



GUIDE POUR

LE DÉBUTANT

TUTORIEL SUR LA SOUDURE

Framboise  314

Quand on se lance dans l'électronique avec le Raspberry Pi ou l'Arduino, tôt ou tard il faut investir dans un fer à souder. Bin oui... mais comment souder pour que les connexions résistent au temps ? Lorsque j'ai vu ce **tutoriel sur la soudure** de [MakerSpaces](#), je leur ai tout de suite demandé si je pouvais le traduire pour les lecteurs de framboise314. Andrew, fondateur et CEO de **MakerSpaces** m'a immédiatement donné le vert !

Merci Andrew :)...

Image de couverture :

By Aisart - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4071999>

Table des matières

Tutoriel sur la soudure	6
C'est quoi, la soudure ?	6
Outils utilisés.....	6
Fer à souder	7
Station de soudage	7
Les pannes de fer à souder	8
Éponge en laiton ou éponge conventionnelle.....	8
Support de fer à souder	9
Soudure.....	9
Troisième main	10
Souder en toute sécurité.....	10
L'étamage de la panne	11
Comment souder	12
Comment souder des fils	15
Nettoyage des soudures	17
Dessoudage.....	18
Et pour en savoir plus ?	21

Publié le 1 juillet 2018



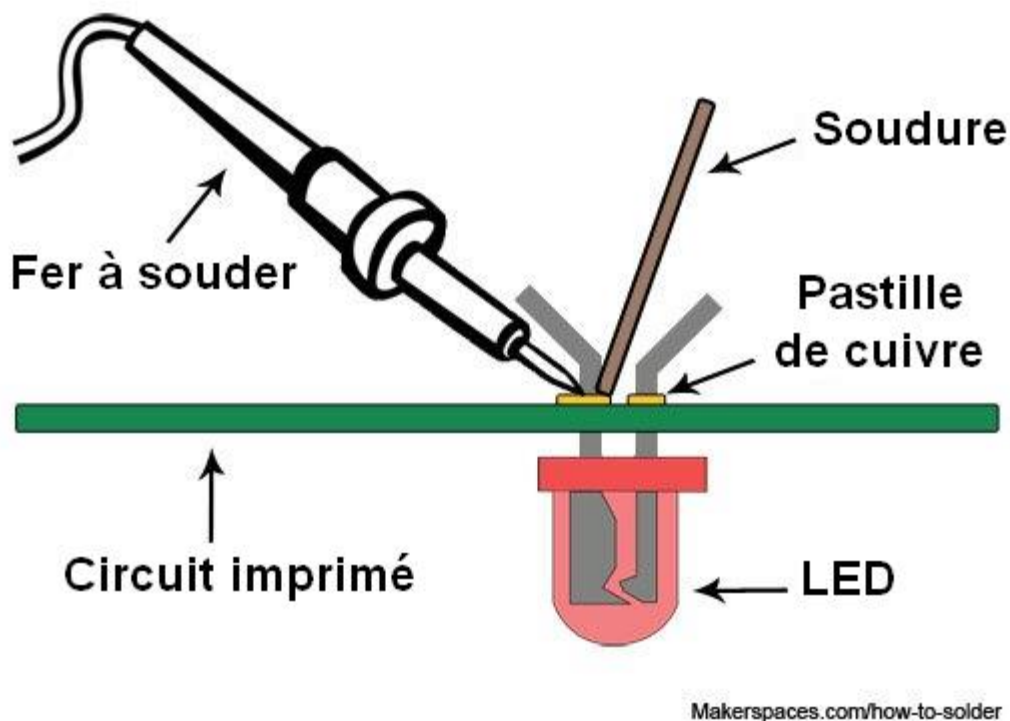
[Licence Creative Commons 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/)

Tutoriel sur la soudure

Souder correctement est une compétence fondamentale que tout **maker** doit maîtriser. Dans ce tutoriel sur la soudure, vous trouverez les connaissances de base sur les fers à souder, les stations de soudage, les types de soudure, le dessoudage et les conseils de sécurité. Que vous construisiez un robot ou que vous travailliez avec Arduino, savoir souder vous sera très utile.

C'est quoi, la soudure ?

Si vous démontez un appareil électronique qui contient une carte de circuit imprimé, vous verrez que les composants sont fixés à l'aide de soudures. La soudure est le processus d'assemblage de deux ou plusieurs pièces électroniques, réalisé en faisant fondre la soudure autour de la connexion. La soudure est un alliage métallique et lorsqu'elle refroidit, elle crée une liaison solide et conductrice de l'électricité entre les pièces. Si la soudure peut créer une connexion permanente, elle peut également être enlevée à l'aide d'un outil de dessoudage comme décrit plus bas.



Outils utilisés

La bonne nouvelle lorsque vous décidez d'apprendre à souder, c'est que vous n'avez pas besoin de beaucoup de matériel pour commencer. Vous trouverez ci-dessous les outils et les matériaux de base dont vous aurez besoin pour la plupart de vos projets nécessitant des soudures.

