

# Gravure de PCB et soudure

Créer un PCB de A à Z

- [Soudure](#)
- [Bonnes pratiques de soudure](#)
- [Vernir un PCB](#)
- [Soudure CMS par refusion](#)
- [Pochoirs papier pour CMS](#)
- [Poser des vias \(oeillets\) sur un PCB double face](#)
- [Gravure d'un circuit avec la SRM-20](#)
- [Trucs et astuces](#)

# Soudure

Ici nous parlerons de soudure dans le cadre de l'électronique avec un fer à souder électrique et de l'étain, à distinguer de la soudure de métaux au chalumeau, à l'arc, ...

Fer à souder :

[www.sonelec-musique.com\\_images\\_fer\\_a\\_souder\\_002.jpg](http://www.sonelec-musique.com_images_fer_a_souder_002.jpg)

Station de soudure :

[i2.cdscdn.com/pdt2/5\\_7\\_0\\_1\\_300x300\\_auc4250019111570\\_rw\\_station-de-soudage-.jpg](http://i2.cdscdn.com/pdt2/5_7_0_1_300x300_auc4250019111570_rw_station-de-soudage-.jpg)

Au Fablab on dispose de plusieurs fers à souder et stations de soudage (= fer à souder + contrôle de la température). Ceux-ci sont en accès libre à condition de respecter quelques règles d'usages :

**Les fers à souder servent uniquement à souder de l'étain sur des connections électriques** : l'utilisation du fer pour d'autres matériaux abîme la panne (la pointe du fer), des réactions chimiques se produisent et la température contribue et accélère le processus de vieillissement.

- **Éteindre le fer lorsqu'il n'est plus utilisé** : la chaleur participe à l'oxydation de la panne. Il est donc important d'éteindre le fer lorsque il n'est plus utilisé
- **Mouiller l'éponge avant usage** : lorsque vous utilisez le morceau d'éponge pour nettoyer la panne pensez à la mouiller. Pour cela, passer le morceau entièrement sous l'eau puis essorez fortement. L'humidité restante suffit.

## Premiers pas

En premier lieu il est important d'avoir un plan de travail dégagé et propre. Le fer chauffe à une haute température et il est donc important d'être à l'aise pendant la soudure. Assurez vous également que l'endroit soit ventilé. La soudure dégage des vapeurs toxiques et même du plomb dans certains étains (tend à disparaître). Allumez le fer à souder en le branchant directement au secteur et en appuyant sur le bouton dans le cas des stations, et patientez le temps du préchauffage. Pour savoir lorsque votre fer est prêt, mettez un peu d'étain sur la panne : s'il fond vous pouvez y aller !

Pour le réglage de la température du fer cela va dépendre de ce que vous soudez et du type d'étain que vous allez utiliser. L'étain sans plomb nécessite une température plus élevée (entre 330°C et 390°C). Parfois il est nécessaire de souder de gros éléments qui ont une inertie thermique

importante (plan de masse, gros fil de cuivre, ...) et à ce moment là il est plus facile de souder en augmentant la température. Sachez que pour qu'un soudure se fasse correctement il faut que les deux éléments à souder soit chauffés; on leur applique alors de l'étain. On comprend donc mieux que lorsque les éléments à chauffer sont "gros" il faut leur donner une quantité de chaleur importante.

Pour commencer, placez le composant que vous souhaitez souder dans son emplacement sur votre carte électronique. Pensez au fait que pendant la soudure il faut maintenir la carte électronique, le composant dans son orifice, le fer à souder et l'étain : cela demande un minimum d'organisation. Au Fablab on dispose de troisièmes mains qui sont très utiles pour maintenir le circuit imprimé. Pour le composant il y a au moins deux manières de la garder en place : avec du scotch ou en tordant les pattes du composant tel qu'il reste coincé dans son orifice.

A partir de là commence la soudure a proprement dite:

La panne du fer à souder est placée de telle sorte qu'elle soit en contact avec la patte du composant et la piste électrique du circuit. Ainsi on chauffe les deux éléments puis on vient appliquer l'étain.

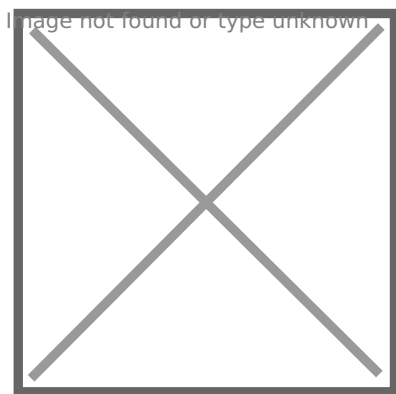
Si votre soudure n'est pas satisfaisante, il y a toujours moyen de réparer son erreur :

## Dessoudage

Pour dessouder une soudure mal faite, ou encore si vous souhaitez dessouder un composant, il faut appliquer le principe inverse de la soudure : on vient chauffer l'étain puis on le retire.

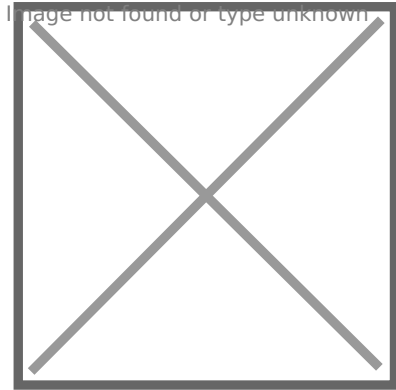
Des outils sont a votre disposition au Fablab pour ce faire.

*En premier lieu la pompe:*



Ceci est une pompe à dessouder. Pour l'utiliser il faut dans un premier temps l'armer en appuyant sur le piston comme pour un gros stylo, puis appuyer sur le bouton : cela libère d'un coup le piston en aspirant par la pointe. Pour dessouder il suffit donc de chauffer la zone et faire fondre l'étain puis de venir l'aspirer avec la pompe.

*Si la soudure persiste ou bien pour les composants CMS (Montés en surface), on peut utiliser la tresse à dessouder:*



La tresse est faite en cuivre et il suffit de l'appliquer sur l'endroit à dessouder, d'appuyer avec le fer dessus et lorsque l'étain fond il vient naturellement se coller à la tresse. Lorsque vous avez fini de l'utiliser, coupez le morceau de tresse plein d'étain et jetez-le à la poubelle.

Voilà pour les bases de la soudure ! Pour aller plus loin, voici deux technologies requises dans des cas plus spécifiques :

## Soudure a air chaud

Nous sommes également équipés avec une station à air chaud:

[img.directindustry.fr/images\\_di/photo-m\\_stations-reparation-air-chaud-66782-2408911.jpg](http://img.directindustry.fr/images_di/photo-m_stations-reparation-air-chaud-66782-2408911.jpg)

Elle est très utile pour souder des composants montés en surface avec de nombreuses pattes (>50) en l'utilisant avec de la pâte de soudure. Nous l'utilisons également avec les gaines thermoretractables.

## Four à réfusion



La Ferrari de la soudure ! Vous n'avez rien à souder, le four le fait pour vous. Pour cela vous mettez de la pate à souder sur les zones à souder, vous placez votre circuit imprimé au four pendant

quelques minutes, et le tour est joué !

# Bonnes pratiques de soudure

## Matériel

- Fer à souder
- Étain
- Composant électronique traversant
- Circuit imprimé avec trous

## Objectif

On peut parfois entendre et voir des choses pas cool sur les soudures au Fablab. Voici donc un tutoriel sur comment faire une soudure propre pour les novices et ceux qui ont du mal à obtenir une bonne soudure.

Après ce tutoriel vous pourrez souder les composants électroniques traversants aux circuits imprimés. Ou bien les composants électroniques aux autres directement.

## Procédure

Pour faire une soudure propre, il n'est pas nécessaire d'utiliser du flux (le flux est utile à la seule condition que vous désirez souder des composants montés en surface—CMS). Il faut tout d'abord allumer le fer à souder. Une fois que celui-ci est chaud on étame la panne. Cette étape consiste à mettre un peu d'étain sur le bout (chaud) du fer à souder. Si la soudure fond directement c'est que c'est bon. Si la soudure ne fond pas, laissez la soudure dessus jusqu'à ce qu'elle fonde. Nettoyez la panne, et vous êtes prêts.

## Ce qu'il ne faut surtout pas faire

L'erreur de base consiste à mettre la soudure sur le fer et ensuite essayer de mettre la soudure sur la broche à souder. Comme la broche n'est pas chaude, la soudure va avoir tendance à ne pas se

déposer sur la broche et la connexion n'est pas bonne. Entre-temps, le flux *déjà* présent sur l'étain sera vaporisé lorsque la broche commence à chauffer.

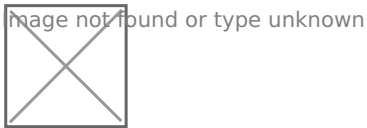
## Ce qu'il faut faire

Chauffer le fer à souder à la température de fusion de l'étain (si la thermorégulation est disponible). Ceci doit être marqué sur le rouleau d'étain, ou sinon sa composition chimique y est écrite et la température peut être trouvée sur le web! Une bonne température de base est 360°C.

Poser le composant à travers le circuit imprimé et replier légèrement ses pattes pour le tenir en place. Il faut remarquer que la soudure électrique est une bonne jointure électrique, mais pas une très bonne jointure mécanique. Un peu de mouvement régulier peut casser ou déformer et donc abîmer le contact.

(Ça veut dire aussi que ce n'est pas une bonne idée d'essayer de réparer des armatures de lunettes avec. Ça ne marche pas du tout!)

Poser le fer souder sur la broche *et* sur la carte en même temps de la manière ci-dessous et attendre quelques secondes que les deux parties soient chaudes (le temps dépend de la température du fer à souder et de la taille des composants). Ensuite appliquer la soudure.



Pour souder un composant à un autre directement il faut s'assurer qu'ils sont mécaniquement fixés avant. Puis, il suffit de chauffer les deux surfaces en même temps et appliquer ensuite l'étain.

En respectant ces étapes, les bonnes connexions sont garanties !

# Vernir un PCB

Vernir un PCB facilite la soudure (c'est essentiel pour une soudure par refusion) et protège le cuivre de l'oxydation.

## Kit LPKF

Plusieurs essais ont été menés avec un kit LPKF, contenant les consommables, un four (pour durcir le vernis), une insoleuse UV (pour révéler les pastilles). En suivant scrupuleusement la notice LPKF les résultats sont bons, mais cette méthode présente plusieurs difficultés:

- il s'agit d'un vernis bi-composant, fourni en sachets-dose permettant de vernir environ une surface A4. Pour vernir un circuit de petite taille, beaucoup de matière est perdue.
- l'impression sur les transparents fournis ne fonctionne pas bien; l'encre de l'imprimante laser n'accroche pas. L'utilisation de calques de bureau fonctionne mieux
- la révélation par UV est délicate: il n'est pas si facile d'aligner correctement le calque avec le PCB, et l'impression laser n'est pas suffisamment précise pour des dimensions de l'ordre de 10cm (la gravure du PCB et le dessin sur le calque ne correspondent pas).

## Vernis monocomposant

Les premiers essais avec un vernis monocomposant et l'insolation UV n'ont pas été très satisfaisant; soit le vernis n'accroche pas bien au PCB, soit il est impossible de révéler correctement les pastilles. En revanche, il est possible de révéler les pastilles avec la graveuse laser Trotec, avec de bons résultats en terme de précision.

Pour vernir un PCB, il est préférable que le circuit ne soit pas encore percé et qu'il ne soit pas détourné à sa dimension finale (le vernis est délicat à étaler le long des bords et autour des trous, et les trous seront bouchés par le vernis). Il est possible de faire ces étapes ultérieurement, en positionnant le PCB sur la graveuse à l'aide d'une cale d'origine connue - voir la gravure de PCB double face. Pour cela, lors de la conception, on peut définir deux lignes de découpe: la découpe finale et une autre, 5mm plus large, qui sera utilisée lors de la gravure et pour le vernis. Voir le projet

[https://github.com/mbouyer/battery\\_monitor/tree/18024b686491a89dd2297dbc41815bc37a77ca79/hardware/battery\\_can\\_monitor](https://github.com/mbouyer/battery_monitor/tree/18024b686491a89dd2297dbc41815bc37a77ca79/hardware/battery_can_monitor) pour un exemple.

