

Arithmomètre (machine à calculer mécanique)

Réplique (pas tout à fait exacte) d'un arithmomètre de type Odhner.

 Difficulté **Moyen**

 Durée **4 heure(s)**

 Catégories **Décoration, Jeux & Loisirs, Science & Biologie**

 Coût **30 EUR (€)**

Sommaire

Introduction

Video d'introduction

Étape 1 - Remarque préliminaire

Étape 2 - Imprimer en 3D

Étape 3 - Découper les pièces

Étape 4 - Monter la roue d'affichage

Étape 5 - Monter le pignon intermédiaire

Étape 6 - Monter le ressort de retenue

Étape 7 - Monter la roue principale - 1

Étape 8 - Monter la roue principale - 2

Étape 9 - Monter les dents et l'interlock

Étape 10 - Assembler avec une seule roue (optionnel)

Étape 11 - Assembler les éléments

Étape 12 - Résultat final

Notes et références

Commentaires

Introduction

J'ai fait cette machine parce que j'ai toujours été fascinée par les machines mécaniques si astucieuses du passé, en particulier les machines à calculer utilisées jusqu'à l'arrivée des ordinateurs. Additionnez deux nombres à 5 chiffres en un tour de manivelle ! Ma principale référence est cette vidéo .

La machine est principalement faite à la découpeuse laser, dans des feuilles d'acrylique de 3mm. On peut probablement la faire en bois, mais attention aux frottements. Quelques unes des pièces sont imprimées en 3D.

La machine ne calcule pas parfaitement, c'est plus pour la beauté du geste, mais normalement tout y est pour des additions jusqu'à 5 chiffres. Des améliorations sont toujours possibles et je suis prête à fournir les fichiers Solidworks sur demande.

Les estimations de temps et de coût sont très approximatifs et supposent un accès pas cher à une découpeuse laser et une imprimante 3D.

Matériaux

- 6 plaques A4 de plastique dur (ex acrylique, PMMA) épaisseur 3 mm
- 4 vis diamètre 6 mm, longueur 60mm + écrous
- clef Allen 4 mm pour la manivelle
- 5 ressorts circulaires diamètre 4.5 mm
- 1 pic à brochette (axe 3 mm)

📄 Roue 2 3.ai

📄 Roue 4 5.ai

📄 Axe manivelle.STL

📄 Contre levier.STL

📄 Dent de retenue.STL

📄 Dent mobile.STL

📄 Interlock epais.STL

📄 Interlock fin.STL

📄 Levier de retenue.STL

📄 Outil montage.STL

📄 Roue manivelle.STL

📄 005 panneau exterieur 1 carre.DXF

📄 Arithmometre_Roue1_ok.ai

📄 roues.dxf

📄 pignons.dxf

📄 exterieur.dxf

📄 pignon afficheur.stl

Outils

- Découpeuse laser (40 W suffisent)
- Imprimante 3D
- Colle (type super-glue) + mouchoirs en papier pour essuyer
- Feutre noir
- Lime, pince coupante

Étape 1 - Remarque préliminaire

J'ai fait une machine qui compte jusqu'à 99 999 en utilisant 5 roues à nombre de dents variables. Rien (à part les frottements) n'empêche de passer à 6, 7 ou plus de roues...

Attention : soyez très minutieux, il y a beaucoup d'étapes dans lesquelles l'ordre et le sens comptent, les erreurs sont faciles à faire et parfois difficiles à corriger !

Étape 2 - Imprimer en 3D

Imprimer les éléments

1 outil de montage (nécessaire pour l'assemblage des pièces découpées)

1 roue de manivelle

45 dents mobiles (9 par roue)

4 interlocks épais

1 interlock fin

1 outil interlock

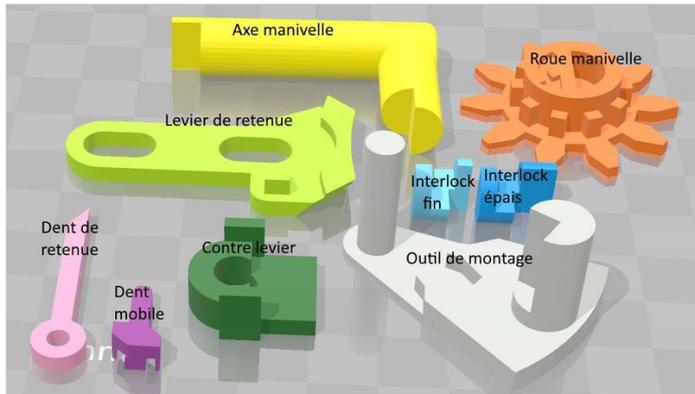
4 dents de retenues (la première roue n'en a pas)

4 leviers de retenue (la dernière roue n'en a pas)

5 supports de levier

Version 1.1 : 5 afficheurs

Il est fortement conseillé de repercer (avec une perceuse colonne si possible) les différents trous des pièces imprimées : diamètre 3 mm pour les dents de retenue, 6 mm pour les supports de levier.

