

Fraiseuse CIF Technodrill 2

CIF Technodrill 2 Le logiciel GALAAD est un outil très complexe pour pouvoir utiliser le CIF Technodrill 2. Avec cette machine vous pouvez fraiser du bois, des circuits imprimés ou d'autre type de matériaux. Dans ce tutoriel on va s'intéresser à la création de circuits imprimés. Pour vous expliquer comment utiliser cet appareil et ses logiciels suivez les chapitres suivants.

- [Exporter un PCB depuis kicad](#)
- [Différentes Parties de la Machine](#)
- [Graver Les Pistes ¶](#)
- [Placer, initialiser et graver la plaque ¶](#)
- [Perçage et Détourage ¶](#)
- [Le PCB biface](#)
- [Usinage plastiques et métaux tendres \(aluminium, plastiques, bois, ...\)](#)

Exporter un PCB depuis kicad

Il n'est pas question ici de faire un tutoriel sur l'utilisation de kicad pour concevoir des circuits électroniques (il y en a déjà plein sur le web). Par contre il y a quelques règles à respecter pour que le circuit puisse être correctement gravé avec la technodrill II.

règles de dessin

Dans pcbnew (l'outil de dessin de PCB de kicad) on peut définir des règles de conceptions, correspondant aux contraintes techniques de la réalisation du PCB (et de la dextérité du soudeur).

Le menu «règles de conceptions» -> «règles de conceptions» ouvre une fenêtre avec deux onglets. Le premier («éditeur de netclasses») permet de définir différentes classes de signaux, et de définir des règles (largeur de pistes et isolation en particulier) pour ces classes. Pour la technodrill II il ne faut pas moins de 0,4mm de largeur de piste et 0,25mm d'isolation (en théorie elle peut faire 0,1 mais cela dépend aussi de l'état et de la qualité des outils - et de leurs dimensions bien sûr). Le perçage des vias dépend des forets à disposition. Un perçage à 0,8 sur une pastille de 1,5mm laisse 0,35mm de cuivre autour du trou, c'est un minimum.

La copie d'écran ci-dessous montre une isolation de 0,2mm mais depuis nous avons affiné la procédure - c'est bien 0,25 qu'il faut mettre.

Éditeur de NetClasses
Règles Générales

Classes d'Équipots:

	Isolation	Largeur Piste	Diamètre Via	Perçage Via	Diamètre µVia	Perçage µVia
Default	0,2	0,6	1,5	0,8	0,3	0,1
AC	2,2	1	1,5	0,8	0,3	0,1

Ajouter
Supprimer
Vers le haut ^

Membres:

* (Tout)

Net	Classe
/AC1	AC
/AC2	AC
/ACL	AC
/ACm	AC
	Default
+3V3	Default
+5V	Default
/BT1	Default
/BT2	Default
/BT3	Default
/BT4	Default

<<<
>>>
<< Sélectionner Tout
Sélectionner Tout >>

* (Tout)

Net	Classe
/AC1	AC
/AC2	AC
/ACL	AC
/ACm	AC
	Default
+3V3	Default
+5V	Default
/BT1	Default
/BT2	Default
/BT3	Default
/BT4	Default

Cancel
OK

Le deuxième onglet («règles générales») définit les valeurs minimales pour l'ensemble du dessin (indépendamment de la classe du signal). C'est aussi ici que l'on peut définir les différentes largeurs de via et pistes disponibles dans les menus.

Éditeur de NetClasses

Règles Générales

Options Vias:

Vias aveugles/enterrées:

☒ Ne pas autoriser les vias aveugles/enterrée
 ☐ Autoriser les vias aveugles/enterrée

Micro Vias:

☒ Ne pas autoriser les micro vias
 ☐ Autoriser les micro vias

Valeurs Minimales Autorisées:

Largeur Min Piste (mm):

0,6

Diamètre Min Via (mm):

1,5

Perçage Min Via (mm):

0,8

Diamètre Min uVia (mm):

0,2

Perçage min uVia (mm):

0,1

Diamètres de vias et largeurs de pistes spécifiques, qui peuvent être utilisées pour remplacer les valeurs par défaut des Netclass quand c'est nécessaire, pour des vias ou segments de pistes arbitraires.

Tailles de Vias Spécifiques

Perçage: blanc ou 0 => valeur par défaut de la Netclass

	Diamètre	Perçage
Via 1	1,5	0,8
Via 2	2	0,8
Via 3		
Via 4		
Via 5		
Via 6		
Via 7		
Via 8		

Épais. Piste Spécifiques

	Largeur
Piste 1	0,6
Piste 2	0,8
Piste 3	1
Piste 4	1,5
Piste 5	2
Piste 6	2,8
Piste 7	3
Piste 8	

Cancel

OK

dimensions des pastilles

Les pastilles des bibliothèques de composants ou d'empreintes pour les composants traversants sont en général trop petites: il n'y a pas assez de cuivre autour du trou, surtout si l'on perce plus gros que ce que prévoit l'empreinte. Comme pour les vias, il faut une pastille de au moins 1,5mm pour un trou de 0,8. Il est possible de modifier les paramètres des pastilles: avec un clic droit, on peut ouvrir les propriétés de la pastille, et modifier sa forme, taille et perçage. On peut ensuite, toujours avec un clic droit, copier ces paramètres dans les paramètres courant pour les appliquer à d'autre pastilles, ou modifier toute les pastilles de l'empreinte, ou toute les pastilles des empreintes similaires.

fichiers de fabrication

Une fois défini le dessin du PCB, il faut générer les fichiers de fabrication compatibles avec percival (le logiciel de PCB de la technodrill). Pour cela, il faut aller dans le menu «Fichiers» -> «tracer». Dans la fenêtre, il faut choisir le format («Gerber»), sélectionner les couches à inclure (F.Cu et/ou B.Cu, Edge.Cuts si on veut faire le détournage). Il ne faut pas cocher «Exclure les tracés contour PCB des autres couches», cela empêcherait percival de détecter automatiquement le contour du

circuit.

Format du tracé: Répertoire de sortie:

Gerber Examiner...

Couches

- ☐ F.Cu
- ☒ B.Cu
- ☐ B.Adhes
- ☐ F.Adhes
- ☐ B.Paste
- ☐ F.Paste
- ☐ B.Silks
- ☐ F.Silks
- ☐ B.Mask
- ☐ F.Mask
- ☐ Dwgs.User
- ☐ Cmts.User
- ☐ Eco1.User
- ☐ Eco2.User
- ☒ Edge.Cuts
- ☐ Margin
- ☐ B.CrtYd

Options

- ☐ Imprimer cartouche sur toutes les couches
- ☐ Tracer pads sur sérigraphie
- ☒ Tracer les valeurs des modules
- ☒ Tracer les références des modules
- ☐ Force le tracé des valeurs et/ou références invisibles
- ☐ Ne pas couvrir les vias
- ☐ Exclure les tracés contour PCB des autres couches
- ☐ Tracé miroir
- ☐ Tracé en négatif
- ☐ Utiliser axe auxiliaire comme origine

Marques de perçage

Aucun

Échelle:

1:1

Mode de tracé:

Plein

Épais. ligne par défaut (mm):

0,2

Réglages courants du masque de soudure:

Marge vernis épargne: 0,2 mm

Largeur mini pour le vernis épargne: 0 mm

Options Gerber

- ☐ Utiliser extensions Gerber Protel
- ☐ Inclure attributs étendus
- ☐ Soustraire masque de la couche sérigraphie

Format

☐ 4.5 (unité mm)

☒ 4.6 (unité mm)

Messages:

Filtre: ☒ Tout ☒ Avertissements ☒ Erreurs ☒ Infos ☒ Actions

Enregistrer le rapport ...

Tracer Créer Fichier de Perçage Fermer

En cliquant sur le bouton «Tracer» en bas, pcbnew génère un fichier par couche sélectionnée. Dans les messages apparaissent le nom des fichiers générés. En cliquant sur le bouton «Créer fichier de perçage», une autre fenêtre s'ouvre qui permettra de générer un fichier de perçage. Il faut sélectionner «Pouces» pour les unités de perçage, décimal pour le format des zéros, «gerber» pour le format du plan de perçage. Sélectionner «Générer trous métallisés et non métallisés en un seul fichier» dans les options, et «Absolu» pour les origines. Cliquer ensuite sur «fichier de perçage» pour générer le fichier .drl.

Répertoire de sortie: Examiner

Unités de Perçage:
☐ Millimètres
☒ Pouces

Format des zéros
☒ Format décimal
☐ Suppression zéros de tête
☐ Suppression zéros de fin
☐ Garder les zéros

Précision
2;4

Format du plan de perçage:
☐ HPGL
☐ PostScript
☒ Gerber
☐ DXF
☐ SVG
☐ PDF

Options Fichier de Perçage:
☐ Miroir sur axe Y
☐ Entête minimal
☒ Générer trous métallisés et non métallisés en 1 seul fichier.

Origine des coord de perçage:
☒ Absolu
☐ Axe Auxiliaire

Infos:
Perçage vias par Défaut:
Utiliser les valeurs des Netclass

Perçage Micro Vias:
Utiliser les valeurs des Netclass

Nb Trous
Pads Métallisés: 134
Pads Non Métallisés: 3
Via Traversantes: 12
Micro Vias: 0
Via Enterrées: 0

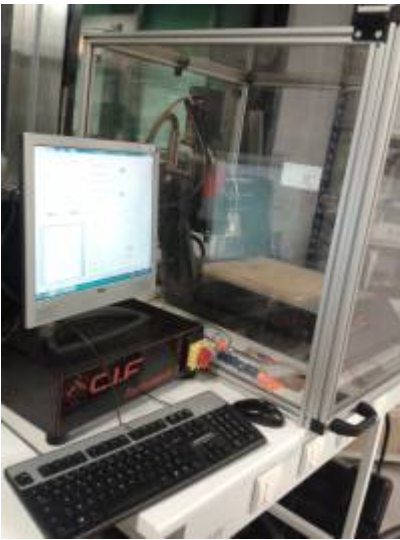
Fichier de Perçage
Plan de Perçage
Fichier Rapport
Fermer

Messages:

Vous avez maintenant les fichiers .grb et .drl nécessaires pour graver le PCB.

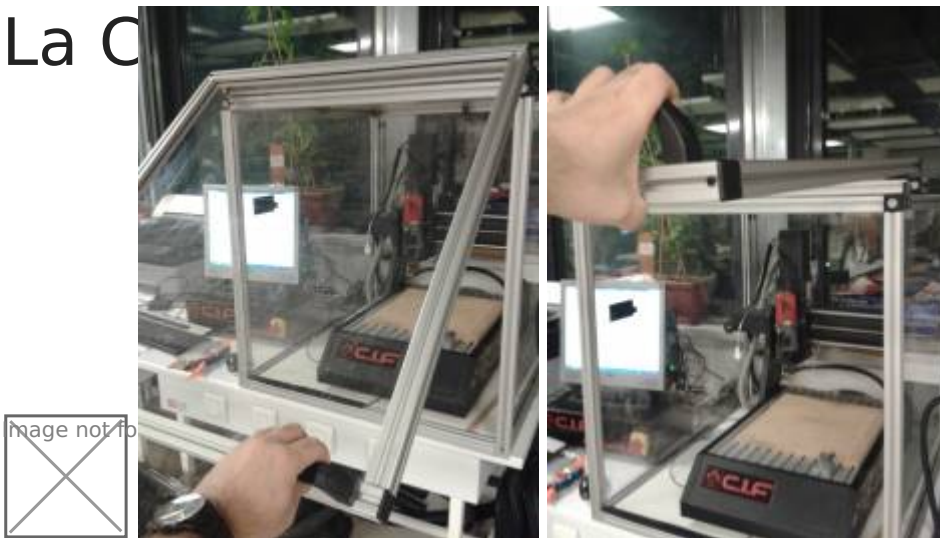
Différentes Parties de la Machine

L'ordinateur



La Technodrill 2 de CIF est équipée d'un ordinateur sous Windows qui contient les logiciels Galaad et Percival. Cet ordinateur se trouve à gauche de la fraiseuse numérique.

