



**Exercice électronique n°1**  
**Circuit imprimé simple face.**  
**Avec TARGET**

Version 1.0



# Circuit imprimé simple face.

Dans ce document, nous allons réaliser le circuit imprimé électronique pour un petit badge.

Cet exercice va mettre en avant un certain nombre de fonctions élémentaires de TARGET pour la réalisation de circuits imprimés simple face dont :

- ⇒ Création du schéma électronique et implantation des composants et des liaisons électriques,
- ⇒ Création du PCB, de sa forme et implantation des composants,
- ⇒ Uniformisation du diamètre des perçages et modifications des tailles de pastilles,
- ⇒ Routage du circuit à partir du chevelu créé dans le schéma,
- ⇒ Création du parcours d'outil pour charlyrobot et découpe en forme du circuit,
- ⇒ Usinage de la plaque sur charlyrobot.

Pour réaliser cet exercice sur la machine, vous aurez besoin de :

- ⇒ Un charlyrobot piloté par Gpilote V5 et réglé avec le capteur d'outil
- ⇒ TARGET 3001 version 12 (cet exercice peut être réalisé avec la version minimal – 100 pastilles).
- ⇒ Gpilote V5.0.0.4 minimum.
- ⇒ Une plaque de circuit imprimé simple face de 16/10° (taille minimum : 60 x 60 mm).
- ⇒ Un foret de 0,8 mm (ref 5220.0,8 mm, lot de 5 pièces)
- ⇒ Une fraise deux tailles de 0,3 mm DIXI, ref 7240, taille courte,
- ⇒ Une fraise taille diamantaire diamètre 1 mm (ref 1232.1,0).
- ⇒ De l'adhésif double face (ref 60013 ou 60036)
- ⇒ Une pince de 3,17 mm (1/8°) normalement livré avec la machine (broche 600W)
- ⇒ Une pince de 3 mm (ref 23216) pour la fraise DIXI.



**Cet exercice ne peut être réalisé qu'avec la version TARGET V12 et Gpilote V5.0.0.4 minimum.**

Temps de réalisation :

Symbole grec utilisé dans le texte :  $\Omega$  signifie Ohms.

Si vous souhaitez réaliser concrètement ce montage, il vous faudra aussi les composants électroniques suivants :

Résistances ¼ W

- ⇒ 1 M  $\Omega$  (indiqué comme 10 M  $\Omega$  dans l'exercice)
- ⇒ 1 K  $\Omega$  (indiqué comme 10 K  $\Omega$  dans l'exercice)
- ⇒ 220  $\Omega$
- ⇒ 150  $\Omega$

Condensateurs électrolytique tantale 1 $\mu$ F 25 V

Diodes LED de 5 mm (Rouges)

Bornier à souder 2 contacts

Circuit Intégré NE 555 (alimentation 5 V), ou TLC 555 CP texas (alimentation 3 V).



# Circuit imprimé simple face.

## Démarrage du logiciel :

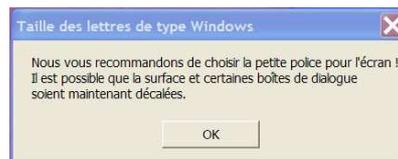
Pour lancer le logiciel TARGET V12, il suffit de cliquer sur l'icône mis en place sur le bureau



Ensuite vous vous validez l'écran suivant,

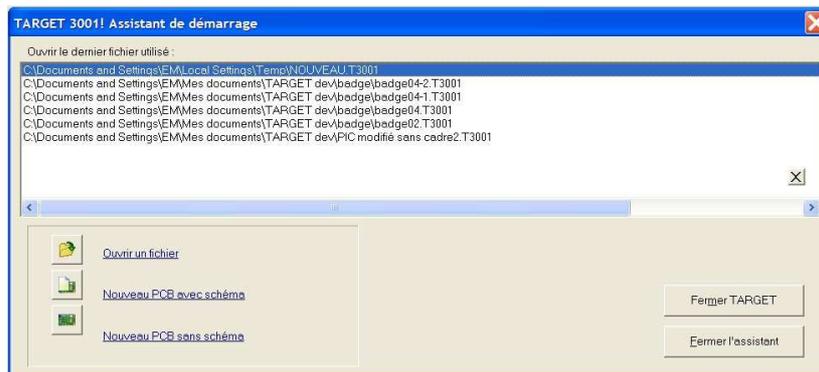


suivant la configuration de votre écran, vous aurez ce message :



cliquez sur OK, et ne tenez pas compte de ce message.

Maintenant vous avez cet écran de dialogue :



et de choisir le bouton  Nouveau PCB avec schéma

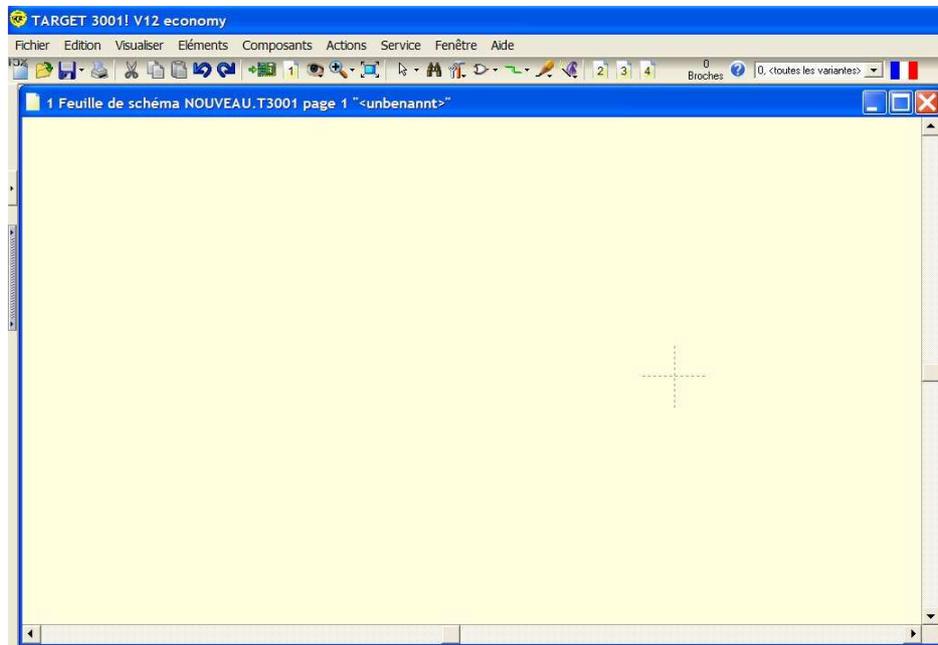
un nouvel écran s'ouvre sur laquelle vous allez placer vos composants.



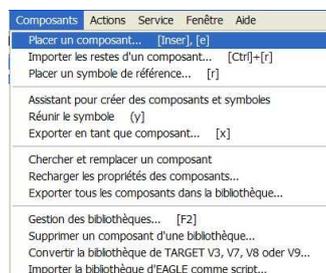
# Circuit imprimé simple face.

## Réalisation du Schéma :

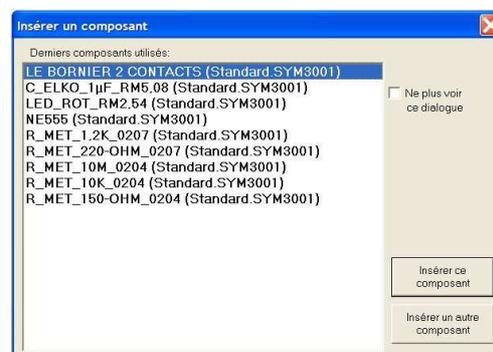
### Placement des composants :



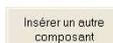
Pour cela, il suffit de choisir le menu "Composants/Placer un composant..."



vous aurez la fenêtre suivante. Si c'est le premier composant que vous placez depuis que vous avez installé le logiciel, cette liste sera vide. Elle se remplira par les derniers composants que vous avez déjà ouvert.