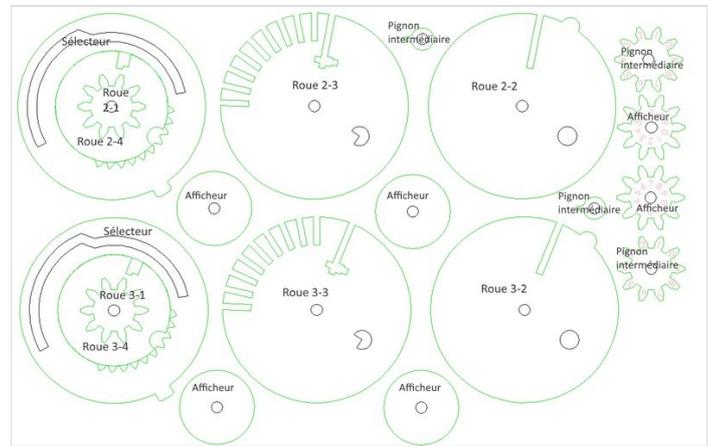
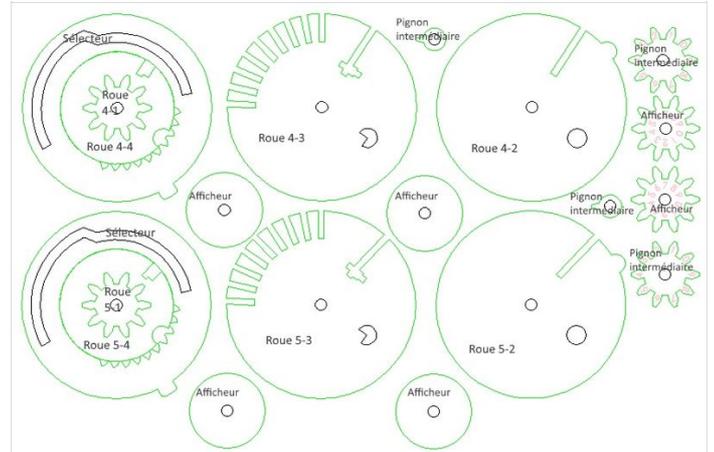
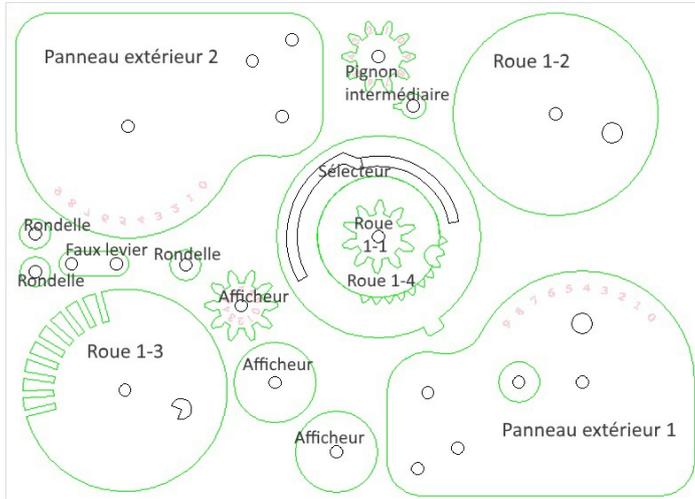


Étape 3 - Découper les pièces

V1.1 : le panneau extérieur 2 a les chiffres dans le bon sens dans le fichier DXF !

Dans du plastique (éventuellement du bois) d'épaisseur 3 mm, avec une découpeuse laser, découper les différentes pièces. Je conseille l'acrylique/PMMA transparent au moins pour les panneaux extérieurs, pour pouvoir voir à l'intérieur !

Les pignons sont tous les mêmes, mais certains ont des chiffres gravés pour aider au montage. Tous les sélecteurs sont les mêmes, mais toutes les roues sont différentes !



Étape 4 - Monter la roue d'affichage

V1.1 : Option alternative : imprimer le nouvel afficheur en 3D !