Pour vernir un PCB il faut:



- un peu de vernis en tube, par exemple <https://www.ebay.fr/itm/295304723208>
- de quoi protéger le plan de travail (vieux journal par exemple)
- un film transparent (pour impression laser par exemple)
- une spatule, ou équivalent



Avant de vernir le PCB il faut le nettoyer très soigneusement, tout d'abord avec une gomme abrasive, puis avec de l'etanol et de l'acétone pour éliminer toute trace d'oxidation, graisse et autre résidus. On peut utiliser de l'air comprimé pour éliminer les particules après chaque étape de nettoyage. Cette étape est primordiale pour que le vernis adhère correctement au PCB, et que les pastilles puissent être facilement soudées ensuite.

Ensuite on dépose du vernis sur le PCB (ne pas oublier de protéger le plan de travail). La quantité à déposer dépend évidemment de la surface du PCB.



On pose le film transparent sur le PCB et on étale le vernis avec la spatule (ou simplement avec le pouce). Il faut que le vernis parvienne jusqu'au tracé de découpe finale mais il n'est pas nécessaire

qu'il aille au delà. Il faut cependant tirer éventuellement l'exédent de vernis jusqu'au bord.



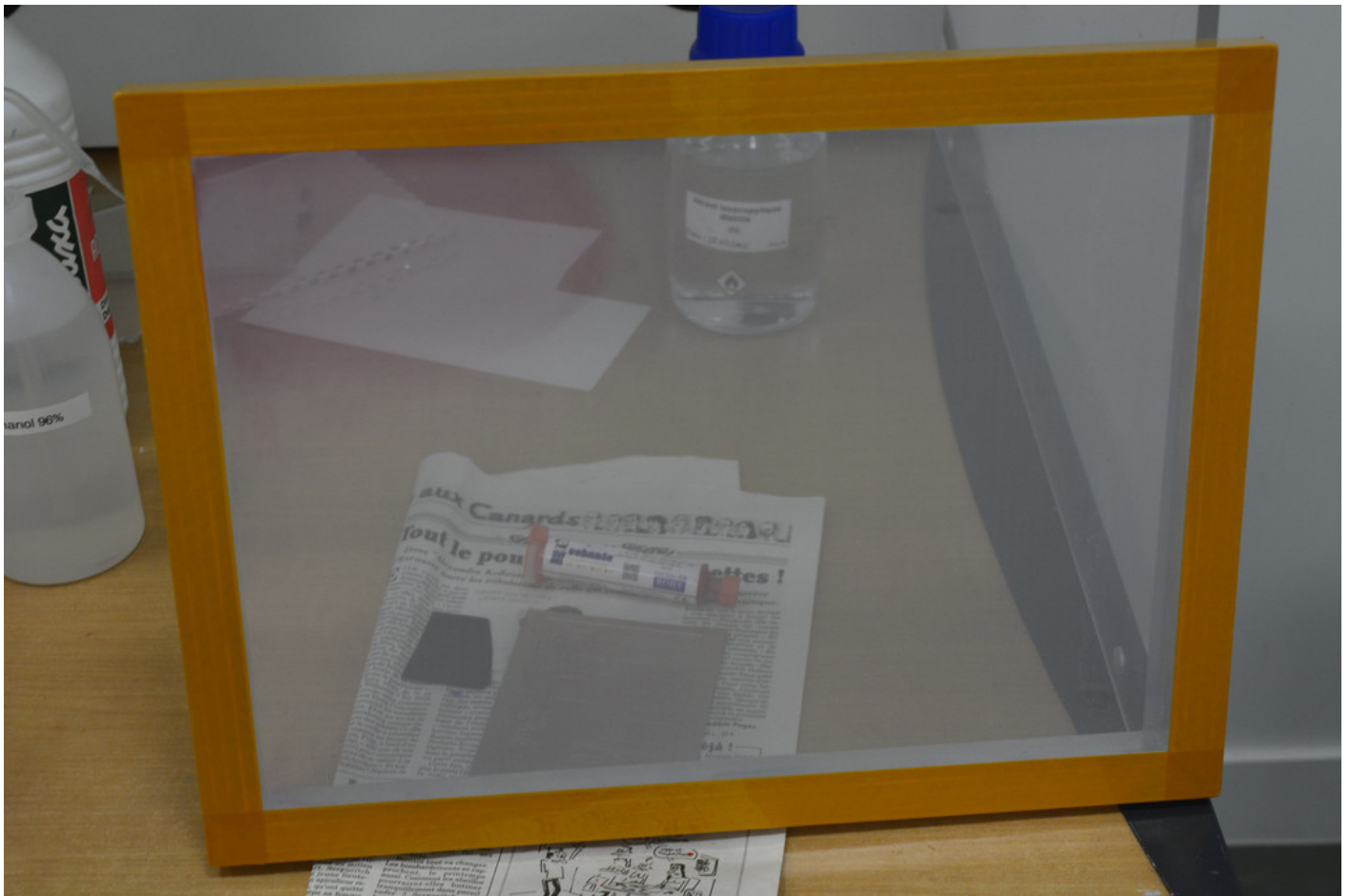
On peut maintenant mettre le PCB dans l'insoleuse (avec le journal et le film transparent pour ne pas polluer la machine avec le vernis !), et insoler 5 à 10 minutes. Il est préférable de laisser le vernis sécher 24h ensuite avant de continuer.

# Vernis monocomposant sans film transparent

L'utilisation du film transparent devient problématique sur de grands PCBs (au delà de 10cm), il est difficile d'obtenir une couche homogène et sans bulles. Une autre méthode d'application du vernis utilise du matériel de sérigraphie. Pour cela il faut:



- Un papier quelconque pour protéger le plan de travail
- le PCB gravé et nettoyé à l'éthanol
- le vernis
- un morceau de plastique pour servir de raclette



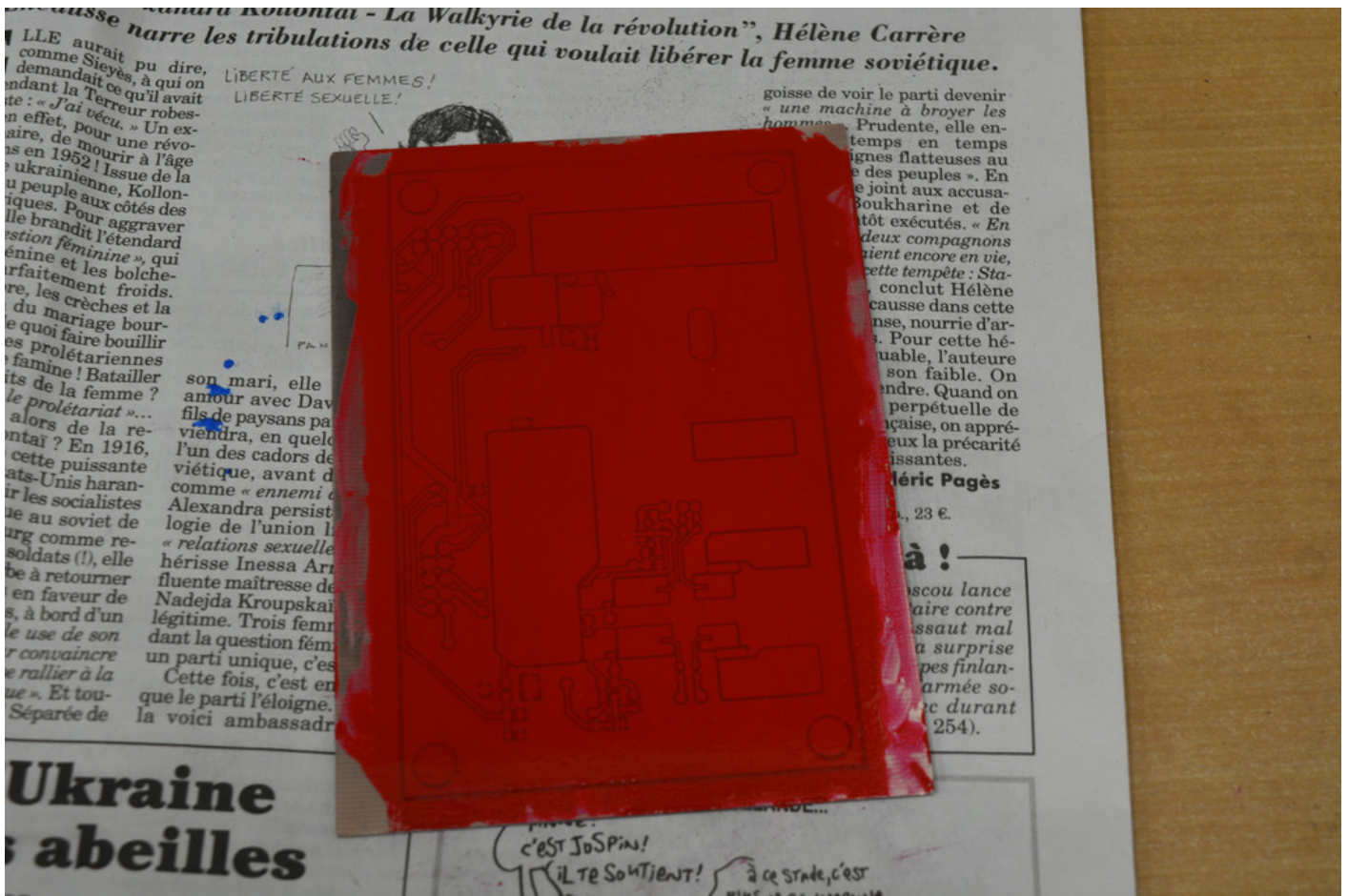
Et le cadre de sérigraphie lui même.

Dans la vidéo ci dessous, je comence par étaler une couche de vernis directement sur la surface du PCB, en insistant pour faire rentrer le vernis entre les zones de cuivre. Ensuite je place le cadre de sérigraphie et j'applique le vernis avec la raclette jusqu'a ce l'ensemble du PCB soit recouvert. Il faut racler, si possible dans plusieurs directions, pour évacuer l'exédent de vernis. Il faut insister jusqu'a ce que l'ensemble de la surface utile soit bien homogène.

<https://d-videothequepeertube.sorbonne-universite.fr/videos/embed/fe32849f-112b-464c-902f-04d361a788be>

Après retrait du cadre on obtient cela:





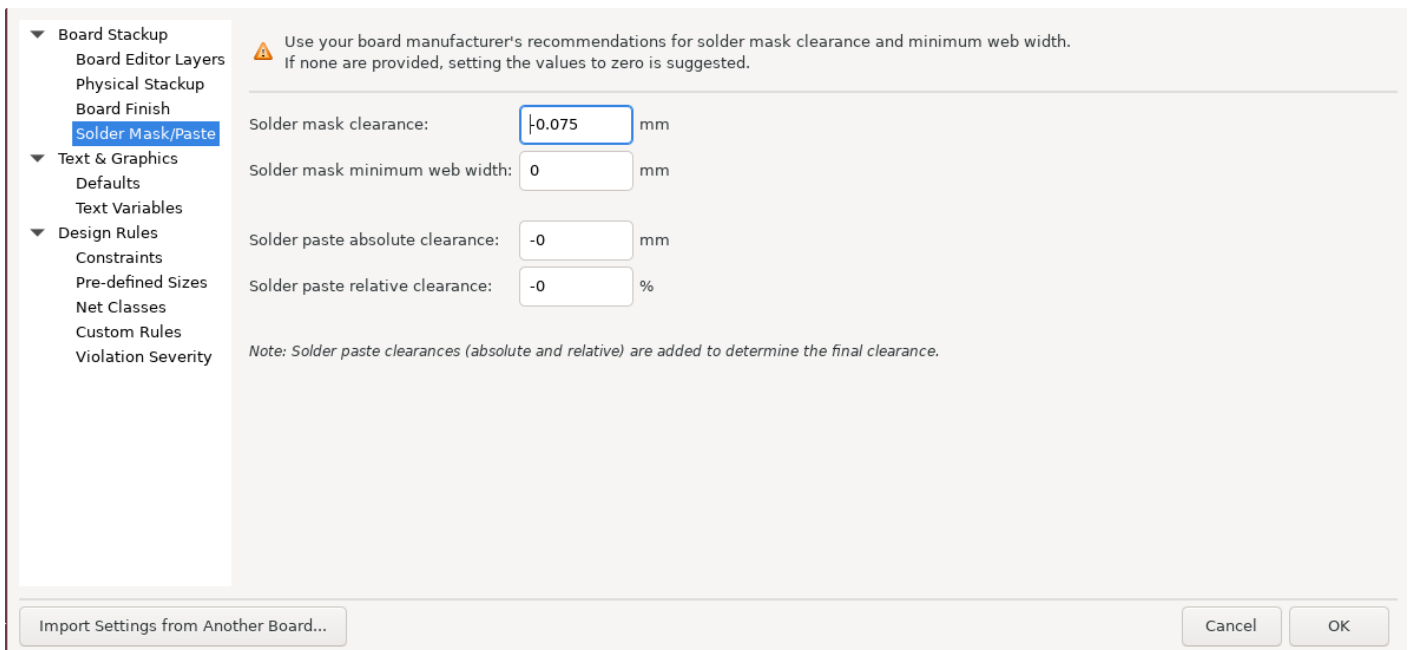
Ensuite je passe la plaque environ 10mn au four à 100/110°. Cela n'est pas indispensable mais cela rends le vernis plus résistant. Enfin il reste à passer la plaque à l'insoleuse pendant 10mn (sans utiliser la pompe à vide, puisque la surface du vernis n'est pas protégée par un film !)

