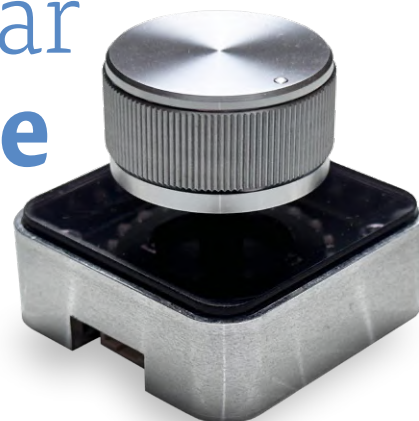


un boîtier simple créé par fraiseuse à commande numérique (CNC)

avec Autodesk Fusion 360 Personal



Vaclav Krejci (République Tchèque)

Les boîtiers sur-mesure de vos projets personnels ne doivent pas être nécessairement créés avec une imprimante 3D — ils peuvent aussi être usinés à partir de métal, tel que l'aluminium, avec un résultat très professionnel. Même si vous ne possédez pas votre propre CNC, le coût de fabrication est abordable, les outils logiciels sont gratuits et les étapes à suivre sont simples.

Dans ce tutoriel, vous apprendrez comment créer un boîtier sur-mesure pour le Module Encodeur Rotatif du DFRobot. Avec des pièces communes avec beaucoup d'autres coffrets, c'est un bon départ pour créer votre propre boîtier pour votre propre projet.

Pour la conception, nous utilisons Autodesk Fusion 360 en utilisation personnelle. Ce logiciel est gratuit et conçu pour les bricoleurs amateurs et pour des travaux non commerciaux. Il y a quelques limitations par rapport à la version complète (payante) mais aucune ne devrait gêner notre travail.

Outils utilisés :

- Autodesk Fusion 360 (Personal Edition) [1]

Pièces utilisées :

- Module encodeur rotatif du DF Robot [2]
- Arduino UNO (mais n'importe quelle carte Arduino fonctionnera avec le module)

Étapes

1. La première étape dans la création de n'importe quel modèle 3D est de commencer par un dessin 2D appelé Sketch (**figure 1**). Dans Fusion 360, cliquez sur le bouton **Create Sketch** dans la barre d'outils et sélectionnez un plan sur lequel vous allez placer le dessin. Comme notre boîtier sera extrudé de bas en haut, il est logique de placer le dessin en bas du plan dans l'espace 3D.
2. À l'aide d'un pied à coulisse, j'ai mesuré la taille du module encodeur rotatif : 37×37 mm. Créons un nouveau rectangle pour visualiser la taille du circuit imprimé (**figure 2**). Allez dans le menu **CREATE Rectangle Center Rectangle**. Lorsque l'outil est activé, placez le premier point à l'origine. Avec le clavier, tapez la première dimension (37), passez au prochain champ d'édition avec la touche **Tab** et tapez la deuxième valeur (37). Pour terminer le processus de création, tapez sur la touche **Entrée**.

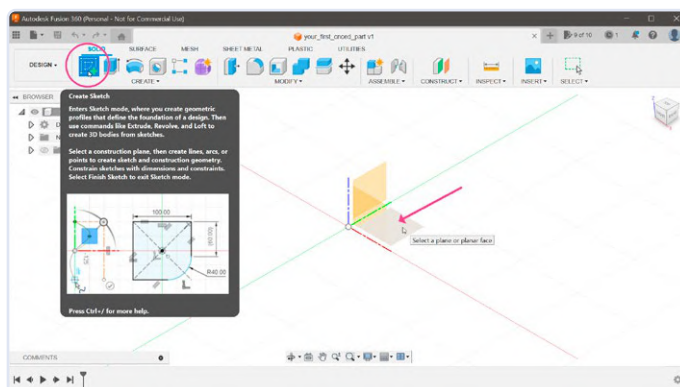


Figure 1. Premières étapes dans le placement de votre Sketch.
(Source de toutes les photos : Autodesk)

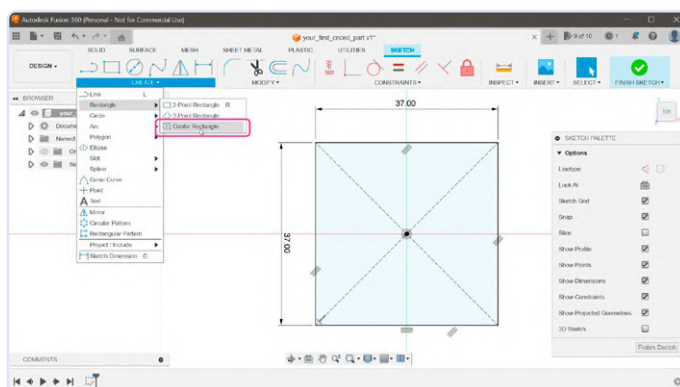


Figure 2. Définition des tailles des rectangles.