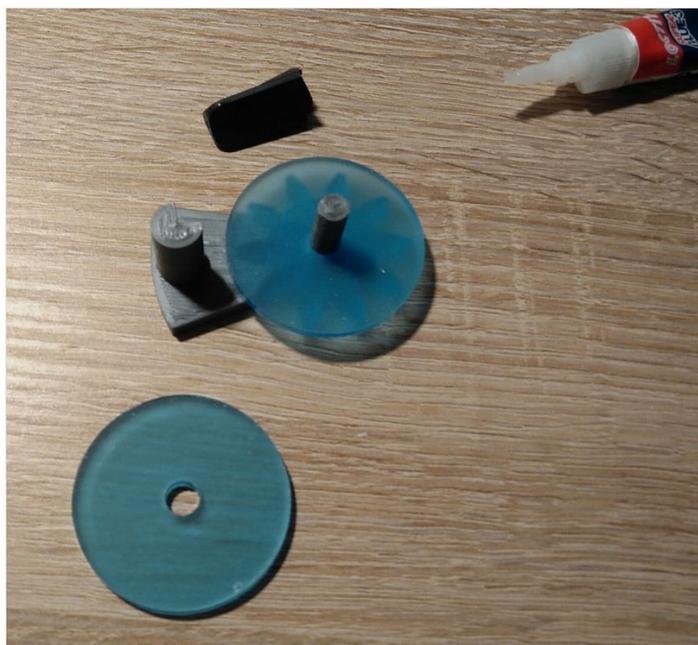
Attention à ne pas coller l'outil de montage !

Insérer le pignon d'affichage dans l'outil de montage, chiffres en bas.

Coller par dessus les deux disques.

Au feutre noir, inscrire les numéros 0 à 9 sur le tour des disques, en face de chaque numéro.

Faire 5 fois.



Étape 5 - Monter le pignon intermédiaire

Attention à ne pas coller l'outil de montage !

Insérer le pignon intermédiaire dans l'outil de montage, chiffres en haut. Je conseille de mettre la dent 9 dans l'encoche de l'outil.

Mettre un tout petit peu de colle sur la dent de pignon et la coller de façon à ce qu'elle soit en face de la dent 9.

Faire 5 fois.



Étape 6 - Monter le ressort de retenue

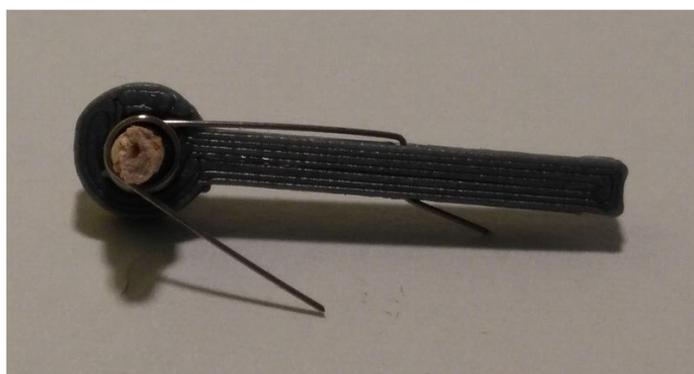
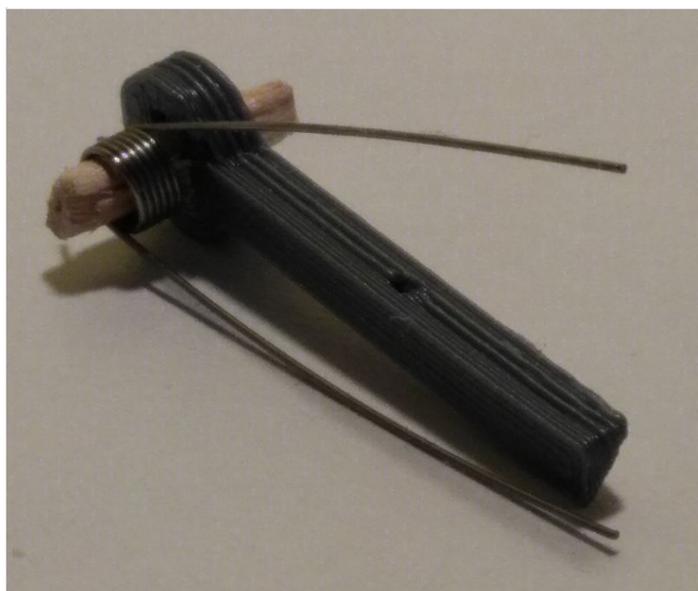
Couper un tronçon (12mm) de pic à brochette qui s'insère dans l'espace du milieu de la roue principale.

