

# Graver des circuits imprimés à l'unité

F6TEM novembre 2017

Nous avons, pour la plupart, pratiqué la réalisation de circuits imprimés à titre professionnel ou/et amateur. La haute résolution, parfois nécessitée plus par des vitesses de propagation  $v \ll c$  à cause des matériaux substrats à constante diélectrique élevée, contraint à passer le plus souvent par la voie photographie / sérigraphie puis chimie. Et le perchlorure de fer, ça tache vraiment!

Avec la présence en masse de composants SMD ou des boîtiers logiques sub-miniatures, la finesse et la séparation des tracés deviennent plus délicats à obtenir ...avant la brasure in situ.

L'industrie, elle, a résolu le problème du secret de fabrication en reléguant le passionné d'électronique voire le professionnel au simple rôle d'utilisateur en réduisant, par là même le coût étonnants des boîtiers. On voit ainsi fleurir même des circuits imprimés "kit d'application". Les composants eux, s'approchent des modèles définis par les bibliothèques utilisés dans des programmes comme SPICE (California University, BERKELEY 1970 .. le cœur du soft est apparemment inchangé), ou les successeurs de TOUCHSTONE pour les hyperfréquences.

Comment retrouver le goût à l'expérimentation et enrichir son expérience des trajets parfois surprenants que prennent les champs E et H générés dans telle ou telle autre configuration. Dame Nature est très joueuse!

Un des moyens est de faire le tracé du circuit avec l'aide d'un PC. Le software employé peut-être une usine à gaz universelle avec son langage et son lourd dictionnaire ou un programme plus proche des besoins d'un utilisateur occasionnel qui ne fait pas ça à longueur d'année. J'utilise ici SPRINT LAYOUT 6.0 et soustraite la phase tirage/perçage aux quelques micro entreprises présentes sur le marché. En quelques jours, les "prints" d'excellente qualité sont là à prix très raisonnables.

Situation stable dans une France qui balance les compétences industrielles par dessus la haie?

## Pour en savoir plus:

-) *A guide to circuit simulation et analysis using PSpice / Paul W. Tuinenga/ Prentice Hall editor NJ*

nb: Spice permet, par sa puissance, le passage du domaine Temps au Domaine Fréquence et vice-versa (transformée de Fourier et Fourier inverse).

-) Un joli recueil d'expérimentation ici <http://www.cambouis.com/electronique/laboratoire/PCB-trucs-astuces.htm>

## La gravure anglaise

Avec la mode des machines à commande numérique, pourquoi ne pas regarder du côté de la gravure par usinage dénommée (chez nous?) "gravure anglaise". En mode totalement manuel, cela signifie:

-) coût des plus raisonnable <280 €

-) fabrication ludique et cognitive de prototypes, parfaitement adaptée aux boîtiers logiques DIL ou aux composants hyperfréquences individuels. Idem pour les chips SMD R ou C et autres amplis MMICS ou AsGa large bande.

-) depuis sa création, le WEB s'est bien étoffé et l'on y trouve un joli exemple ici, celui qui m'a motivé: <https://constructions.f6fkn.com/pictures/index.html>

-) contact pris avec MULTIREX/44 Guérande et quelques jours plus tard, la micro fraiseuse PROXXON MF70 est là

-) Voilà les quelques miettes toutes chaudes de cette journée d'expérimentation, permettant de se faire une idée sur le sujet .... particulièrement pour ceux qui aiment faire marcher en tandem les neurones et les mains.