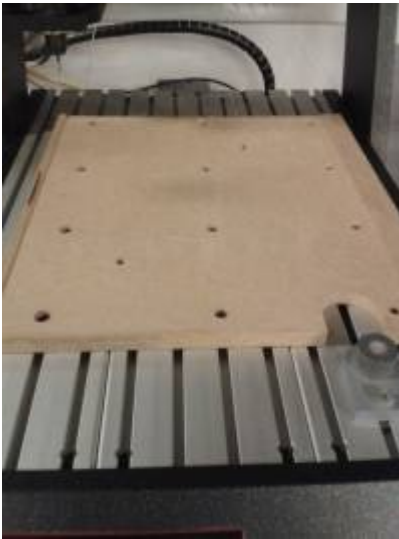
La Cage



La cage en plexiglass entoure la totalité des composantes de la CIF (sauf l'aspirateur). Ouvrez la cage en glissant la porte sur la cage.

Attention : toujours fermer la cage avant de démarrer un usinage ! Un outil tournant à 29000 trs/mn peut se transformer en dangereux projectile.

Support en Bois



Quand vous ouvrez la cage, vous voyez une plaque en bois sur une plaque en plexiglas tout en bas. C'est ce que l'on appelle le plateau martyr, il est là pour créer un support sur lequel on va pouvoir fraiser. Il a été surfacé de manière à être parfaitement parallèle au plan X/Y de la machine. Ce surfacage a créé au fond un rebord parallèle à l'axe X de la machine, on s'en servira pour placer le PCB ou la pièce bien parallèle à l'axe X.

La Fraiseuse

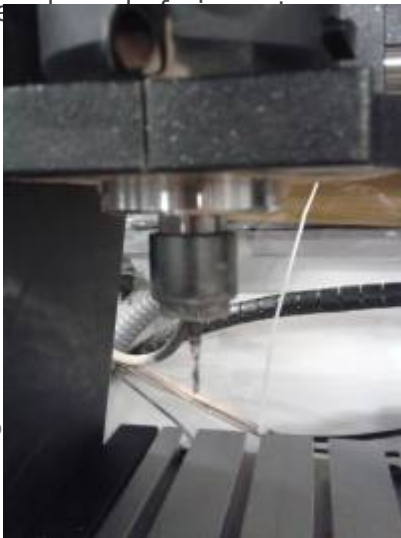
Au milieu de la cage vous allez remarquer la fraiseuse. On doit placer la fraise et faire certains réglages sur cette fraiseuse.

Vous allez remarquer en haut de cette fraiseuse un potentiomètre. Ceci définit la vitesse de rotation de la machine, entre 8000 et 29000 tours/minutes.

La vitesse de rotation dépend du matériau et de l'outil utilisé (voir plus bas).



Par contre, la fabrication est plus complexe. Dans la page suivante vous allez voir comment



LED (optionnel)



La LED permet d'un éclairage dans la cage pour pouvoir pointer l'outil facilement.

L'Aspirateur



La gravure ou l'usinage provoquent des copeaux et poussières, qui peuvent perturber la suite des opérations (et s'agglomérant autour des outils), voir endommager la machine si elles s'accumulent sur les vis sans fin et les glissières. L'aspirateur (en positionnant bien la buse d'aspiration) permet d'aspirer le plus gros des poussières et copeaux pendant l'usinage. Ce n'est pas indispensable pendant une gravure de PCB mais cela l'est pour usiner du bois ou du plastique.

Toujours bien nettoyer la machine avec aspirateur et brosse après utilisation

Les outils



Il faut des outils avec une tige (ou queue) de 3,15mm (1/4 de pouce) de diamètre. Pour les PCB prendre des outils au carbure de tungstène; les outils au titane (aspect jaune) ne sont pas assez durs.

Les paramètres d'usinage dépendent de chaque outil et du matériau à usiner. Ils sont:

- vitesse de rotation: avec le diamètre de l'outil elle définit la vitesse de coupe (la vitesse linéaire de la dent au bord de l'outil). Plus elle est élevée plus on pourra usiner vite, mais plus cela chauffe (et cela peut faire fondre le matériau).

- vitesse d'avance: avec la vitesse de rotation, elle définit la quantité de matière à enlever par dent et par tour. Dans les matériaux tendres il faut une vitesse d'avance suffisante pour produire un vrai copeau. Dans les matériaux durs, il ne faut pas aller trop vite pour ne pas casser l'outil.
- profondeur de passe: quantité de matière que l'outil va enlever lors d'un passage. Une profondeur de passe risque de casser l'outil ou le matériau à usiner (contraintes trop fortes); ou de faire fondre le matériau.

Voici quelques exemples d'outils et leurs paramètres

- fraise conique 30° 0,1mm (gravure): <https://www.amazon.fr/gp/product/B00EQ1XMSQ/>
 - PCB: rotation 29000 trs/mn (broche sur 6), avance 10mm/s, profondeur de passe 0,03mm
- fraise cylindrique 1,5mm (gros hachurage, détournage): <https://www.amazon.fr/gp/product/B00REGXWQ2/>
 - PCB: rotation 29000 trs/mn (broche sur 6), avance 5mm/s, profondeur de passe 0,5mm
 - bois, plastique tendre (ABS, plexi): rotation 12000 trs/mn (broche sur 2), avance 20mm/s, profondeur de passe 0,5mm à 1mm
 - plastique dur (polycarbonate): rotation 12000 trs/mn (broche sur 2), avance 20mm/s, profondeur de passe 0,5mm
- fraise cylindrique 0,8mm (hachurage, détournage précis): <https://www.amazon.fr/gp/product/B00REGY2CA/>
 - PCB: rotation 29000 trs/mn (broche sur 6), avance 5mm/s, profondeur de passe 0,5mm
- jeu de forets (perçage) de 0,1 à 1,2mm (pour les PCB il n'y a pas besoin de moins de 0,5mm): <https://www.amazon.fr/gp/product/B01NCIZ2VP/>
 - PCB: rotation 29000 trs/mn (broche sur 6), avance 5mm/s (en vertical !)
- fraise 1 dent Ø3.17 spécial alu: <https://www.cncfraises.fr/187-carbures-1-dent-aluminium>
 - Aluminium 6060: 12000 trs/mn (broche sur 2), avance 2mm/s, profondeur de passe 0,2mm, vitesse de plongée 10%.

On peut se passer des forets, en utilisant les fraises cylindriques pour usiner les trous. Mais utiliser un foret va plus vite et est plus économique.

Graver Les Pistes ¶

définir les outils

Avant de pouvoir graver, il faut indiquer quels outils on va utiliser. Pour cela lancez percival puis rendez-vous dans «bibliothèque d'outils» du menu «Paramètres». Percival utilise toujours le ratelier numéro 1, c'est donc celui ci qu'il faut sélectionner. Vous pouvez ensuite passer en revue les outils, ou en définir de nouveaux.

Pour chaque outils, outre forme et diamètre, un paramètre important est la profondeur maximale par passe et la vitesse de plongée. Il ne faut pas être trop gourmand, au risque de casser l'outil. Pour les petite fraises coniques, une profondeur de passe de 0,03mm donne de bons résultats et permet de graver un PCB standard en 2 passes.

Paramètres des outils

Identification
Râtelier n° 1 Copier...

Outil n° 2 fraise conique 0.1 Plus...

Couleur Effacer Suppr. << Ins. >> Effacer suivants

Caractéristiques
Diamètre : 3.17 mm
Profil : conique Angle : 30°
Diamètre minimal en bas du cône : 0.1 mm
Nombre de dents : 1 Rotation : 3000 tours/min
Profondeur maximale par passe : 0.03 mm
☐ Faire une pause de nettoyage avant chaque nouvelle passe

Plongée
Pointage préalable : mm Vitesse : mm/s
Vitesse de perçage : 50 % de la vitesse d'avance, ou mm/s
Cycle de débouillage : remontée complète tous les mm
Cycle brise-copeaux : descente de mm puis remontée de mm
Surprofondeur pour les perçages simples (foret à bout conique) : mm
Pente oblique de descente (si plongée verticale interdite) : °

Statistiques d'utilisation
Temps d'usinage actif : 0.00:00 s Maximum : minutes
Parcours actif : 0 mm Maximum : m
Nombre de plongées : 0 Maximum :

OK Annuler Ouvrir... Enregistrer... Remise à zéro

Pour les fraises cylindriques plus grosse, on peut faire des passes plus profondes (1mm). Pour les forets qui ne feront que du perçage, on peut aller encore plus profond, mais il faut limiter la vitesse de plongée.

Paramètres des outils

Identification
 Râtelier n° 1 Copier...

Outil n° 3 foret 0.8 mm Plus...

Couleur Effacer Suppr. << Ins. >> Effacer suivants

Caractéristiques
 Diamètre : 0.8 mm
 Profil : cylindrique --> Angle : °
 Diamètre minimal en bas du cône : mm
 Nombre de dents : 2 Rotation : 28000 tours/min
 Profondeur maximale par passe : 2 mm
☐ Faire une pause de nettoyage avant chaque nouvelle passe

Plongée
 Pointage préalable : mm --> Vitesse : mm/s
 Vitesse de perçage : % de la vitesse d'avance, ou 15 mm/s
 Cycle de déburrage : remontée complète tous les mm
 Cycle brise-copeaux : descente de mm puis remontée de mm
 Surprofondeur pour les perçages simples (foret à bout conique) : mm
 Pente oblique de descente (si plongée verticale interdite) : °

Statistiques d'utilisation Remise à zéro
 Temps d'usinage actif : 0:00:00 s --> Maximum : minutes
 Parcours actif : 0 mm --> Maximum : m
 Nombre de plongées : 0 --> Maximum :

OK Annuler Ouvrir... Enregistrer...

Après avoir vérifié les outils disponibles, on peut sélectionner les outils qui seront utilisés pour le PCB. Pour cela rendez-vous dans «Outil sélectionnés» du menu «Paramètres».

Outils actifs

OUTIL DE GRAVURE
 2 > fraise conique 0.1 ø 3.17 conique 30°
 Profondeur : 0.05 mm => Rayon 0.05 mm
 Marge : 0 mm => Distance 0.05 mm
 Vitesse de gravure : 10 mm/s

OUTIL DE HACHURAGE
 5 > 2mm Flat ø 2 cylindrique Paliers 1.1 mm
 Profondeur : 0.05 mm => Rayon 1 mm
 Marge : 0 mm => Recouvrement 50%
 Vitesse de hachurage : 10 mm/s

OUTIL DE DETOURAGE
 5 > 2mm Flat ø 2 cylindrique Paliers 1.1 mm
 Profondeur de détourage : 1.6 mm
 Vitesse de détourage : 5 mm/s

OUTIL DE CENTRAGE
 2 > fraise conique 0.1 ø 3.17 conique 30°
 Diamètre des pions : mm
 Surprofondeur pour pions : 0 mm

OUTILS DE PERÇAGE
☐ Utiliser un seul outil pour tous les trous, avec alésage circulaire
 --> 1 > Outil #1 ø 3 conique 10° Paliers 0.03
☒ Utiliser pour chaque trou l'outil le plus proche par défaut, avec alésage circulaire
☐ Utiliser pour chaque trou l'outil le plus proche par excès, sans alésage circulaire

Outils sélectionnés

1	3 > foret 0.8 mm ø 0.8 cylindrique Paliers 2 mm	X
2	5 > 2mm Flat ø 2 cylindrique Paliers 1.1 mm	X
3		X
4		X
5		X
6		X
7		X
8		X
9		X
10		X

☒ Autoriser l'alésage seulement pour les trous de plus de 2 mm

Profondeur de perçage : 1.6 mm Vitesse d'alésage : 5 mm/s
 En cas de cycle d'alésage : ☒ Percer au centre ☐ Remonter au centre
☐ Pointage préalable pour les perçages d'un diamètre supérieur à 0 mm
 --> Profondeur : 0 mm Outil : 1 > Outil #1 ø 3 conique 10°

OK Annuler

L'«outil de gravure» sera utilisé pour creuser le cuivre entre les pistes. On utilisera pour cela une fraise conique, avec un angle entre 10 et 30° et une base de 0,01 ou 0,02mm (par exemple: CNBTR N2AS sur amazon). La couche de cuivre d'un PCB standard étant de 35µm (0,035mm), on usinera à une profondeur de 0,05mm pour avoir un peu de marge. Si on utilise un PCB renforcé (70µm) il faudra bien sur ajuster ce paramètre.

