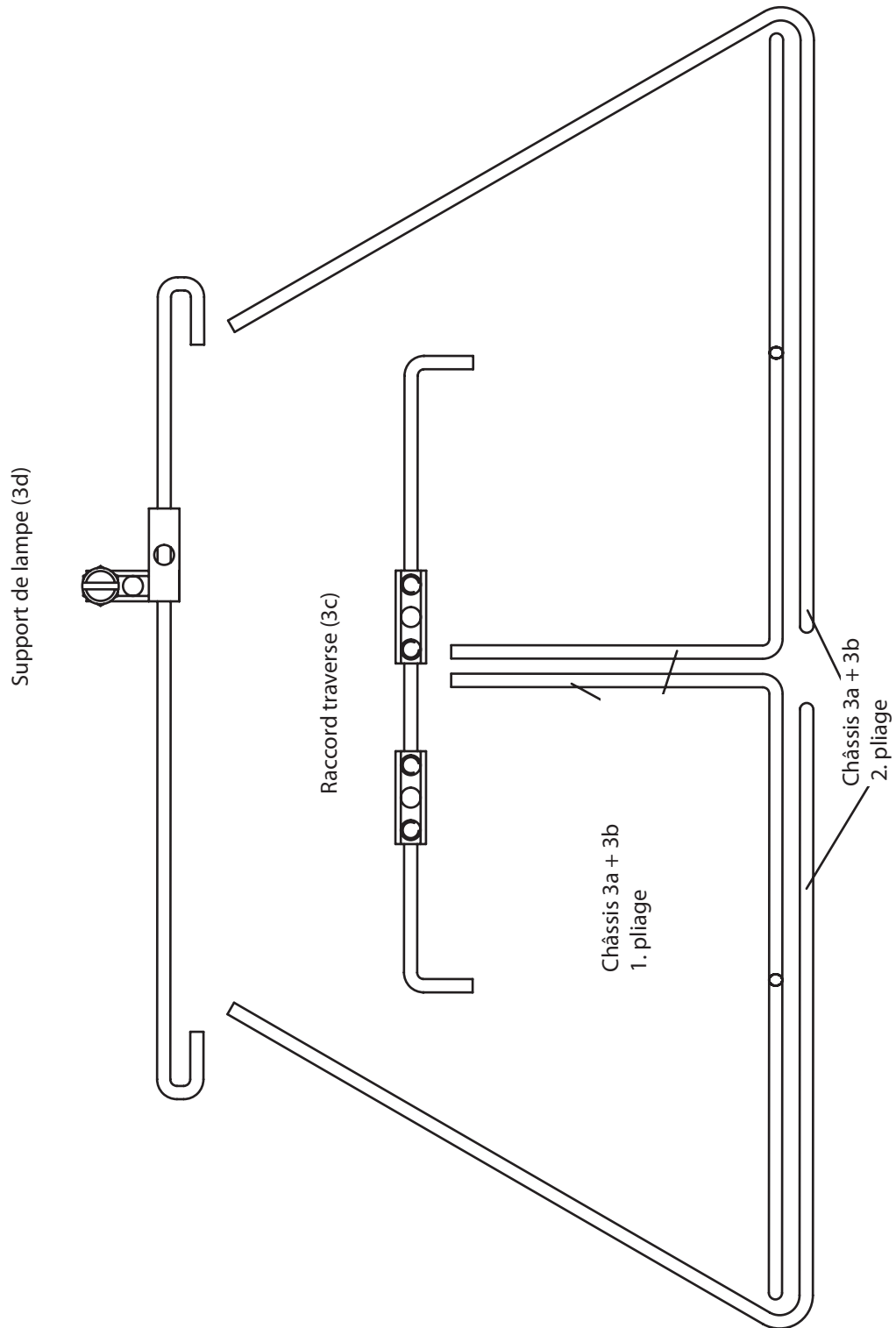
Kurzschlussgefahr! Platine darf nur mit den Vorgegebenen Kontaktbahnen Kontakt zum Schenkel haben!

ERMINE!



# INSTRUCTIONS

Pochoirs de pliage  
E 1:1





# INSTRUCTIONS

Pochoir Plaque de fond (1)  
E 1:1