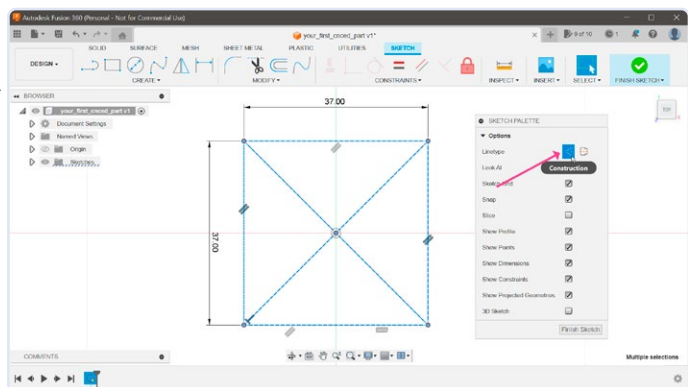


Figure 3. Modification de la définition des lignes dans le mode Construction.

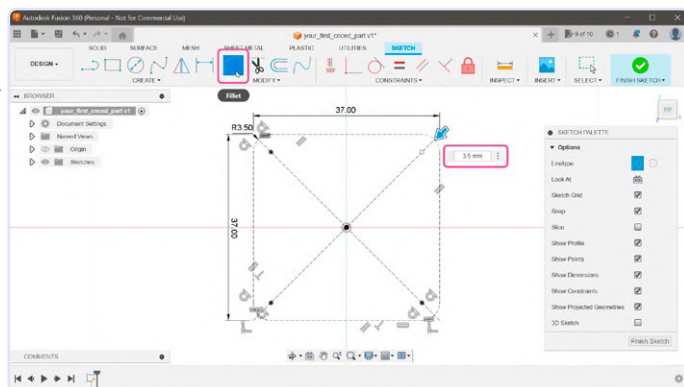


Figure 4. Arrondi des coins du boîtier.

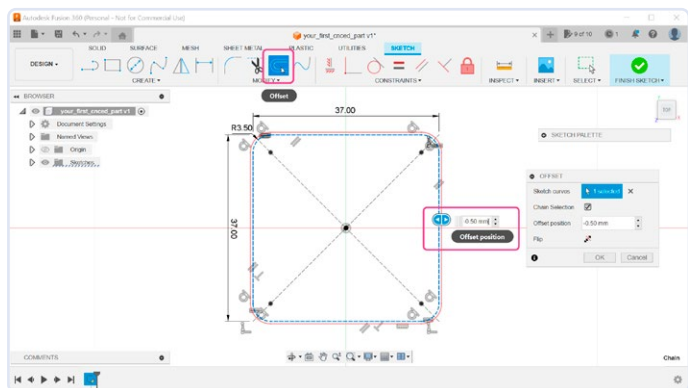


Figure 5. Agrandissement du boîtier pour obtenir un placement plus facile de la carte de l'encodeur.

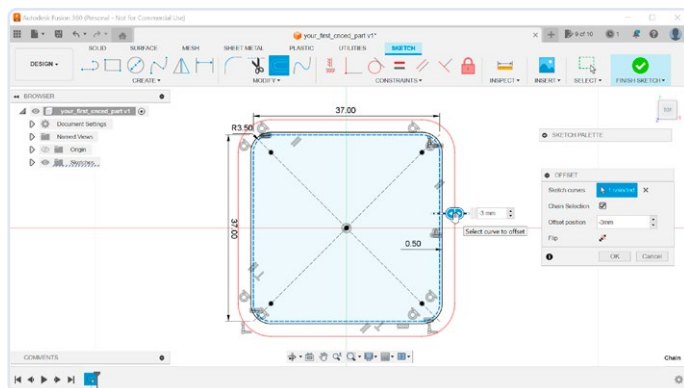


Figure 6. Définition de l'épaisseur des parois.

- Nous n'utiliserons pas cette forme pour extruder le boîtier parce que nous avons besoin de place autour du circuit imprimé. Il est logique de sélectionner toutes les lignes et de les transformer en lignes de construction en cliquant sur le bouton **Construction** dans la boîte de dialogue **Sketch Palette**. Ceci indique au programme Fusion 360 que nous n'utilisons les lignes que comme guides (figure 3).
- Le circuit imprimé a des coins arrondis et il serait judicieux que notre boîtier corresponde à cette forme (figure 4). Une mesure approximative montre que le rayon des coins est d'environ 3,5 mm. Dans la barre d'outils, sélectionnez l'outil **Fillet** et cliquez sur toutes les lignes extérieures individuellement. Entrez 3,5 mm pour la valeur **Fillet Radius**.
- Nous devons agrandir légèrement le rectangle arrondi pour s'assurer que le circuit imprimé se positionne facilement (figure 5). Dans la barre d'outils, sélectionnez l'outil **Offset** et entrez la valeur de -0,5 mm.