Fer à souder



Un [fer à souder](#) est un outil à main qui se branche dans une prise secteur 220 v alternatif et chauffe pour faire fondre la soudure sur des connexions électriques. On trouve aussi des modèles se connectant sur un port USB mais ils n'ont que 8 watts de puissance, ce qui est parfois insuffisant. C'est l'un des outils les plus importants utilisés pour la soudure et il en existe plusieurs variantes qui peuvent avoir la forme d'un stylo ou d'un pistolet. Pour les débutants, il est recommandé d'utiliser un fer à souder de 15W à 30W. La plupart des fers à souder ont des pointes interchangeables (aussi appelées "[pannes](#)") qui peuvent être utilisées selon le type de soudage à réaliser.

Soyez très prudent lorsque vous utilisez n'importe quel type de fer à souder car certains peuvent chauffer jusqu'à plus de 400°C, ce qui est extrêmement chaud.

Station de soudage



Une [station de soudage](#) est une version plus avancée du stylo à souder autonome de base que nous venons de voir. Si vous pensez faire beaucoup de soudure, c'est ce qu'il vous faut car ces appareils offrent plus de flexibilité et de contrôle des opérations.

L'avantage principal d'une station de soudage est la possibilité d'ajuster avec précision la température du fer à souder, ce qui est idéal pour une grande variété de projets.



Ces stations peuvent également créer un espace de travail plus sûr car certaines incluent des capteurs de température avancés, des réglages d'alerte et même une protection par mot de passe pour la sécurité.

Les pannes de fer à souder

A l'extrémité de la plupart des fers à souder, il y a une partie interchangeable connue sous le nom de [panne de fer à souder](#). Il y a beaucoup de modèles de pannes qui présentent une grande variété de formes et de tailles. Chaque modèle de panne est utilisé dans une situation spécifique et il offre des avantages par rapport aux autres modèles. Les pannes les plus courantes que vous utiliserez dans les projets électroniques sont la **panne conique** et la **panne biseautée**.

Panne conique – Utilisée dans la soudure électronique de précision en raison de sa pointe fine. Grâce à son extrémité pointue, elle est capable de fournir de la chaleur à des zones plus petites sans affecter leur environnement.

Panne biseautée – Cette panne est bien adaptée à la soudure de fils ou d'autres composants de plus grande taille en raison de sa large pointe plate.



Image Sparkfun.com

Éponge en laiton ou éponge conventionnelle



L'utilisation d'une éponge vous aidera à garder la panne de fer à souder propre, en éliminant l'oxydation qui s'y forme. Les pointes oxydées deviennent noires et n'acceptent pas la soudure comme c'était le cas lorsqu'elles étaient neuves.



Vous pouvez utiliser une éponge normale humidifiée, mais cela a tendance à raccourcir la durée de vie de la pointe en raison de l'expansion et de la contraction à laquelle elle est soumise. De plus, une éponge humide fait baisser momentanément la température de la panne lorsqu'elle est essuyée.

Une meilleure solution est d'utiliser une éponge en laiton comme celle-ci. La panne n'est pas soumise à de fortes variations de température et s'abîme moins vite.

Support de fer à souder



Un [support de fer à souder](#) est quelque chose de très simple, mais c'est très utile et pratique sur un établi. Ce support permet d'éviter que l'embout de fer chaud n'entre en contact avec des matériaux inflammables ou ne cause des blessures accidentelles à la main. Il est également possible qu'un fer à souder de forme stylo posé sur un établi roule et tombe sur vos jambes. Au mieux vous gagnez un pantalon abîmé, au pire une belle brûlure, soit sur la jambe, soit à la main en essayant de rattraper le fer à souder... La plupart des supports de fer à souder sont équipés d'une éponge classique ou d'une éponge en laiton pour le nettoyage de la panne.

Soudure

La soudure est un alliage métallique qui est fondu pour créer une liaison permanente entre les pièces électriques. Il existe en deux versions, avec ou sans plomb, les diamètres de .032" (0,8 mm) et .062" (1,6 mm) étant les plus courants. À l'intérieur du fil de soudure se trouve un matériau connu sous le nom de **flux** qui aide à améliorer le contact électrique et la résistance mécanique. Le flux de soudure élimine l'oxydation présente sur le cuivre de la pastille et sur le fil. Il permet donc à l'étain de mieux accrocher sur ces matériaux. Il augmente le pouvoir d'absorption par capillarité : l'étain s'insinue dans les plus petites ouvertures, entre les brins des fils... et s'étale spontanément sur une grande surface.



Pour la soudure électronique, le type le plus couramment utilisé est la [soudure à la colophane sans plomb](#). Ce type de soudure est généralement constitué d'un alliage étain/cuivre. Vous pouvez aussi utiliser de la soudure au plomb 60/40 (60% d'étain, 40% de plomb), mais cela devient moins populaire en raison des problèmes de santé engendrés par le plomb (saturnisme), ainsi que de la réglementation. Si vous utilisez de la soudure au plomb, assurez-vous d'avoir une bonne ventilation, de ne pas respirer les vapeurs et de vous laver correctement les mains après usage.