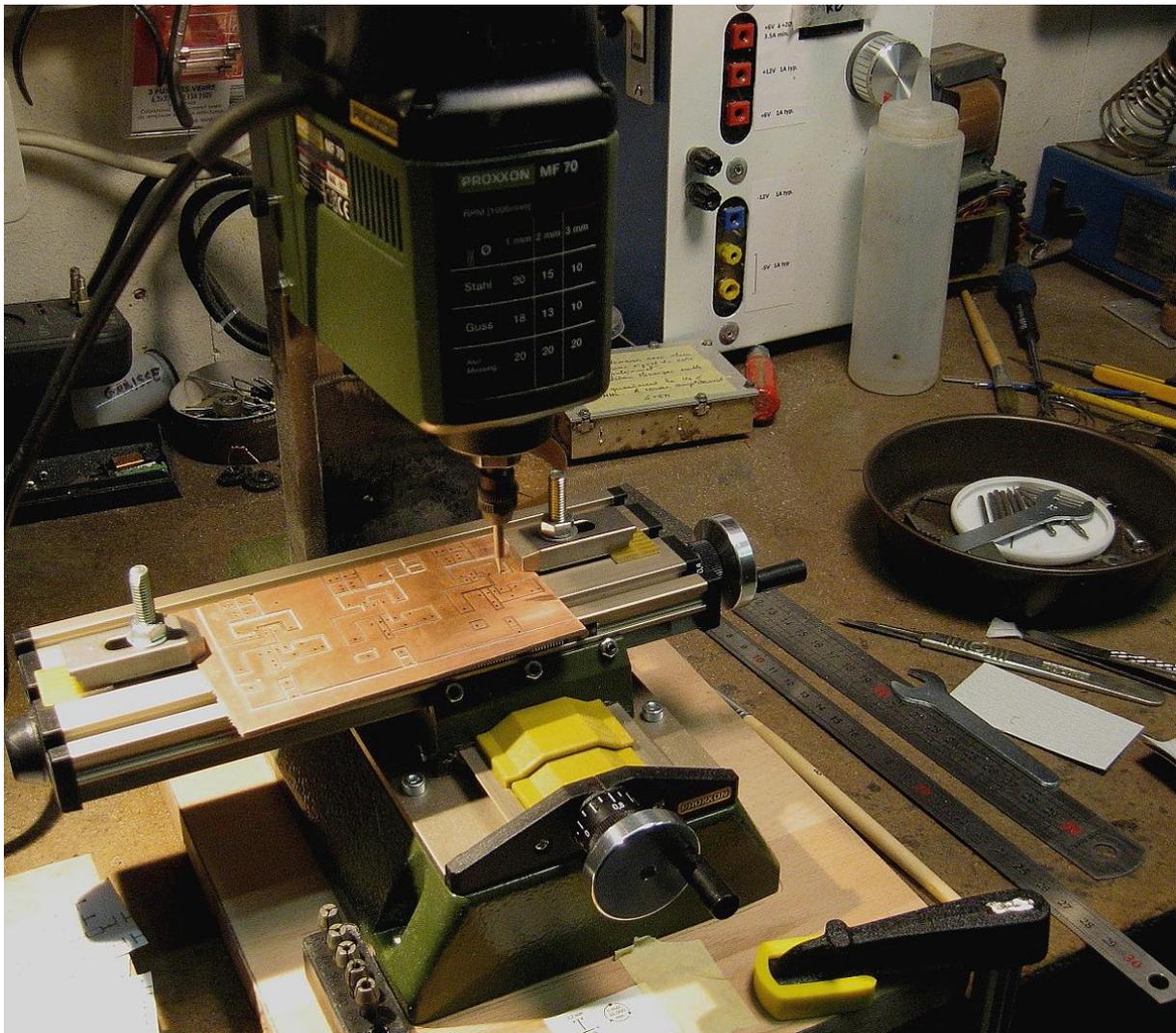
On trouvera sur le site du fabricant ou celui de Multirex les caractéristiques de cette micro fraiseuse qui pèse environ quelques 7 kg ...un poids plume qui me change de la BF45 Siderméca de 350 kg (et c'est une petite chinoise!).

Les mains se posent instinctivement au bon endroit. Axe X: une seule manivelle, Axe Y rien à signaler.