- Un autre offset est nécessaire pour construire les parois de notre boîtier (figure 6). Répétez l'étape à nouveau, mais en entrant un offset de -3 mm. Ceci créera plus tard des parois de 2,5 mm d'épaisseur.
- Nous avons suffisamment de formes pour commencer à les extruder. Fermez l'éditeur de sketch en cliquant sur le bouton **Finish Sketch**, puis sélectionnez l'outil **Extrude** dans la barre d'outils (figure 7). Cliquez à l'intérieur du rectangle arrondi du sketch et entrez une distance de 2 mm.
- Nous voulons extruder les parois mais elles ont soudainement disparu. Pas de souci ; seul le sketch est caché. Dans le coin supérieur gauche du navigateur (figure 8), ouvrez le groupe **Sketches** et rendez visible le **Sketch1**. Maintenant, vous pouvez sélectionner l'outil **Extrude** dans la barre d'outils et cliquer dans le rectangle arrondi. Entrez la distance de 15 mm, qui sera la hauteur de notre boîtier.

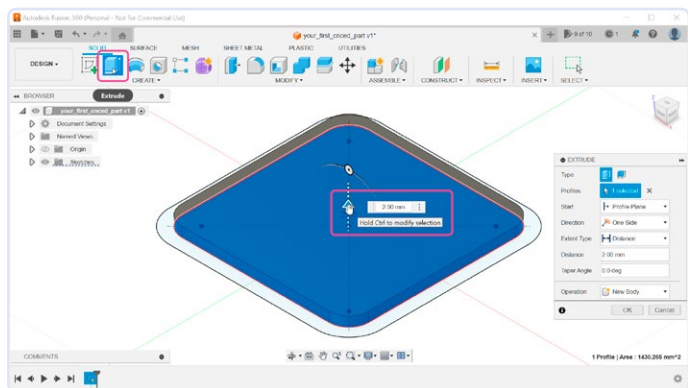


Figure 7. Départ de l'extrusion !

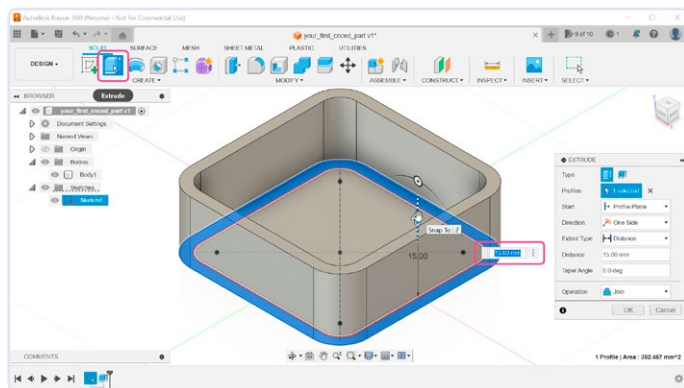


Figure 8. Définition de la hauteur du boîtier.

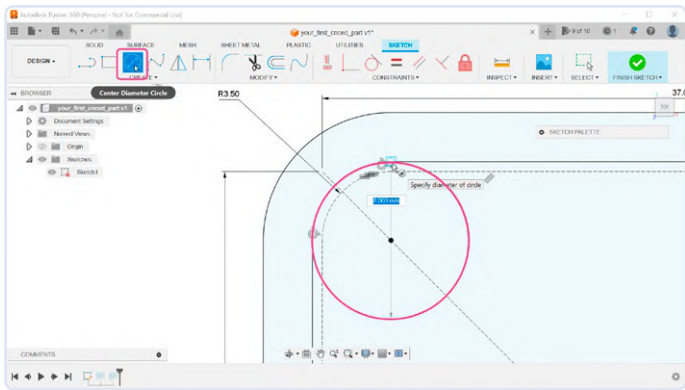


Figure 9. Positionnement du centre de l'un des supports.