Lorsque vous achetez de la soudure, assurez-vous de **NE PAS** choisir une soudure à l'acide car cela endommagerait vos circuits et vos composants. La soudure à l'acide est vendue dans les magasins de bricolage et est principalement utilisée pour la plomberie et le travail des métaux.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la soudure existe en plusieurs diamètres différents. La soudure de diamètre plus épais (1,6 mm) est pratique pour souder des surfaces importantes plus rapidement, mais elle peut rendre difficile la réalisation de petites soudures. Pour cette raison, c'est une bonne idée d'avoir les deux tailles sous la main pour réaliser vos différents projets.

Troisième main

La "[troisième main](#)" est un appareil équipé de 2 pinces crocodile ou plus et parfois d'une loupe et/ou d'un éclairage intégré. Ces pinces vous aideront à tenir les éléments que vous voulez souder avec votre fer à souder et de la soudure. C'est un outil très utile pour tous les "makers".



Souder en toute sécurité

Maintenant que vous savez quels outils et matériaux sont nécessaires, il est temps de parler des moyens de souder en sécurité.

Les fers à souder peuvent atteindre des températures de plus de 400°C. Il est donc très important de savoir où se trouve votre fer à souder à tout moment. Nous vous recommandons d'utiliser systématiquement **un support de fer à souder** pour éviter les brûlures ou autres dommages accidentels.



Assurez-vous que vous soudez dans un endroit bien ventilé. Lorsque la soudure est chauffée, les vapeurs dégagées sont nocives pour les yeux et les poumons. Il est recommandé d'utiliser un extracteur de fumées qui est un ventilateur avec un filtre à charbon actif qui absorbe les fumées nocives.

Portez également des lunettes de protection qui protégeront vos yeux en cas de projection accidentelle de soudure brûlante. Enfin, assurez-vous de vous laver correctement les mains lorsque vous avez fini de souder, surtout si vous utilisez de la soudure au plomb.

L'étamage de la panne

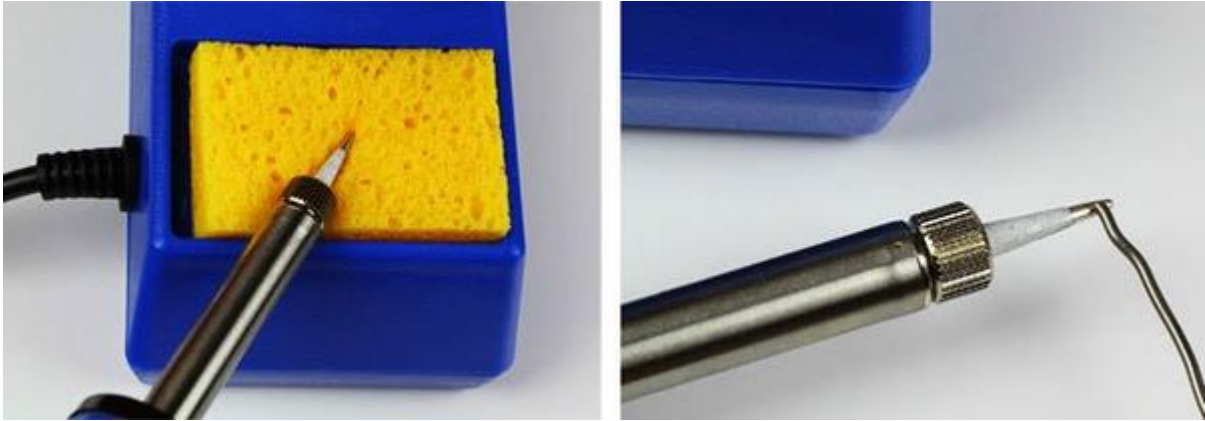
Avant de commencer à souder, vous devez préparer votre fer à souder en étamant la panne avec de la soudure. Ce processus aidera à améliorer le transfert de chaleur du fer à souder vers le composant que vous soudez. L'étamage aidera également à protéger la pointe et à réduire son usure.

Étape 1 : Commencez par vous assurer que la panne est bien fixée au fer à souder, et que l'embout est vissé fermement et bien fixé.

Étape 2 : Allumez votre fer à souder et laissez-le chauffer. Si vous avez une station de soudage avec un contrôle de température réglable, réglez-la à 400°C.

Étape 3 : Essuyez la panne du fer à souder sur une éponge humide pour la nettoyer. Attendez quelques secondes que la pointe chauffe à nouveau avant de passer à l'étape 4.

Étape 4 : Tenir le fer à souder dans une main et la soudure dans l'autre. Touchez la pointe du fer à souder avec la soudure et assurez-vous que la soudure s'écoule uniformément autour de la pointe.