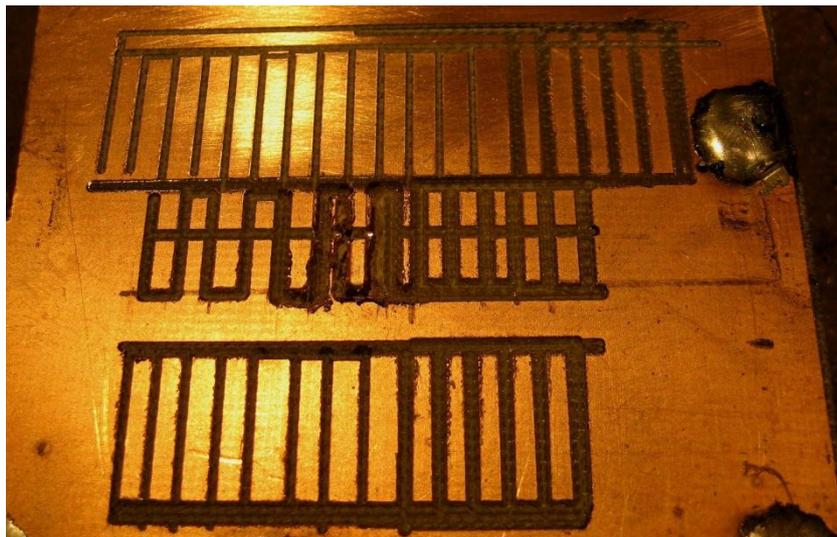
Axe Z est l'altitude de la pince qui porte la fraise ou le foret. Les lardons permettent, comme sur une grande, de régler le jeu. Les verniers sont là, sur les trois axes mais le jeu est un peu important.

Un accessoire très utile en X et Z, un réglelet coulissant permettant de placer le 0 de référence à l'endroit voulu.

C'est parait surprenant de parler ainsi d'usinage, qui habituellement cherche à flirter dans les quelques centièmes de mm de la cote théorique. En fait, des yeux de retraité avec les bonnes lunettes et une loupe à main permettent, après un peu d'entraînement de fraiser des lignes DIL au pas de 2,54mm (tant pis pour les 4 centièmes!)



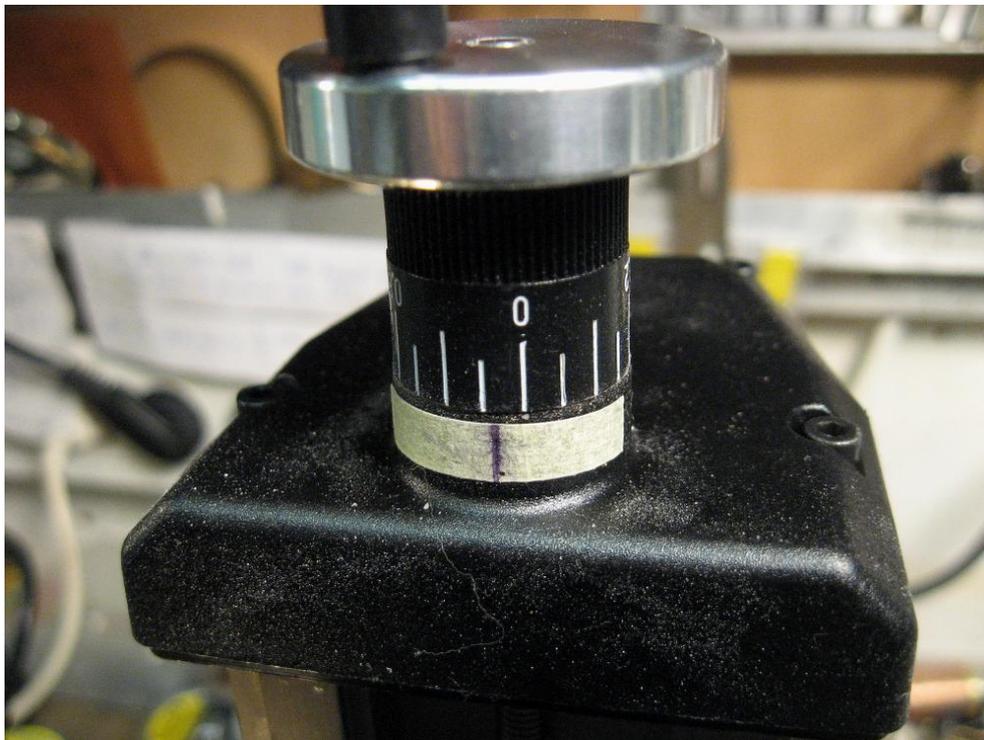
La MF70 a été vissée sur une planchette en hêtre (oui, oui!) de 200\*300mm. Cette planchette est tenue en place sur la table de travail par 2 serre-joints. Le shack étant plutôt petit, il faut pratiquer la méthode de la bannette chaude (les marins me comprendront!).