La gravure se contente d'isoler les pistes, mais laisse du cuivre entre les pistes. Si on veut supprimer ce cuivre, il faudra définir une zone de hachurage. L'outil à utiliser sera une fraise cylindrique de diamètre plus important (entre 0,8 et 2mm par exemple). La profondeur sera la même que pour la gravure.

Le détournage est l'opération qui va découper les contours du PCB. L'outil à utiliser sera une fraise cylindrique de 1,5 ou 2mm de diamètre. La profondeur doit correspondre à l'épaisseur du PCB.

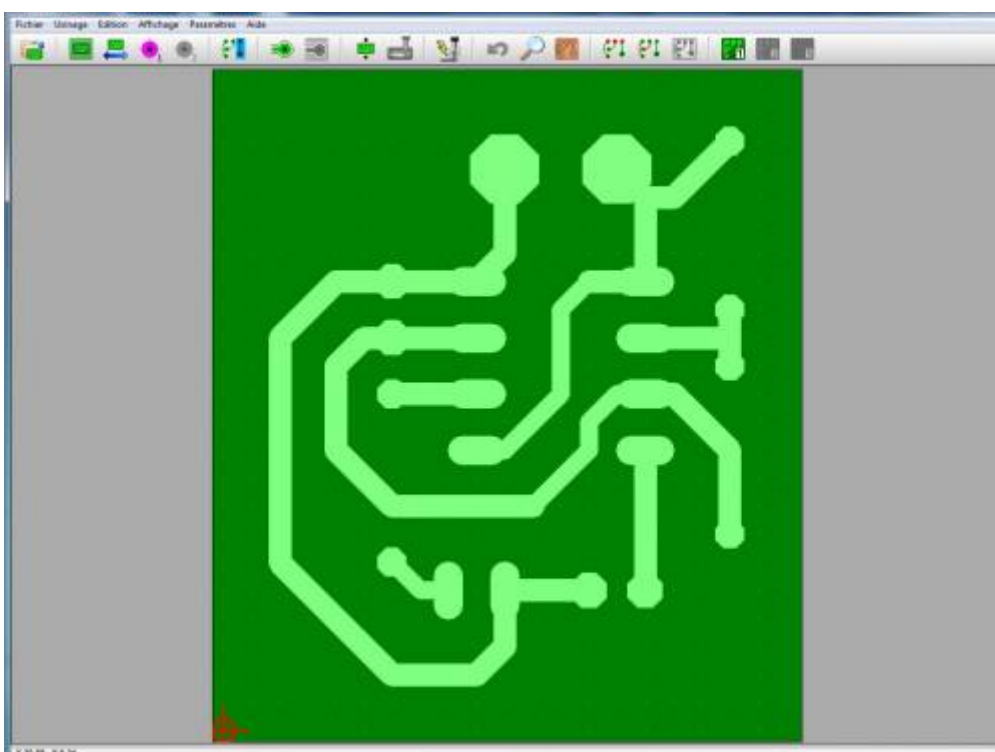
Il faut faire attention aux outils sélectionnés pour le perçage. Par défaut percival propose d'utiliser un outil unique, et de faire des alésages circulaires pour réaliser le trou du diamètre demandé. Avec un foret c'est la casse assurée. On peut choisir par exemple un foret de 0,8mm pour les plus petit trous, et une fraise cylindrique pour aléser les trous les plus gros. Dans ce cas il faut bien autoriser l'aléage uniquement pour les trous supérieurs au diamètre de la fraise, sans quoi un trou de par exemple 1mm sera alésé avec le foret de 0,8, qui cassera.

Importer Les Pistes

Pour cette étape, avant tout il va falloir d'importer les pistes au logiciel Percival. Pour cela, sélectionnez «nouveau circuit» dans le menu «ouvrir» du menu «Fichier», et chargez votre fichier .grb. Le logiciel vous proposera de recadrer la carte autour du circuit existant, veuillez à laisser une petite marge (2mm par exemple). Vous devez aussi définir l'épaisseur de votre PCB (en général 1,5 ou 1,6mm. En cas de doute vérifiez avec un pied à coulisse).

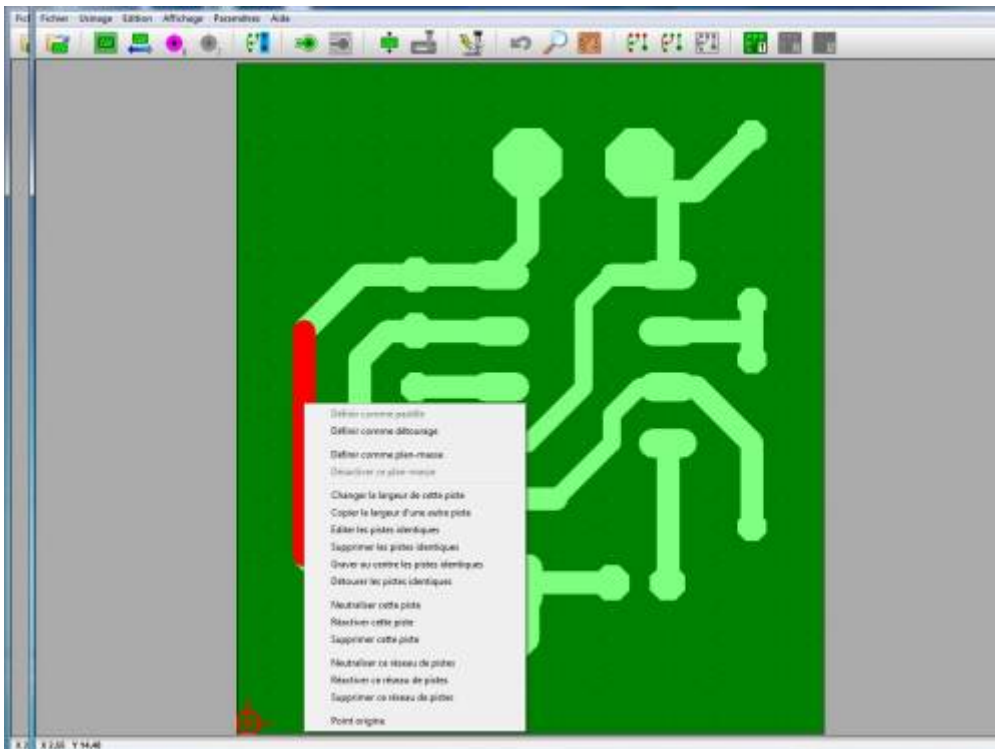
Si vous avez exporté le contour du circuit dans le fichier gerber, percival devrait le détecter et demander confirmation. Si non vous pouvez demander la détection, ou le définir dans le menu «détournage» du menu «usinage».

Vous devez voir l'écran suivant :



Le plus souvent, on peut voir toutes les pistes bien séparées comme on l'attendait. Cependant, ce n'est pas toujours le cas. Même si sous Eagle ou Kicad on dessine les pistes séparément, il peut arriver des problèmes et des complications quand on importe le schéma à Percival. Cela peut provenir du fait que la pointe définie dans le logiciel ne soit pas une pointe adaptée à la gravure. Vérifiez vos choix d'outils !

Si les outils sont corrects, vous allez redéfinir les pistes problématiques qui sont normalement dorées. Cliquez droit pour accéder au menu suivant. Redéfinissez les pistes qui ne sont pas considérées comme pistes actives. Si vous ne faites pas cette étape, la fraiseuse risque de ne pas graver la totalité des pistes dont vous avez besoin.

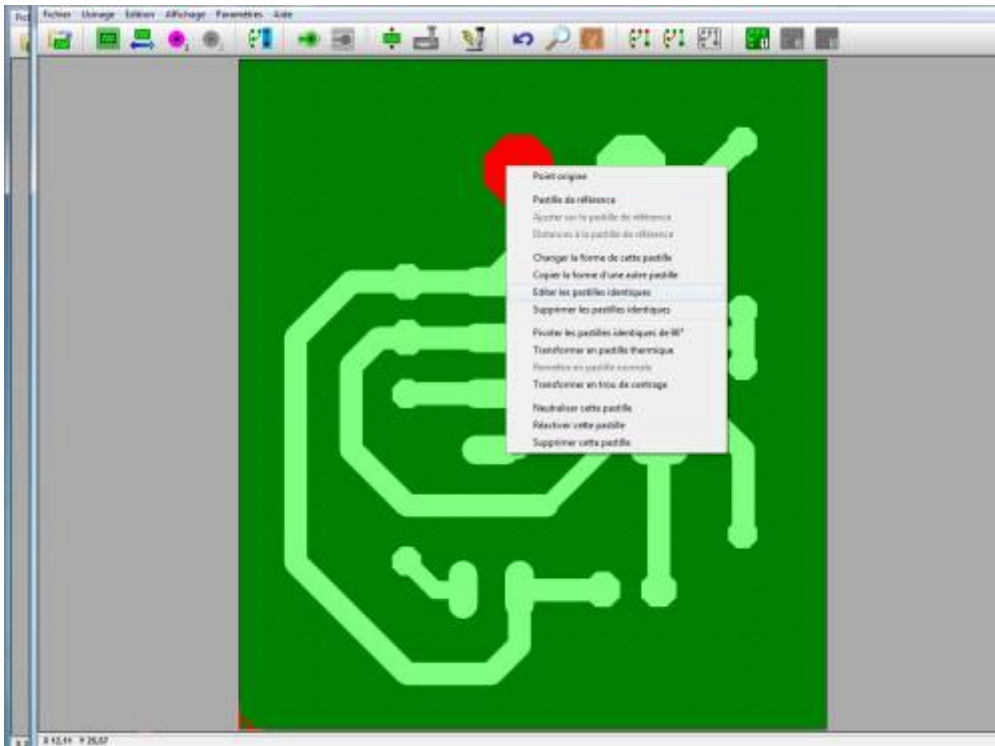


Les plans de masse devraient avoir été détectés automatiquement; si ce n'est pas le cas cela peut être corrigé via le menu «plans-masses» du menu «usinage».

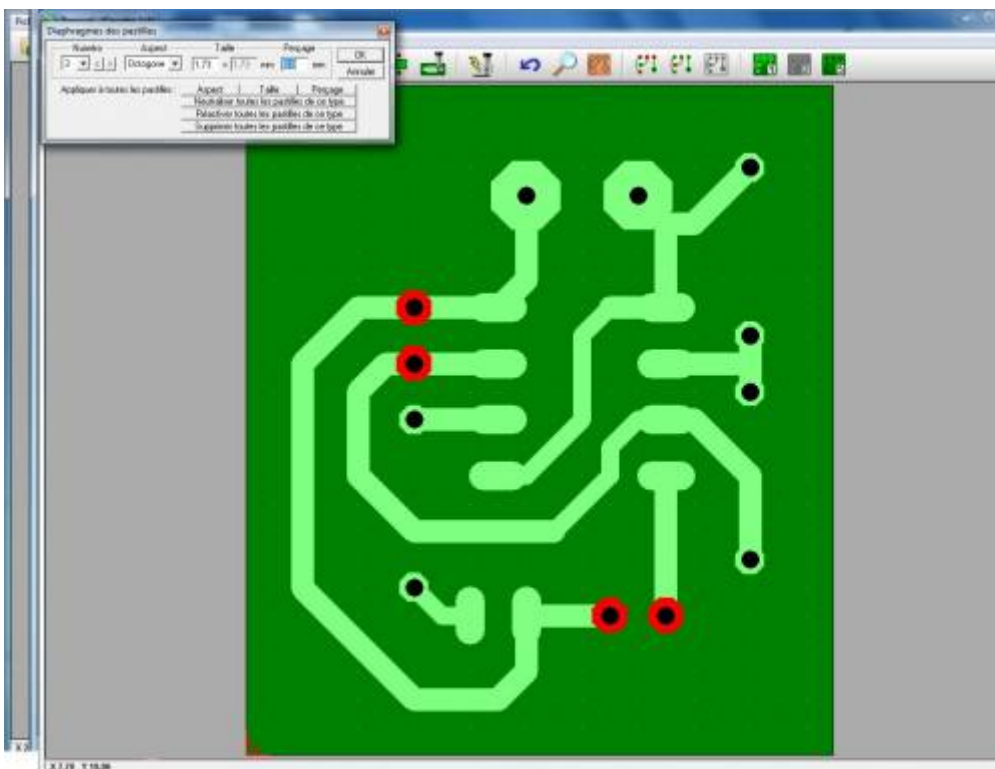
Importer Les Trous

Pour que l'import des perçages fonctionne correctement il faut avoir créé un fichier de perçage (.drl) avec les cotes en pouces (si les cotes sont en millimètres, les trous apparaîtront beaucoup trop gros). Pour cela, sélectionnez «Perçages» Dans le menu «ouvrir» du menu «fichier».