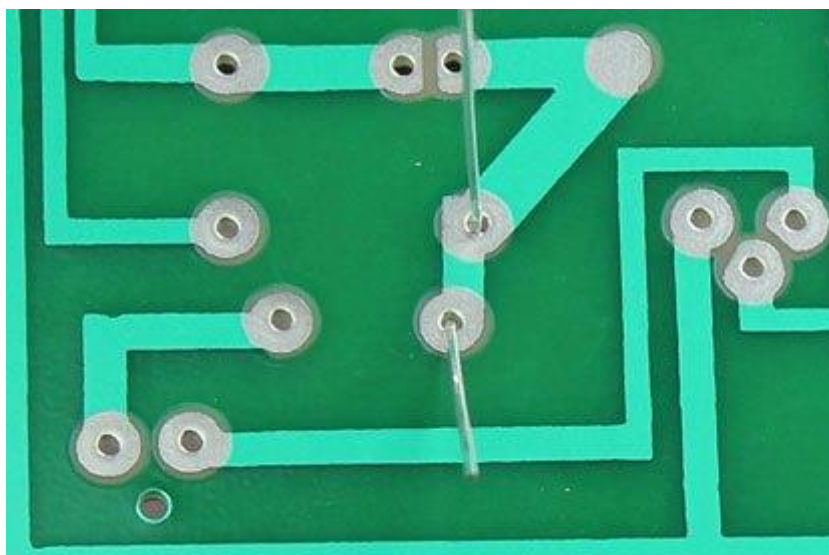


Il faut absolument étamer la panne de votre fer à souder avant et après chaque soudure pour prolonger sa durée de vie. Malgré tout, toutes les pannes s'usent et doivent être remplacées lorsqu'elle deviennent rugueuses ou piquées. Elles ne permettent plus de réaliser des soudures correctes et l'argent que vous dépenserez en remplaçant votre panne de fer à souder sera largement compensé par le temps gagné par la suite (pannes, mauvais contacts, soudures sèches etc.)

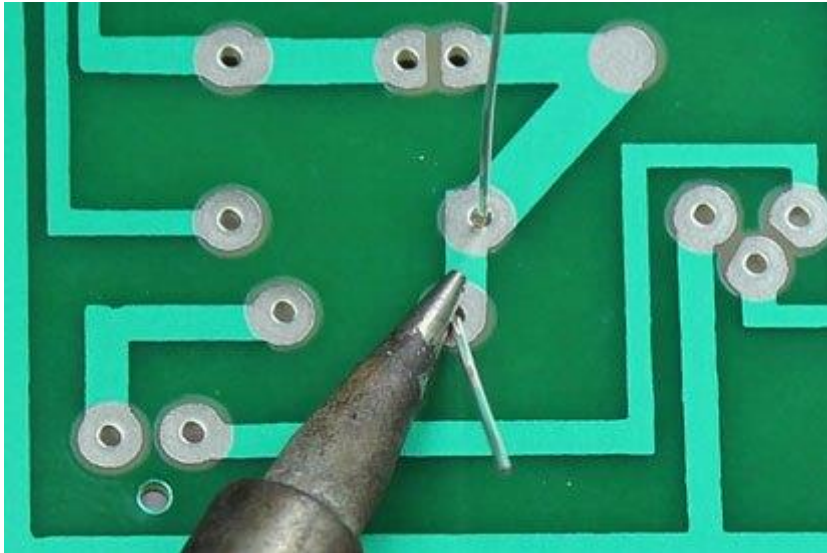
Comment souder

Pour mieux expliquer comment souder, nous allons vous le montrer avec une application réelle. Dans cet exemple, nous allons souder une LED à un circuit imprimé. (les commentaires de la vidéo sont en anglais mais les images parlent d'elles-mêmes)

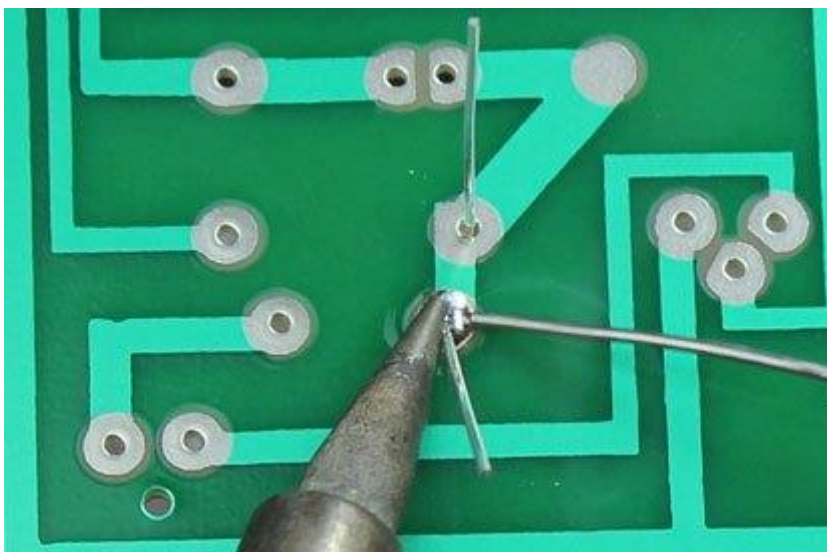
Étape 1 : Monter le composant – Commencez par insérer les fils de la LED dans les trous de la carte de circuit imprimé. Retournez la carte et pliez les fils vers l'extérieur suivant un angle de 45°. Cela permettra au composant d'établir une meilleure connexion avec la pastille de cuivre et surtout d'éviter qu'il ne tombe pendant la soudure.