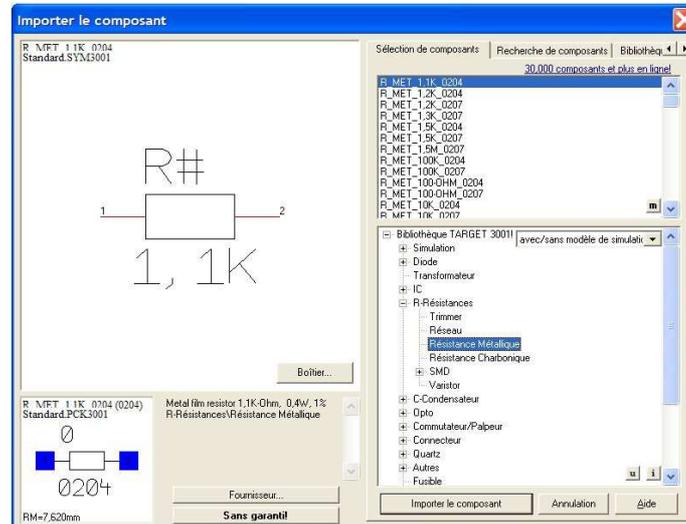
Cliquez sur le bouton





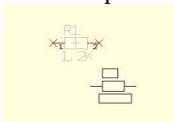
# Circuit imprimé simple face.

Puis choisissez dans la liste déroulante de la bibliothèque votre composant. Le premier composant que l'on voit choisir est un Résistance à couche métallique, puis une résistance de 150  $\Omega$ .

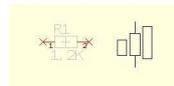


le composant apparaît en contour gris. Vous pouvez le placer sur la feuille. Pour le faire tourner il suffit de faire un clic droit de la souris, le composant tournera comme le montre les figures suivantes.

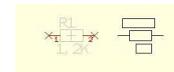
1 étape



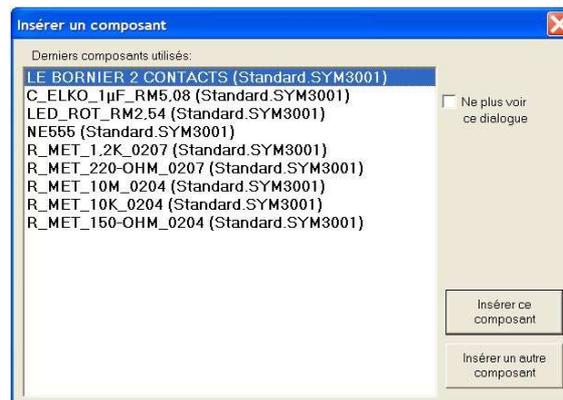
1ere rotation



2° rotation



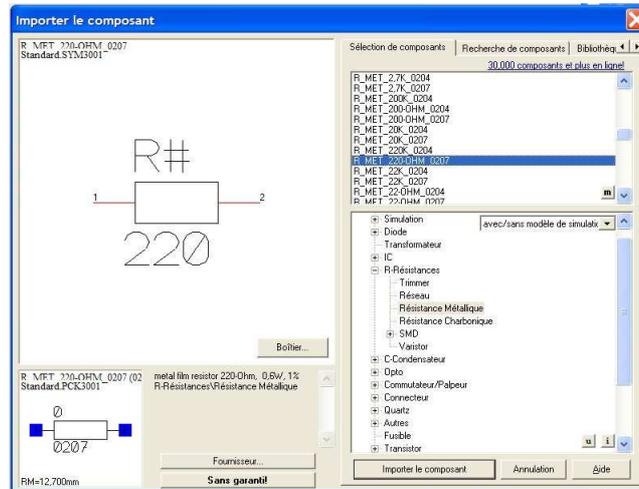
sur le même principe on va placer tous les composants sur la feuille. Sur la fenêtre suivante, vous trouverez tous les composants qu'il faut placer.



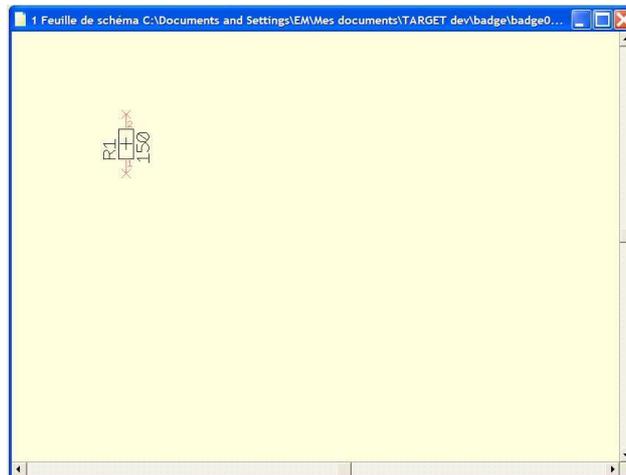
Nous allons commencer par le placement des résistances. Nous allons d'abord choisir une résistance de 150  $\Omega$ . Toutes les résistances utilisées sont à couche métallique. Pour notre application cela n'a pas beaucoup d'importance, tout comme les valeurs. Nous ne ferons pas de simulation électrique. Ce qui nous intéresse, c'est uniquement le placement des composants. Pour le placement des composants, n'hésitez pas à laisser de la place entre les composants.



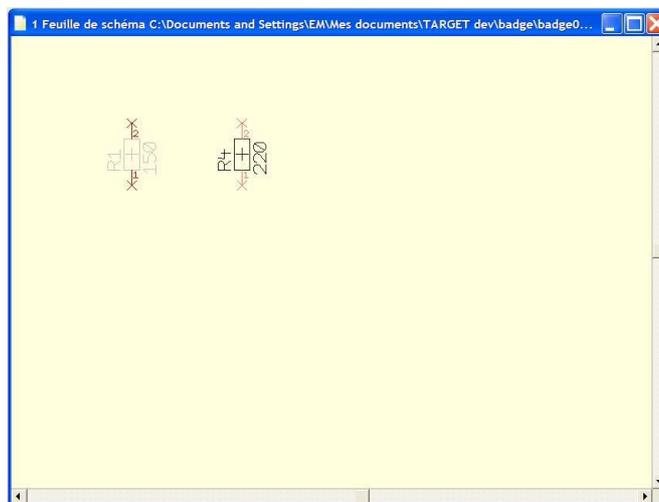
# Circuit imprimé simple face.



lui faire faire une rotation avec le clic droit de la souris pour la placer verticalement, comme sur l'illustration.



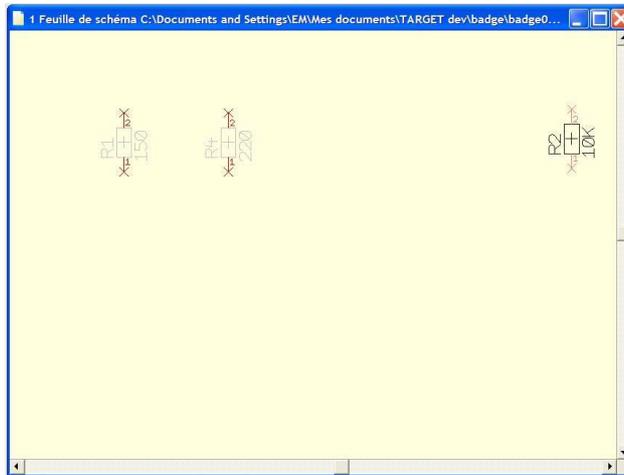
Nous continuerons avec la résistance de 220  $\Omega$ , à placer verticalement à côté de la résistance de 150  $\Omega$ .