Pendant que le circuit est au four puis dans l'insoleuse il y a largement le temps de nettoyer le cadre de sérigraphie: plusieurs passages avec un sopalin imbibé d'ethanol, sur les deux cotés. Pour finir, on peut poser le cadre la toile sur une surface plane (la table par exemple), l'imbiber d'ethanol et l'essuyer avec du sopalin.

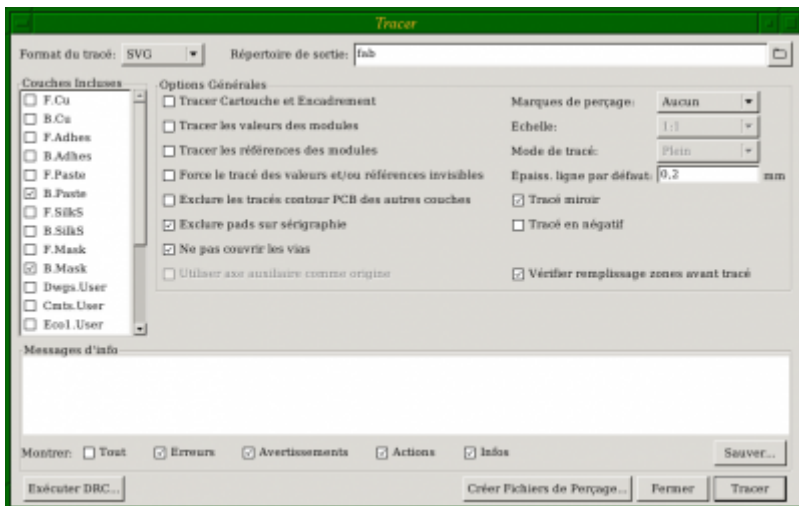
## Révélation des pastilles

La révélation des pastilles se fait avec la graveuse laser Trotec. Pour cela il faut préparer un fichier SVG.

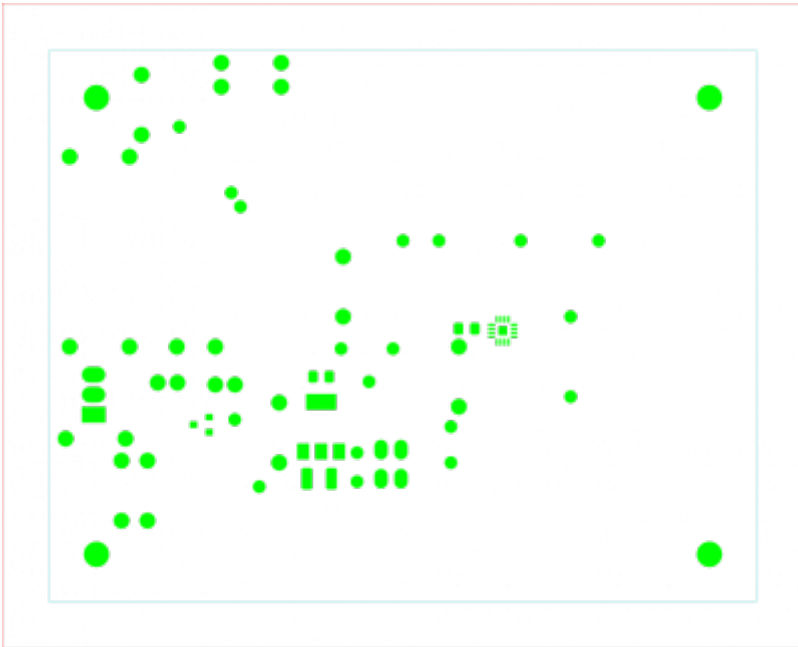
La gravure avec la trotec retire le vernis sur une surface légèrement plus large que le dessin. C'est problématique pour les composants à pas très fin (VQFN ou SSOP par exemple), ou il ne reste plus de vernis entre les pastilles. Il est possible de corriger cela dans kicad (dans les paramètres de la carte), en donnant une marge négative au masque de vernis. Plusieurs tests avec des valeurs de 0,05mm à 0.1mm conduisent à une valeur de -0,075.



Dans kicad, tracer les couches F.Mask et/ou B.mask au format SVG. Bien vérifier que «exclure les tracés contour PCB des autre couche» n'est pas coché; et cocher «tracé miroir» pour la couche arrière (on peut aussi le faire dans inkscape mais c'est moins pratique).



Ensuite importer le fichier SVG dans inkscape. Sélectionner l'ensemble des pastilles et faire «object to path» et «stroke to path» (kicad trace certaines pastilles comme des lignes épaisses et non pas comme des objets pleins). Modifier la couleur des pastilles en vert, la couleur du tracé contour (correspondant à la taille actuelle du PCB s'il y en a plusieurs) en rouge et le reste en une couleur qui n'est pas utilisée par la laser (cyan par exemple)



Pour positionner précisément le PCB sur la machine, nous allons placer une chute de bois (contreplaqué ou MDF, suffisamment grand pour accueillir le PCB) sur le plateau de la machine, et l'y maintenir avec du scotch. Imprimer une première fois le fichier SVG en choisissant le matériau correspondant à votre chute (il faut que la couleur verte ne soit pas utilisée pour ce matériau). Positionnez votre job sur le plateau, lancez la découpe et placez un marqueur sur la plaque («plaque» → «marqueur du job»). Ensuite placez le PCB dans la découpe, imprimez à nouveau le fichier mais en choisissant cette fois le matériau «manuel» → «vernis PCB».

Ensuite il faut nettoyer les résidus de gravure avec de l'acétone et un pinceau (utiliser du papier pour le nettoyage va laisser des particules et ne va pas bien nettoyer les pastilles, qui sont légèrement en retrait).

On peut maintenant procéder au perçage et dévissage final.

# Soudure CMS par refusion



La soudure par refusion consiste à déposer de la pâte à braser sur les pastilles des composants CMS du PCB, placer les composants puis chauffer l'ensemble pour faire fondre la soudure et assurer le brasage. La pâte à braser est un mélange de poudre d'alliage de métaux et de flux.

Il est important de déposer la bonne quantité de pâte sur les pastilles (s'il y en a trop cela créera des ponts de soudure, trop peu le composant peut ne pas être en contact avec la pâte). Surtout, il faut qu'il y ai la même quantité de pâte sur chaque pastille d'un même composant. Sinon, lorsqu'elle entrera en phase liquide, les tensions superficielles sur les pattes du composant ne seront pas les mêmes et le composant se placera de travers. Le moyen le plus simple de la déposer de manière uniforme sur le PCB est d'utiliser un pochoir (stencil).

Pour souder un PCB par refusion il faut donc:

- un PCB *verniss*. Le vernis est important, il va empêcher la soudure de créer des court-circuits par capillarité.
- un [pochoir](#). C'est ce qui permettra de répartir la pâte à braser sur les pastilles
- de la pâte à braser. Les essais pour ce tutoriels ont été réalisés avec de la pâte Loctite RA 10 SN62BAS86 10K (ref. farnell 149968). C'est une pâte à température de fusion relativement basse (179°).
- un four à refusion.



# Pochoirs papier pour CMS



Le pochoir (ou *stencil* en anglais) permet de déposer la pâte à braser sur le PCB pour la [Soudure par refusion](#). Les pochoirs industriels sont de minces feuilles d'inox dans lesquelles sont découpées les empreintes des pastilles de composants CMS. Ils sont relativement onéreux et l'investissement ne se justifie pas pour du prototypage. Nous avons pu réaliser des pochoirs a usage unique en papier (épais) avec la découpe laser Trotec.

Le papier utilisé est du papier A4 de 160g/m<sup>2</sup>. Le dessin du pochoir sera obtenu à partir de l'outil de CAO. Les exemples donnés ici sont pour [kicad](#).

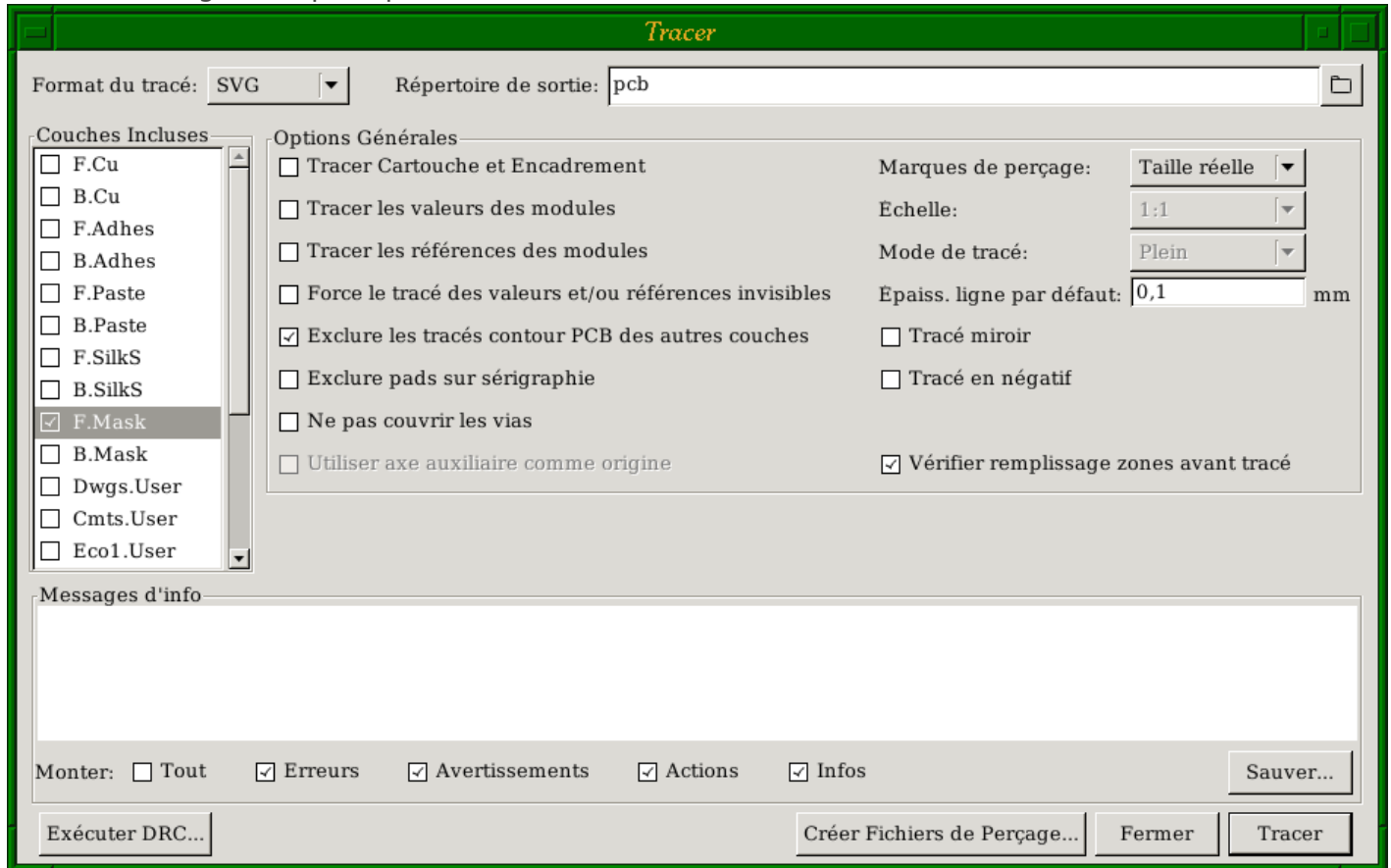
Le papier étant un peu plus épais qu'un pochoir industriel il faut réduire l'ouverture des pastilles pour conserver le volume de pâte déposé (sinon, il y aura trop de pâte et des ponts de soudure apparaitront entre les broches). Lors des tests une valeur de -10% a donné de bon résultats. Dans kicad cette valeur se situe dans *fichiers»options CI»couche masque/pâte à souder*.

