

Guide pratique de la soudure au plomb étain pour les laboratoires d'électronique

Maxime Thibault
Génie Électrique



Le génie
sans frontières

Table des matières

Avis	2
Introduction.....	3
Le matériel	3
Le plan de travail	3
Le support de circuit imprimé.....	3
Le fer à souder	3
- La pointe du fer.....	4
- L'entretien	4
Le matériel d'apport (le fil de plomb étain).....	5
Le décapant (flux).....	5
Les outils.....	6
La technique (je veux faire une soudure sans lire tout ce document).....	7
La technique de dessoudage.....	8
Soudure sans plomb	9
Les implications	9
L'électricité statique.....	10
Conclusion	11
Bibliographie.....	12

Avis

Malgré tous nos efforts pour concevoir un document le plus précis possible, l'auteur et l'École Polytechnique de Montréal ne s'engagent en rien dans l'exactitude des informations produites dans ce document. Nous ne pouvons pas être tenus responsable des bris causés par une mauvaise interprétation des recommandations.

Les produits et marques de commerce mentionnés ne correspondent pas en un appui envers ces marques ou produits. Ils ne font que refléter les produits disponibles sur le marché ou utilisés dans les laboratoires au moment de la rédaction.

Vous pouvez reproduire en tout ou en partie le présent document sans l'accord de l'auteur ou de l'École Polytechnique de Montréal. Ne pas enlever le nom de l'auteur ou le sigle de l'École Polytechnique. Ne pas vendre ce document.

Introduction

Le but de ce guide est de vous donner une base suffisante pour réaliser les soudures dans vos divers laboratoires. En espérant que ce guide soit utile pendant et après vos études à l'École Polytechnique de Montréal.

Le matériel

Le plan de travail

Il est important d'avoir un environnement stable et dégagé pour travailler. Assurez-vous d'avoir le chemin libre entre le circuit imprimé et le support du fer à souder. La pointe du fer est très chaude. Des gouttes de plomb fondu peuvent tomber de l'extrémité de la pointe.

Le support de circuit imprimé

Pour effectuer une bonne soudure, vous devez utiliser vos 2 mains. Vous devez supporter le circuit imprimé ou la pièce à souder grâce à un étau ou tout autre mécanisme. Des étaux sont disponibles au laboratoire. Parfois, pour une soudure rapide, vous pouvez vous placer à plat sur la table.

Le fer à souder

Le fer à souder est l'équipement le plus important pour la soudure. Il est donc essentiel de ne pas négliger l'achat d'un fer à souder. Il faut prévoir investir un montant important pour avoir un bon fer. Nous vous fournissons, au laboratoire, un fer à souder de qualité. Vous devez rechercher les caractéristiques suivantes :

- Une puissance importante (20 à 30W)
- Un contrôle de la température
- Un stylet léger et mince
- Une pointe à cotés plats (tournevis)
- Un fer antistatique

La puissance nécessaire du fer est proportionnelle à la grosseur de la soudure. Plus on utilise une grosse pointe de fer, plus la soudure est importante ou plus on veut chauffer rapidement, plus la puissance doit être importante. Trop de puissance et votre température ne sera pas constante et vous pourriez surchauffer les composantes.

- La pointe du fer

Contrairement à un réflexe courant, la pointe du fer à souder doit être suffisamment grosse. Une pointe de fer trop petite ou trop pointue ne transmettra pas la chaleur efficacement. La plupart des fers à souder de qualité sont équipés, à l'achat, d'une pointe optimale pour une soudure standard. (Pattes de « chip », résistances, condensateurs, ...)

Si vous avez à choisir une pointe de fer vous devez tenir compte de la dimension de l'élément à souder. Il est recommandé d'utiliser une pointe avec 2 côtés plats (screwdriver) qui fournit une meilleure surface de contact et un meilleur transfert de chaleur. Évitez, si possible, les pointes longues et pointues.