# Circuit imprimé simple face.

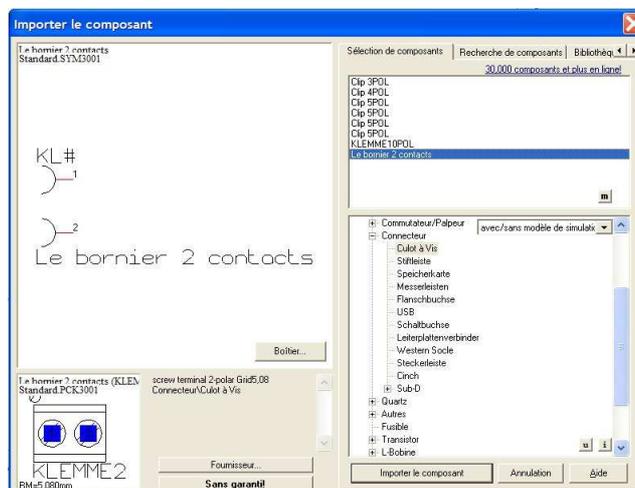
ensuite, nous placerons à droite de la feuille, verticalement une résistance de 10 K  $\Omega$ .



au dessous de cette dernière résistance, nous placerons une résistance de 10 M  $\Omega$ , verticalement aussi.



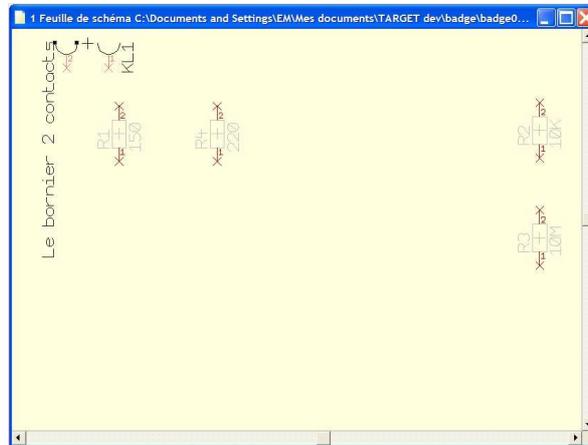
Maintenant, nous allons placer un bornier à 2 points pour relier les câbles d'alimentations.



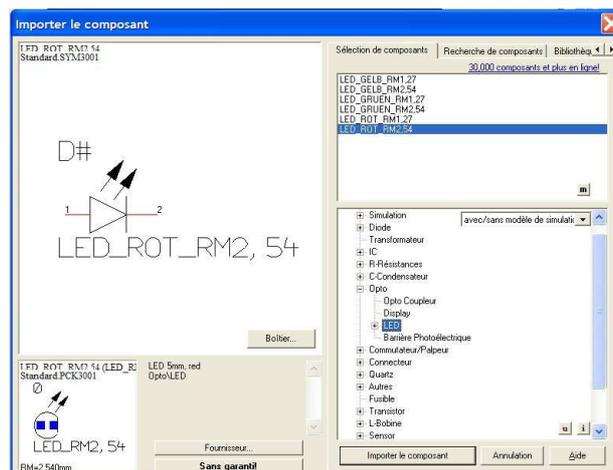


# Circuit imprimé simple face.

que nous placerons en haut à gauche.



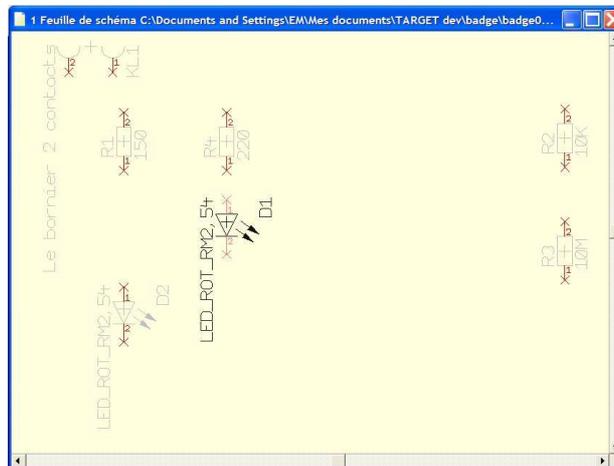
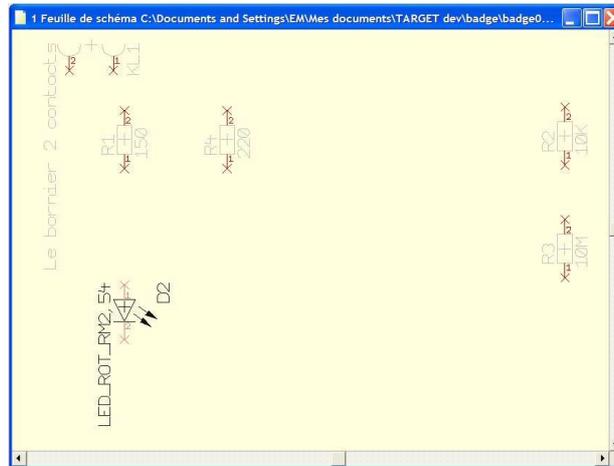
Nous allons placer maintenant les deux LED, nous choisirons des LED rouges de 5 mm. Mais tout autre choix aurais pu faire l'affaire.



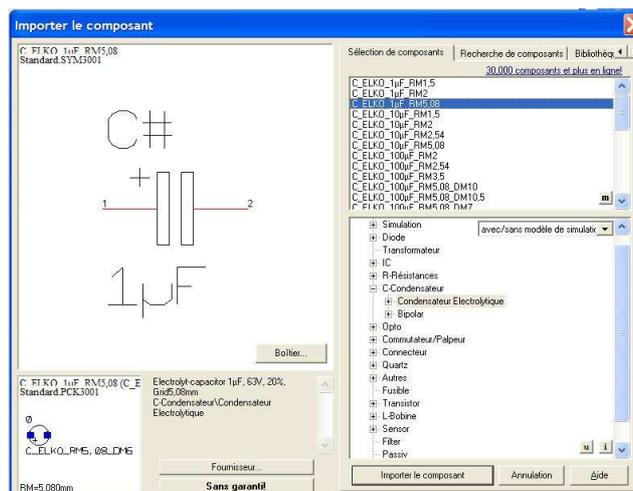
nous les placerons dans la partie inférieure gauche de la feuille. Au dessous des deux résistances verticales de 220  $\Omega$  et de 150  $\Omega$ . Les LED sont des composants électroniques polarisés dont on doit faire attention au sens de placement. Il faudra faire des rotations avec le clic droit de la souris pour les avoir dans le bon sens (la diode LED est représenté par un triangle, celui-ci devra être orienté vers le bas).



# Circuit imprimé simple face.



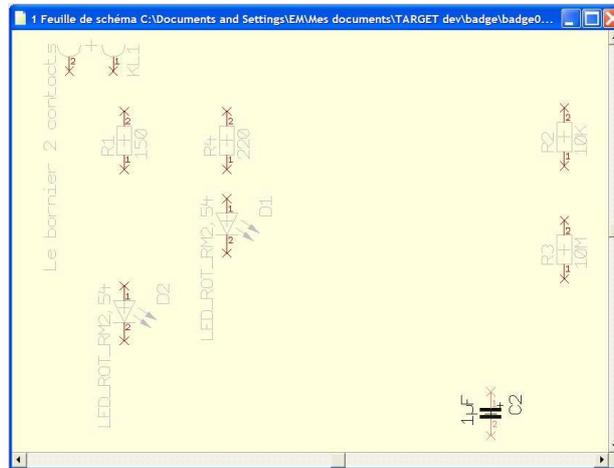
Plaçons maintenant, les deux condensateurs, électrolytiques (tantaes). Ils sont polarisés, et l'ont doit faire très attention au sens de placement (il faudra leur faire subir 3 rotations pour les placer dans le bon sens.).