Il est également possible de placer ou modifier les trous manuellement. Pour cela cliquez droit sur une des pastilles correspondantes et accédez au menu suivant.



Cliquez sur "Editez les pastilles identiques" pour ne pas faire cette étape manuellement pour chaque pastille.

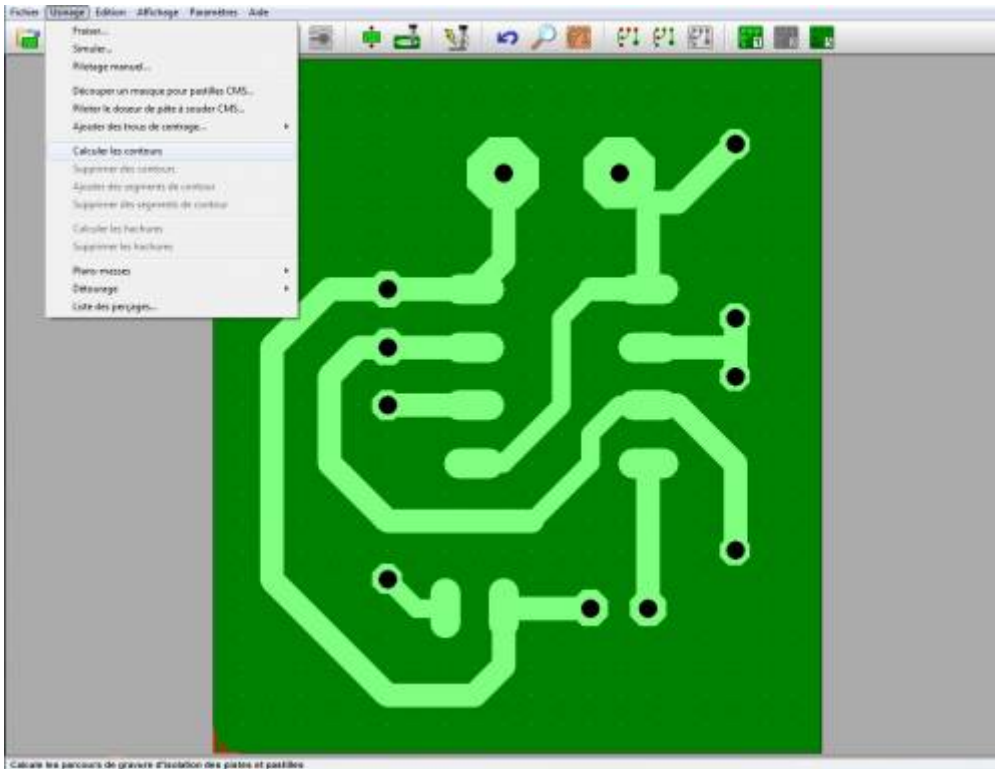


Choisissez la taille des trous que vous souhaitez pour cette pastille. Le diamètre 0,8mm correspond le plus souvent au diamètre de trous pour les vias, ce sera un peu petit pour les pins, il faudra envisager un diamètre supérieur pour ces dernières.

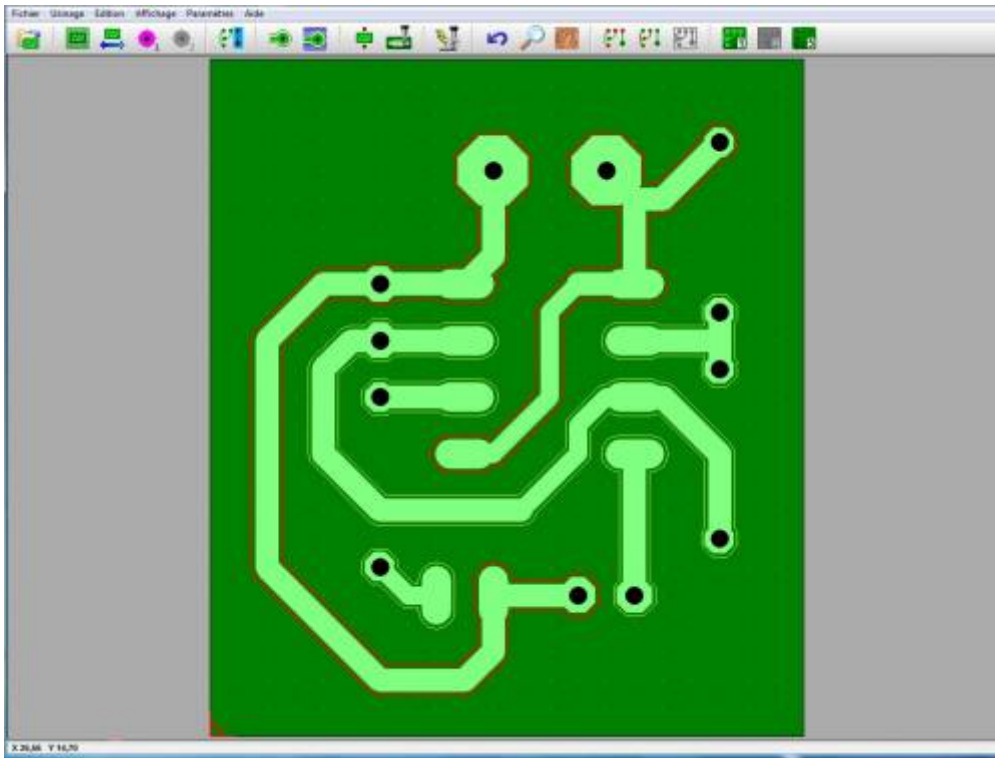
Pour certains types de pastilles, le logiciel ne propose pas cette modification immédiatement (par exemple pour les pattes du timer). Pour ces types de pastilles, les trous seront possibles après avoir sélectionné l'option **définir comme pastille**.

Calculer les contours

Maintenant qu'on a importé correctement le schéma dans Percival, la fraiseuse doit être informée formellement des endroits où il va garder le cuivre pour créer les pistes. Pour cela, si vous êtes sûr que votre schéma est bon, cliquez "Calculer les Contours" et puis cliquez sur OK. Si certains contours sont absents, ce qui peut arriver, vous allez devoir les tracer manuellement. Cela se fera en sélectionnant l'option **Ajouter des segments de contours**, qui vous sera accessible après avoir fait faire les contours du circuit au programme. L'option **Rendu final** facilitera la visualisation des segments absents sur le circuit.

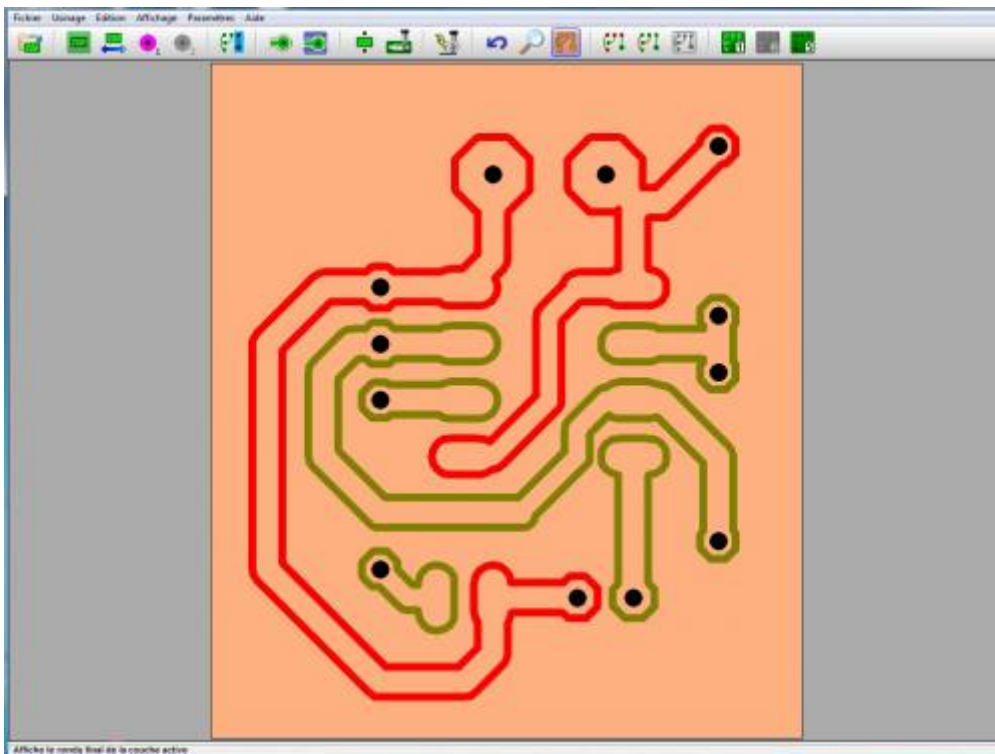


Vous voyez que le logiciel a entouré les pistes et cela veut dire qu'il connaît maintenant les pistes.



Le Rendu Final

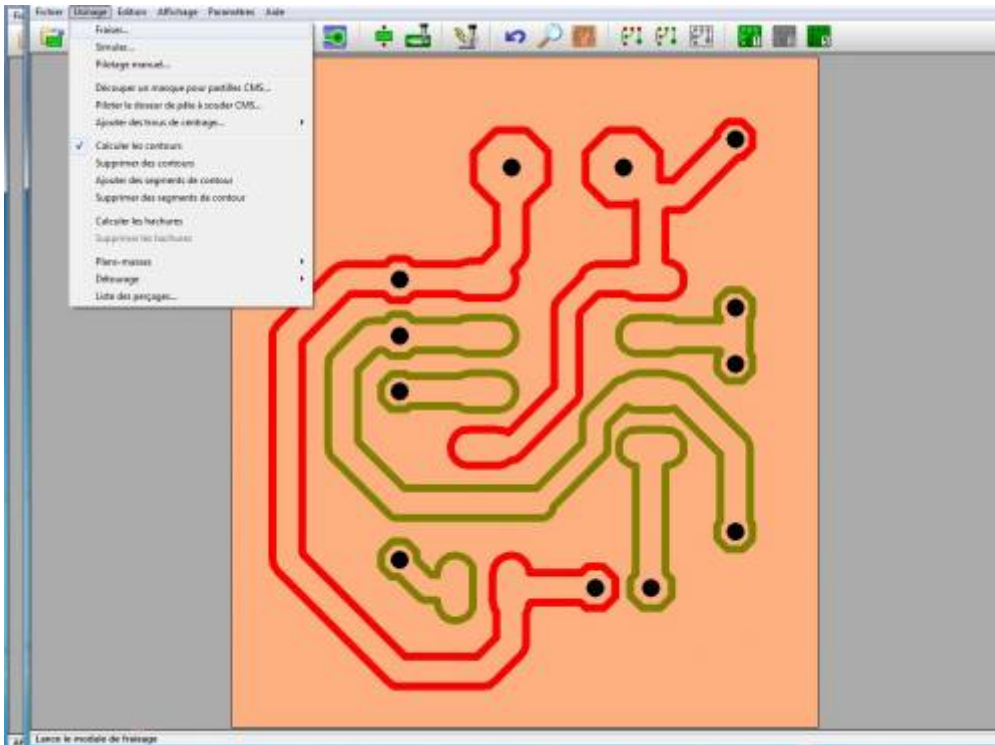
Vous avez la possibilité de voir concrètement ce que la machine va créer. Pour cela, cliquez sur le bouton "Rendu Final". Vous allez pouvoir visualiser ce qui sera gravé.