La pointe est faite de cuivre recouvert de fer. Le fer évite que le cuivre soit attaqué par le décapant (flux). Si la pointe est trop bien nettoyée il se peut que le fer s'oxyde, on parle de brûler la pointe. Elle devient alors brun foncé. Il est très difficile de faire adhérer le plomb sur la surface oxydée. Pour éviter de brûler la pointe, il faut toujours garder la pointe bien étamée surtout lors de l'arrêt du fer.

- L'entretien

Le support de fer comporte un réceptacle avec une éponge. L'éponge sert à nettoyer la pointe du fer : en enlevant l'excès de plomb ; en enlevant le décapant brûlé.

Garder l'éponge humectée. Ne pas utiliser l'éponge sans eau car celle-ci brûlera. Trop d'eau et la pointe refroidira.

Les pointes de fer ont une durée de vie limitée, à la longue le décapant attaque le matériel de la pointe. Voici une liste des bonnes pratiques pour conserver ces pointes de fer longtemps.

- 1- Gardez la pointe étamée, nettoyer seulement au moment de souder.
- 2- N'utilisez pas de décapant acide.
- 3- Ne pas limer ou sabler la pointe du fer. Plusieurs couches anticorrosives sont appliquées sur la pointe. Pour un nettoyage en profondeur, utiliser une brosse en laiton.
- 4- Avant de couper l'alimentation, laisser une bonne boule de plomb sur le bout du fer pour éviter l'oxydation.

Le matériel d'apport (le fil de plomb étain)

ATTENTION : Le plomb est un élément dangereux pour la santé. Il est absorbé dans le corps surtout par voie respiratoire et par le système digestif. Il cause des problèmes : au rein, au cerveau et au système reproducteur, il est particulièrement nocif pour le fœtus et les jeunes enfants. Il est très important d'évitez d'inhaler la fumée. Ne pas utiliser la bouche comme outil. Lavez-vous les mains après avoir touché au plomb, surtout avant de manger. Ne pas manger ni boire dans l'environnement où vous soudez.

Le choix est vaste dans le domaine du matériel d'apport, chaque compagnie vante les caractéristiques de ses produits, et chaque technicien a ses préférences. En gros il y a l'alliage 60/40 (60% étain, 40% plomb) ou 63/37 (63% étain, 37% plomb). Le 63/37 est considéré comme de meilleure qualité, directement sur l'eutectique de l'alliage ce qui permet des soudures qui passent directement de l'état liquide à l'état solide. Le 60/40, moins dispendieux, est un compromis acceptable dans l'industrie.

Le diamètre du fil de plomb est une question pratique, de goût et de prix. Plus la soudure est grosse, plus la quantité de matériel d'apport est importante, plus le diamètre du fil sera gros. De façon générale, pour des soudures courantes, un fil #21 (0.031'' ou 0.8 mm) est adéquat. Pour les soudures « surface mount » le fil #28(0.015'' ou 0.4 mm) est un bon choix.

La majorité des fils vendus contiennent du décapant qui est libéré au moment de la soudure. Plusieurs choix de décapant sont offerts par chaque manufacturier.

Le matériel d'apport fourni au laboratoire est le suivant.

- Marque : Kester
- Alliage Sn60-Pb40
- Diamètre 0.030 ''
- Décapant : Résine RA, proportion de résine : 3.3%
- #24-6040-0023

Le décapant (flux)

Le décapant est une substance qui prépare les surfaces à accepter le métal d'apport. Il élimine l'oxydation en surface et réduit la tension de surface. Une grande variété de produits est disponible sur le marché.

Voici une courte liste des produits et leurs caractéristiques.

Résine (rosin) RA Action nettoyante puissante pour surface oxydée.
Résine (rosin) RMA Action nettoyante moins puissante, moins corrosive. (la plus courante)

Résine (rosin) R Spécialisée pour des soudures délicates.
(NO CLEAN) Laisse un résidu plus propre, plus esthétique sans nettoyage.
Acide Très corrosif action nettoyante puissante. NE PAS UTILISER POUR
L'ÉLECTRONIQUE

De façon générale le décapant inclus dans le fil d'apport est suffisant pour réaliser des soudures parfaites avec des composants neufs. Si vous faites une réparation ou soudez une pièce oxydée, vous pouvez utiliser du décapant liquide au besoin.