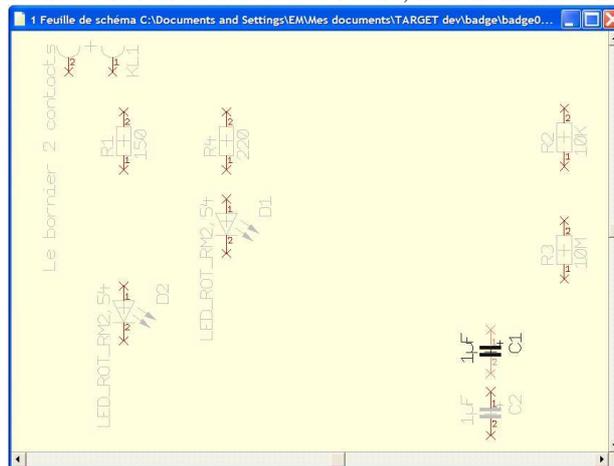


# Circuit imprimé simple face.

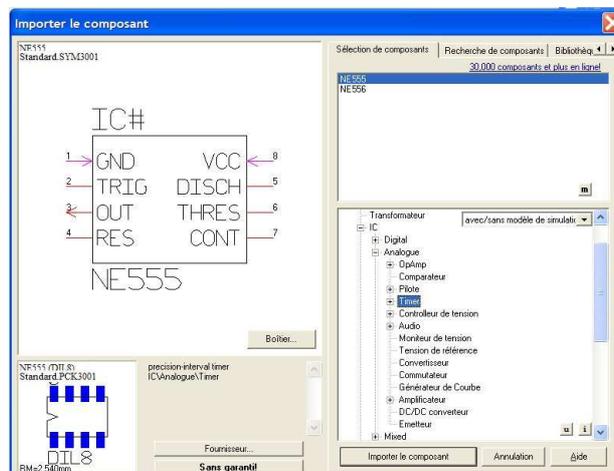
lors du placement, le petit "+" qui matérialise le sens ne sera visible que sous la forme d'un petit carré.



Nous placerons les deux condensateurs l'un au dessous de l'autre, ils sont montés en liaison série.



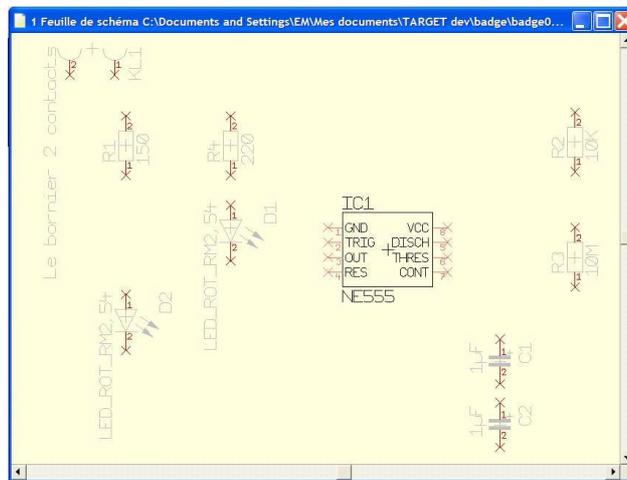
Il nous reste à placer le composant principal, un CI analogique de type timer, le NE555. un circuit intégré à 8 pattes, mais dont on ne s'occupera pas de son orientation.



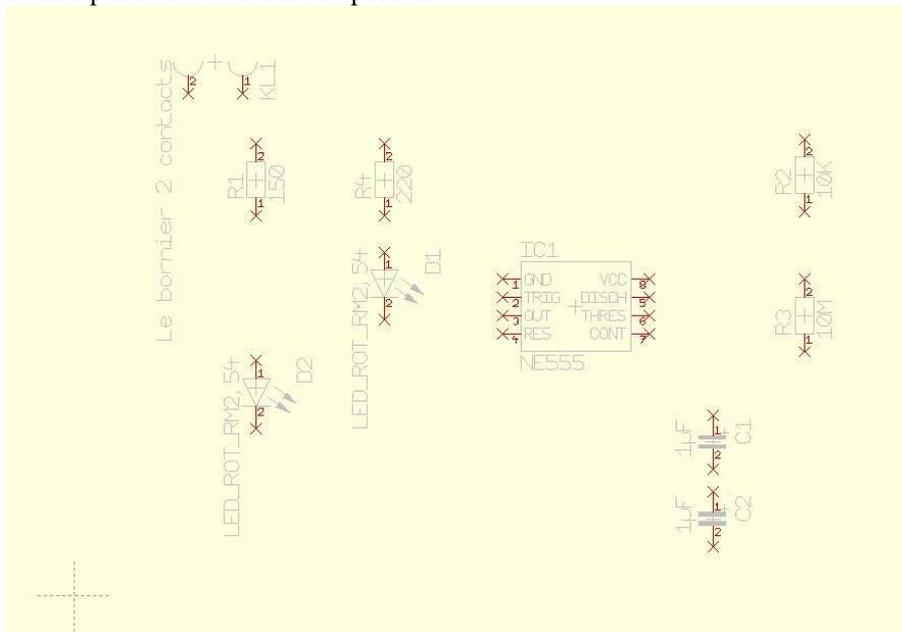


# Circuit imprimé simple face.

Et nous le placerons au centre de la feuille comme illustré ci-dessous.



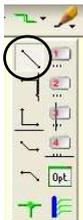
et voici le schéma de placement final des composants.



Réalisation des liaisons électriques :

Il y a deux manières de réaliser ces liaisons. Soit direct :

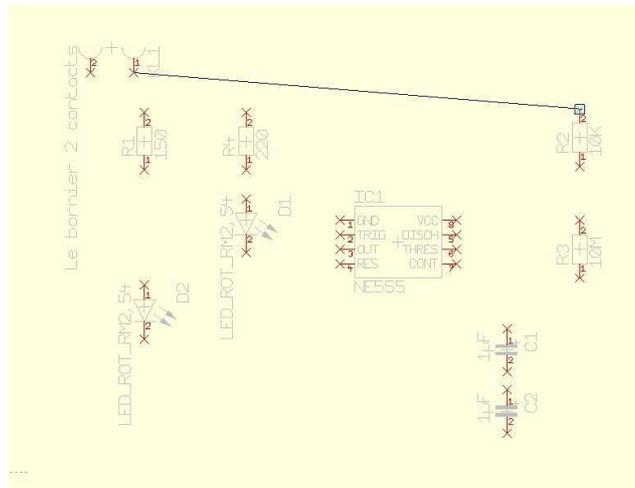
Dans la barre d'outils, choisir l'icône :



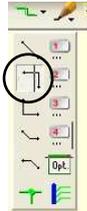
puis relier les deux points de la connexion.



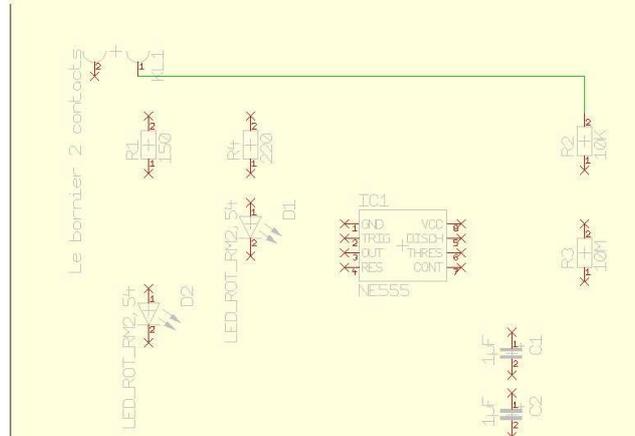
# Circuit imprimé simple face.



deuxième façon de réaliser les liaisons, par un parcours plus "carré" des liaisons. Pour cela nous allons choisir le deuxième ou le troisième icône :



dans le premier câblage, nous allons choisir le deuxième icône, puis relier les deux points de la connexion.



voici la liste des connexions à établir. Pour changer de direction il suffit de cliquer sur le bouton gauche de la souris pour que le "fil" change de direction. Appuyer sur terminé quand la liaison est finie. Pour qu'une liaison soit raccordé, on doit voir un petit carré sur la connexion. Pour vous aidez lors de la réalisation des connexions, aidez vous du schéma final, présenté après la liste des connexions.