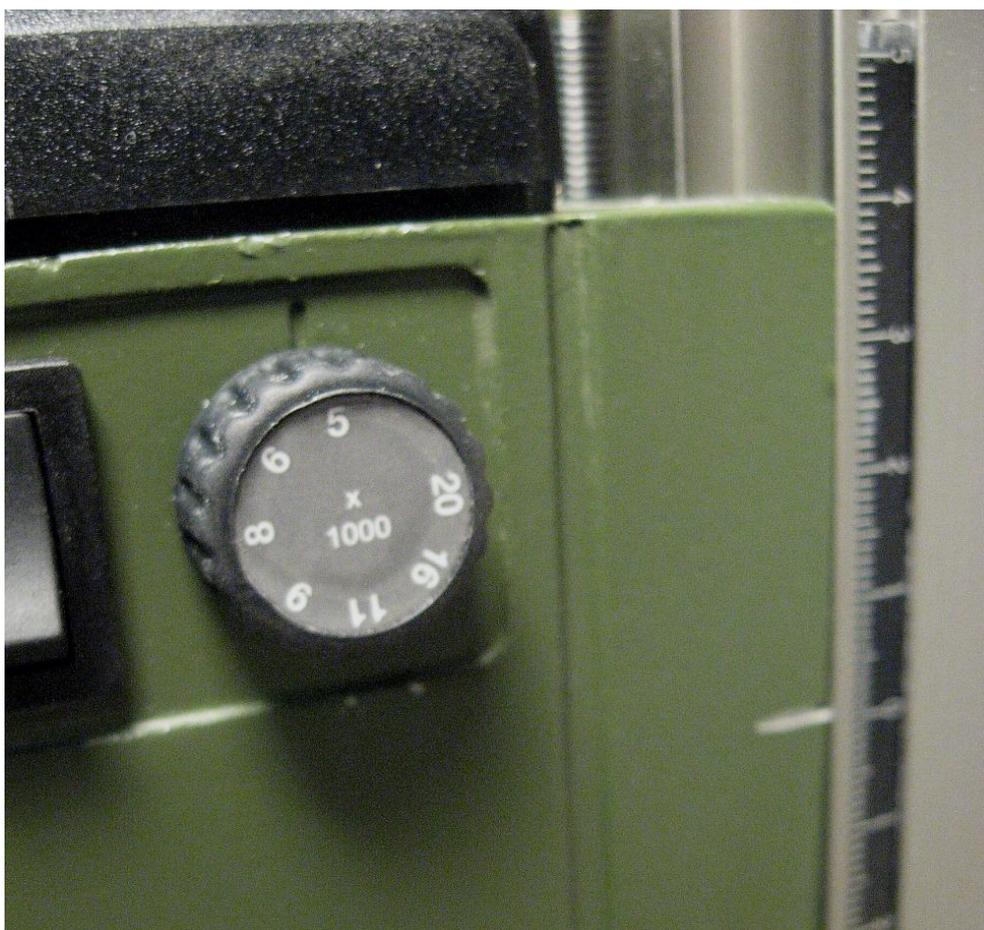
Martyre d'entrainement, on voit au milieu le carnage des premiers essais, il faut sentir la posée de la fraise sur le FR4 avant blocage de la position Z.

En bas, le balbutiement avec les verniers et le jeu X et Y, la machine désespère de m'appivoiser!

En haut à gauche, les fraisages tout à fait utilisables au pas de 2.54 (notes sur les fraises disponibles plus loin).