Avec la chaleur le décapant à résine forme une croûte noire sur le fer qui peut se déposer sur les soudures ce qui est inesthétique. Utiliser une éponge humectée pour nettoyer la pointe du fer.

Il n'y a pas de problème mécanique ou chimique à laisser du décapant à base de résines sur le circuit imprimé. Le décapant peut poser des problèmes électrique dans de très rare occasion. Vous pouvez toujours nettoyer le résidu si vous voulez un résultat plus esthétique. Les décapants « no clean » laisse un résidu translucide qui est plus esthétique. Plus le nettoyage se fait rapidement, plus la tâche est facile.

NOTE

Surtout ne pas utiliser de la pâte à souder de plombier. Cette pâte, de type acide, elle est très corrosive et attaque le circuit imprimé et le cuivre.

Les outils

Ici le choix est très personnel. Vous pouvez choisir parmi plusieurs manufacturiers et une large gamme de produits. Le corps en métal peut être noir, chromé, polie. Le manche en vinyle, en mousse, en gel. Ergonomique ou non. Le pivot riveté, ou vissé. Le ressort à lame ou en boudin.

De façon générale vous avez besoin :

- 1 pince coupante 4 1/2"
- 1 pince à long nez 4 1/2"
- 1 pince à dénuder (fournie dans quelques laboratoires)

Complément :

- 1 pince coupante « Nip » ou « shear » (Pratique pour les coupes de précision et les endroits difficiles)
- 1 pince Hémostatique (genre médical) avec 3 crans. (Peut servir de 3^e main)
- 1 brucelles (Tweezers). (pour manipuler les petites pièces)

La technique (je veux faire une soudure sans lire tout ce document)

Voici les étapes pour souder :

1. Couper toute alimentation sur votre circuit (car la pointe du fer est reliée à la masse).
2. Stabiliser le circuit imprimé et la pièce à souder.
3. S'assurer que le fer est chaud.
4. Nettoyer le fer sur l'éponge humide ^(a).
5. Appliquer une petite goutte de plomb sur la pointe du fer ^(b).
6. Pour les droitiers, tenir le fer de la main droite et le métal d'apport de la main gauche.
7. Approcher le fer et le fil de plomb de la pièce à souder.
8. Chauffer la tige ou la patte en premier (2mm au-dessus du circuit imprimé) (1-2 sec) ^(c).
9. Abaisser le fer sur le beigne de cuivre sur le circuit imprimé.
10. Appliquer le matériel d'apport à la jonction de la tige et du beigne du côté opposé à la position du fer jusqu'à l'obtention de la soudure parfaite ^(d).
11. Retirer le matériel d'apport et ensuite le fer ^(e).
12. Laisser refroidir à la température ambiante, ne pas souffler ^(f).
13. Refaire les étapes 7 à 12 pour chaque soudure.
14. Couper les fils ou pattes qui dépassent.
15. Appliquer du plomb sur le fer avant d'éteindre l'alimentation.

Entre l'étape 8 et l'étape 11, il s'est écoulé entre 2 et 7 secondes selon la grosseur des pièces à souder. Faites attention de ne pas surchauffer les pièces.

Cette technique ne s'applique pas à la soudure de composants en surface (SMT)

^a Pour éliminer les contaminants, l'oxyde du mélange plomb-étain, le décapant brûlé.

^b Pour améliorer la conduction thermique entre le fer et la pièce. Ne pas en mettre trop. Après la première soudure cette étape devient inutile.

^c Toujours commencer par chauffer la pièce la plus grosse en premier.

^d Ne pas appliquer le matériel d'apport directement sur le fer. La pièce à souder doit atteindre la température de fusion du matériel d'apport pour faire une bonne soudure. De plus, le décapant contenu dans le fils d'apport doit se déposer sur les pièces à souder.