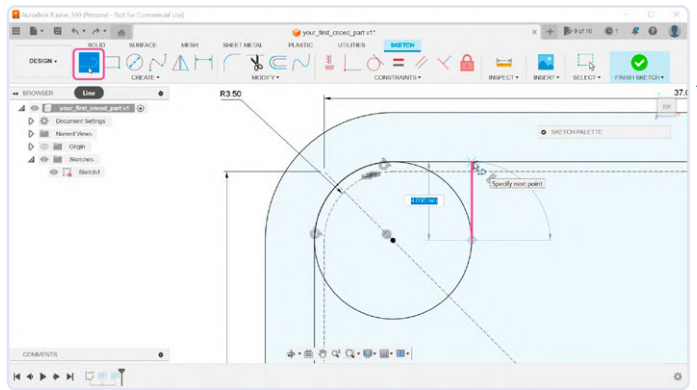


Figure 10. Mise en forme du support avec l'outil Line.

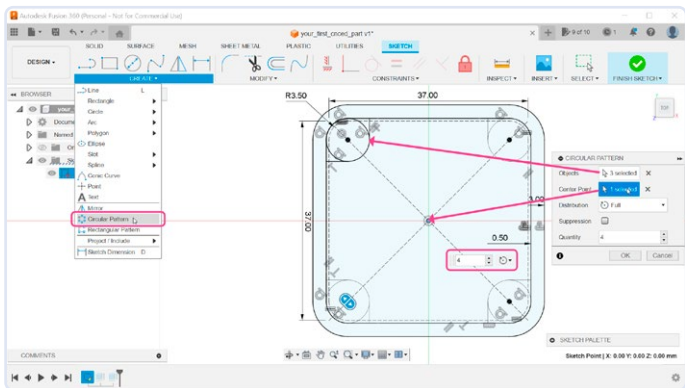


Figure 11. Réplication du support pour les trois autres coins.

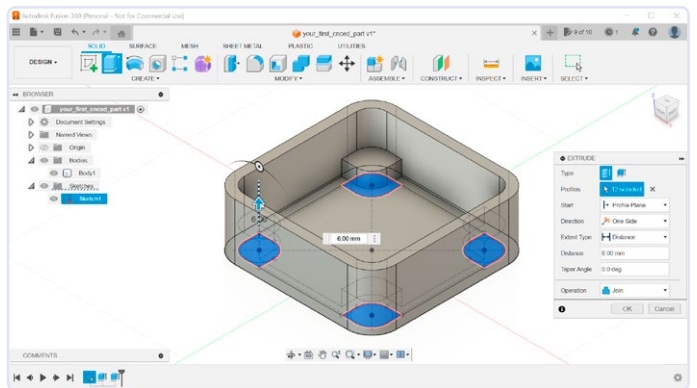


Figure 12. Extrusion des quatre supports.

9. Le module devrait reposer sur des sortes de supports et il serait utile que ces supports aient des trous pour des vis de fixation. Pour ces supports, nous avons besoin d'un autre sketch, mais, au lieu d'en créer un nouveau, nous pouvons réutiliser celui que nous avons déjà. Pour revenir au mode d'édition, double-cliquez sur le sketch dans la fenêtre du navigateur. Les trous du circuit imprimé ont un diamètre de 3 mm ; il faut que les supports soient plus grands que ça. Pour faciliter la fabrication, nous pouvons même les faire assez grands pour qu'ils touchent les parois du boîtier. Sélectionnez l'outil **Center Diameter Circle** dans la barre d'outils et tracez un cercle dans le coin supérieur gauche — assez grand pour qu'il touche la partie interne de la paroi (diamètre de 8 mm) (**figure 9**).
10. La zone entre le cercle et la paroi est très fine (**figure 10**) et sera difficile à fabriquer. Nous pouvons la fermer en dessinant d'autres formes avec l'outil **Line**. Dans la barre d'outils, sélectionnez l'outil **Line** et déplacez le curseur sur le centre du cercle. Ensuite, continuez de déplacer le curseur de la souris vers la droite jusqu'à atteindre le bord du cercle. Dans cette position, dessinez le premier point de la ligne. Déplacez le curseur de la souris vers le haut jusqu'à ce que vous touchiez la paroi. Dans cette position, dessinez un deuxième point sur la ligne. Assurez-vous que le mouvement soit assez droit — ceci indiquera à Fusion 360 de fixer les limites automatiquement.
11. Trois autres supports sont nécessaires, mais plutôt que de les dessiner manuellement, nous pouvons utiliser certains outils pour dupliquer le premier support déjà créé. Le choix normal serait d'utiliser l'outil **Mirror** (**CREATE Mirror**). Cependant, dans ce cas, nous avons une solution en un clic – l'outil **Circular Pattern**, également situé dans le menu **CREATE**. Lorsque l'outil est activé, il faut sélectionner le cercle et deux lignes (**figure 11**). Cliquez sur le bouton **Select** à côté du point central et sélectionnez le point d'origine. Dans la zone **Quantity**, entrez la valeur de 4.