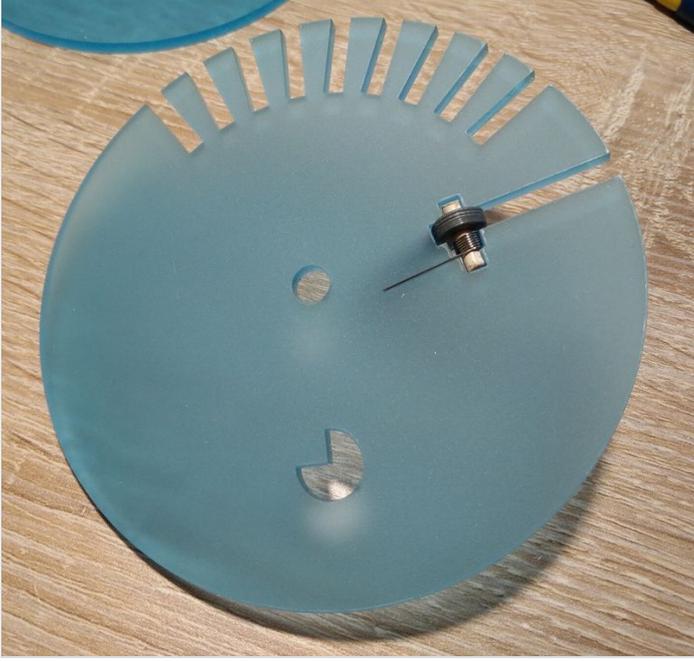
Limer les côtés de la dent pour qu'elle soit bien plane. Repercer le centre (3mm).

Plier l'une des pattes du ressort (**pas n'importe laquelle !**) à environ 17 mm et insérez-la au dessus de la dent de retenue (**le chanfrein est en bas de la dent**). Rabattre la patte en dessous.

Monter la dent et le ressort sur le petit axe. Couper l'autre patte à environ 15 mm. Vérifier que la dent passe bien dans l'encoche.