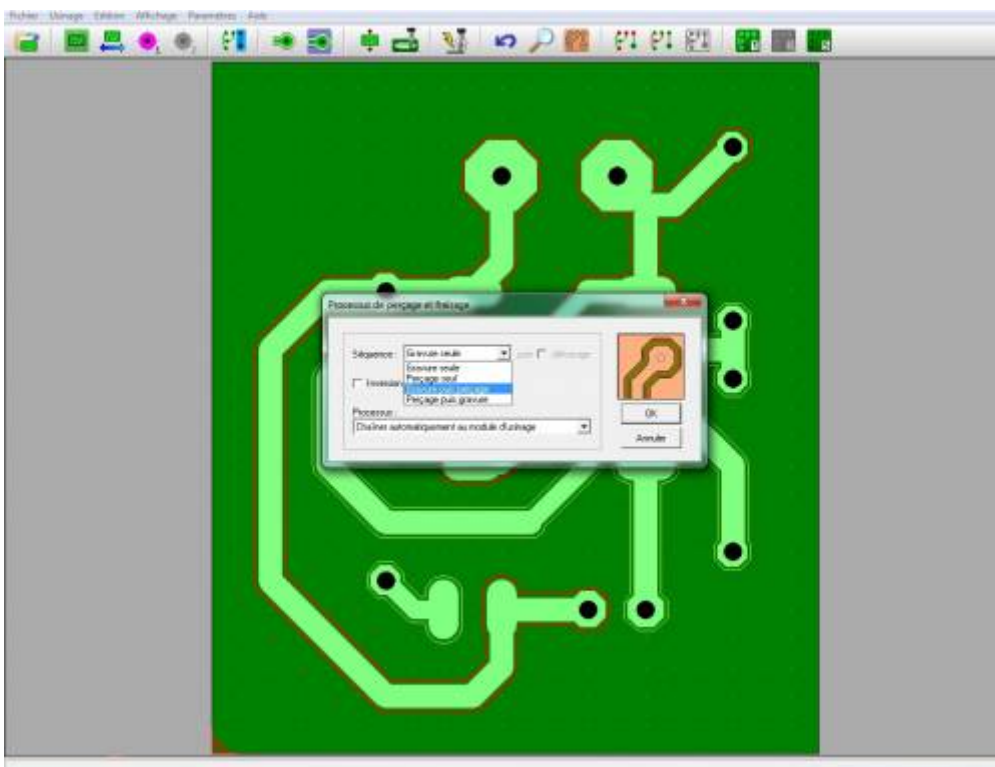
C'est la dernière étape de vérification. Sachez que les différentes couleurs n'ont pas une signification importante (doré ou rouge). Avant de lancer la gravure, vous devez impérativement vérifier qu'aucune piste ne se croise pas involontairement.

Fraiser

Si vous confirmez et si vous voulez graver ce que vous voyez, cliquez sur la bouton "Fraiser".



Choisissez "Gravure puis perçage" (respectez cet ordre). Si vous avez défini un contour, vous pouvez cocher «puis détournement».



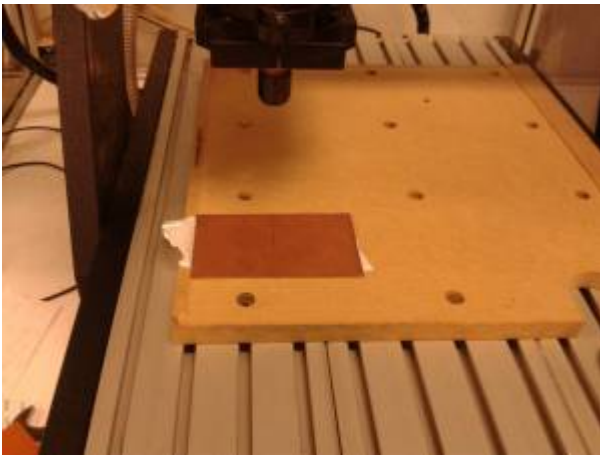
Cela lancera le logiciel Galaad. Vous pouvez passer à l'étape suivante.

Placer, initialiser et graver la plaque ¶

Maintenant que vous avez le logiciel Galaad ouvert devant vous, vous pouvez allumer la fraiseuse par le bouton rouge, en dessous de l'écran.

Placer la plaque

Évidemment le circuit sera imprimé sur une plaque immobile. Donc il faut le fixer. Pour cela on va utiliser du scotch double face. Vous allez voir les deux faces d'une plaque en cuivre sur les images suivantes. Il faut mettre assez de scotch double face sur la face non cuivrée pour que toute la surface usinée soit collée au support. Puis il faut coller cette plaque sur le support en bois de la fraiseuse comme vous voyez sur l'image suivante.



Il est possible de déborder un peu de scotch d'un côté de la plaque pour pouvoir le tirer à la fin. En revanche il ne faut pas qu'il déborde sur le côté qui sera plaqué le long de la référence X du plateau martyr.

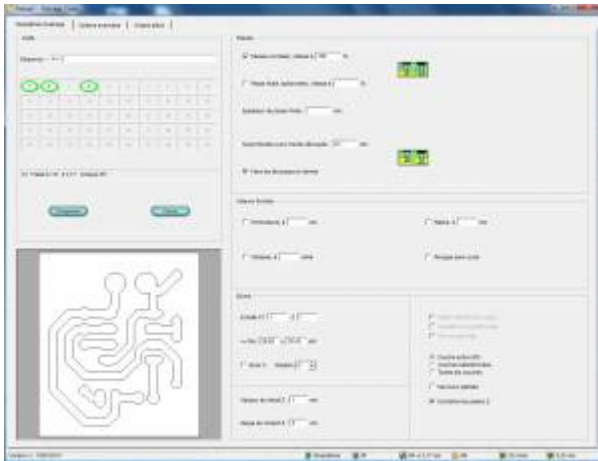
Attention : appuyez fort sur la plaque pour être sûr qu'elle est bien collée horizontale. Si la plaque n'est pas collée horizontale, alors votre PCB ne sera pas uniforme et cela peut être une source d'erreur.

Attention : Faites attention à la taille de la plaque.

Le Logiciel GALAAD

Ceci est l'écran d'accueil du logiciel GALAAD. Il y a trois rubriques :

- Paramètres D'usinages
- Options Avancées
- Origine Pièce



Sur cet écran, vérifiez que l'illustration est bien ce que vous voulez recevoir à la fin. Exactement ce que vous voyez sera gravé. Si jamais c'est inversé, pensez à utiliser la fonction «mirror» pour changer l'orientation.

Placer La Fraise

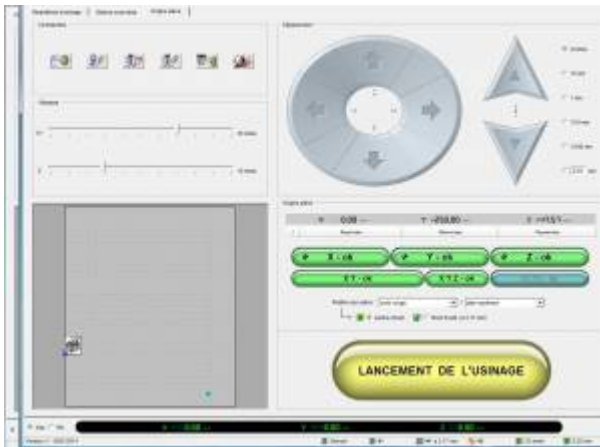
Placer la fraise est une étape assez difficile. Car pour pouvoir la fixer sur la machine il faut appuyer sur le bouton qui se trouve à droite de la machine. Puis vous pouvez serrer comme vous voyez sur les figures suivantes. Soyez sûr qu'elle est bien serrée.



Utilisez une fraise avec une queue de taille 3,17 mm.

Origine des Pièces

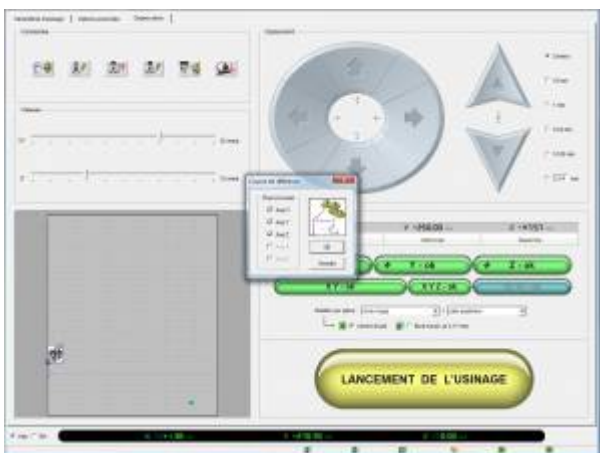
Sur cet écran vous pouvez contrôler la fraiseuse manuellement. Ceci est utile pour référencer la machine sur les trois axes : X,Y et Z.



X, Y et Z

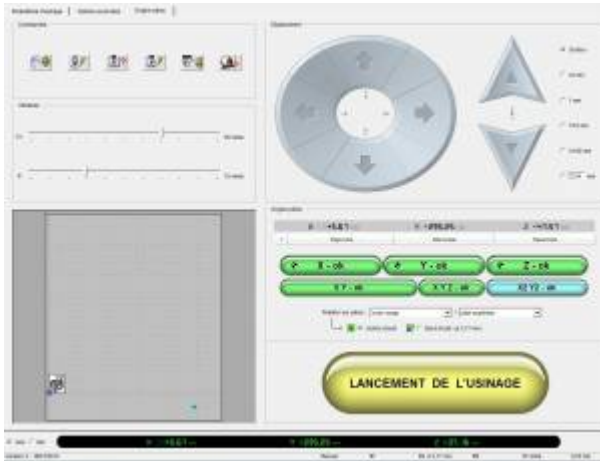
Initialisation

Cliquez sur «origine pièce». Vous allez voir la fenêtre suivante. Cliquez sur OK. Cela va initialiser les points de départs des axes. Vous allez voir que la machine va se placer à gauche, tout derrière et au plus haut possible.



X et Y

Maintenant il faut qu'on informe la machine où est fixé la plaque en cuivre. Ceci sera fait par un réglage nommé X, Y.



Il faut d'abord choisir sur quel coin de la plaque vous voulez faire votre réglage. Cela se fait avec les paramètres «position sur pièce», l'origine étant représenté par la croix bleue sur le dessin. Bien veiller à sélectionner «plan supérieur» dans la case de droite.

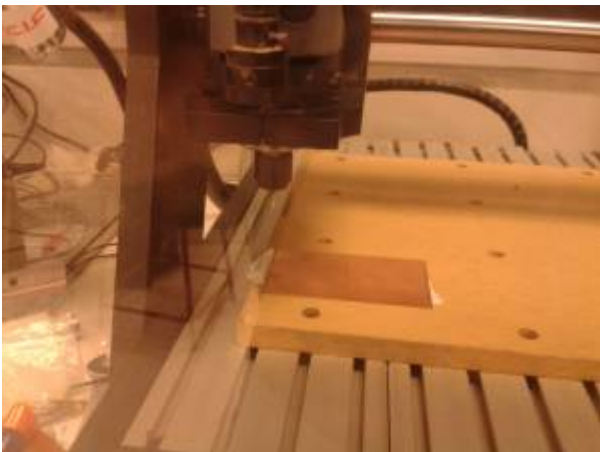
Il y a deux façon d'initialiser les références X et Y: en pointant avec l'outil, ou avec la camera.

pointage avec outil

Faites avancer la fraise avec les 4 flèches jusqu'à ce que l'outil soit au dessus de l'extrémité choisie de votre plaque. Il peut être utile de descendre l'outil pour avoir un pointage plus précis.