12. Nous pouvons maintenant, à nouveau, terminer l'édition du sketch en cliquant sur le bouton **Finish Sketch**, et nous pouvons extruder les supports. Comme le corps est visible, il peut être difficile de sélectionner les différentes faces du sketch. Une solution plus facile est de cacher temporairement **Body1** du navigateur, sélectionner l'outil **Extrude** (**figure 12**), et sélectionner les formes du sketch. Cependant, avant d'extruder, vous devez montrer **Body1** pour que les supports soient connectés avec ce corps. La distance devrait être de 6 mm, et, dans la boîte de dialogue **Extrude**, assurez-vous que la fonction **Operation** soit sur **Join**.
13. Et si ces supports comportaient des trous pour les vis ? Nous avons déjà la position de ces trous (le point central des cercles), mais ils sont dans des positions Z différentes. Les points sont au fond du boîtier, or nous les voulons sur le dessus des supports. Pour déplacer ces points, nous allons créer un nouveau sketch en cliquant sur le bouton **Create Sketch**, et, pour la position de ce sketch, cliquer sur le plan supérieur de l'un des supports (**figure 13**).
14. Pour copier ces points dans notre nouveau sketch, sélectionnez **CREATE Project/Include Project** (**figure 14**). Cliquez sur les quatre points et confirmez avec le bouton **OK**. Si vous tournez la vue 3D, ces points flottent maintenant au-dessus du sketch original.
15. Fermez le sketch, montrez **Body1** et sélectionnez l'outil **Hole** dans la barre d'outils. Cliquez sur les quatre points et confirmez le trou (**figure 15**). Dans les options, choisissez **Tapped** pour **Hole Type**, **ISO Metric profile** pour **Thread Type** et la taille devrait être de 3,0 mm. Quant à la profondeur, il ne faut pas que les trous soient traversants, donc, comme les supports sont extrudés de 6 mm au-dessus du plan de référence, une profondeur de 4 mm devrait être suffisante.
16. Nous avons besoin de deux ouvertures rectangulaires à la base du boîtier pour accéder aux connecteurs sous le circuit imprimé.

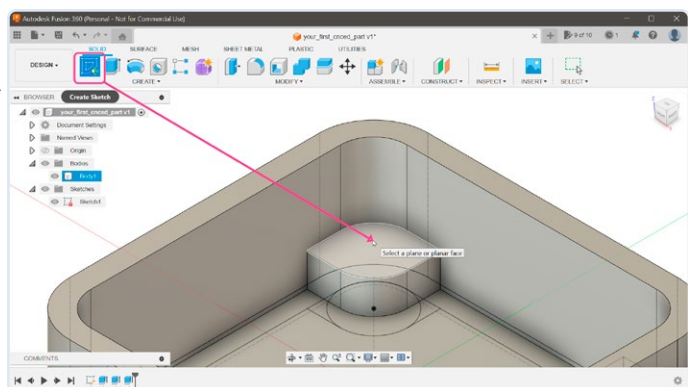


Figure 13. Définition du trou dans le support.

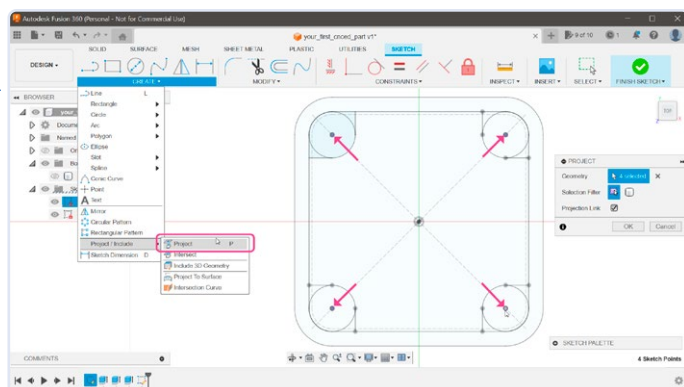


Figure 14. Réplication de l'opération pour les trois autres coins.

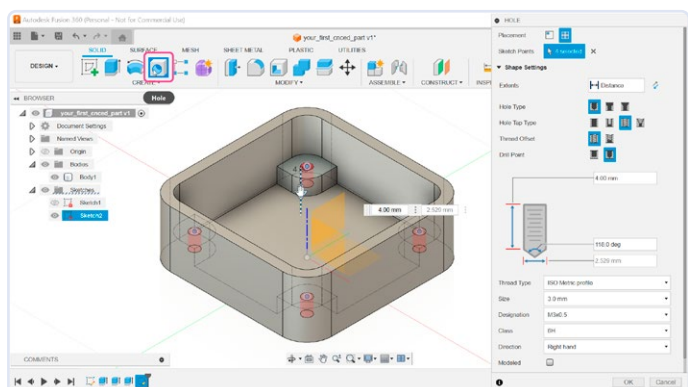


Figure 15. Définition de la profondeur et du type de filetage pour les trous.