▼ Couches	Une marge positive signifie une surface plus grande que le pad (usuel pour le vernis épargne).
Textes et Graphiques	Une marge négative signifie une surface plus petite que le pad (usuel pour le masque de soudure)
▼ Règles de Conception	
Classes d'Equipots	
Pistes & Vias	
Couches Masque/Pâte à Souder	
Marge vernis épargne:	<input type="text" value="0"/> mm
Largeur mini vernis épargne:	<input type="text" value="0"/> mm
Marge masque pâte à souder:	<input type="text" value="-0"/> mm
Coeff. marge masque pâte à souder:	<input type="text" value="-10"/> %
Ces valeurs sont utilisées seulement pour les pads sur des couches de cuivre.	

- Note: avec du papier 120g/m<sup>2</sup>, il ne semble pas nécessaire de réduire l'ouverture.
- Note: avec des largeurs inférieures à 0,3mm, la pâte reste coincée dans le pochoir et ne se dépose pas sur le circuit.

Une fois ce réglage effectué il faut tracer la couche *Mask* (*F.Mask* ou *B.Mask* selon la face du PCB). Cela passe par le menu *Fichier»Tracer*. Il faut choisir le format SVG, bien sélectionner la couche

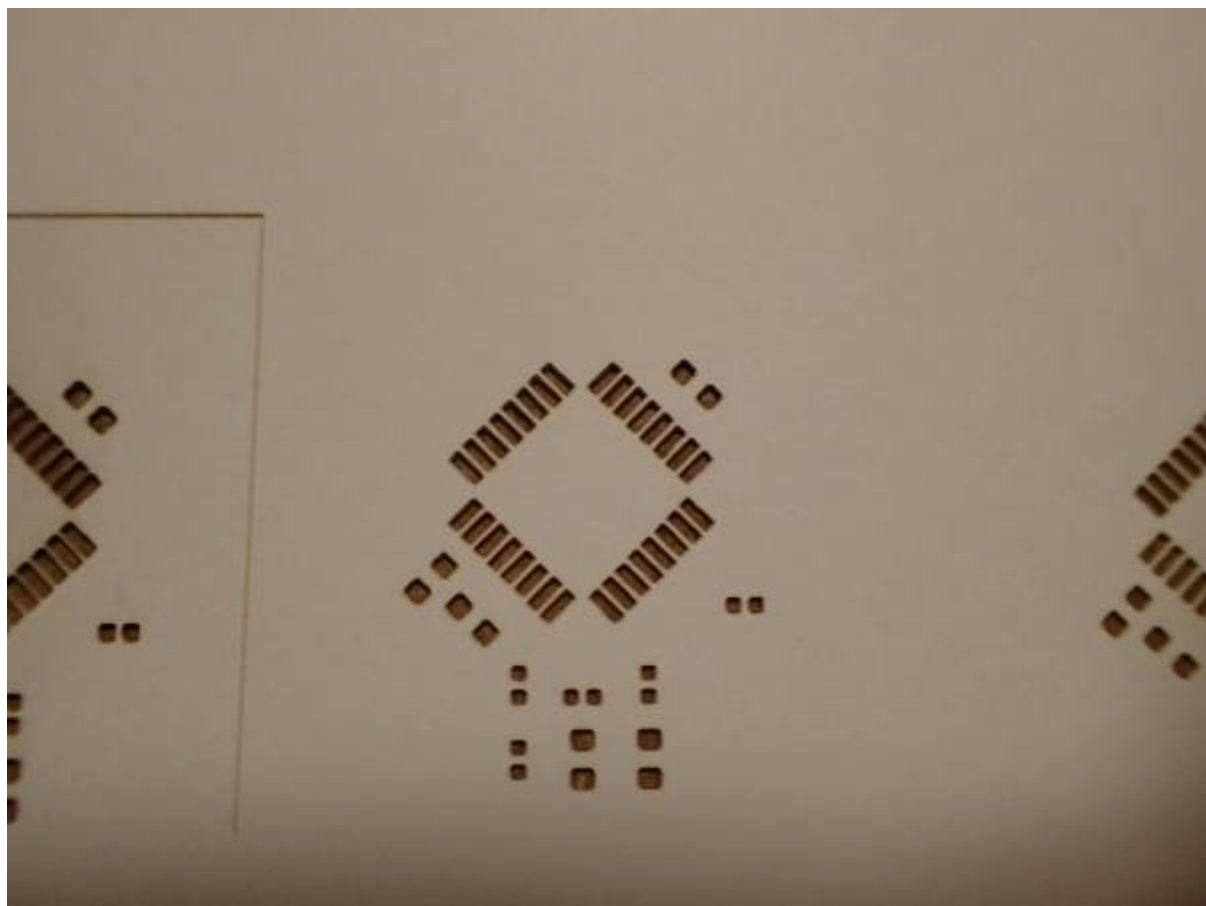
Mask concernée, et fixer l'épaisseur de ligne à 0.1mm. Je conseille d'exclure le tracer du contour et de couper le pochoir à la taille voulue après gravure des pastilles. Avoir un pochoir plus grand que le PCB est en général pratique.



Il faudra ensuite importer ce fichier SVG dans inkscape pour l'envoyer à la Trotec. Dans inkscape sélectionner l'ensemble des pastilles et ajuster les paramètres de couleur: *fill et stroke paint: noir stroke style: 0.01px* (ce qui veut effectivement dire que l'on va faire une gravure et non une découpe, mais les paramètres du laser sont réglés pour traverser le papier).

Une fois la couleur des objets correctement ajustée on peut imprimer le document sur la Trotec. Pour la gravure il faut choisir le profile *manuel»papier 0.1mm*.

Voici un exemple de pochoir pour un PCB comportant un ATMEGA328-AU (boitier TQFP 32 broches) ainsi que des composants 0603 et 0402



# Poser des vias (oeillets) sur un PCB double face

Documentation en cours de rédaction...

Réglage de la machine :

<https://www.youtube.com/embed/IWoPXikIzI0>

Poser des vias :

<https://www.youtube.com/embed/ywfjknf6Vtg>

Réglages dans KiCAD :

- trou de 0,7mm / pad de minimum 1,3mm
- trou de 1,2mm / pad de 2,3mm - prévoir un écartement de plus de 2,54mm avec d'autres trous si possible

# Gravure d'un circuit avec la SRM-20

Cette documentation décrit le processus de production d'un circuit électronique (PCB) avec la fraiseuse SRM-20 de Roland. On part ici du principe que le circuit a déjà été conçu avec KiCAD ou un autre logiciel similaire.

Pour usiner le circuit nous allons avoir besoin d'un export au format Gerber de la face avant, du contour et éventuellement du plan de perçage.

Pour ce le tutoriel nous allons usiner le [Miniduino](#), une carte de développement avec le microcontrôleur SAMD11C. Pour suivre le tutoriel vous pouvez utiliser vos propres fichiers ou télécharger le contenu du projet.

Pour plus de détails sur le processus de production et d'autres techniques, consultez la [documentation de Chloé Laurent](#) (certaines photos utilisées plus bas en sont issues).

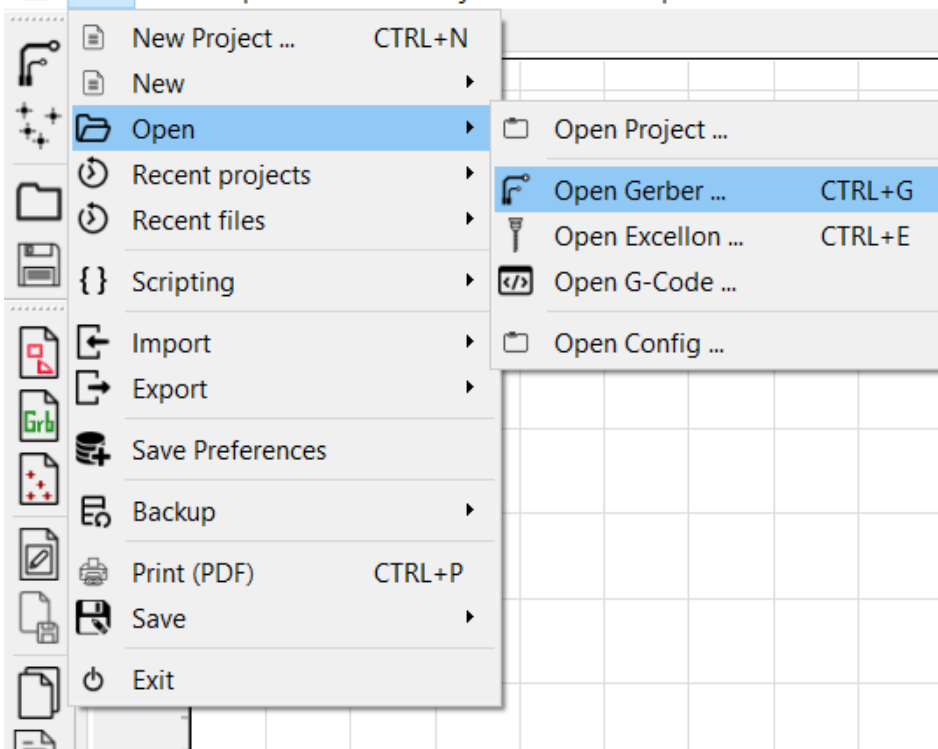
## Configuration de la gravure avec FlatCAM

Pour générer le parcours d'outil de la fraiseuse, nous allons utiliser le logiciel libre [FlatCAM](#). Au fablab c'est la version 8.991 qui est installée. Sur les versions plus récentes, des menus ou fenêtres peuvent être organisées de manière légèrement différente mais les paramètres sont les mêmes.