Faire 4 fois.





Étape 7 - Monter la roue principale - 1

Attention à ne pas coller l'outil de montage !

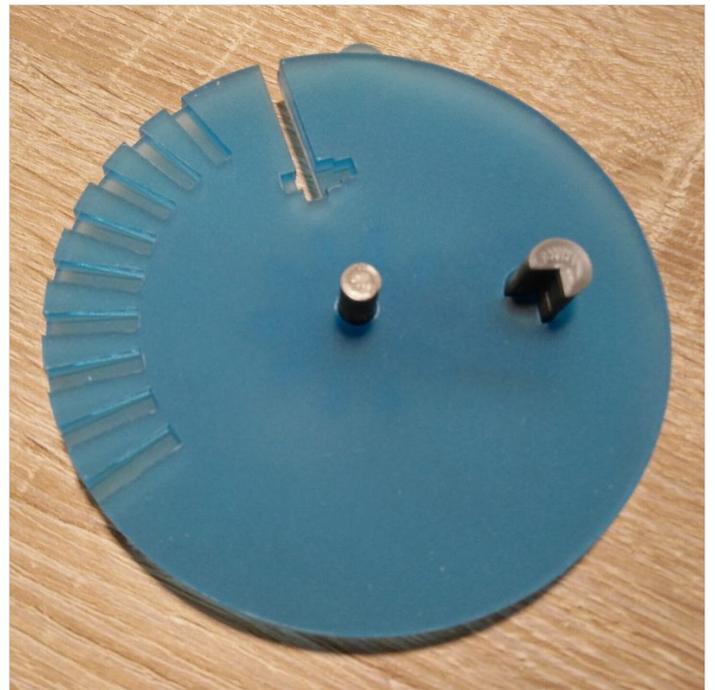
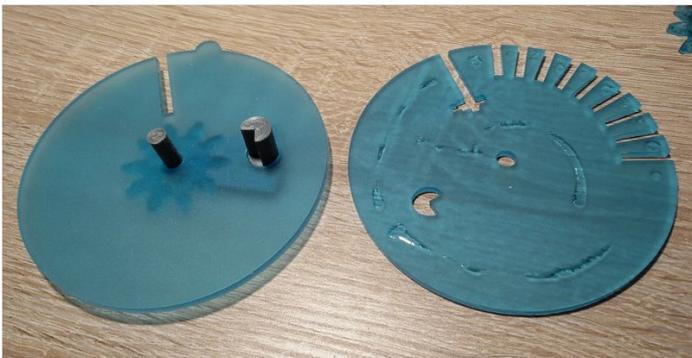
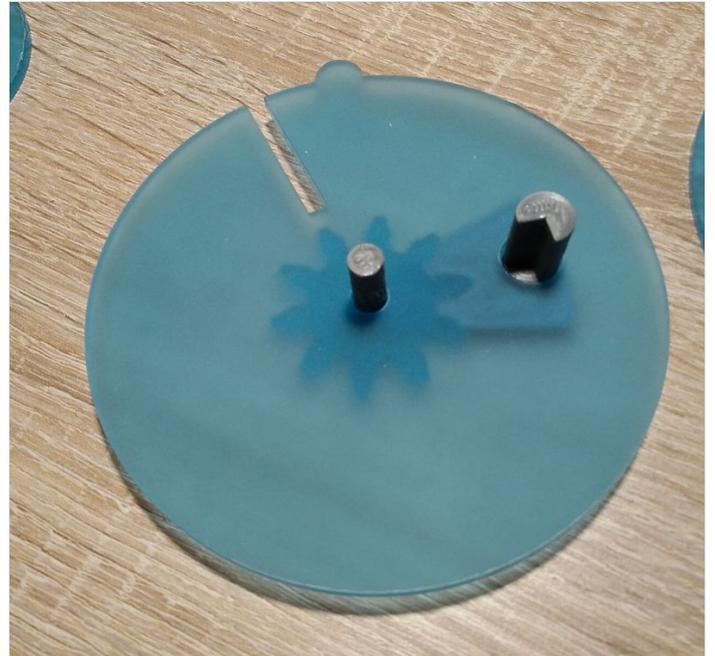
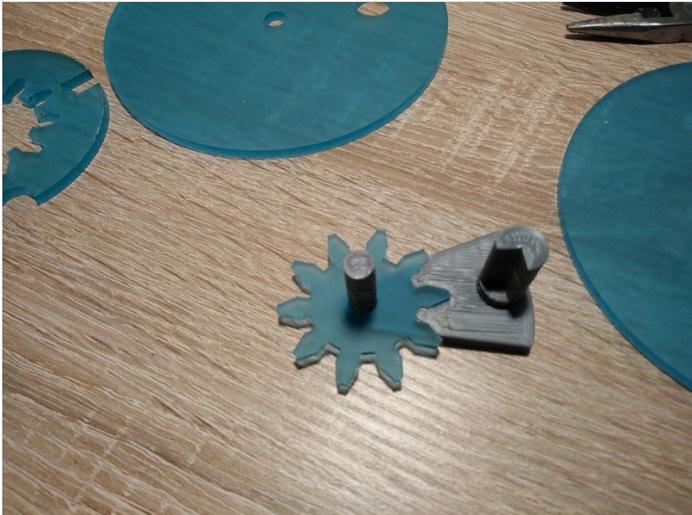
Les 5 roues sont différentes ! Vérifiez bien que l'encoche de la dent de retenue est en face !