Étape 2 : Chauffer la jonction – Mettez votre fer à souder en chauffe, et s'il est muni d'un réglage de température, réglez-le sur 400°C. Maintenant étamez légèrement l'extrémité de la panne (*pour augmenter le contact thermique*) et appuyez la sur la pastille en cuivre **ET** sur le fil simultanément. Vous devrez maintenir le fer à souder en place pendant 3 à 4 secondes afin de chauffer la pastille de circuit imprimé et le fil.

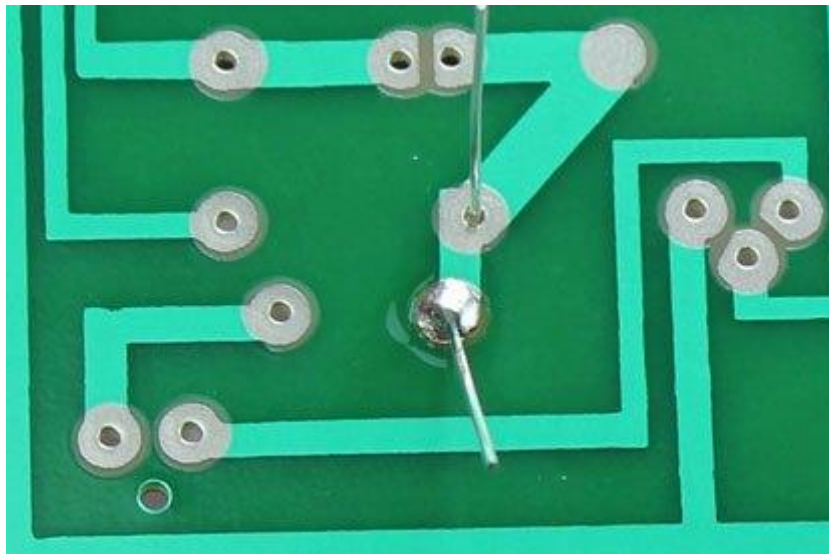


Étape 3 : Appliquer la soudure à la jonction – Continuez de maintenir le fer à souder sur la pastille en cuivre et le fil puis touchez la jonction avec la soudure. **IMPORTANT** – Ne mettez surtout pas la soudure directement sur la panne du fer à souder mais **DE L'AUTRE COTÉ**. La jonction doit être suffisamment chaude pour faire fondre la soudure lorsqu'elle la touche. Si la jonction pastille/fil est trop froide, la soudure établira une mauvaise connexion.



Étape 4 : Coupez les fils – Enlevez le fer à souder et laissez la soudure refroidir naturellement. **Ne soufflez pas** sur la soudure car cela provoquerait une mauvaise connexion. Une fois l'ensemble refroidi, vous pouvez couper le fil excédentaire.

Une bonne soudure doit être lisse, brillante et ressembler à un volcan ou à un cône. Il faut apporter juste assez de soudure pour couvrir toute la jonction, mais pas trop pour qu'il ne se forme pas une boule ou que la soudure déborde sur un fil ou sur une pastille de circuit imprimé proche.