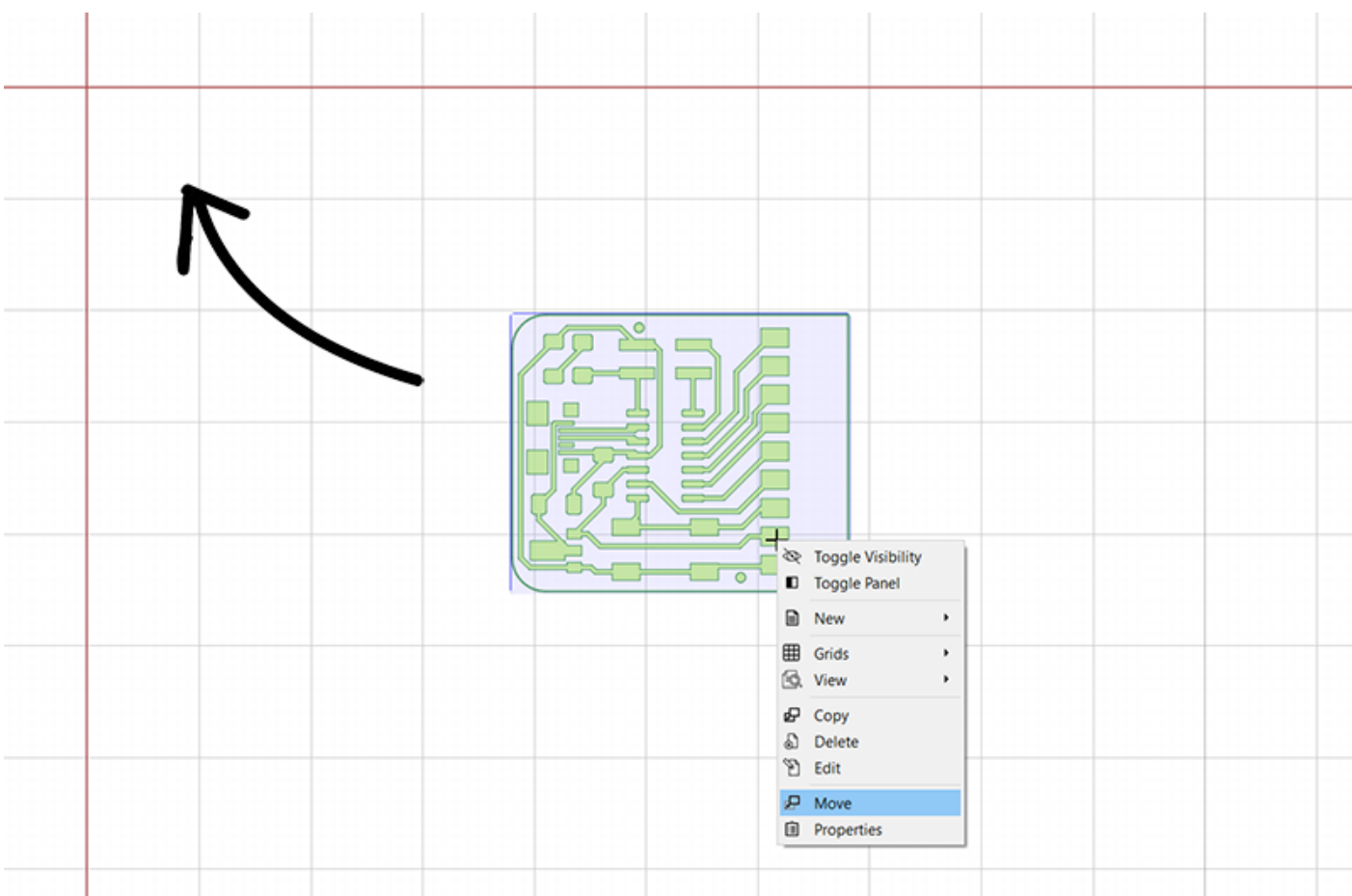
Sur l'ordinateur du fablab les paramètres des différentes opérations sont a priori déjà bien renseignés, mais il est important de toujours bien vérifier !

### Isolation des pistes

1. Ouvrir tous les fichiers Gerber dans FlatCAM (le plan de perçage sera au format Excellon).



2. Tout sélectionner avec la souris, dans le menu contextuel (clic droit) sélectionner "déplacer", faire un clic gauche simple puis déplacer le circuit pour le rapprocher de l'origine.



3. Double-cliquer sur le fichier Gerber de la face avant et s'assurer que les valeurs soient les mêmes que ci-dessous :

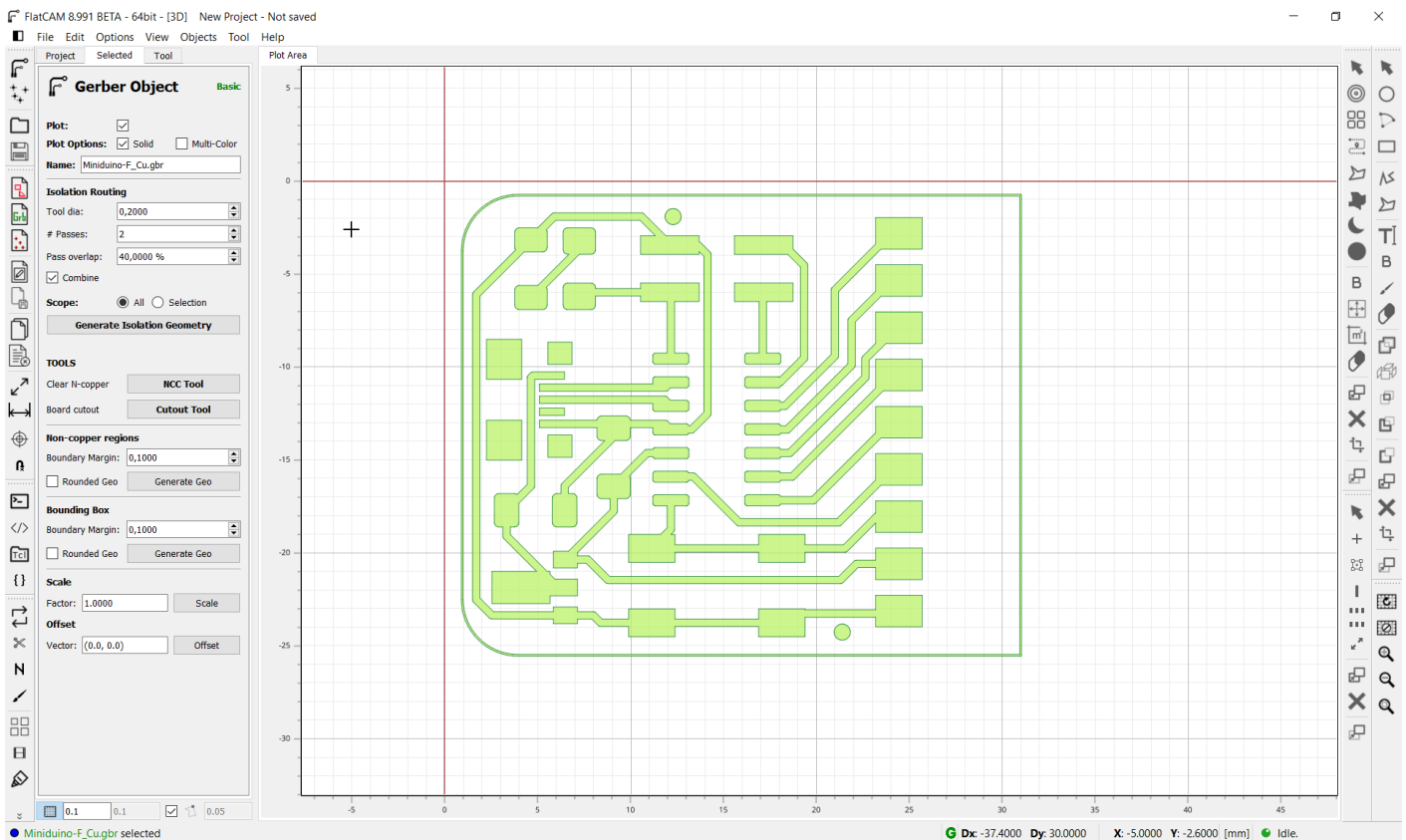
Tool dia : 0.2mm

# Passes : 2 (nombre de passages de la fraises autour des pistes)

Pass overlap : 40% (pourcentage de recouvrement entre 2 passes)

☒ Combine (combine toutes les passes en un seul fichier)

Puis cliquer sur "Generate Isolation Geometry"



4. Sur l'écran suivant les traces rouges représentent le parcours de l'outil. On va maintenant générer le GCODE qui va plus tard être envoyé à la machine. Vérifier que les paramètres suivants sont bien rentrés :

Cut Z : -0.06 mm

Travel Z : 2

End move Z : 15

Feedrate X-Y : 180 mm/min

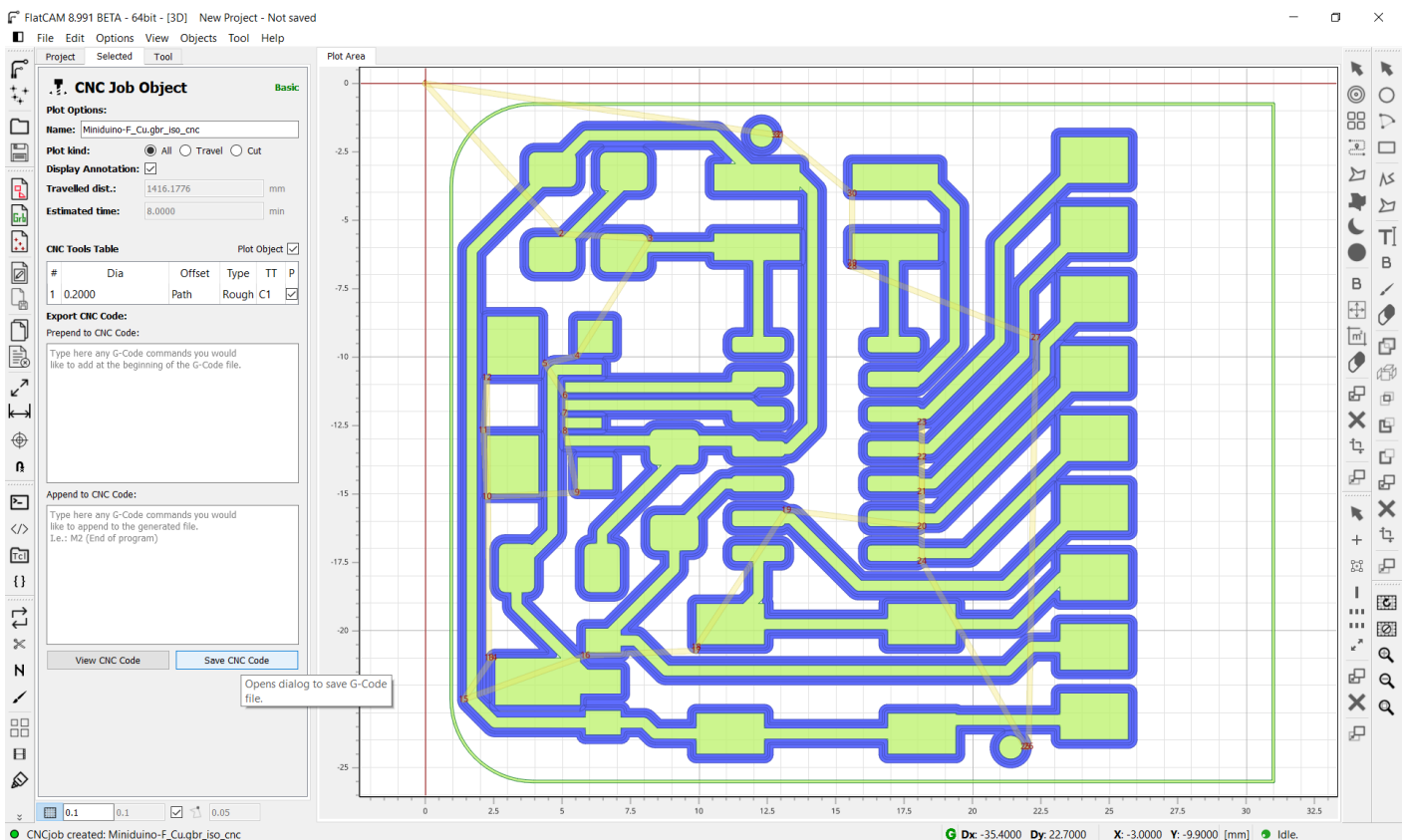
Feedrate Z : 100 mm/min

Spindle speed : 8000 tours/min

Puis cliquer sur "Generate CNC object" et enregistrer le fichier.



Inspecter le résultat et s'assurer que tous les pads et toutes les pistes sont bien isolés par le parcours de la fraise. S'il n'y a pas de trait bleu c'est que la fraise ne passe pas et il faudra retourner dans KiCAD pour faire de la place.