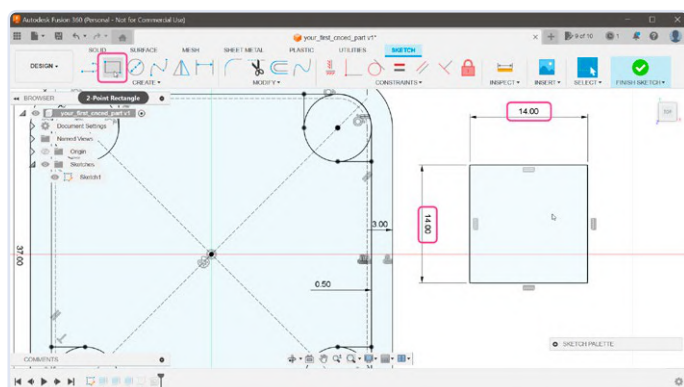


Figure 16. Préparation des deux ouvertures rectangulaires au fond du boîtier.

Les connecteurs ont des tailles légèrement différentes mais une ouverture de 11x14 mm ira pour les deux. Il faut compter avec l'épaisseur de la paroi (3 mm), ce qui donne une taille d'ouverture de 14x14 mm. Pour dessiner ces ouvertures, nous pouvons réutiliser notre sketch original. Ouvrez-le en édition et sélectionnez l'outil **2-Point Rectangle** (figure 16) dans la barre d'outils. Dessinez un rectangle de 14x14 mm n'importe où dans la zone de travail.

17. Pour déplacer le rectangle vers la position correcte, sélectionnez la limite du **MidPoint** (figure 17) à partir du groupe **Constraint** de la barre d'outils. Cliquez d'abord sur la ligne droite du nouveau rectangle. Ensuite, cliquez sur la ligne droite de la paroi du boîtier. Ceci permet d'aligner ces deux lignes et de déplacer le rectangle dans la position correcte. Répétez ces étapes pour l'ouverture du côté gauche et fermez le sketch.

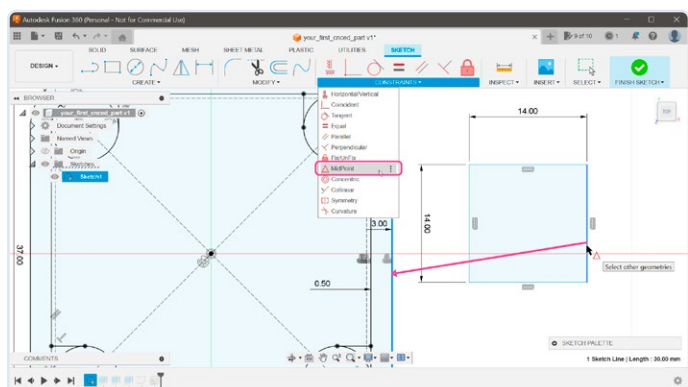


Figure 17. Centrage du rectangle avec la fonction MidPoint.

18. Tournez la vue 3D pour voir le fond de notre boîtier. Sélectionnez l'outil **Extrude** (figure 18) et sélectionnez ensuite les nouveaux rectangles que vous venez de créer. Entrez une distance de 6 mm pour correspondre à la hauteur des supports. **Operation** devrait être automatiquement changé en **Cut**.

19. Le boîtier est presque prêt. Nous avons une forme de base, des supports avec des trous filetés et des ouvertures au fond du boîtier pour accéder aux connecteurs. Au point où nous en sommes, il serait intelligent d'ajuster la forme pour rendre la fabrication plus facile. Comme la fraise possède un certain diamètre, il est impossible de créer des bords intérieurs tranchants. Nous pouvons facilement y remédier en ajoutant un arrondi avec l'outil **Fillet** (figure 19) dans le groupe **Modify**. Lorsque l'outil est activé, sélectionnez tous les coins intérieurs en angle droit et entrez une petite valeur d'arrondi — par exemple, 2 mm.