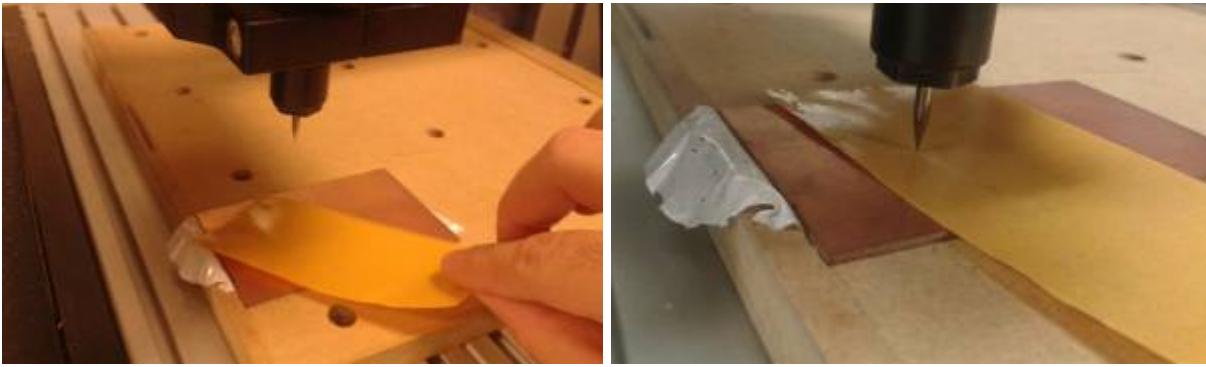
Une fois que vous pensez que la machine est bien placée cliquez sur «X Y - ok». Choisissez réglage par outil (et pas camera+laser). Vérifiez que le coin opposé est bien dans la zone cuivré. Sinon, refaites le processus.

Vous voyez que sur l'image suivante, le X et Y sont bien placés.



Z

Régler le Z veut dire informer la machine sur la hauteur de la plaque. Le placement de la fraise dans la broche est variable, la distance entre le bout de la fraise et la plaque peut varier. Il faut donc recalibrer la machine avant chaque utilisation.



Il est bon de contrôler l'origine Z en différents points de la plaque, pour s'assurer qu'elle est bien parallèle au plan XY. Si ce n'est pas le cas, choisir le point le plus bas comme origine (pour être sûr que les outils descendent bien assez profond partout).

Réglage dit «par papier»

Mettez un bout de papier sur la plaque et faites descendre la fraise lentement en utilisant les flèches qui sont disponibles sur l'écran «Origine des Pièces». A droite vous pouvez sélectionner le pas de descente; plus vous approchez plus vous pouvez réduire le pas (cela réduit aussi la vitesse de descente). Vous pouvez descendre la fraise plus lentement avec la bille de souris jusqu'à ce que la feuille ne bouge plus. Quand vous estimez que la machine est à bonne hauteur cliquez sur «Z - ok». **Attention: Une descente trop rapide risque de descendre trop bas et d'endommager l'outil.**

Réglage dit «par continuité électrique»

Une autre méthode est l'utilisation d'un multimètre (avec test sonore de continuité), ou le buzzer fixé sur la machine. Ce dernier est alimenté par la prise USB, il faut donc brancher le câble USB sur le PC (mais le débrancher avant l'usinage, il est un peu court !). Le but est de déterminer la continuité électrique entre le cuivre de la plaque et l'outil (qui est métallique) au moment où ils entrent en contact.

Pour cela, placez la pince croco (la masse) sur l'outil (ou le bati de la machine, la broche est en continuité électrique avec le bati). En plaçant la pointe de touche sur l'outil, il doit y avoir un bip et la led verte doit s'allumer. Ensuite placer la pointe de touche sur le cuivre (sans appuyer trop fort pour ne pas déformer la plaque sur le scotch), et descendre doucement la broche (voir «Réglage dit par papier»). Dès que la LED s'allume et le bip retenti, cliquez sur «Z OK».

Savoir la position actuelle de la plaque

La position en temps réelle de la position de la pointe est donnée en bas de la fenêtre avec X, Y et Z affichés en vert. Vous pouvez utiliser ces données pour définir l'origine de votre tracé. Vous pouvez vérifier la position origine que vous avez donné à la machine en ouvrant le menu **Rejoindre**, sous la coordonnées X de l'origine de la pièce. Une fenêtre s'ouvrira et choisir **Pointage avec outil** puis **OK**. Vous aurez alors une fenêtre position absolue. Un encadré **Position cible** affichera les différentes coordonnées X, Y et Z de l'origine. Vous pouvez cliquer sur

Rejoindre pour envoyer la pointe aux coordonnées données et les vérifier.

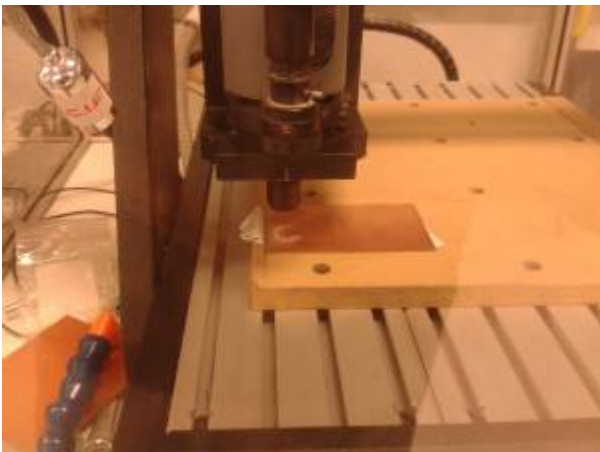
Attention : pour la position Z, après avoir modifié la position Z cible, la valeur du déplacement n'est souvent pas correcte : faire très attention, soyez bien sûr de vos coordonnées Z que vous avez mise avant de cliquer sur OK pour faire le déplacement, une erreur peut facilement entraîner la casse d'une pointe

Gravure

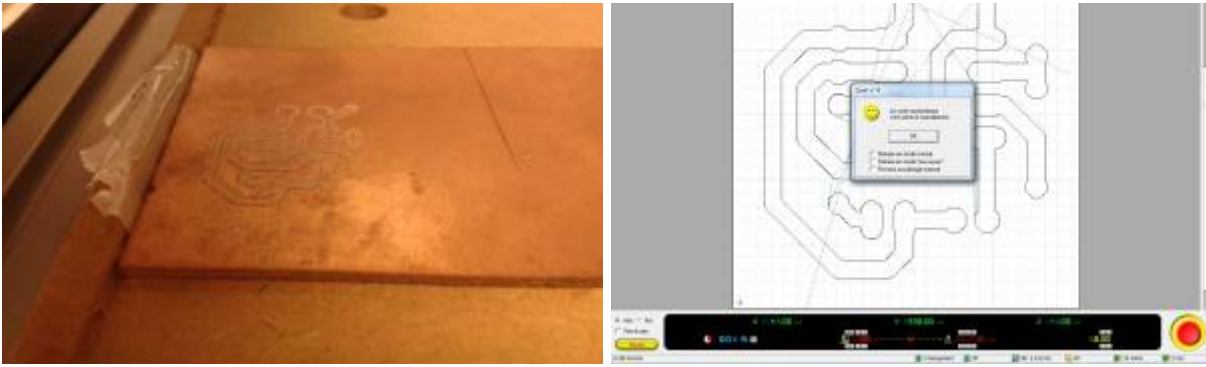
Attention: toujours fermer la cage avant de lancer l'usinage. Une casse d'outil, ou l'usinage lui même peut projeter des morceaux métalliques, très dangereux pour les yeux

Maintenant vous pouvez lancer la gravure avec le bouton «Lancement de l'Usinage». Si au cours de la gravure il arrive que certains tracés soient mal ou pas gravés tandis que d'autres le sont malgré avoir tenté d'aplanir le support, deux solutions s'offrent à vous : soit augmenter la valeur forcée Profondeurs dans le menu Paramètre d'usinage sur la fenêtre Galaad ou le mode Pas-à-Pas. Les variations de profondeurs vont faire apparaître des tracés mais va néanmoins rendre d'autres tracés plus profonds. Quant au mode Pas-à-Pas, il vous permettra d'ajuster la hauteur de la pointe pendant l'usinage. Pour cela, vous allez activer le mode Pas-à-Pas une fois l'usinage lancé. Pour chaque tracé, un menu de variation de la hauteur Z s'ouvrira. Vous pourrez alors abaisser ou remonter la pointe avec une précision allant du mm au 1/100 mm

Voilà une photo lors de la gravure.



Et la fin de gravure :



Lorsque vous aurez lancé l'usinage, il arrive qu'une fenêtre indiquant une limitation à 10 objets que la CIF peut graver apparaisse. Cliquer sur **OK** vous permettra de continuer la gravure, mais au bout de 10 objets, l'usinage s'arrêtera. Cliquer sur **Annuler** ou la croix pour fermer la fenêtre entrainera un arrêt de la gravure. Ce message est supposé s'afficher dans la version démo de Percival, le programme ne reconnaît plus la license. Pour remédier à cela, il suffit de fermer la fenêtre Galaad puis relancer Galaad avec le fraisage.

Remarque : Si vous interrompez un processus pour une quelconque raison, prenez l'habitude de renvoyez la pointe à la position $X=0, Y=0$ et $Z=0$, un bouton permet de renvoyer la pointe sur la fenêtre Galaad dans l'onglet **Origine Pièce**, première icône à gauche dans la rubrique **Commandes**. Cela évitera des problèmes de rafraichissement des coordonnées de la fraiseuse particulièrement en Z(un accident de ce genre est déjà arrivé).

Perçage et Détourage ¶

Perçage

Une fois le circuit gravé, il va falloir faire les trous du PCB. Pour cela, le logiciel va vous demander d'installer le ou les forets définis dans percival. Mais vous pouvez faire tous les trous avec le même foret (ils seront alors tous au même diamètre) Vous allez ensuite enlever la fraise pour la remplacer par le foret que vous allez utiliser. Ensuite, recalculez le Z comme vous l'avez fait précédemment.

Attention: ne pas redéfinir les axes X et Y !

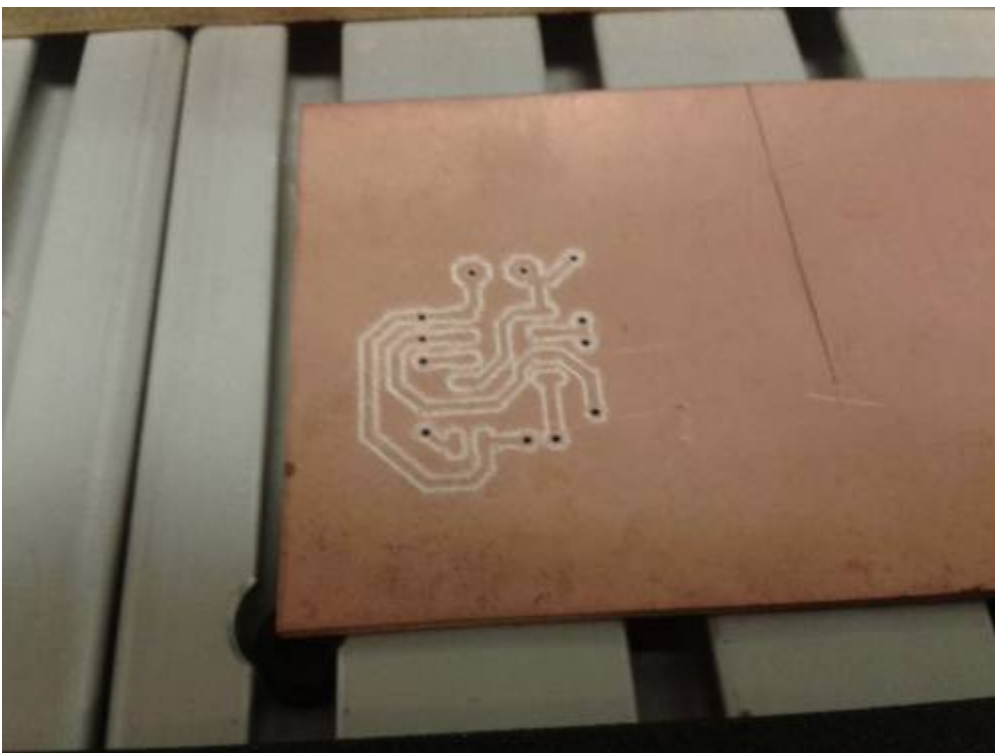
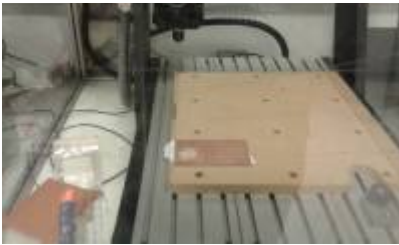
Détourage

Une fois que la gravure et le perçage des trous sont finis, vous pouvez faire le détourage. La machine va alors faire le détourage en fonction de la valeur de Z.