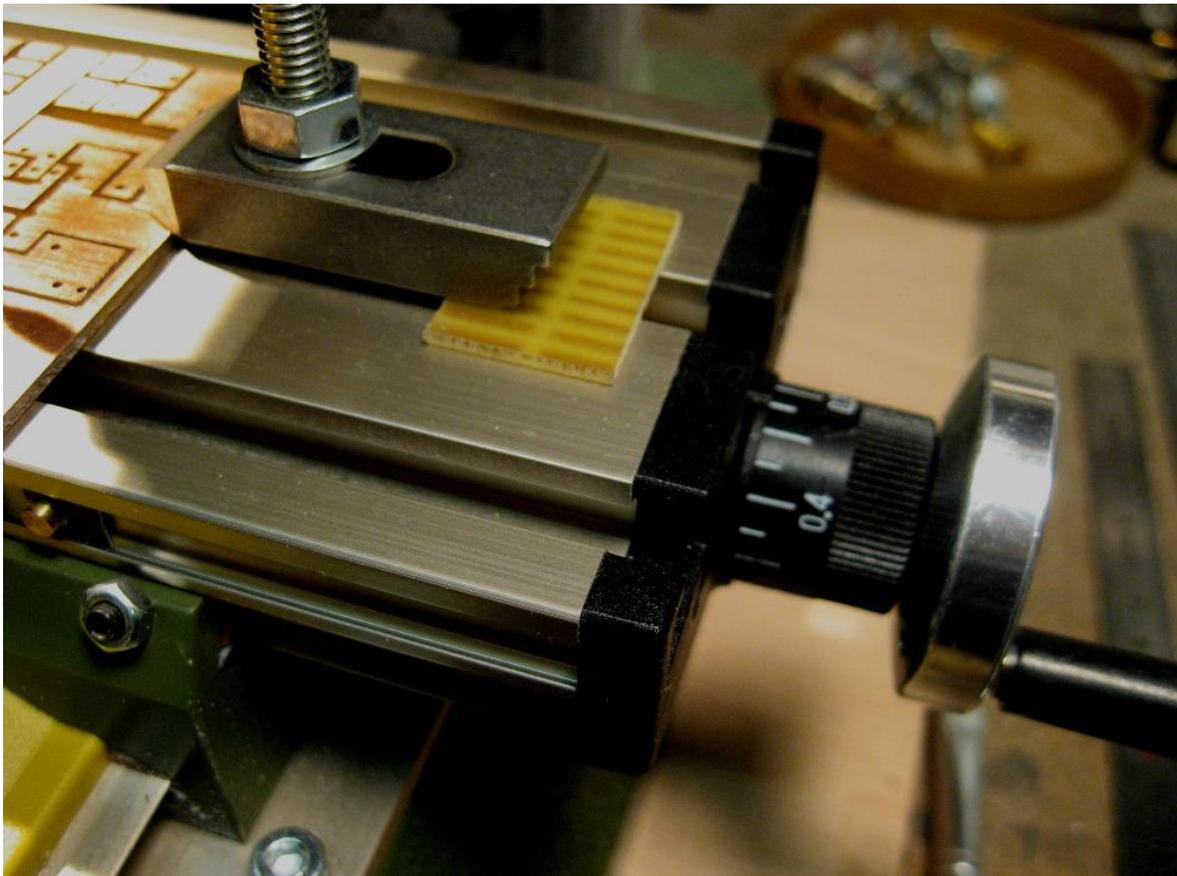
Vernier sur le Z, on opte pour le toucher FR4 manuel ... on comprend vite comment ça réagit et ça reste un point de vue personnel.