^e Si vous laissez le fer trop longtemps le décapant brûlera complètement ce qui crée des pics (tension de surface)

^f Il ne faut pas refroidir trop vite la soudure ce qui peut modifier son fini de surface

La technique de dessoudage

Voici les étapes pour dessouder avec une **pompe à dessouder**.

- 1- S'assurer que le fer est chaud.
- 2- S'assurer que la pointe du fer est bien étamée. Ajoutez du plomb au besoin.
- 3- Pour les droitiers, tenir le fer de la main droite et la pompe à dessouder de la main gauche.
- 4- Approcher le fer et la pompe à dessouder de la jonction.
- 5- Chauffer la soudure environ 3 secondes pour que la soudure soit bien liquide.
- 6- Appuyer sur le bouton de la pompe.
- 7- Retirer rapidement le fer et la pompe.
- 8- Pour un nettoyage complet utiliser la tresse à dessouder.

Voici les étapes pour dessouder avec une **tresse à dessouder (braid wick)**.

- 1- S'assurer que le fer est chaud.
- 2- S'assurer que la pointe du fer est bien étamée.
- 3- Placer la tresse sur la soudure.
- 4- Placer le fer sur la tresse au-dessus de l'endroit à dessouder.
- 5- Exercer une légère pression sur le fer, **NE PAS DÉPLACER LA TRESSE**.
- 6- Maintenir en place jusqu'à ce que le plomb imbibe la tresse.
- 7- Soulever le fer et la tresse rapidement (si la tresse reste en place trop longtemps elle restera soudée).
- 8- Recommencer avec une autre partie de la tresse.

Si la tresse n'absorbe pas bien le plomb ou que le transfert de chaleur ne se fait pas bien ajoutez du décapant sur la tresse.

Soudure sans plomb

Un des grands changements de l'industrie de l'électronique en ce moment est le transfert vers des alliages sans plomb. L'Europe a émis une directive (2002/95/CE) qui interdit la vente de toute marchandise comportant des produits toxiques ou dangereux établis dans une liste à partir du 1 juillet 2006. Cette directive inclus la vente de produits électroniques contenant du plomb.

L'ensemble de l'industrie participe activement à la transition vers des alliages sans plomb pour la soudure électronique. Ceci dans le but de ne pas se couper des marchés et de se préparer à des législations semblables dans d'autres pays.

Les implications

La transition vers la soudure sans plomb ne se réalise pas sans quelques maux de tête.

Vous ne pouvez pas utiliser directement les équipements qui ont été mis en contact avec le plomb sans contamination. Dans certains cas, le nettoyage ou la décontamination sont impossibles. Vous devez donc changer tous les équipements mis en contact avec les alliages de plomb. Exemple : les pointes de fer.

Selon votre choix d'alliage de remplacement la température de fusion est différente donc votre fer à souder actuel peut ne pas convenir pour les soudures sans plomb.

Voici un tableau de quelques alliages avec les températures de fusion.

Sn 63 PB 37	183°C-190°C
Sn 60 PB 40	190°C
Sn95.5 Ag 3.8 Cu 0.7	217°C Multicore
Sn96.5 Ag 3.0 Cu 0.5	217°C Japon, Kester
Sn96.6 Ag 3.5 Cu 0.9	217°C NIST
Sn96.5 Ag 3.9 Cu 0.6	217°C NEMI
Sn96.5 Ag 3.5	221°C
Sn99.3 Cu 0.7	227°C moins chère

...

Aucune norme internationale n'est en force pour l'instant. Une tendance se dessine autour des alliages Sn-Ag-Cu. En Amérique du nord le National Institute of Standards and Technology (NIST) cherche à imposer sa composition.

L'électricité statique

L'ennemi de tout composant électronique est l'électricité statique. Certaines sont plus sensibles que d'autres (VMOS, MOSFET, JFET, AMP. OP., ...).

Le corps humain peut accumuler des charges électriques car nous sommes isolés électriquement par les semelles de nos souliers. Nous pouvons accumuler des charges très importantes se manifestant par des tensions comprises entre 1 000 et 35 000 volts relativement à la terre. Le niveau de tension le plus bas qui procure une sensation de choc est de 3 000 volts ce qui est plus élevé que la tension de destruction de la majorité des composants.