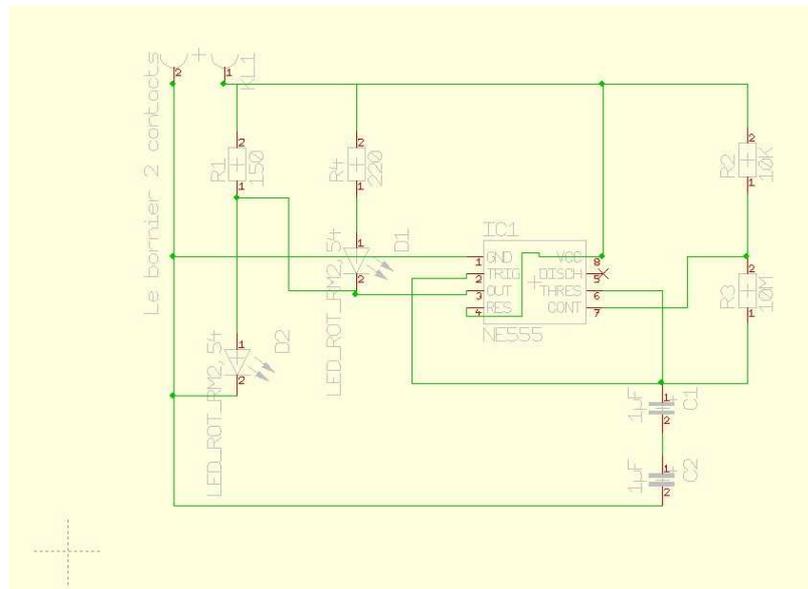
- |   |   |  |
|---|---|--|
| ⇒ de connexion 1 connecteur               | à | connexion 2 résistance 10 K $\Omega$         |
| ⇒ de connexion 1 résistance 10 K $\Omega$ | à | connexion 2 résistance 10 M $\Omega$         |
| ⇒ de connexion 8 NE555                    | à | connexion 1 connecteur                       |
| ⇒ de connexion 8 NE 555                   | à | connexion 4 NE 555                           |
| ⇒ de connexion 1 résistance 10 M $\Omega$ | à | connexion 1 condensateur supérieur 1 $\mu$ F |
| ⇒ de connexion 2 condensateur sup         | à | connexion 1 condensateur inférieur 1 $\mu$ F |
| ⇒ de connexion 1 condensateur sup         | à | connexion 2 NE 555                           |
| ⇒ de connexion 2 résistance 220 $\Omega$  | à | connexion 1 connecteur                       |



# Circuit imprimé simple face.

⇒ de connexion 2 résistance 150 $\Omega$	à connexion 1 connecteur
⇒ de connexion 2 résistance 10 M $\Omega$	à connexion 7 NE 555
⇒ de connexion 1 condensateur sup	à connexion 6 NE 555
⇒ de connexion 1 résistance 220 $\Omega$	à connexion 1 LED de droite
⇒ de connexion 1 résistance 150 $\Omega$	à connexion 1 LED de gauche
⇒ de connexion 1 résistance 150 $\Omega$	à connexion 2 LED de droite
⇒ de connexion 2 LED de droite	à connexion 3 NE 555
⇒ de connexion 1 NE 555	à connexion 2 connecteur
⇒ de connexion 2 LED de gauche	à connexion 2 connecteur
⇒ de connexion 2 condensateur inférieur	à connexion 2 connecteur

voici le plan de câblage complet réalisé selon la seconde méthode. Une connexion double est réalisé par un point qui se place automatiquement.



une fois le câblage des liaison électriques terminé, ne pas oublier de sauvegarder avant de passer à la seconde partie, la réalisation du PCB.

## Réalisation du PCB :

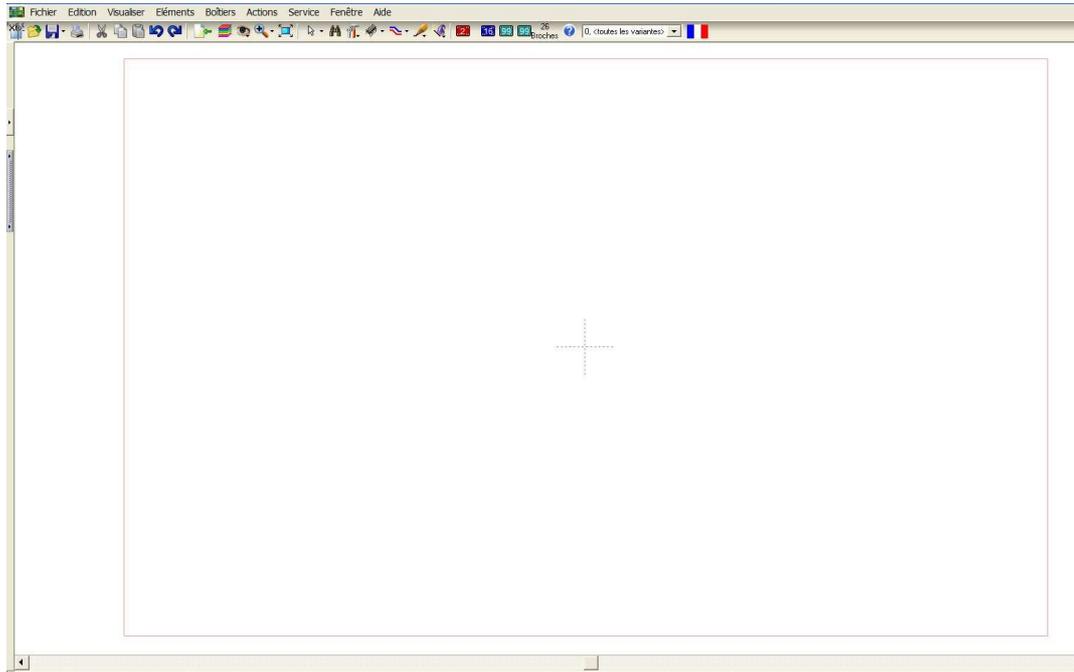
Cliquez sur l'icône  dans la barre d'outil.

Une nouvelle feuille de travail s'ouvre, avec un cadre rose, qu'il va falloir sélectionner en cliquant dessus puis supprimer pour réaliser notre propre cadre.

Il faudra aussi décaler la "croix" situé au centre avec les curseurs d'ascenseurs situé en bas et a droite, et placer cette croix en bas à gauche. Celle-ci servira d'origine pour le placement de la plaque sur la fraiseuse.



# Circuit imprimé simple face.



## Création du cadre pour le PCB :

choisir l'outil cercle (outil dessin dans la barre d'outils). Nous choisirons l'outil cercle.



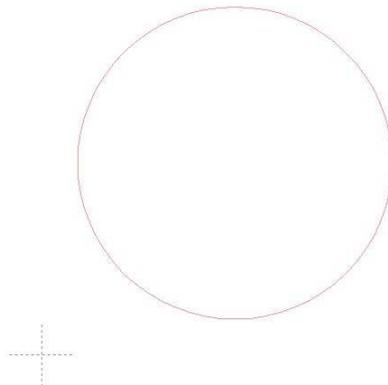
placer le centre aux coordonnées absolues  $X=30$  et  $Y=30$  vous pouvez visualiser ces coordonnées en bas de l'écran sur la barre d'état.



puis faire de même pour le rayon du cercle (en absolu,  $X=55$  et  $Y=30$ ), ainsi le rayon du cercle fera 25 mm.



# Circuit imprimé simple face.



## Placement des composants sur le PCB :

Pour ce faire on va opter pour un placement automatique. Choisir le 3<sup>e</sup> icône sur la barre d'outil suivante :



et cocher les choix suivants : donner un espace supplémentaire de 5 points de grille entre chaque composant (afin de laisser de la place pour le passage des pistes ultérieur), et on laissera l'ordre de placement par défaut ( d'abord les grands "composants").



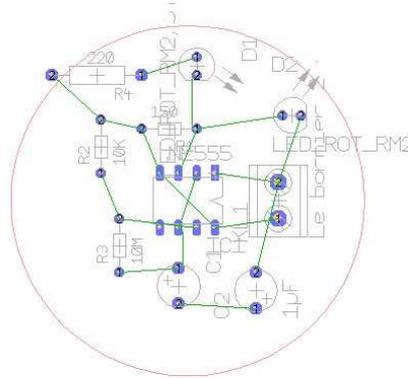
Normalement vous devriez avoir l'écran suivant. Si vous avez le message qui vous indique que tous les composants ne sont pas placés, c'est qu'il reste des composants à placer. Il faudra peut être faire des modifications sur le placement, ou de modifier la taille du circuit imprimé.