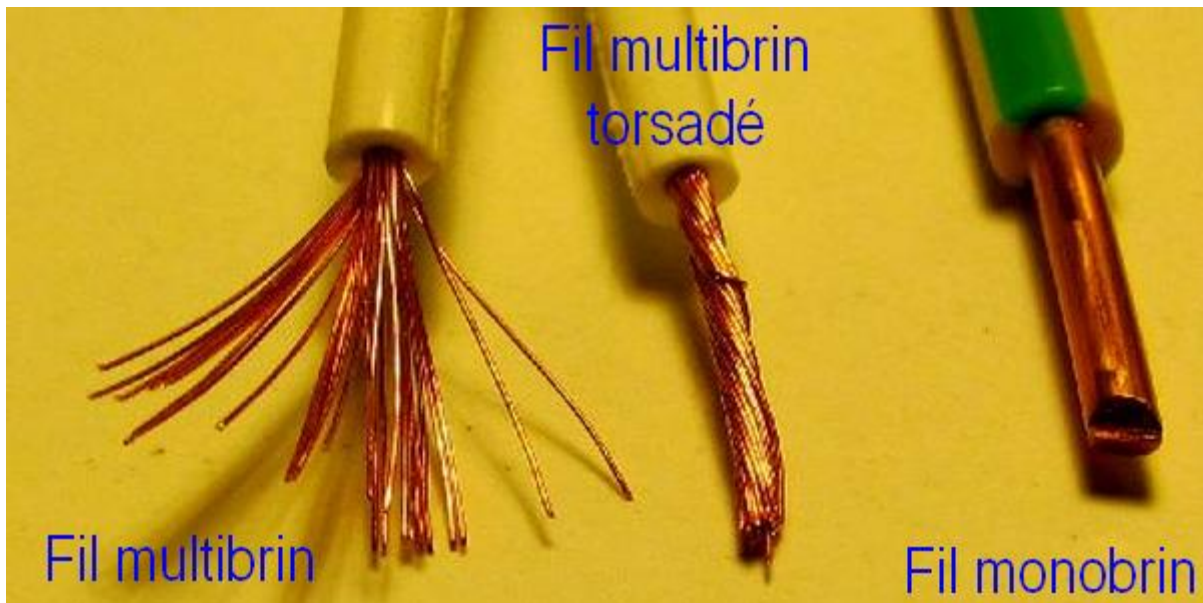


Le conseil du pro

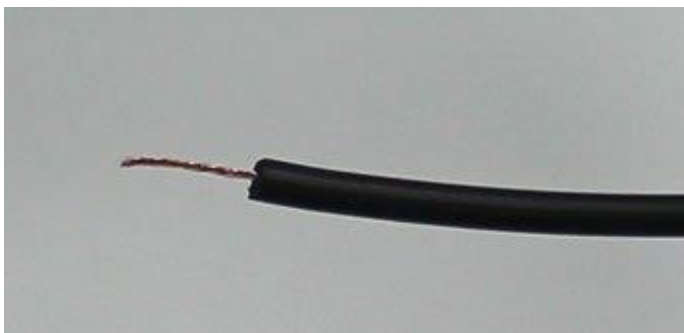
Entraînez-vous à souder sur des chutes de circuits avec des résistances (ça ne coûte pas cher). L'opération doit devenir une sorte de "réflexe" et plus vous pratiquerez plus vos soudures seront jolies 😊

Comment souder des fils

Maintenant, nous allons vous expliquer comment souder des fils ensemble. Pour ce processus, il est recommandé d'utiliser une troisième main ou un autre type de dispositif de serrage/maintien.



Commencez par retirer l'isolant des extrémités des deux fils que vous voulez souder ensemble. Si le fil est multibrins, torsadez le avec vos doigts.



Assurez-vous que votre fer à souder est suffisamment chaud (*faites fondre un peu de soudure dessus, de plus ça améliorera le contact thermique*) et touchez la partie dénudée du fil avec la panne du fer à souder.



Maintenez-la panne sur le fil pendant 3-4 secondes. Sur du fil très fin, ou si la gaine du fil est sensible à la chaleur et fond, réduisez le temps de contact.



Gardez le fer à souder en contact avec le fil et mettez la soudure en contact avec le fil (PAS AVEC LA PANNE). Ajoutez de la soudure jusqu'à ce la partie visible du fil soit entièrement étamée (couverte de soudure). Faites la même opération sur l'autre fil.



Maintenez les deux fils étamés l'un contre l'autre, déposez un peu de soudure sur la panne du fer à souder (meilleur contact thermique) et touchez les deux fils avec la panne du fer à souder. Cela doit faire la soudure qui s'étale alors uniformément sur les deux fils. Éventuellement ajoutez un peu de soudure si les fils ne sont pas recouverts.



Retirez le fer à souder et attendez quelques secondes pour que la soudure refroidisse et durcisse. Ne soufflez surtout pas dessus ! Utilisez un morceau de [gaine thermorétractable](#) pour recouvrir la connexion.

Nettoyage des soudures

L'opération de soudure laisse autour de la soudure des traces du flux qui se trouve au cœur du fil de soudure. Il reste parfois également des "scories", genre de cendres noires qui détériorent l'aspect du circuit imprimé.

Il existe des solutions de nettoyage comme ce [nettoyant de flux de soudure](#). Son emploi nécessite d'importantes précautions et un respect strict des règles de sécurité :

Dangereux, respecter les précautions d'emploi. Aérosol extrêmement inflammable. Récipient sous pression: peut éclater sous l'effet de la chaleur. Provoque une sévère irritation des yeux. Peut provoquer somnolence ou vertiges. Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

- P102 : Tenir hors de portée des enfants
- P210 : Tenir à l'écart de la chaleur / des étincelles / des flammes nues / des surfaces chaudes. – Ne pas fumer
- P211 : Ne pas vaporiser sur une flamme nue ou sur toute autre source d'ignition
- P251 : Récipient sous pression : ne pas perforer, ni brûler, même après usage
- P261 : Éviter de respirer les poussières / fumées / gaz / brouillards / vapeurs/aérosols
- P271 : Utiliser seulement en plein air ou dans un endroit bien ventilé
- P410 + P412 : Protéger du rayonnement solaire. Ne pas exposer à une température supérieure à 50°C/122°F
- P501 : Éliminer le contenu/récipient conformément à la réglementation locale/régionale/nationale/internationale
- H222 : Aérosol extrêmement inflammable
- H229 : Récipient sous pression: peut éclater sous l'effet de la chaleur
- H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
- H336 : Peut provoquer somnolence ou des vertiges
- H412 : Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme



Ces produits sont utilisés dans l'industrie, normalement avec les précautions requises (?). Pour une utilisation personnelle, c'est vous qui voyez...