Résultats Finaux

Lancez le détourage une fois que vous êtes prêt. La machine va faire tous les détourages définit.



Félicitations votre circuit imprimé est maintenant prêt. N'oubliez pas d'éteindre la fraiseuse et de la nettoyer avec un aspirateur. Rangez la totalité du matériel que vous avez utilisé (foret, mèche, plaque..).

Le PCB biface

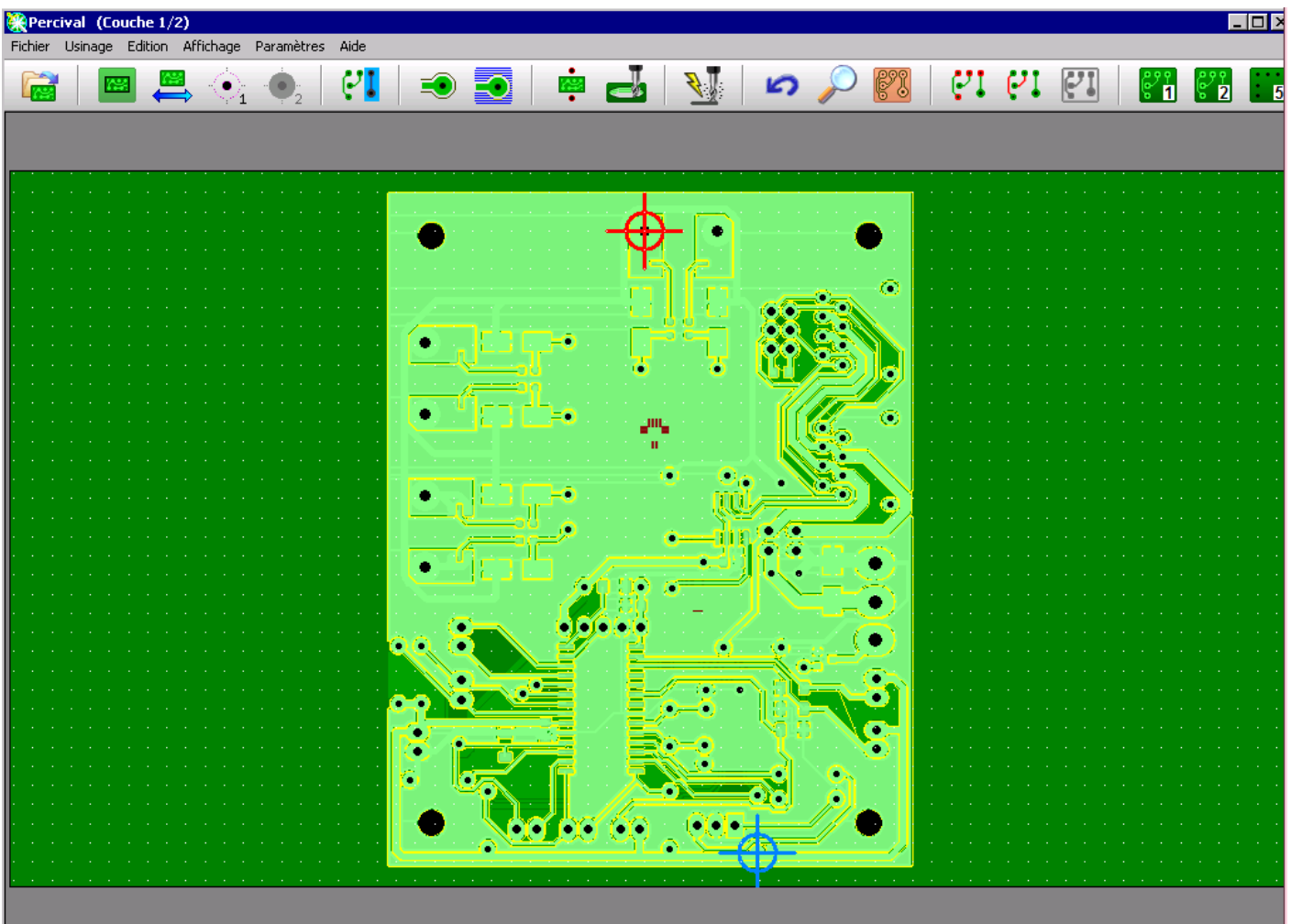
Le PCB biface est un type de PCB composé de 2 faces, ce qui permet des circuits plus compacts et plus compliqués. L'usinage de ce type de PCB nécessite au préalable de l'entraînement sur des PCB monoface avec la CIF.

La principale difficulté est de placer correctement l'origine de la pièce pour que les deux faces correspondent.

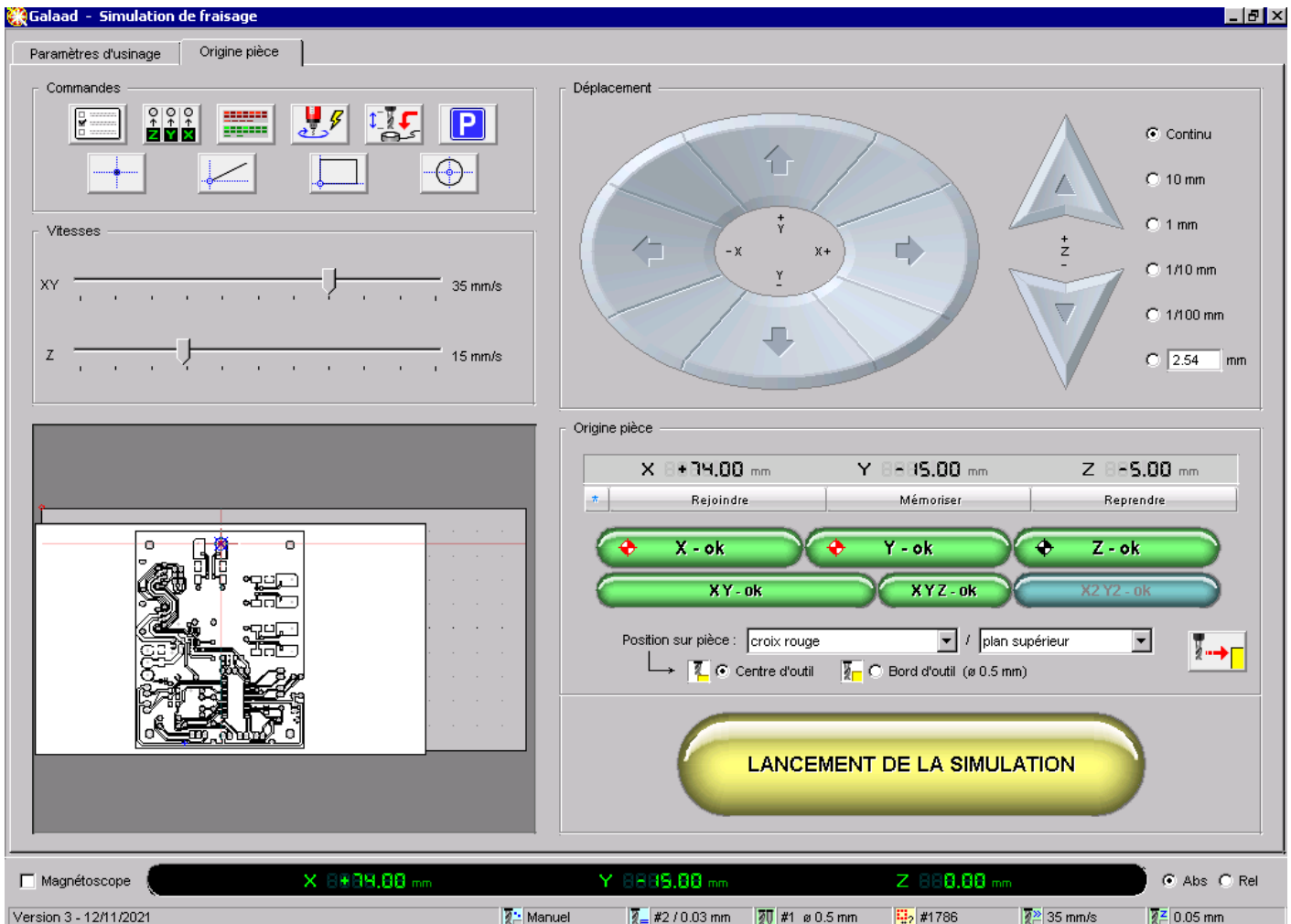
placer l'origine en utilisant les trous

Cette méthode utilise les trous pour placer les références de la seconde face. Le processus est:

- Graver de la première face du PCB
- Percer les trous du PCB, mais ne pas détourer
- Retourner et fixer à nouveau la plaque
- Dans Percival, placer deux repères (un rouge et un bleu) sur deux trous les plus éloignés possible (2ième icône en haut à gauche):



- Lors du chainage de Percival à Galaad bien spécifier que l'on ne veut pas refaire les perçages. Ne pas oublier d'inverser le dessin si nécessaire.
- Dans Galaad, redéfinir X-Y en utilisant la pastille correspondant à la croix rouge (sélectionner «croix rouge» comme origine pièce):



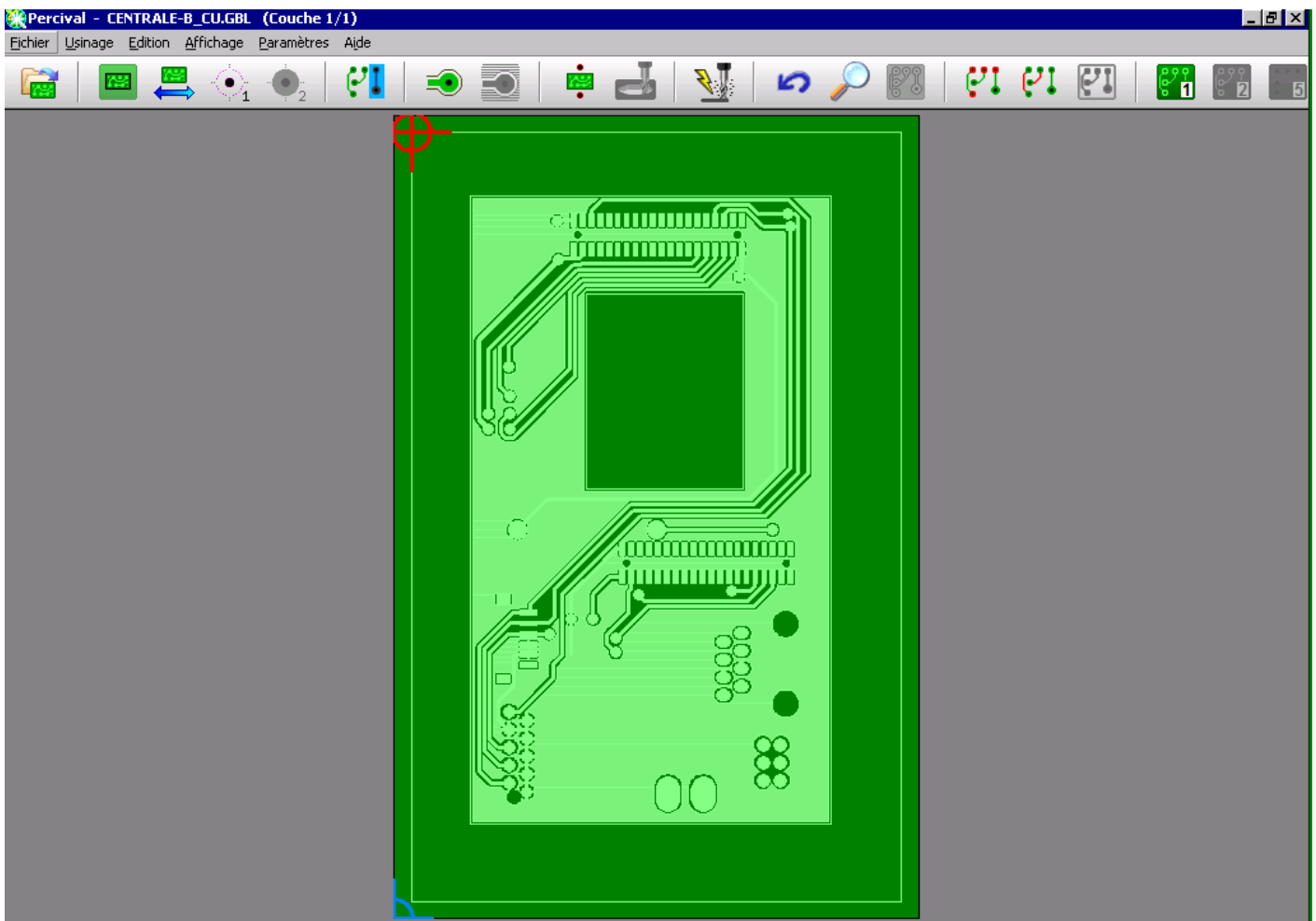
- Ensuite positionner l'outil sur la pastille correspondant à la croix bleue, puis cliquer sur «X2Y2-ok». Préciser que cette seconde origine utilise la croix bleue.
- Redéfinir le Z.
- Graver la deuxième face
- Détourer