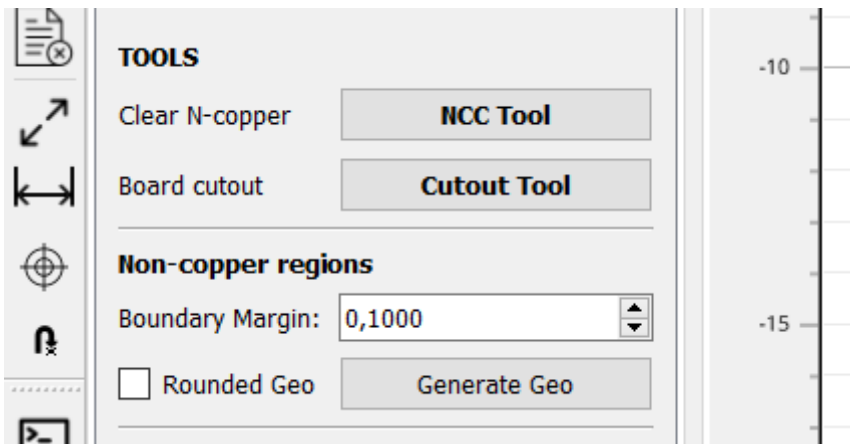


Nettoyage du cuivre inutilisé



Cette partie est optionnelle, mais elle facilite la soudure des composants par après. Cette étape ne s'applique pas non plus si le circuit comporte un plan de masse.

1. Double-cliquer sur le fichier Gerber de la face avant du circuit puis sur le bouton NCC tool.



2. Vérifier les paramètres ci-dessous puis cliquer sur "Generate Geometry".

Object : sélectionner la face avant du circuit

Cut Z : -0.05 mm

Tool dia : 0.8 mm

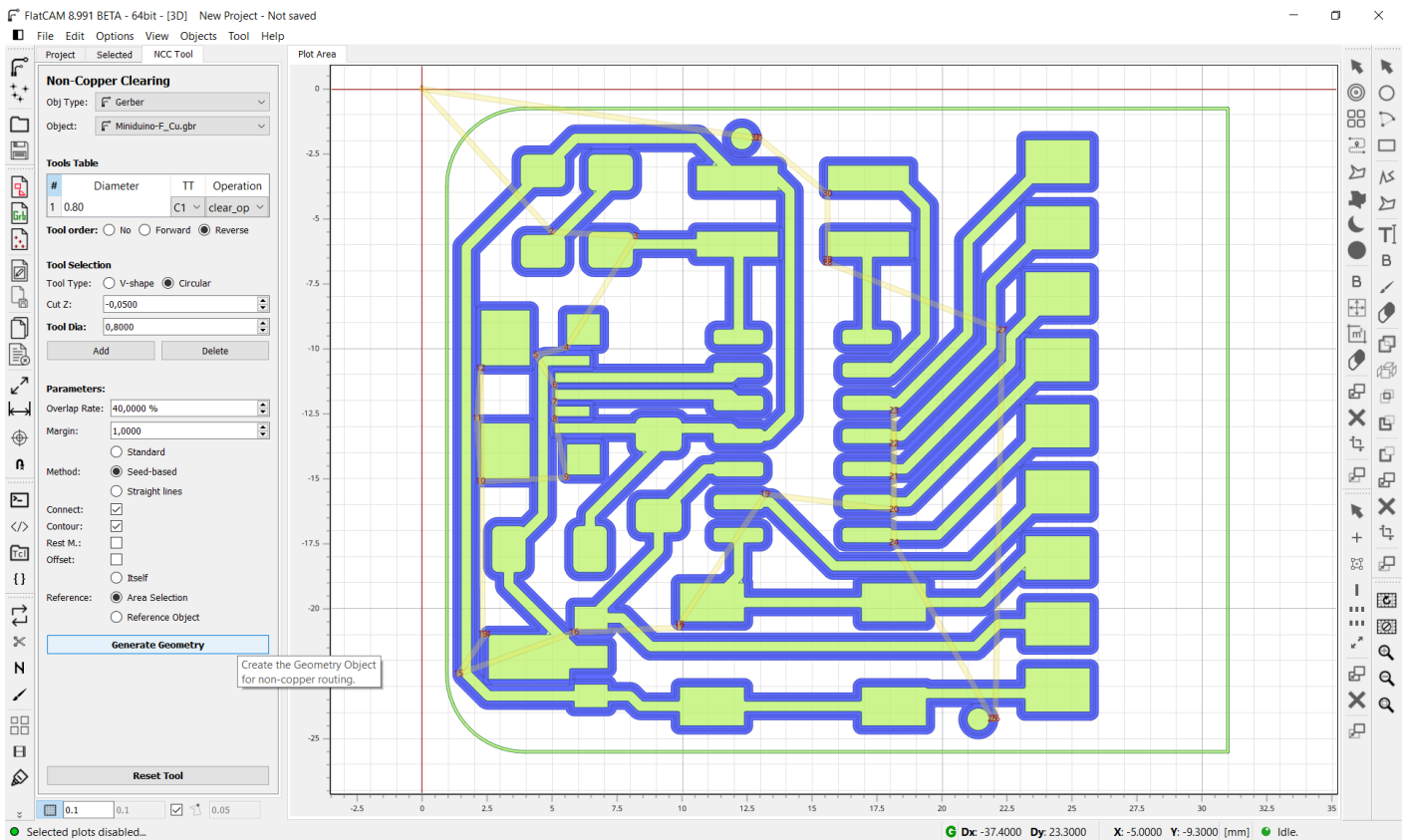
Overlap rate : 40%

Margin : 1

Method : Seed based

Reference : Area selection

Comme on a choisi "Area selection", le logiciel va demander de sélectionner le point de départ de la zone à couvrir (le coin supérieur gauche dans notre cas) puis le point final (le coin inférieur droit). Ensuite faire un clic droit pour valider la zone et passer à l'écran suivant.