Dessoudage

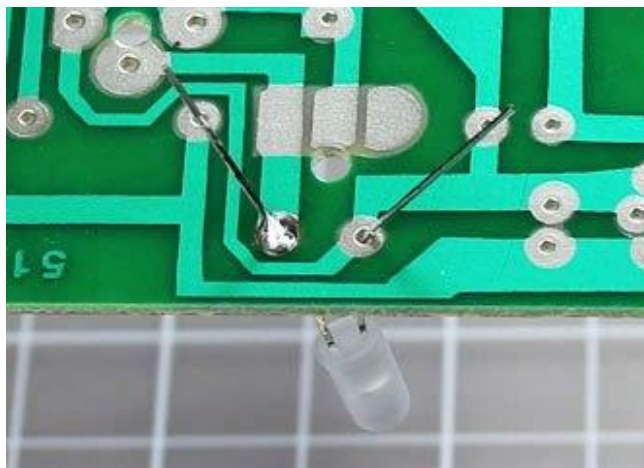
L'avantage de l'utilisation de la soudure, c'est qu'elle peut être facilement enlevée par une technique connue sous le nom de **dessoudage**. Ceci est pratique si vous avez besoin de retirer un composant pour le remplacer ou d'apporter une modification à votre circuit électronique.

Pour enlever une soudure joint, vous pouvez utiliser de **la tresse à dessouder**. C'est une tresse en cuivre ou en laiton qui va absorber la soudure par capillarité.



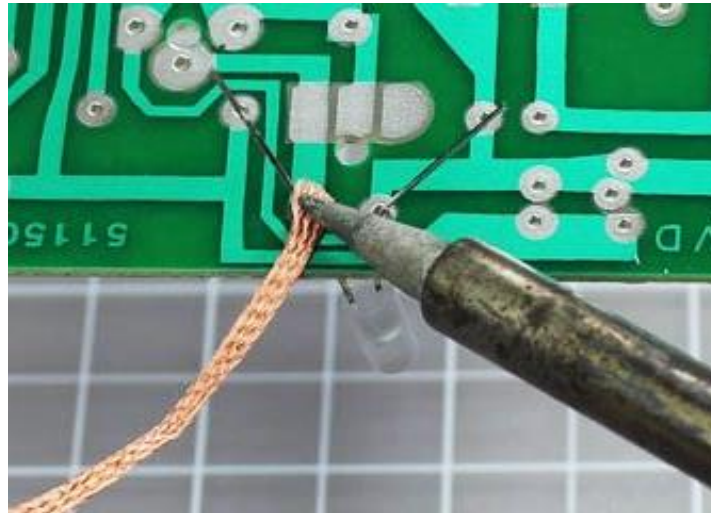
Étape 1 – Placez un morceau de tresse à dessouder sur le dessus de la soudure que vous voulez enlever.

Étape 2 – Vérifiez que votre fer à souder est chaud, appliquez la panne sur la tresse. Ça va chauffer la soudure en dessous, qui sera ensuite absorbée dans la tresse de dessoudage par [capillarité](#).



Dessoudage d'une LED

Vous pouvez ensuite enlever la tresse pour vérifier que la soudure a bien été enlevée. Si besoin, renouvelez l'opération. Éliminez le morceau de tresse utilisé avec une pince coupante. Faites attention en touchant la tresse car elle devient très chaude et vous risquez de vous brûler.



Facultatif – Si vous avez beaucoup de soudures à enlever, vous pouvez utiliser un dispositif appelé aspirateur de soudure ou pompe à dessouder. Il s’agit d’un aspirateur mécanique portatif qui aspire la soudure à chaud lorsqu’on appuie sur un bouton. Cela crée une dépression dans le cylindre et la soudure est aspirée.

Pour l’utiliser, enfoncez le piston de la pompe à dessouder jusqu’à son verrouillage. Chauffez la soudure avec votre fer à souder jusqu’à ce qu’elle fonde. Placez la pointe (généralement en téflon) de la pompe à dessouder sur la soudure fondue. Appuyez sur le bouton de déverrouillage pour aspirer la soudure liquide. Pour vider l’aspirateur de soudure, appuyez sur le piston en vous écartant des cartes de circuit imprimé pour éviter les court-circuits. De temps en temps il faudra démonter la pompe et procéder à un nettoyage plus poussé.



Enfin, il existe également des “[stations de dessoudage](#)” automatique. Ici l’action mécanique du piston est remplacée par une pompe à vide. Le niveau de vide est réglable (bouton VACUUM). On peut également régler la température du fer. Le fer est doté d’une panne creuse. Un bouton situé sur le manche du fer permet de déclencher la pompe à vide. Un filtre situé à la sortie de la panne retient les morceaux de soudure et facilite le nettoyage. Son prix est plus élevé que celui de la pompe mécanique.