placer l'origine en utilisant une cale

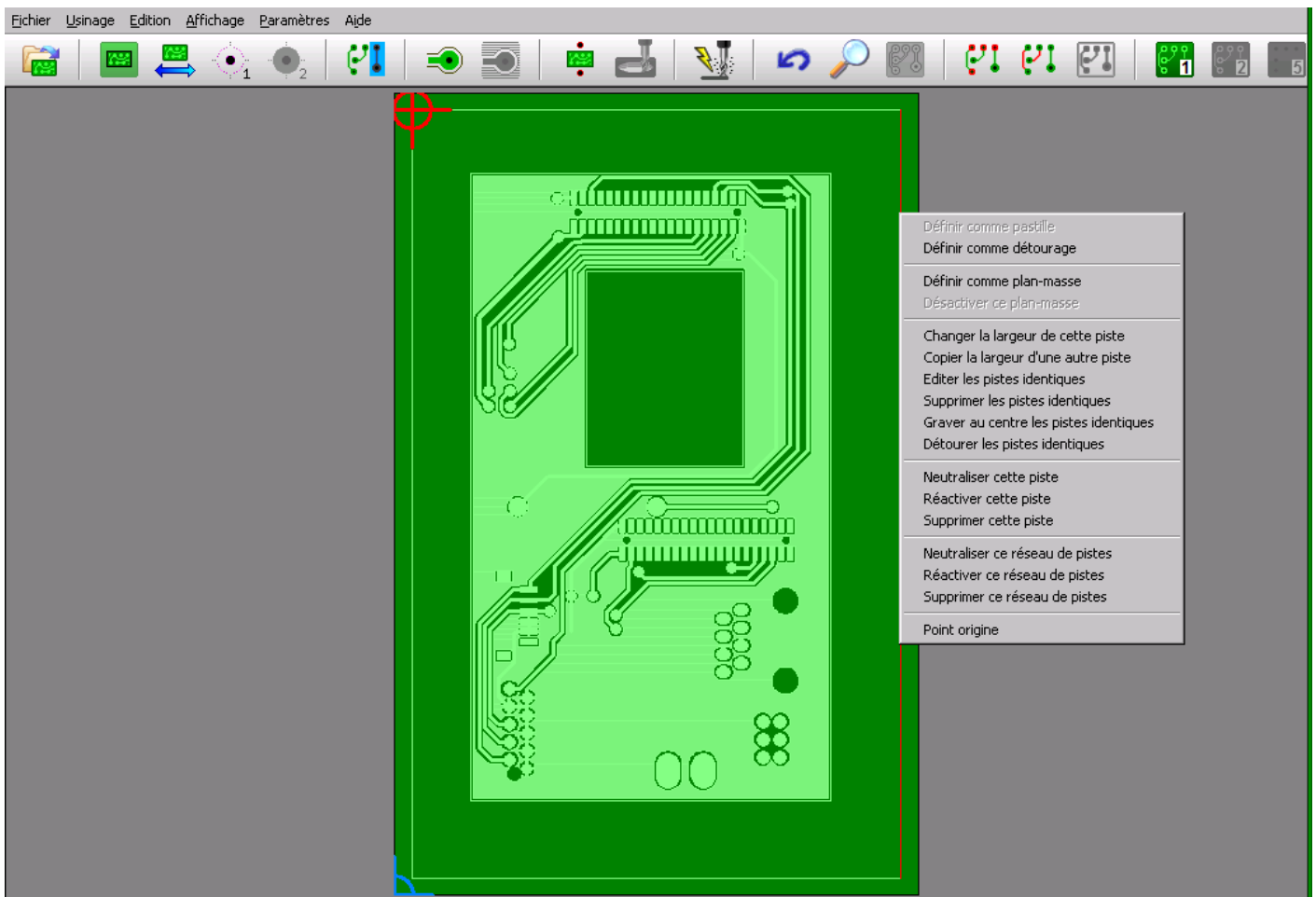
Cette méthode utilise une cale de position connue sur le plateau pour placer la référence. Cette position est enregistrée dans les paramètres de la machine (il n'est pas nécessaire de refaire l'usinage de la cale à chaque fois !)

- graver et détourer la première face du PCB. Le perçage peut être fait lors de cette étape, ou plus tard.
- lors de l'import de la deuxième face dans Percival, ne pas accepter le détournement proposé.

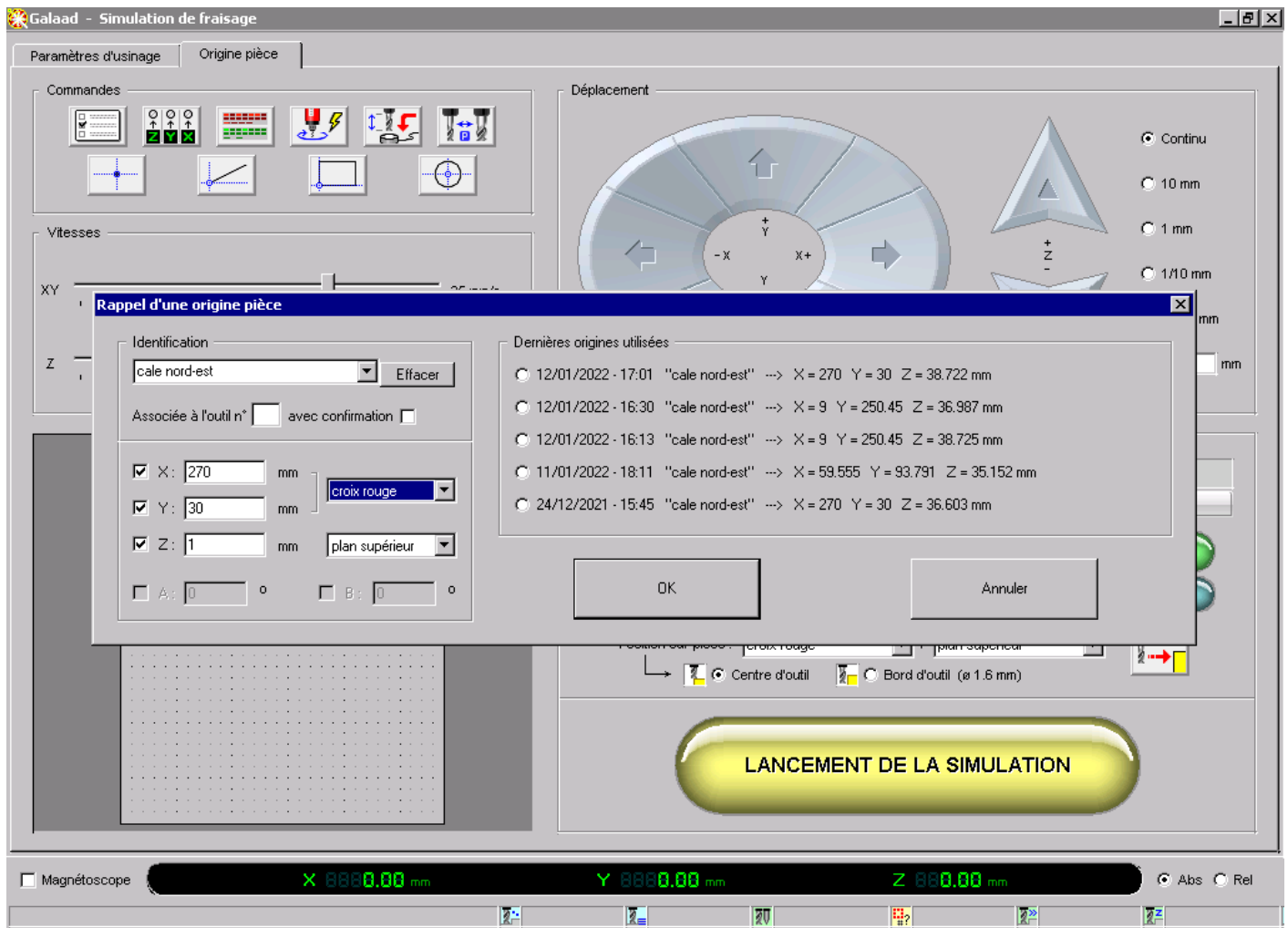
- Placer une croix rouge sur l'angle qui sera en haut à gauche lors de la gravure. Comme il faut inverser le dessin pour la gravure, il faut généralement placer la croix en haut à droite.



- **Important** neutraliser la piste correspondant au détournement sinon la machine usinera la cale. click-droit puis «neutraliser ce réseau de pistes»



- Fixer le PCB bien dans l'angle de la cale
- Dans Gaalad, cliquer sur «reprendre» puis «cale nord-est» pour définir l'origine pièce. Bien préciser que l'origine correspond à la croix rouge.



- Graver et éventuellement percer le PCB.

Usinage plastiques et métaux tendres (aluminium, plastiques, bois, ...)

Usinage

La technodrill peut être utilisée pour du fraisage 2D, dans des matériaux tendres (aluminium, laiton, plastiques, bois, ...).

Le polycarbonate et le PMMA coulé s'usinent assez bien. Le PMMA extrudé a tendance à fondre.

Dessin

Le dessin doit être chargé dans le logiciel Galaad. On peut utiliser ce logiciel pour faire le dessin mais il y en a de plus pratique (par exemple qcad). Galaad peut importer des dessins dans de nombreux formats standards. Après un import bien vérifier les dimensions ! Entre différents outils il peut y avoir une confusion sur les unités utilisées.

A chaque tracé il faudra associer un outil et une profondeur. Pour cela sélectionner un tracé et cliquer sur l'icone «profondeur/vitesse/outil» à gauche. Il peut être pratique de placer les tracés de différentes profondeurs (ou différents outils) sur différentes couche; par la suite en sélectionnant la couche active (dans le menu affichage), il est possible de sélectionner et définir tout les tracés d'un coup. On peut également spécifier qu'un tracé n'est qu'un dessin et qu'il ne doit pas être usiné du tout («objet visuel»).

Si le tracé définit le rendu final il faut calculer la trajectoire de l'outil. Cela se fait avec l'entrée «contournage» du menu «usinage». Cependant, Galaad ne détecte pas toujours correctement les tracés fermés (en particulier s'ils n'ont pas une forme géométrique simple comme un rectangle ou un cercle) et ne calcule pas la trajectoire de l'outil correctement. Pour éviter le problème on peut facilement dessiner soit-même les trajectoires avec un outil comme qcad, et les utiliser directement dans Galaad. Au moment de l'usinage, Galaad avertira qu'aucun contournement n'a été défini mais ce n'est pas grave.

Paramètres d'usinage

Les vitesses de rotation, d'avance et profondeur de passe dépendent du matériau usiné. Si la vitesse de rotation est trop élevée, ou l'avance trop faible, un échauffement va se produire qui risque d'abîmer l'outil ou de faire fondre le matériau (dans le cas de plastique). Une profondeur de passe trop importante risque de surcharger la machine; dans ce cas elle s'arrêtera.

Bien garder en tête que la vitesse de rotation spécifiée dans Galaad est indicative; il faut la régler sur le moteur de la broche (entre 10000 et 29000 trs/mn).

Des exemple d'outils et leur paramètres sont donnés sur la page [Explication des différentes parties de la machine et des outils](#)

usinage

L'usinage se lance par «fraisage standard 3 axes» du menu «usinage». Pour les détails se reporter à la page [Placer, initialiser et graver la plaque](#)