Bien préparer les éléments de chaque roue. Il n'y a que les sélecteurs et les pignons qui sont les mêmes pour toutes les roues. Je conseille de faire le montage sans colle dans un premier temps pour vérifier que tout est bon.

Mettre le pignon (couche 1) dans l'outil de montage.

Encoller le pignon et mettre par dessus la couche 2. Si le trou de l'interlock est à droite, l'encoche pour la dent de retenue doit être en haut !

Encoller la couche 3 (avec un point de colle entre les encoches), puis la coller sur la couche 2. **Attention au sens !**



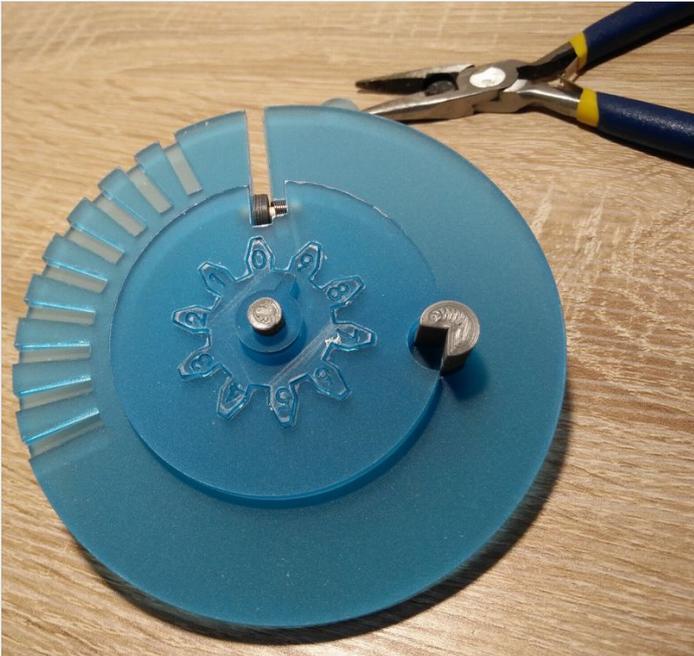
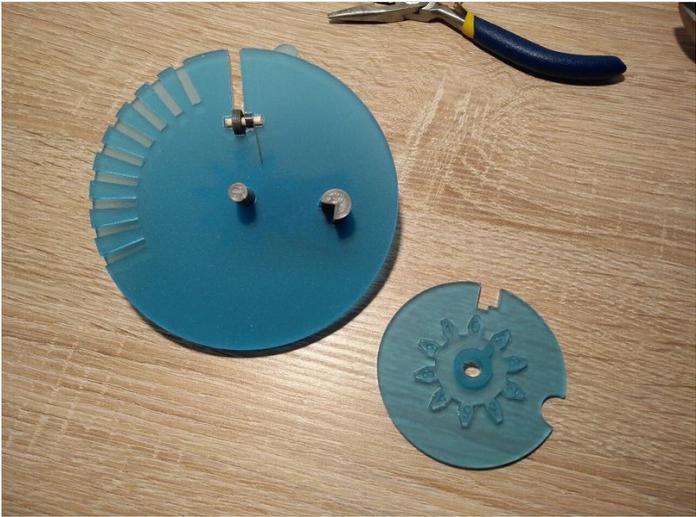
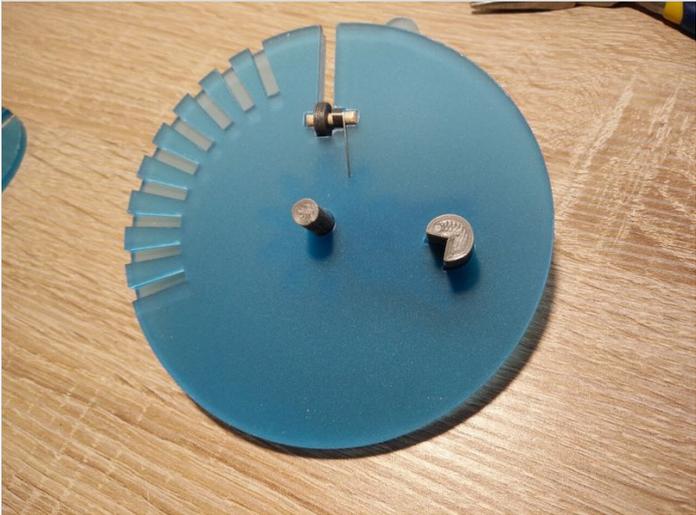
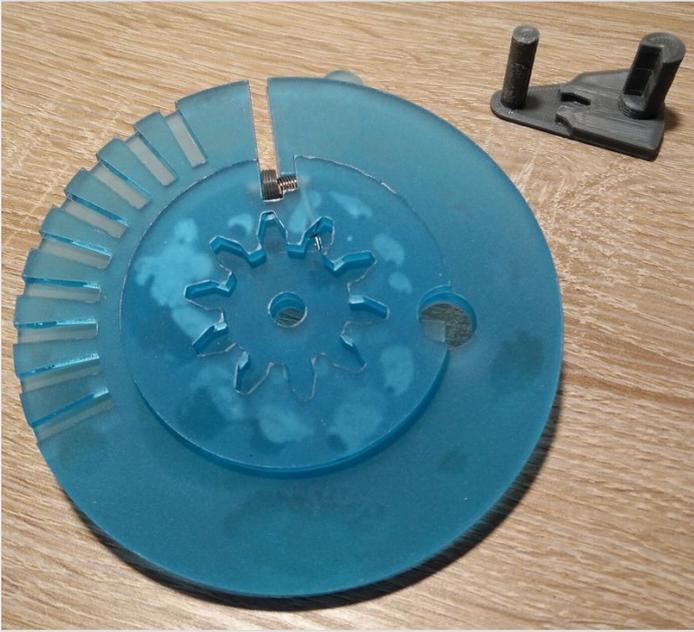
Étape 8 - Monter la roue principale - 2

[sauf pour la première roue] Ajouter une dent de retenue dans l'encoche. Vérifier qu'elle bouge facilement.

Mettre le pignon intermédiaire au milieu de la couche 4. Encoller la couche 4 et l'ajouter dans l'outil de montage en maintenant la dent de retenue. **Attention au sens ! Ne pas coller le pignon intermédiaire !**

Retirer le pignon intermédiaire à l'aide d'une pince plate.

Faire 5 fois.