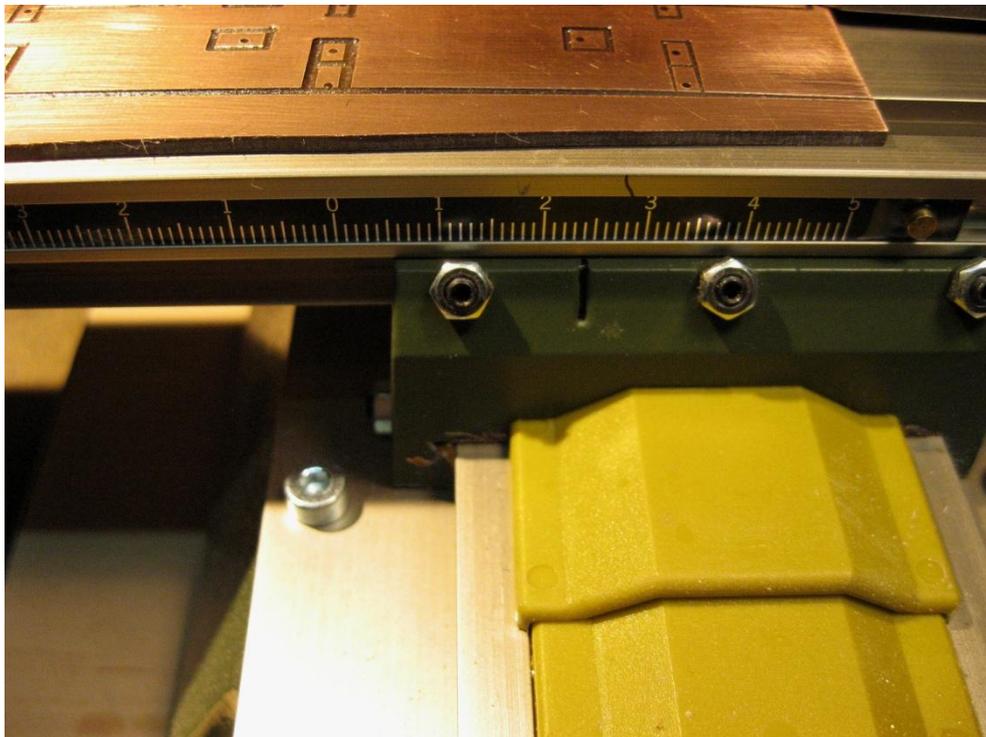
Vitesse de rotation de la pince réglable entre 5000 et 20000 t/mn ... peu de vibrations.



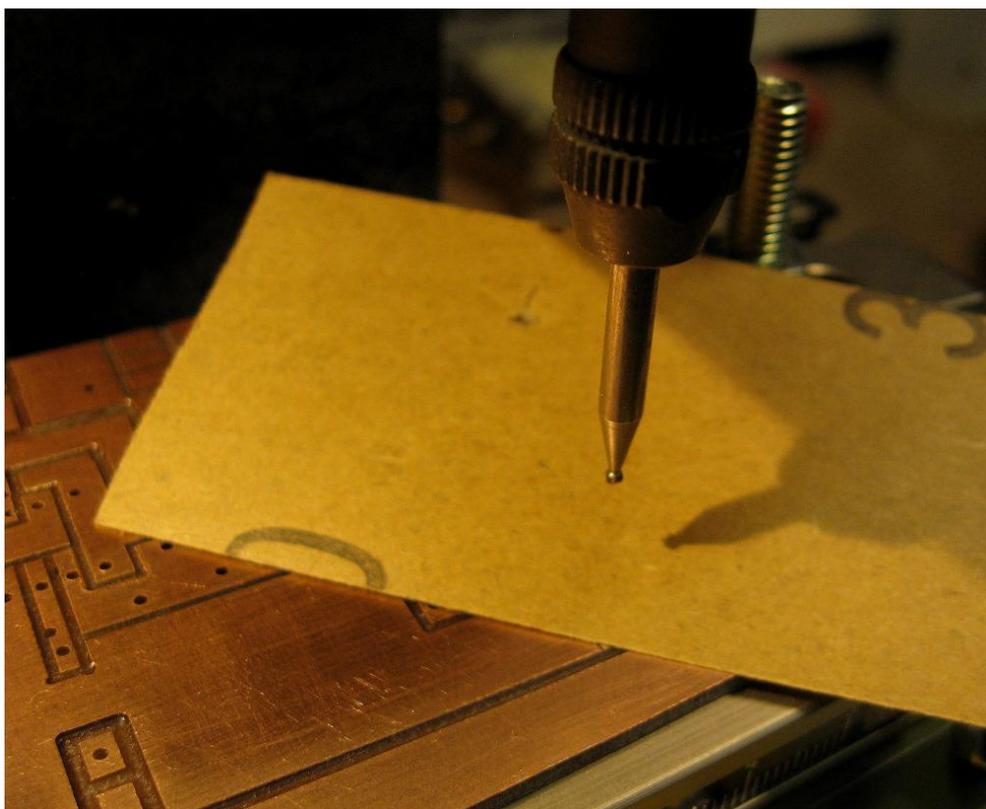
jeu de pincettes entre 1 et 3.2mm. En tous cas, ça tourne rond et l'on a aussi l'équivalence mm/pouce gravée sur le support des pincettes. Les outils Dremel ou autres au standard 3.2mm sont donc compatibles (ex: disques diamantés etc.)