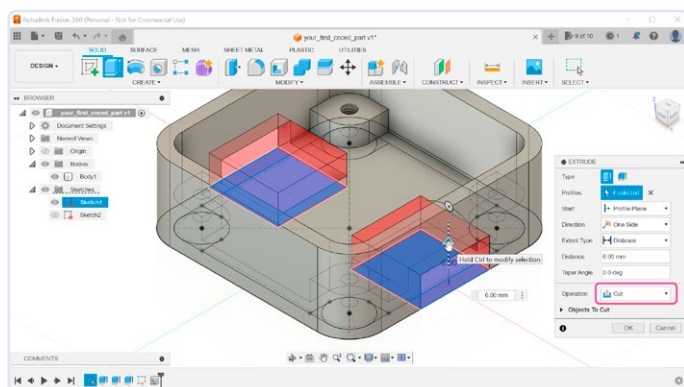


Figure 18. Extrusion des deux ouvertures.

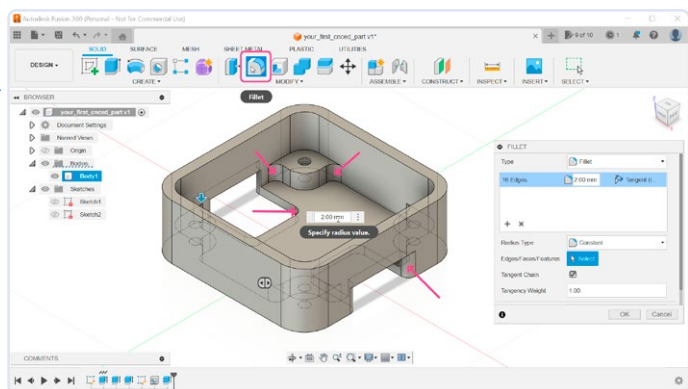


Figure 19. Arrondi des bords intérieurs.

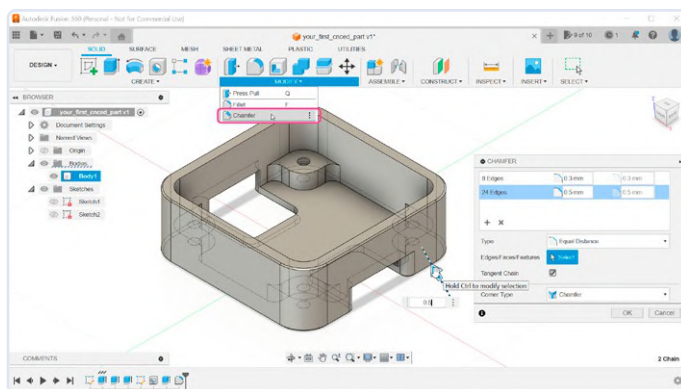


Figure 20. Lissage des bords extérieurs.

20. Les bords tranchants extérieurs seront arrondis avec l'outil **Chamfer**. Sélectionnez-le (**figure 20**) dans le sous-menu **Modify** et sélectionnez les bords extérieurs du boîtier. Pour le bord supérieur, j'ai pris la valeur minimale de 0,3 mm. Pour le bord inférieur, une valeur plus grande de 0,5 mm a été utilisée. Vous pouvez chanfreiner plusieurs bords avec différentes valeurs simultanément en utilisant le bouton **Add Selection Set** dans la boîte de dialogue **Chamfer**.

Ça y est (**figure 21**), le boîtier est prêt pour la fabrication. Le format usuel de fichier pour un dessin 3D est le format STEP (.step), qui peut être exporté avec l'option du menu **File Export**. Avec ce fichier, le prestataire de service choisi [3] va usiner le prototype en métal pour vous. Il est visible avec d'autres composants dans la **figure 22** dans deux finitions différentes, avec l'encodeur en place (**figure 23**), et enfin (**figure 24**) le produit fini. Une vidéo complète des étapes de ce projet peut être trouvée à [4].

C'est aussi simple que ça

Autodesk Fusion 360 [1] est une application complexe avec des dizaines d'outils, mais heureusement ce tutoriel vous a montré que, pour créer un boîtier simple, vous n'avez besoin que de quelques-uns d'entre eux. Le même résultat peut souvent être atteint de multiples façons, alors si ça marche pour vous, ne vous torturez pas l'esprit pour savoir si c'est la bonne approche. Chaque fabricant est prêt à répondre à n'importe quel problème, quel qu'il soit, et si vous n'êtes pas sûr à propos de quelque chose, posez-lui la question. Le boîtier de ce tutoriel a été fabriqué par PCBway [3], au prix de 37 \$, port non compris. Ce prix inclut le décapage par billes de la pièce usinée (pour une surface lisse) et l'anodisation (pour une meilleure qualité de surface et un bel

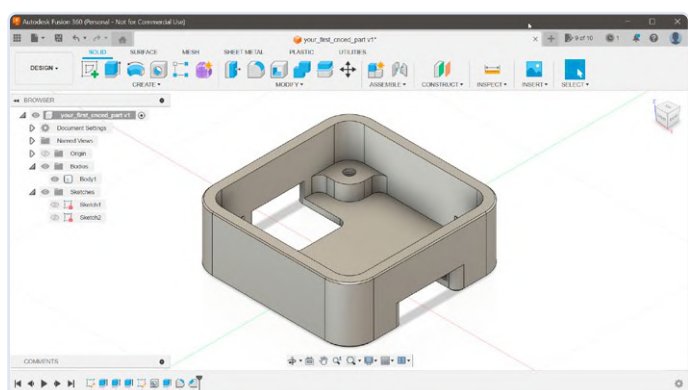


Figure 21. Le boîtier prêt pour la fabrication.