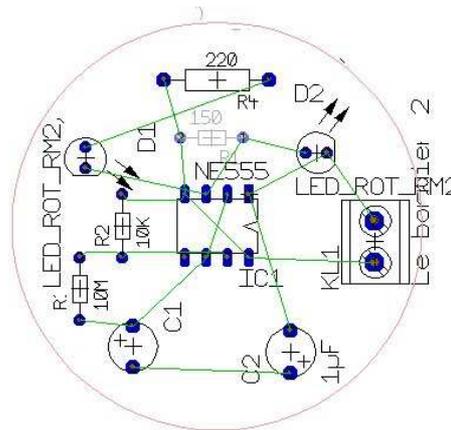


# Circuit imprimé simple face.

le placement que vous avez peut différer légèrement de celui obtenu sur l'écran suivant.



nous allons modifier ce placement légèrement comme illustré sur la figure suivante :



## Réalisation des pistes du PCB :

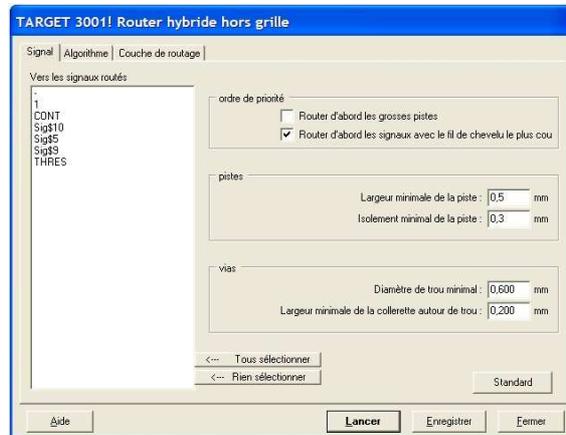
Ceci s'appelle le routage qui va transformer le chevelu (fils verts) en pistes.  
Prendre le 5<sup>e</sup> icône pour accéder au routeur automatique.





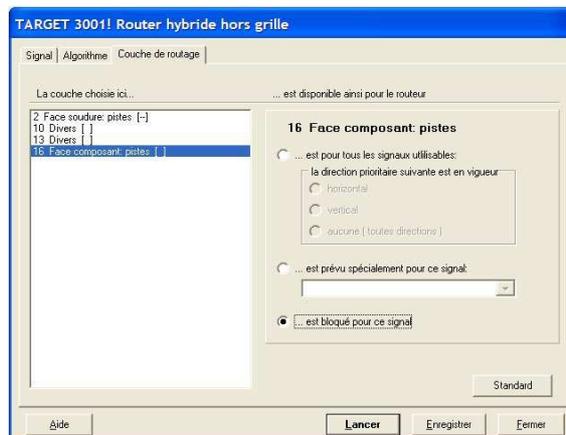
# Circuit imprimé simple face.

vous arriverez sur cet écran :



sur l'onglet "Signal" nous allons modifier la largeur minimal des pistes pour la mettre à 0,5 mm et l'isolement à 0,3 mm (cette largeur ne peut pas être inférieure à l'outil qui servira à l'isolement, on va prendre une fraise de 0,3 mm).

sur le 3<sup>e</sup> onglet, "couche de routage", la couche 16 "... est bloqué pour ce signal" afin de ne pas l'utiliser.



sur la couche 2, la couche coté cuivre, on choisira "aucune" direction prioritaire pour le routage des pistes.

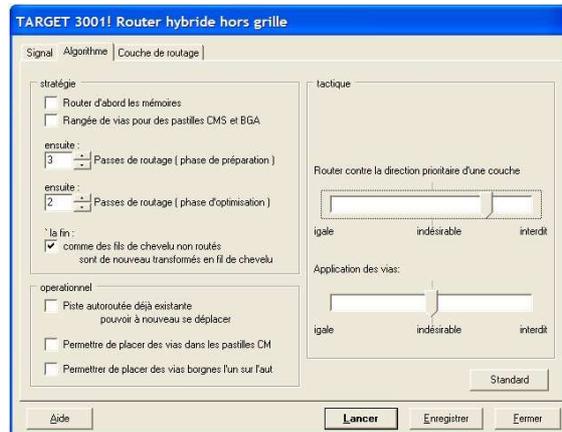




# Circuit imprimé simple face.

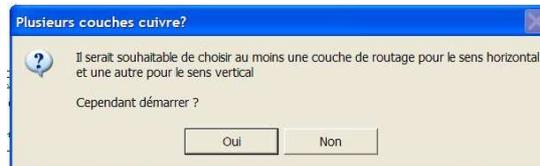
sur l'onglet "Algorithme", on peut laisser les paramètres par défaut, ou les changer comme suit :

dans "stratégie", mettre 3 passe de routages pour la préparation et 2 passes de routages pour l'optimisation.  
Glisser le curseur "router contre la direction prioritaire" vers interdit



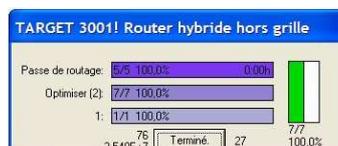
puis cliquer sur "lancer"

comme nous avons choisi un simple face, Target vous le signale comme montré sur l'écran suivant, valider le par "OUI".



le logiciel va calculer et afficher les stratégies prise en direct. Vous verrez les modifications de parcours qu'il fait.

Quand cela sera terminé, vous devriez avoir cet écran. Si ce n'est pas le cas, il faut demander à visualiser le chevelu restant et refaire un routage en modifiant la largeur de piste en général cela suffit (ou d'autres paramètres).



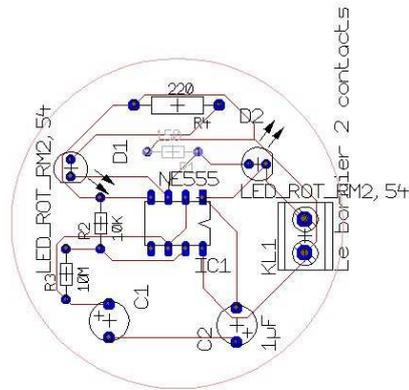
vous devriez avoir le routage suivant. Comme nous somme sur une réalisation par algorithme, une légère différence dans le placement peut entraîner un routage différent.



# Circuit imprimé simple face.

Modification du diamètre des perçages :

Vous devrez sélectionner chaque composant individuellement



puis cliquer sur le bouton droit de la souris, vous aurez un écran contextuel :



puis sélectionner "pastilles" dans la colonne de gauche.

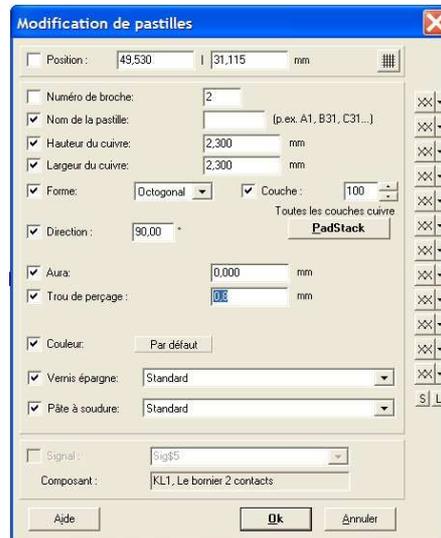




# Circuit imprimé simple face.

et modifier le diamètre des trous de perçages.