cale bloquant le morceau de FR4 à la bonne hauteur arrière sur la table de la fraiseuse.  
Un morceau de FR4 est placé aussi à l'arrière et le goujon glissant dans les rainures est lui au plus près de la pièce à serrer. Classique. Une contre cale fraisée en escalier est disponible pour des épaisseurs plus conséquentes. Elle joue à la grande cette micro fraiseuse sympa à utiliser.



réglet coulissant permettant le choix de la position 0 sur l'axe X ou Z ... finalement très utile. L'œil est capable d'estimer facilement le 1/10 mm (suffisant) et la loupe n'est pas loin.



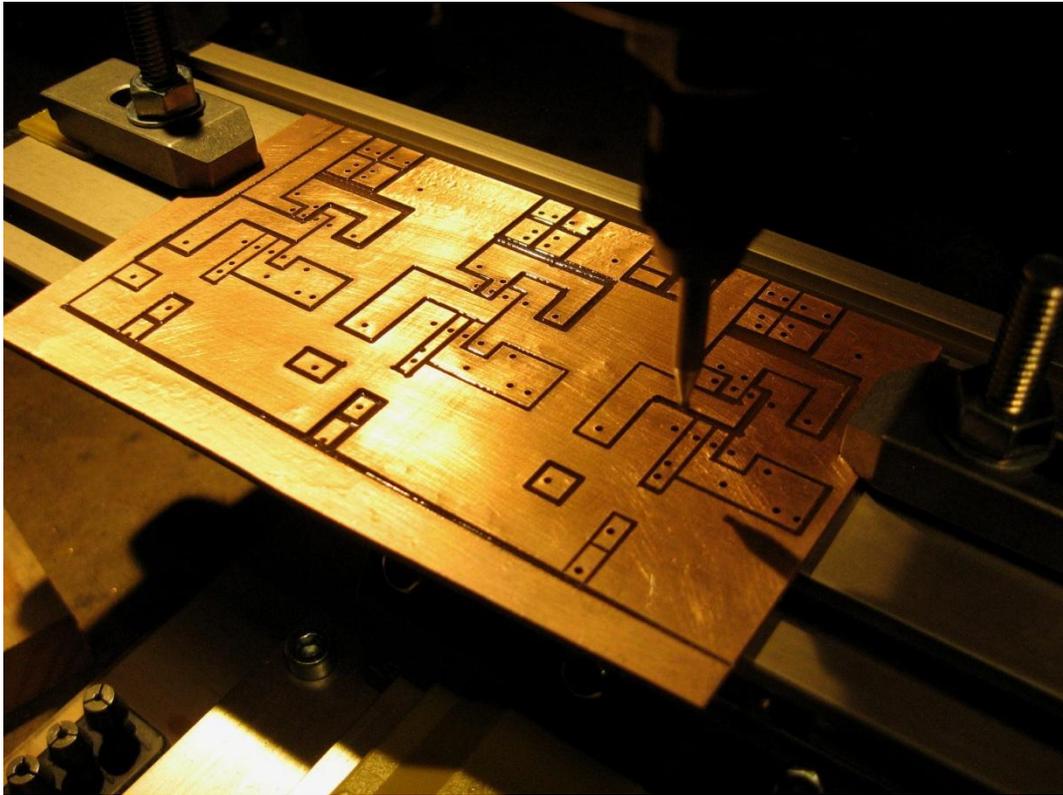
fraises Dremel hémisphérique 1.6mm ou droite 2 tailles 1 mm.

Le modèle hémisphérique a donné les meilleur résultat. On verra plus tard avec des fraises javelot, plus fines et plus fragiles.