Station de dessoudage

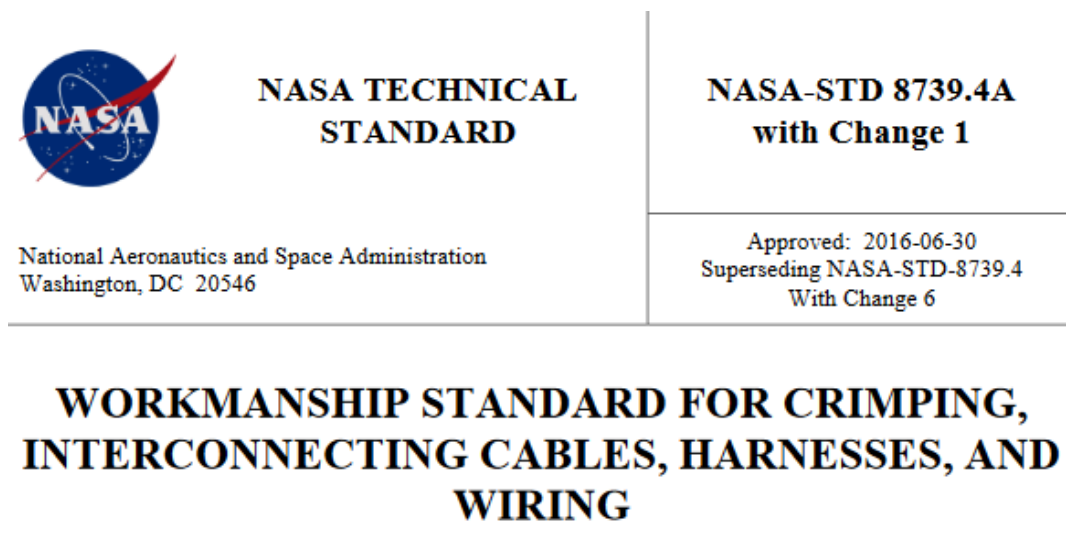
Et pour en savoir plus ?

La soudure est utilisée dans de nombreux autres domaines que celui des makers. Lorsqu'il s'agit de matériel destiné à être soumis à de fortes contraintes ou ne devant pas tomber en panne (spatial, aéronautique, médical, automobile...) des contraintes sévères régissent la réalisation manuelle des soudures (il en reste qui ne sont pas réalisées par des machines). Vous pouvez en découvrir un exemple avec ce référentiel du CNES.



Accès au pdf : <https://www.framboise314.fr/wp-content/uploads/2018/07/RNC-ECSS-Q-70-08-F-A.pdf>

Vous pouvez également consulter cette “bible” de la NASA, en particulier à la page 72 😊



Accès au pdf : <https://www.framboise314.fr/wp-content/uploads/2018/07/NSTD87394A.pdf>

Vous y découvrirez en particulier cette méthode utilisée pour relier 2 fils bout à bout.



Figure 19-16. Initial Wrap for Western Union/Lineman Splice



Figure 19-17. Completed Wrap for Western Union/Lineman Splice

- e. The solder quality shall comply with all the requirements of IPC J-STD-001FS for a solder termination.
- f. Solder shall wet all elements of the connection.
- g. The solder shall fillet between connection elements over the complete periphery of the connection (see Figure 19-18).



Figure 19-18. Soldered Western Union/Lineman Splice
Raccordement de deux fils – Source : NASA

Ayant travaillé plusieurs années dans la maintenance informatique/électronique aéronautique puis sur des systèmes embarqués (camions, voitures, bateaux...), j'ai toujours été très sensible à ce genre de considération concernant la qualité des soudures

FICHE PRATIQUE DE SÉCURITÉ



ED 122


Opération très répandue dans de nombreux domaines professionnels, le brasage tendre peut exposer à plusieurs types de risques.

Après un rappel des différents outils et procédés, les principaux risques sont détaillés ainsi que les effets sur la santé des substances chimiques dangereuses susceptibles de se dé-

Pour aller plus loin dans les notions de sécurité lors des opérations de soudure, vous lirez avec intérêt cette fiche de l'INRS qui relève les différents risques susceptibles d'être rencontrés.

Accès au pdf : <https://www.framboise314.fr/wp-content/uploads/2018/07/ed122.pdf>

===== Vos notes =====



J'espère que ce tutoriel sur la soudure fournira les informations nécessaires à ceux qui veulent se lancer dans des réalisations nécessitant des soudures, et pourquoi pas dans les associations ou les FabLab. N'hésitez pas à faire un retour de votre expérience avec ce guide

Ne vous arrêtez pas trop vite. Au début c'est normal que vos soudures soient ternes, irrégulières, que la gaine des fils fonde etc. Persistez... Plus vous réaliserez de soudures plus cela deviendra naturel et vous ne vous poserez plus de questions.

Ne lésinez pas sur le matériel. Vous ne ferez pas les mêmes soudures avec du matériel très bas de gamme. Même si certains vous diront que "ça va très bien", la qualité du fer à souder, de sa panne et celle du fil de soudure que vous utilisez sont primordiaux. Après c'est bien entendu une question de moyens...

ebook v1.1