Les composants sensibles aux chocs électrostatiques possèdent des diodes de protection mais cette protection a des limites. Les diodes affectent aussi les performances de certains composants.

Il existe une multitude de techniques pour prévenir la destruction de composants par décharge électrostatique. La meilleure approche est de combiner plusieurs équipements de protection autour de notre plan de travail. Avant de choisir une stratégie de protection vous devez déterminer le niveau de tension maximum acceptable ou encore la classe de protection nécessaire. Voir les références.

- Utiliser un fer à souder dont la pointe est reliée à la masse.
- Contrôler l'humidité relative entre 50% et 65%.
- Utiliser un bracelet, chaussures ou talons conducteurs.
- Utiliser une surface de travail conductrice.
- Retirer tout vêtement en tissu synthétique et/ou porter un sarrau conducteur.
- Utiliser une chaise conductrice.
- Utiliser une cire conductrice sur les planchers.
- Éliminer tout élément fait de plastique non conducteur de votre environnement.
- Ioniser l'air.

Dans les laboratoires nous utilisons 2 techniques pour réduire les risques de décharge électrostatique. Les fers à souder sont reliés à la masse, le taux d'humidité est contrôlé. Suffisant pour les laboratoires ces 2 techniques n'assurent pas une protection optimum contre les décharges électrostatiques. Si vous devez travailler sur des composants sensibles vous pouvez acheter un bracelet antistatique.

Voici quelques produits intéressants.

- 3M #4650
- Belkin #F8E093-CU
- SPI WESTEK #SP1079B-B76

Conclusion

Ce document est loin d'être complet. Il constitue une base de connaissance pour réaliser des soudures dans les laboratoires.

Après avoir lu et compris la technique de soudure vous devez l'expérimenter et développer votre dextérité. La qualité de vos soudures s'améliorera avec le temps.

Vous pouvez utiliser la bibliographie comme point de départ pour compléter les informations contenues dans ce document.

Bibliographie

Maladie du plomb

[http://www.inrs.fr/hm/nature_du_dosage_plombemie - plomb sanguin.html](http://www.inrs.fr/hm/nature_du_dosage_plombemie_-_plomb_sanguin.html)
<http://www.worldwaterday.org/2001/lgfr/disease/lead.html>

Fabricant de produit d'apport

<http://www.kester.com>
http://www.loctite.com/int_henkel/loctite_us/index.cfm?pageid=291&layout=1

Norme ou technique de soudure au plomb

http://workmanship.nasa.gov/ws_8739_3.jsp
http://www.elecraft.com/TechNotes/NOSS_SolderNotes/NOSS_SolderNotesV6.pdf
<http://www.epemag.wimborne.co.uk/solderpix.htm>
<http://www.epemag.wimborne.co.uk/desolderpix.htm>
<http://www.epemag.wimborne.co.uk/solderfaq.htm>
http://www.cooperhandtools.com/brands/electronic_applications/55578.pdf

HÉMOND, Gérard. Initiation aux techniques industrielles, Montréal, 1^{er} éd., McGraw Hill, 1982, 528 p.

Soudure SMT

http://www.loctite.us/int_henkel/loctite/binarydata/pdf/elec_Step_by_Step_Soldering_0801.pdf
<http://www.geocities.com/vk3em/smtguide/SMT-GuideV1-3.PDF>

Soudure sans plomb

<http://www.nemi.org/newsroom/Presentations/APEX/LeadFree/PbNIST.pdf>
http://www.nemi.org/projects/ese/lf_assembly.html
<http://www.boulder.nist.gov/div853/lead%20free/props01.html>

Le fer à souder

Weller tech sheet

http://www.ehow.com/how_15410_select-soldering-iron.html

Électricité statique

<http://www.esda.org/esdbasics1.htm>
<http://www.aiinet.com/documents/html/AI180hwman/m0699/aihxa.htm>
<http://www.reade.com/Safety/esd.html>
<http://www.3m.com/market/electronic/ehpd/index.jhtml>