Étape 9 - Monter les dents et l'interlock

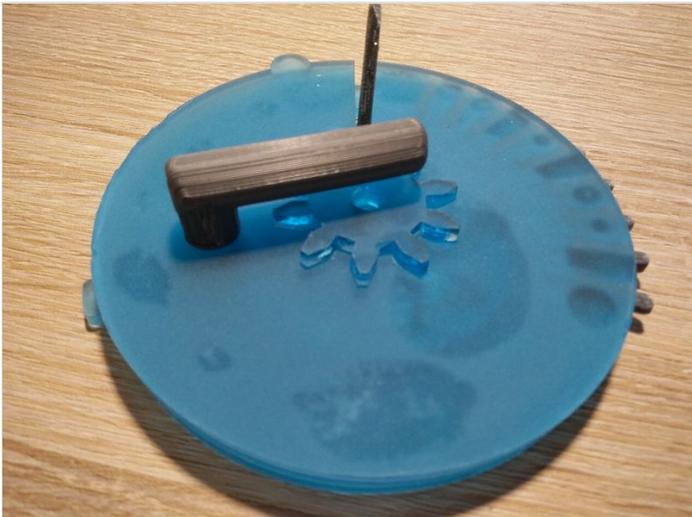
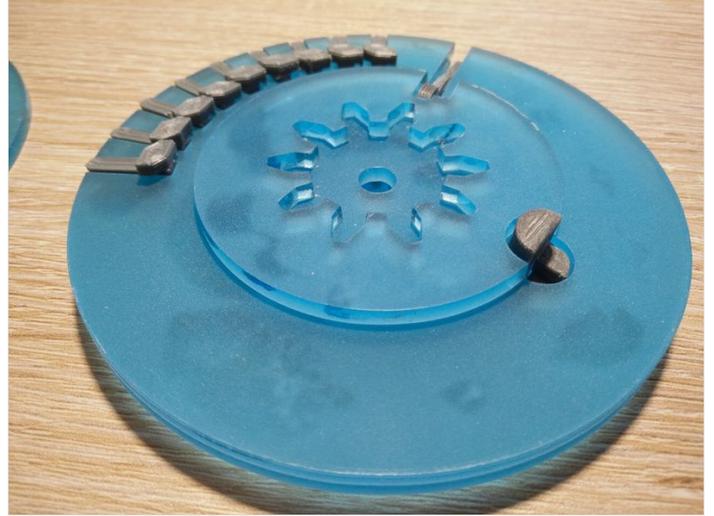
Enlever les petits supports des dents mobiles. Limez bien.

Pour une machine en bois, frotter tous les éléments (dents, sélecteur) sur de la paraffine (une bougie) pour diminuer les frottements.

Insérer les dents dans les encoches, puis ajouter le sélecteur. Vérifier que les dents rentrent et sortent sans problème quand on tourne le sélecteur.

Ajouter l'interlock : un interlock large pour les 4 premières roues, le fin pour la cinquième. A l'aide de l'outil d'interlock, vérifier qu'il tourne et qu'il bloque le sélecteur.

Faire 5 fois.



Étape 10 - Assembler avec une seule roue (optionnel)

Monter la machine avec une seule roue permet de mieux comprendre son fonctionnement, mais ne permet des additions que jusqu'à 9 !

Remplacez l'interlock de la roue 1 par l'interlock fin pour ce montage. Vous pouvez utiliser des vis plus courtes (25mm)

Glisser 3 vis dans les trous du panneau extérieur avant, la tête des vis vers l'extérieur (côté où il y a les nombres)

Insérer la roue de manivelle dans le grand trou.

Sur l'axe 2, insérer l'afficheur puis une rondelle

Sur l'axe 3, insérer deux rondelles puis un pignon intermédiaire, dent supplémentaire au dessus. Positionner de telle sorte que les numéros des roues dentées correspondent.

Sur l'axe 1, insérer la roue numéro 1, sélecteur en haut.

Placer le panneau extérieur arrière et visser, sans trop serrer

Vérifier que l'afficheur tourne correctement, puis le mettre en position 0. Vérifier que le roue principale tourne correctement.

L'utilisation de la machine est la même que dans le cas à plusieurs roues.

Étape 11 - Assembler les éléments

Glisser 4 vis dans les trous du panneau extérieur avant, la tête des vis vers l'extérieur (côté où il y a les nombres)

Sur les axes 3 et 4, insérer une rondelle sur chaque axe, puis le faux levier

Insérer la roue de manivelle dans le grand trou.