3. Vérifier les paramètres ci-dessous, cliquer sur "Generate CNC object" et sur l'écran suivant, enregistrer le fichier.

Cut Z : -0.05 mm

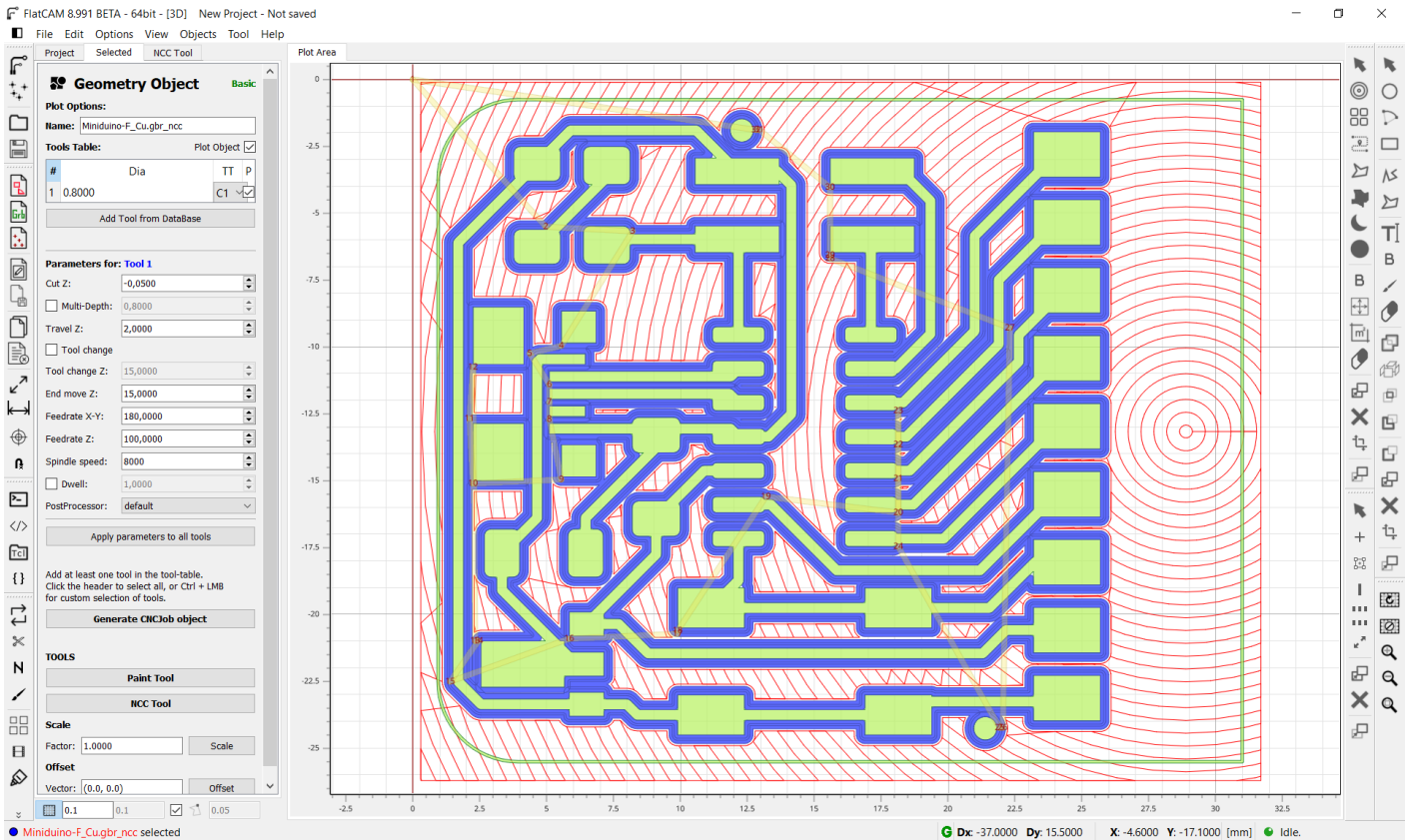
Travel Z : 2 mm

End move Z : 15 mm

**Feedrate X-Y : 120 mm/min [contrairement aux paramètres par défaut]**

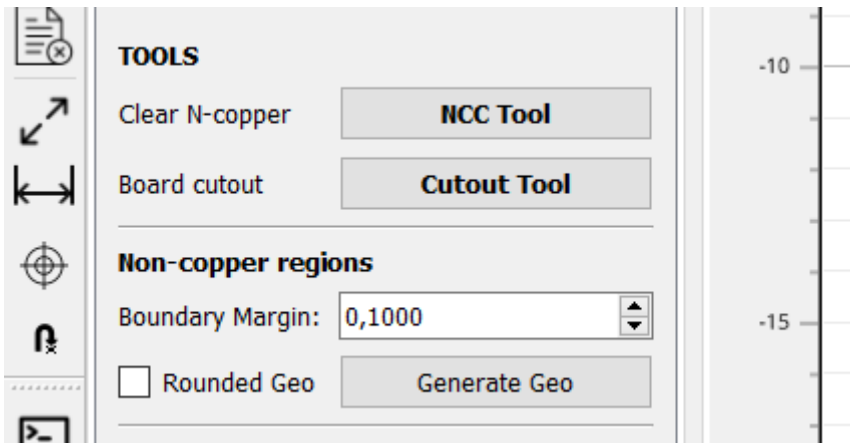
Feedrate Z : 100 mm/min

Spindle speed : 8000 tours/min



## Découpe du PCB

1. Double-cliquer sur le fichier Gerber du contour du PCB puis sur le bouton Cutout tool.



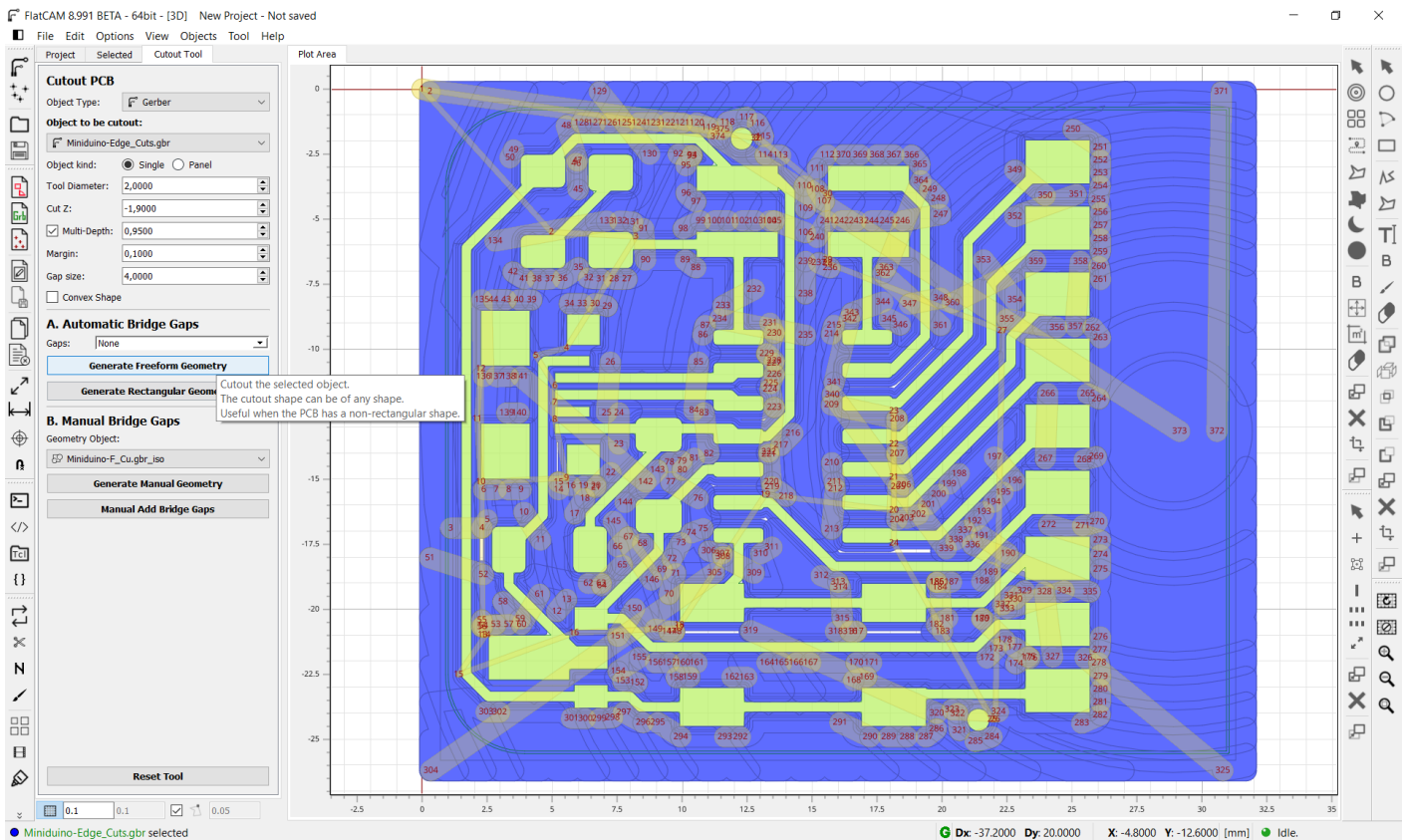
2. Vérifier les paramètres ci-dessous, puis cliquer sur Generate Freeform Geometry.

Tool Diameter : 2 mm

Cut Z : -1.9 mm (c'est légèrement plus que l'épaisseur réelle du PCB)

☒ Multi-depth : 0.95 mm (pour faire 2 passes)

Si le PCB est fixé sur le martyr avec du scotch double-face, il ne doit pas y avoir de "Gaps".



3. Le logiciel génère un nouvel objet Geometry mais ne bascule pas dans le nouvel écran. Il faut double-cliquer sur l'objet Geometry généré, vérifier les paramètres ci-dessous, puis cliquer sur Generate CNC object et enregistrer le fichier GCODE.

Cut Z : -1.9 mm

☒ Multi-depth : 0.95 mm

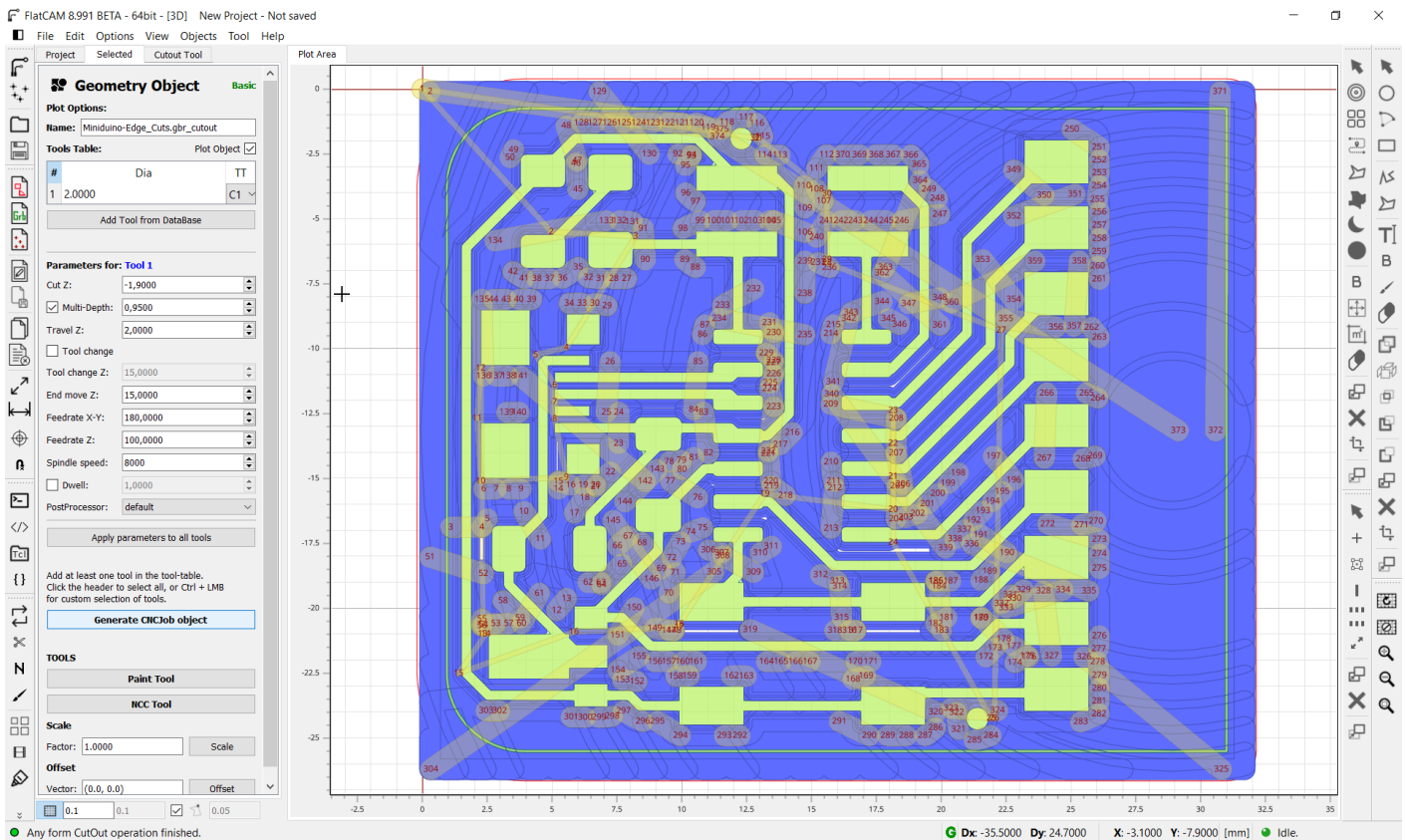
Travel Z : 2 mm

End move Z : 15 mm

Feedrate X-Y : 180 mm/min

Feedrate Z : 100 mm/min

Spindle speed : 8000 tours/min



Nos fichiers de configuration sont prêts, passons aux réglages de la machine et à l'usinage.

# Usinage du PCB sur la Roland SRM-20

Les fraises et forêts utilisés pour usiner un PCB sont fragiles et chers. Manipuler avec précautions !

## Fixer le cuivre sur le martyr

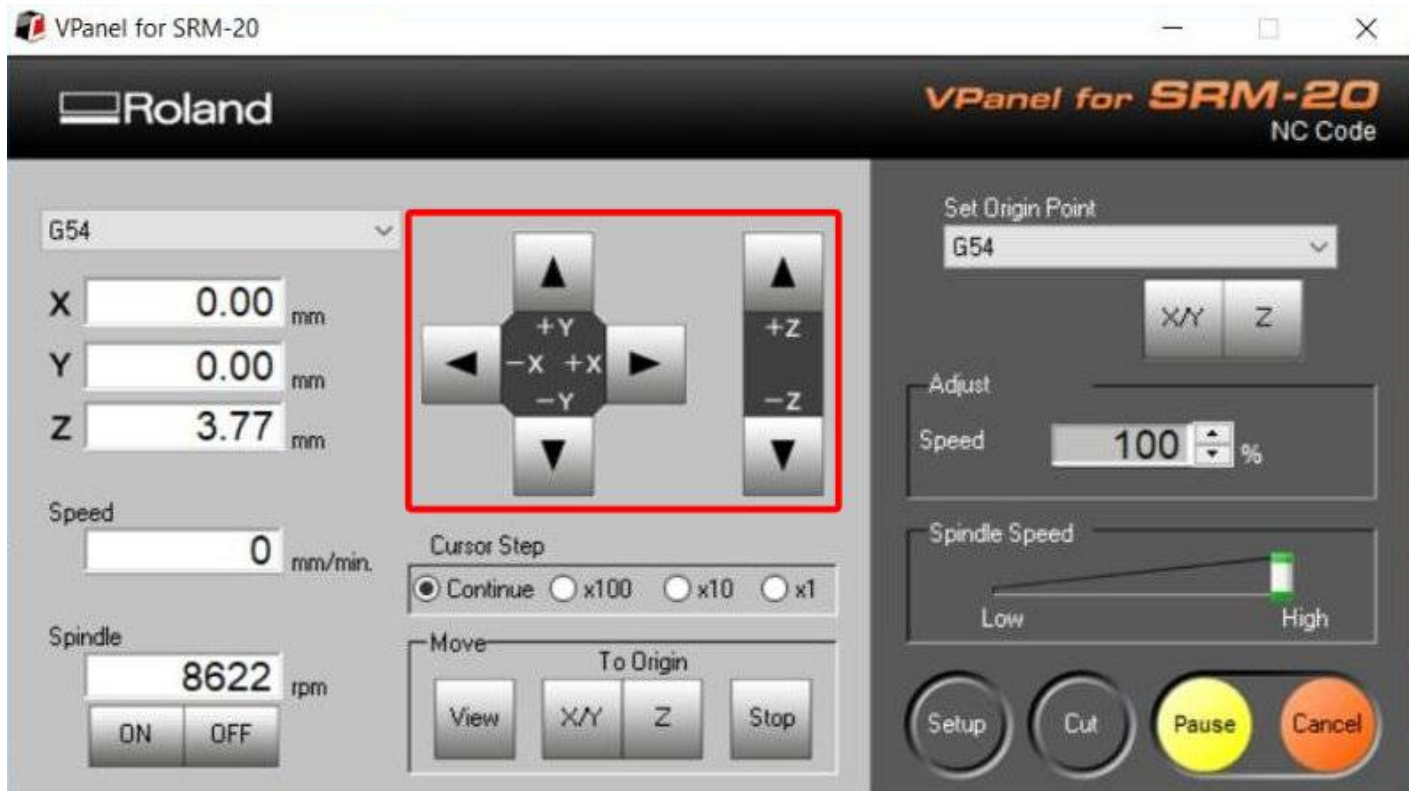
Souvent il y aura déjà une plaque de cuivre en place dans la machine. Sauter cette étape si c'est le cas.

1. Garder le capot fermé et allumer la machine. Le bouton se trouve sur le dessus de la machine, au fond à droite. Attendre que la machine se soit réinitialisée avant d'ouvrir le capot.
2. Prendre une plaque de cuivre de la bonne dimension (18x13 cm max). Demander à un fabmanager si besoin de découper une plaque.
3. Déposer du scotch double-face sur l'intégralité de la plaque en faisant attention à ne pas faire de bulles. La machine va usiner à une profondeur de 0.06 mm, la moindre aspérité peut produire un dénivelé très important.
4. Bien dépoussiérer le martyr et coller la plaque dessus en appuyant bien partout.