Ne pas oublier:

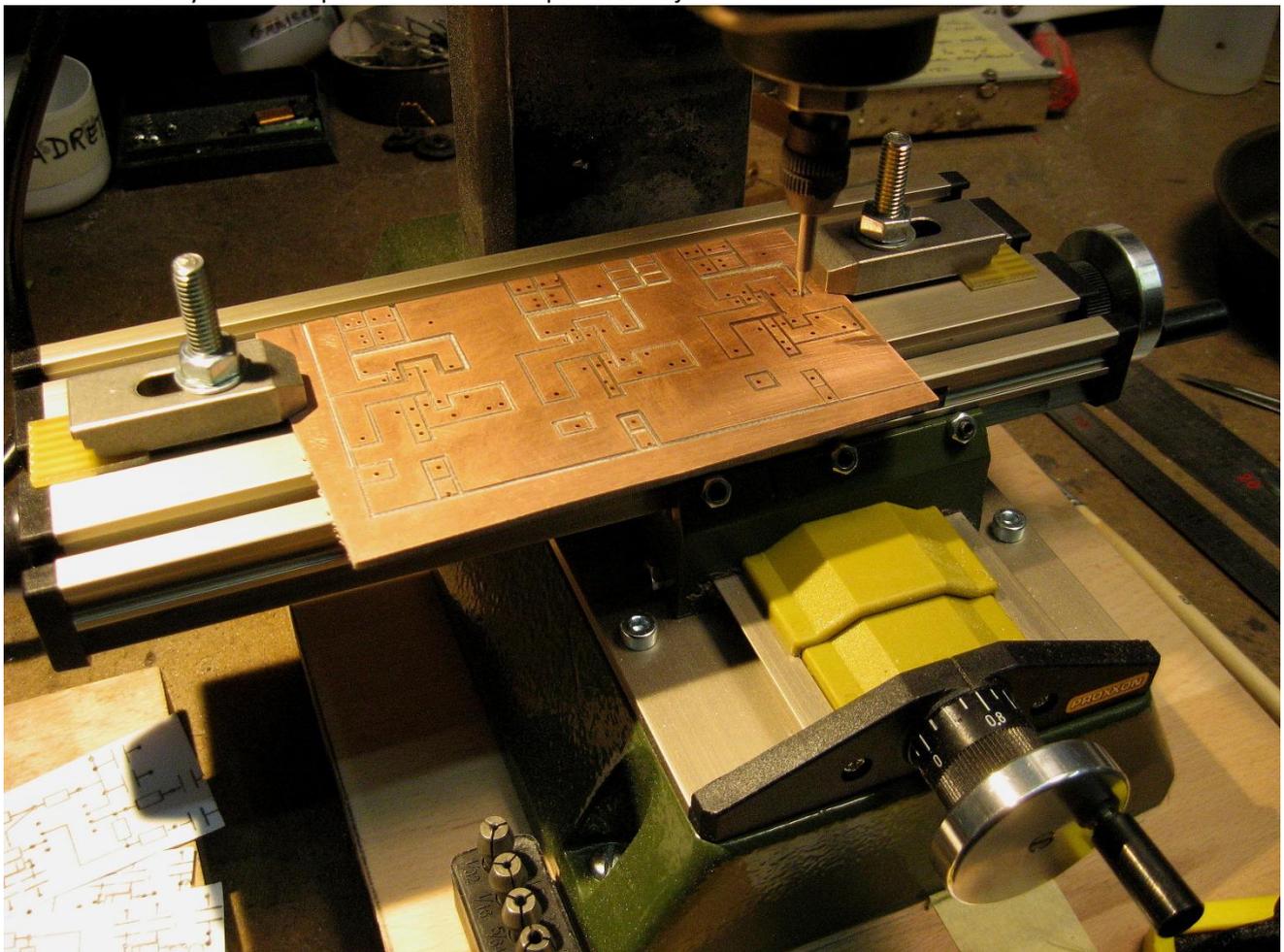
-) lunettes pour la sécurité

-) petit masque protecteur, les fines poussières de FR4 peuvent présenter un danger qu'il faut pondérer par le temps d'utilisation. Une petite aspiration pourrait être envisagée dans une futur proche. On peut rester prudent.



*circuit d'un buffer OXCO 10 MHz.*

Amusant, ludique, facile finalement, une autre topologie et façon de faire qui ne réclame, en plus, que du papier millimétré et un crayon .... De quoi faire hurler les puristes et jubiler dans son coin.



*A tous, bonnes réalisations 73's jacques*