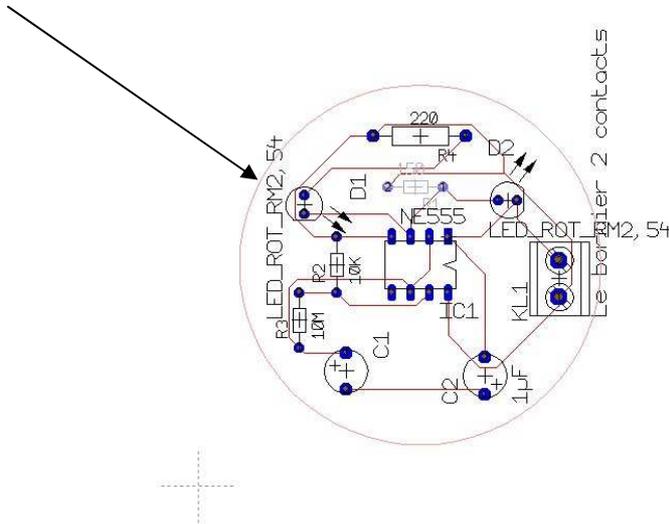
Si vous souhaitez modifier le diamètres des pastilles, vous devriez refaire le routage.



Ceci sera a faire pour tous les composants.

## Création du cadre pour la découpe :

Celui-ci est placé sur le calque "contournage" et on va le placer sur le calque "axe de fraisage". Sélectionner le cercle extérieur,

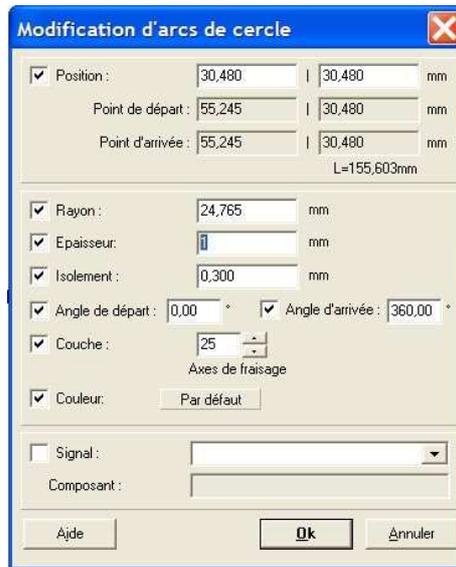


puis modifier la "couche", pour la placer de la couche 23 à la couche 25 ("axe de fraisage").

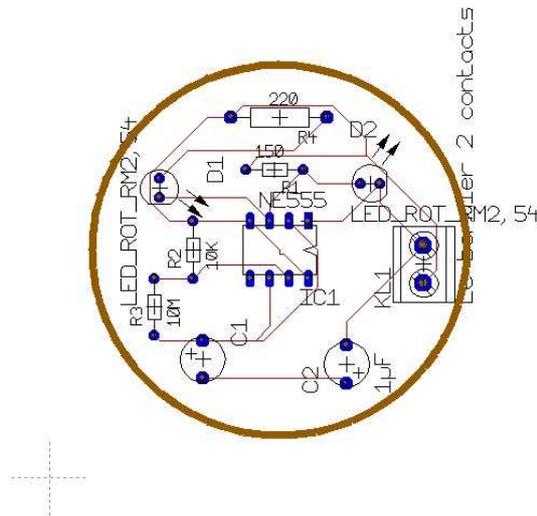
Modifier aussi l'épaisseur de la couche pour la mettre à 1 mm (qui va correspondre au diamètre de l'outil).



# Circuit imprimé simple face.



et vous obtiendrez la même chose que sur l'écran suivant.

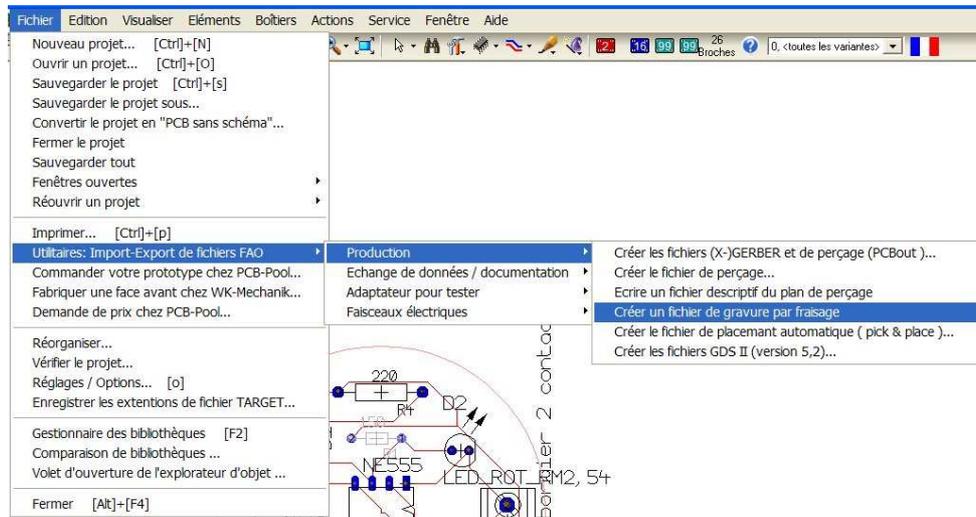


Création du fichier d'usinage pour le circuit imprimé :

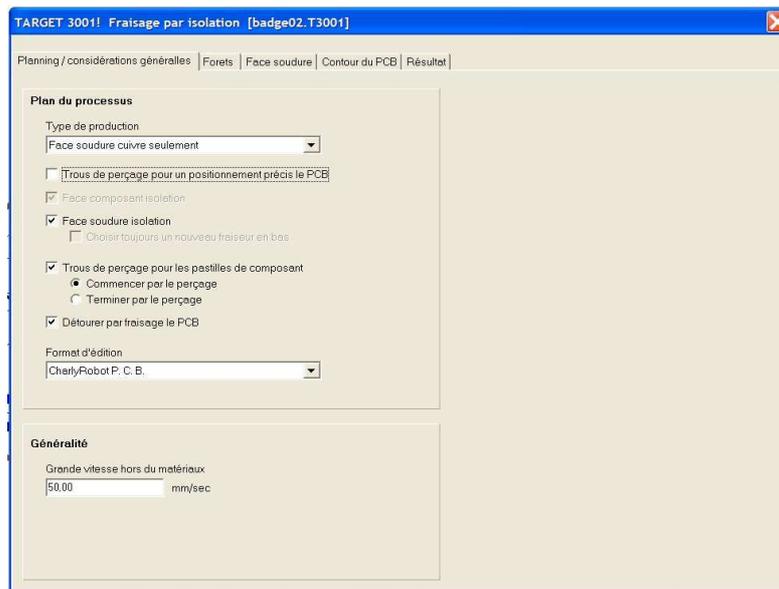
Nous allons sur le menu "Fichier", puis "Utilitaires" puis "Production" enfin "Créer un fichier de gravure par fraissage" :



# Circuit imprimé simple face.



vous obtenez l'écran suivant :



nous ferons que la couche cuivre, choisissons le format d'édition "Charlyrobot P.C.B."

Nous mettrons les trous de perçages au début,  
Choisissez "détourer par fraisage le PCB"  
Décochez "Trous de perçage pour un positionnement précis le PCB".

ensuite allez dans l'onglet "Forets",

mettez une vitesse de perçage compris entre 5 et 10 mm/s et une profondeur de perçage à 2 mm pour déboucher.



# Circuit imprimé simple face.

Planning / considérations générales | Forets | Face soudure | Contour du PCB | Résultat

Profondeur de perçage  
2,00 mm

Vitesse de pénétration  
plus petit foret  
5,00 mm/sec  
plus grand foret  
10,00 mm/sec

Le perçage du PCB sera fait avant de faire la première face cuivre. Si c'est seulement la face soudure qui doit être fraisée, alors les données de perçage et de fraisage seront inversées. Si la face composant doit être fraisée, alors les données de perçage ne seront pas inversées? Si la face soudure aussi doit être fraisée, alors le PCB sera retourner après.