# Définir les origines

Cette étape est la plus délicate mais aussi la plus importante puisqu'un mauvais réglage peut faire rater tout l'usinage.

1. Sur l'ordinateur, lancer l'application VPanel.
2. Avec les flèches, déplacer le spindle au milieu pour pouvoir installer la fraise confortablement.



3. Prendre la fraise en V de 0.2 mm et l'insérer dans le mandrin. Elle doit tenir toute seule même sans avoir serré.
4. Positionner la fraise au-dessus de la partie du cuivre qui va être usinée. Avec les flèches, se rapprocher un maximum du cuivre. D'abord avec un mouvement continu, puis par incréments de 1 mm. A environ 1 mm du cuivre, prendre la fraise entre les doigts et la baisser pour lui faire toucher le cuivre.

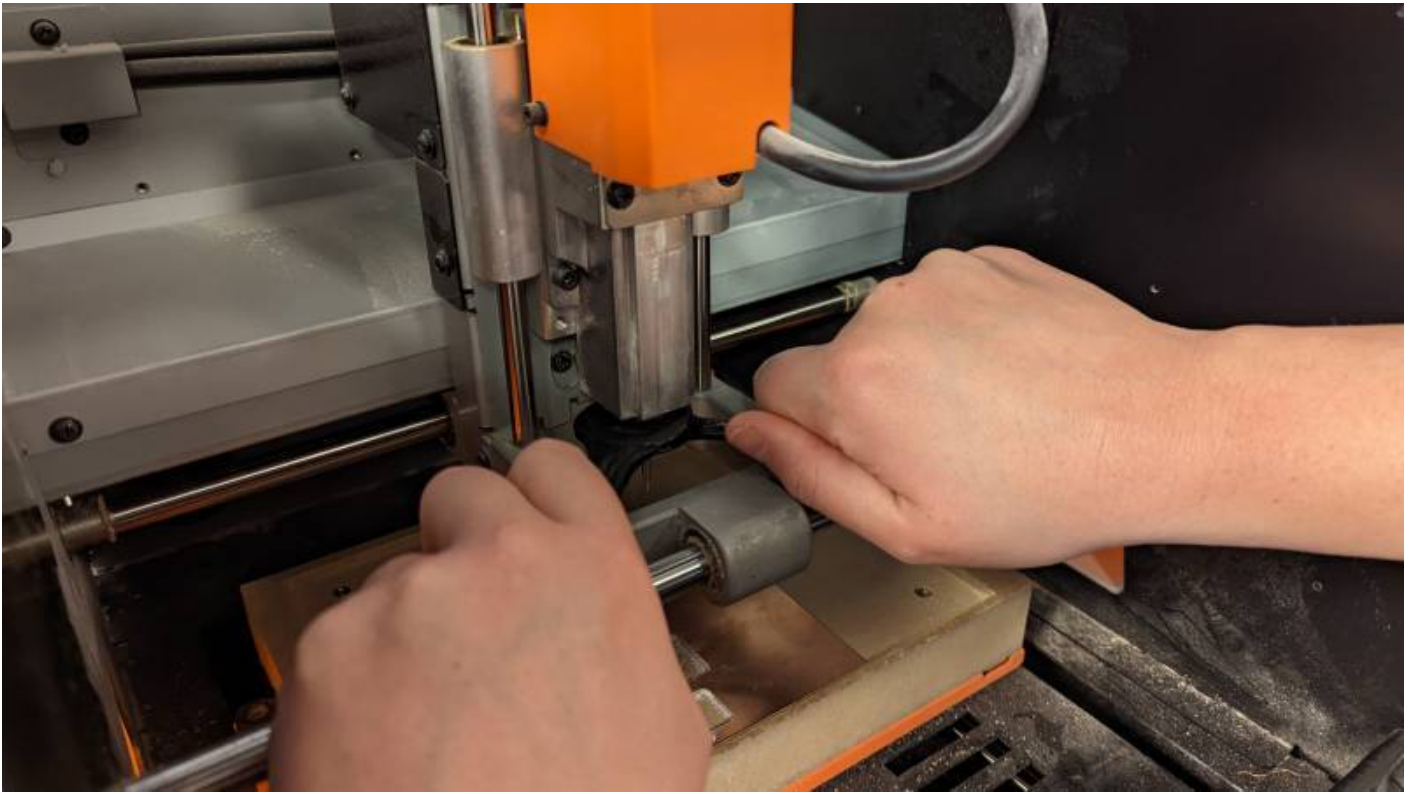




5. Cliquer sur Z pour définir le Z zéro.

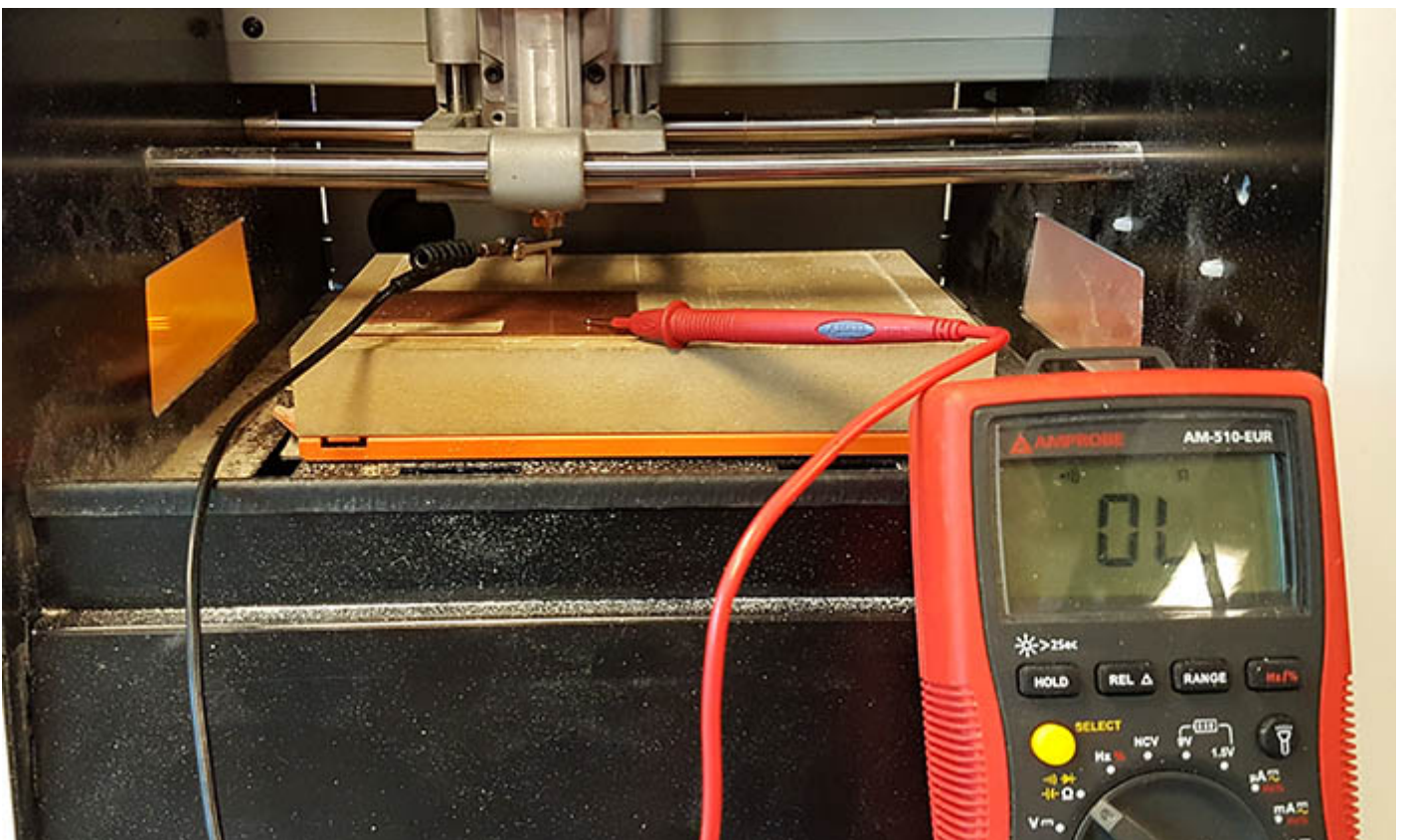


6. Remonter la fraise et serrer le mandrin. Prendre la grosse clé dans la main gauche et la petite dans la main droite. Pour serrer pousser les clés vers l'extérieur et pour serrer les tirer vers soi.



Serrer le mandrin va faire remonter la fraise de quelques centièmes de mm. Il faut donc faire un deuxième réglage plus fin.

7. Baisser la fraise en se rapprochant du zéro au maximum et fixer le multimètre comme sur la photo. Le multimètre doit être en mode test de continuité et faire un bip quand les électrodes se touchent.





8. Baisser la fraise progressivement par incrément de 0.01 mm jusqu'à ce que le multimètre bip. Parfois on peut descendre jusqu'à -0.5 mm, c'est normal. A ce moment là, définir le nouveau Z zéro.

9. Remonter la fraise de 2 mm et répéter l'opération à un ou deux autres endroits sur le cuivre pour vérifier la planéité. S'il y a un bip au-dessus du premier zéro, alors on garde notre valeur. Si le bip se fait en-dessous alors on définit un nouveau Z zéro. S'il y a plus de 0.03 mm de différence entre les Z il faut changer le cuivre. Demander à un fabmanager.

10. Remonter à 1 ou 2 mm au-dessus du cuivre et positionner la fraise dans le coin supérieur gauche (en fonction de l'origine définie dans FlatCAM) du cuivre pour définir l'origine X et Y.

11. Remonter la fraise.

## Lancer l'usinage

1. Faire chauffer le spindle à vide pendant une ou deux minutes en cliquant sur ON.



2. Cliquer sur Cut, supprimer les fichiers présents dans la liste et ajouter le fichier GCODE produit par FlatCAM pour l'isolation des pistes de la face avant.

3. Cliquer sur Output pour lancer l'usinage.

4. Surveiller les premières 5 min et en cas de doute ou de problème, faire pause pour voir le résultat.

5. Une fois l'usinage terminé, rapprocher le plateau et enlever la poussière à l'aide d'un aspirateur. **Attention**, les poussières sont cancérogènes, éviter un maximum de les respirer.

Changer la fraise et répéter les étapes nécessaires pour définir le Z zéro.

## Que faire si l'usinage a raté ?

La principale raison pour laquelle un usinage peut rater est que le Z zéro n'a pas été bien fait et que la fraise n'est pas rentrée assez profondément dans la matière. Dans le cas de la gravure on aurait des sillons trop fins et des fils de cuivre entre les sillons. Pour la découpe du PCB le problème serait que le PCB ne se détache pas de la plaque.

Si jamais c'est le cas, tout n'est pas perdu ! Il suffit de refaire le Z zéro, en le refaisant un peu plus bas et de relancer l'opération. Demander à un fabmanager.

# Trucs et astuces

Vous trouverez ici quelque astuces pour la réalisation de circuits

## Monter un composant traversant coté cuivre

Il arrive parfois (en particulier lorsque l'on utilise des composants CMS) que l'on souhaite monter un composant traversant du «mauvais côté». Cela ne pose pas de problème lorsque les pattes sont accessibles des deux côtés (résistances par exemple) mais rend la soudure impossible lorsque les pattes ne sont pas sur le bord du composant (ce qui est souvent le cas pour les connecteurs).

Il est possible de contourner le problème en utilisant des rivets (par exemple BG9.S ou BG10.S de CIF). Les rivets sont soudés au PCB, et les broches du composant insérées dans les rivets. Il est alors possible de souder le composant sur l'autre face. Il faut prévoir cela au moment de la conception du PCB (pastilles et perçages suffisamment larges). Dans le cas de pastilles rapprochées on peut souder les rivets sans les riveter (ce qui risquerait de créer un court-circuit).