Figure 22. Le boîtier avec d'autres pièces nécessaires, juste avant l'assemblage final.



Figure 23. Le boîtier usiné avec l'encodeur monté.



Figure 24. Le prototype entièrement assemblé.

aspect). Si l'aspect du métal brut vous convient, vous pouvez économiser quelques dollars. Et, si vous trouvez un fabricant local, vous pouvez également faire des économies sur les frais de port. Bonne chance dans la création de vos propres boîtiers pour vos projets fantastiques ! 

VF : Chris Elsass — 230361-04

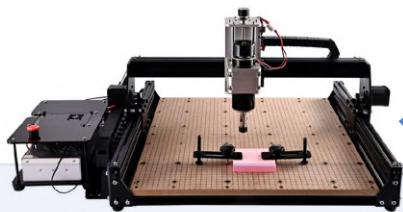


À propos de l'Auteur

Vaclav Krejci a publié son premier article de tutoriel (en ligne) en 1998 et a continué ainsi dans les années suivantes. Après des centaines de tutoriaux sur l'édition graphique, il a décidé d'écrire un livre, publié en 2007, intitulé GUI Design in Adobe Photoshop. Ceci a permis de grandes opportunités de travail mais malheureusement a aussi entraîné de longs délais dans les activités de publication. Pendant la période Covid (en 2020), Vaclav a découvert l'Arduino et un intérêt croissant dans l'électronique. Il s'est aussi rendu compte que transformer son apprentissage et ses découvertes en tutoriaux l'a aidé à finir des projets qui seraient restés sinon indéfiniment à l'état d'ébauche. Aujourd'hui, sa plateforme principale est YouTube, avec des tutoriaux en vidéo. Nous espérons que les projets de Vaclav inspireront d'autres à entamer le même parcours.

Questions ou commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (info@upir.org) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

- **Fraiseuse CNC de Bureau Anet 4540 (SKU 20260)**
www.elektor.fr/20260
- **Arduino Uno SMD Rev3 (SKU 19938)**
www.elektor.fr/19938

LIENS

- [1] Page de téléchargement d'Autodesk Fusion 360 Personal : <https://autodesk.com/products/fusion-360/personal>
- [2] Module encodeur rotatif de DF Robot : <https://dfrobot.com/product-2575.html>
- [3] Site web de : <https://pcbway.com>
- [4] Tutoriel vidéo sur YouTube : <https://youtu.be/EB8PISr4m4g>
- [5] Amusez-vous avec Autodesk : <https://youtu.be/vNKx29qEyJ4>



NOTRE GAMME

PAR DES TECHNICIENS POUR DES TECHNICIENS

Tirer le meilleur parti de votre projet:
www.reichelt.com

Uniquement le meilleur pour vous – provenant de plus de 1.500 marques

Nos responsables produits sont employés par Reichelt depuis de nombreuses années et connaissent les exigences de nos clients. Ils rassemblent une large gamme de produits de qualité, à la fois parfaits pour les besoins dans les domaines de la recherche et du développement, la maintenance, l'infrastructure informatique et la production en petites séries et adaptés pour les fabricants.

Cartes de développement : spécialistes compacts pour les projets électroniques



Découvrez maintenant ►
<https://rch.lt/boards-fr>



PRIX DU JOUR ! Prix à la date du : 18. 10. 2023

- Excellent rapport qualité prix
- Plus de 130 000 produits sélectionnés
- Livraison fiable - depuis l'Allemagne dans le monde entier



www.reichelt.com

Assistance téléphonique: +33 97 518 03 04

Les réglementations légales en matière de réclamation sont applicables. Tous les prix sont indiqués en € TVA légale incluse, frais d'envoi pour l'ensemble du panier en sus. Seules nos CGV sont applicables (sur le site <https://rch.lt/CG-FR> ou sur demande). Semblables aux illustrations. Sous réserve de coquilles, d'erreurs et de modifications de prix.
reichelt elektronik GmbH, Elektronikring 1, 26452 Sande (Allemagne), tél. +33 97 518 03 04