S.V.P. tenez compte du fait que votre PCB est constitué de matériaux fibreux (ex. FR4) et que des fibres peuvent réduire le diamètre du trou de perçage d'env. 0.05mm.

dans l'onglet "Face soudure",

mettez un pointeau graveur de 0,3 mm qui correspondra à la fraise à graver de DIXI,  
une profondeur de passe de 0,1 mm qui permet de graver suffisamment profondément (le cuivre recouvre généralement de 0,35  $\mu\text{m}$ ).  
une vitesse de pénétration entre 1 et 3 mm/s  
et une vitesse d'avance maximum de 3 mm/s

Planning / considérations générales | Forets | Face soudure | Contour du PCB | Résultat

Diamètre du pointeau graveur  
0,30 mm

Profondeur de passe du pointeau graveur  
0,10 mm

Vitesse de pénétration  
3,00 mm/sec

Vitesse de coupe dans le matériau  
3,00 mm/sec

L'isolement des pistes sur la couche cuivre est réalisé à l'aide d'un pointeau graveur.  
Le rayon du pointeau graveur est pris en compte dans le mouvement de celui-ci, ainsi la largeur de piste donnée n'est pas affectée

Les restes de cuivre peuvent être enlevés avec une fraise plus large. (Rub Out)

La face soudure pistes est toujours vue en miroir, puisque la fraise ne peut accéder au PCB que par le dessus

dans l'onglet "Contour du PCB",

cocher "axe de fraisage", décocher "contour"  
mettez la profondeur à 1,6 mm (épaisseur de la plaque),  
vitesse de pénétration à 2 mm/s  
vitesse d'avance à 3 mm/s.

Planning / considérations générales | Forets | Face soudure | Contour du PCB | Résultat

Couche utilisée  
 Axe de fraisage ( par fraisage complet)  
 Contour ( par rainurage avec un outil)

Profondeur de passe pour fraiser le contour  
1,60 mm

Vitesse de pénétration  
2,00 mm/sec

Vitesse de coupe dans le matériau  
3,00 mm/sec

Le contour du PCB peut être gravé avec un pointeau ou un burin fin ainsi les bords extérieur du PCB doivent cassés sur le traçé qui fait office de point de rupture.  
Pour cela, TARGET suit exactement toutes les lignes de la couche Contour, sans tenir compte du rayon de l'outil. Ainsi les dimensions du PCB se trouvent réduites par la valeur du rayon de l'outil.

Une alternative, c'est d'utiliser la couche Axe de fraisage. TARGET alors fraise le long de toutes les lignes sur cette couche en associant la largeur de la ligne à la largeur de l'outil. Un rayon de correction peut être donné manuellement par l'utilisateur.  
On peut fraiser le PCB à l'extérieur d'un cadre et laisser quelques petits ponts de matière qui maintiendront le PCB à l'intérieur de ce cadre. Ensuite le PCB pourra être détaché de ce cadre.

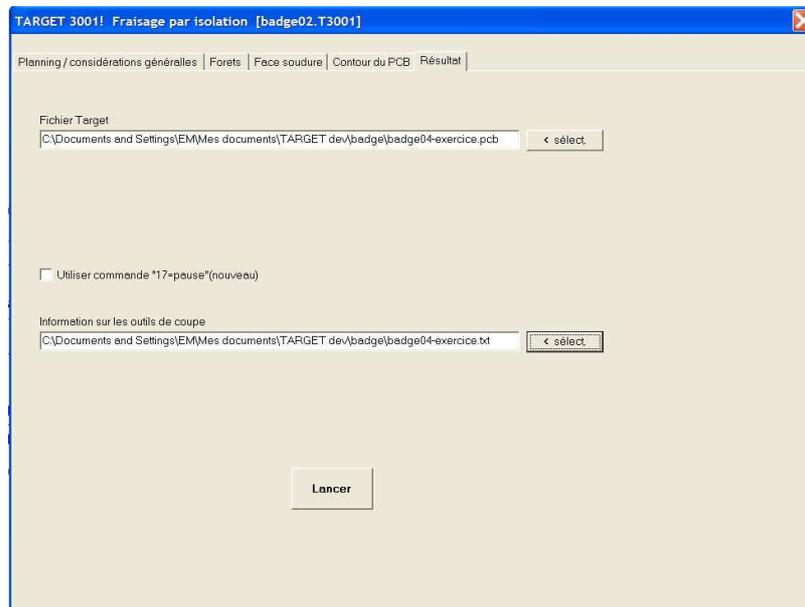
Maintenant dans l'onglet "résultat",

Cliquez sur le bouton "< sélect." Puis choisissez le chemin du fichier de sauvegarde et le nom du fichier, par exemple "Badge04-exo.pcb"

Si vous le souhaitez vous pouvez sauvegarder le fichier d'informations sur les outils de coupe, mais pas nécessaire car inclus dans le fichier d'usinage charlyrobot.



# Circuit imprimé simple face.



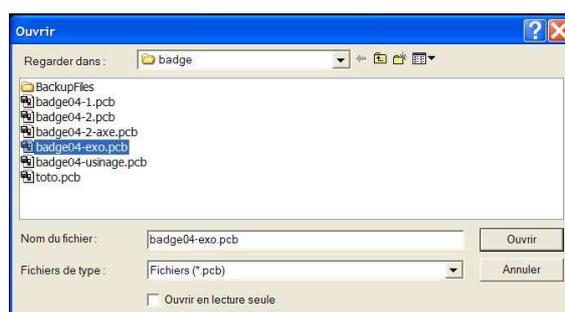
ensuite cliquez sur "Lancer". Après quelques instants vous aurez cette fenêtre. Validez-la.



## Réalisation du PCB sur charlyrobot :

sur votre bureau, ou dans le menu démarrer, lancer "Gpilote" : 

puis cliquez sur le bouton "ouvrir un fichier"  et choisissez le fichier que vous aurez préalablement sauvegardé dans Target, dans notre exemple "badge04-exo.pcb"

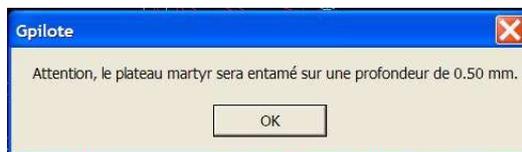




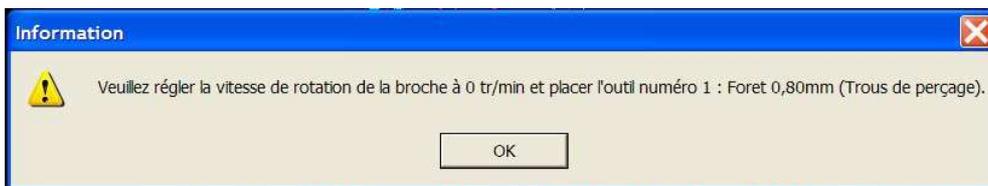
# Circuit imprimé simple face.

vous aurez deux messages à valider :

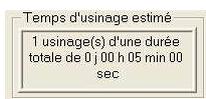
vosre plateau martyr sera entamé sur 0,5 mm, normal puisque le perçage doit déboucher sur 0,5 mm



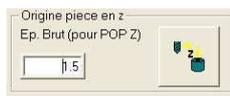
puis Gpilote vous demande de régler la broche et placer l'outil indiqué, ici le foret de 0,8 mm pour le perçage.



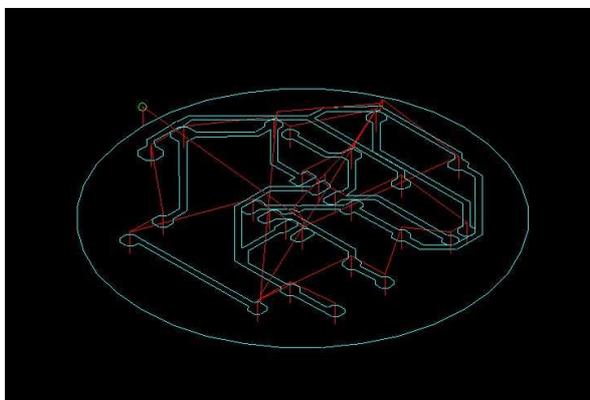
pour indication vous avez le temps estimatif de la durée de l'usinage.



l'épaisseur de brut est à 1,5 mm, laissez comme indiqué, et cliquez sur le bouton situé à droite de cette case pour faire une mesure d'outil. L'usinage sera lancé ensuite automatiquement.



voici deux vues de l'usinage.





## Circuit imprimé simple face.



et voici le résultat fini :