Sur l'axe 1, insérer la roue 1, sélecteur vers le haut

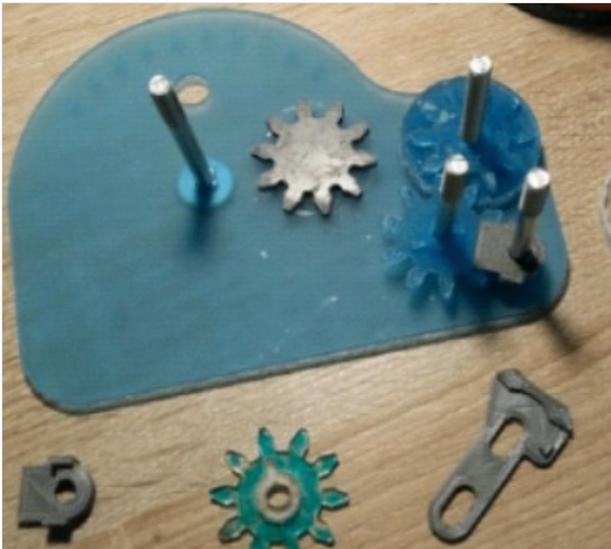
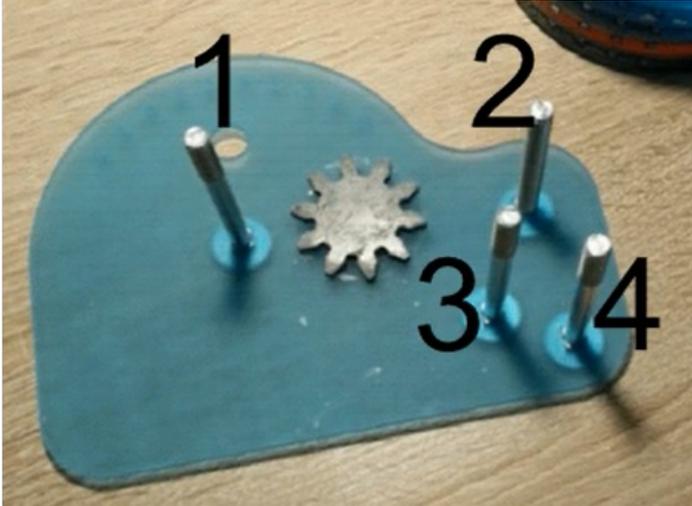
Sur l'axe 2, insérer l'afficheur, roue dentée vers le haut

Sur l'axe 3, insérer un pignon intermédiaire, dent supplémentaire au dessus. Positionner de telle sorte que les numéros des roues dentées (pignon et afficheur) correspondent.

Sur l'axe 4, ajouter un contre levier, les pattes vers le bas. Sur les axes 3 et 4, ajouter un levier de retenue, excroissances vers le bas.

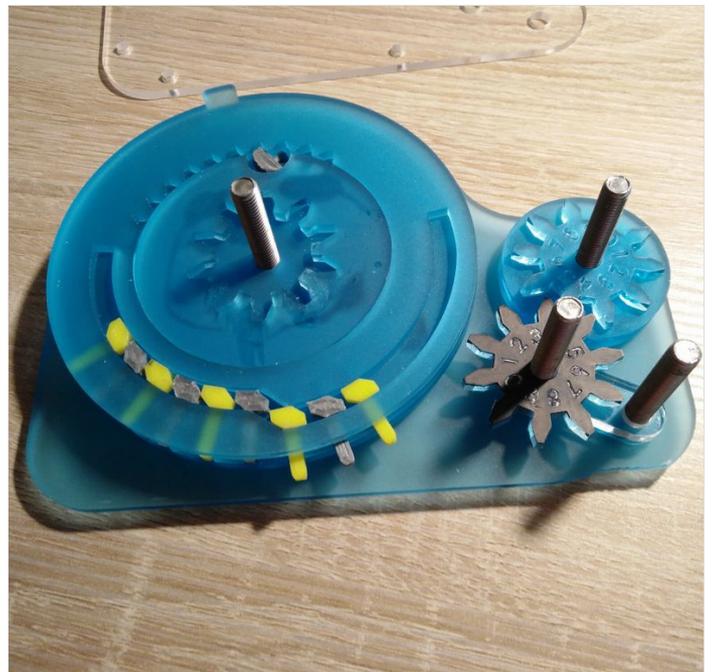
Refaire 4 fois les étapes 4 à 7

Placer le panneau extérieur arrière et visser, sans trop serrer.



Étape 12 - Résultat final

Tentez de faire votre première addition en suivant la vidéo !



Notes et références

La vidéo de référence : [How Pinwheel Calculators Work](#).

J'espère que vous avez apprécié cette machine à calculer.

Bon, elle ne calcule pas toujours complètement juste, mais c'était pour moi un super projet, amusant et instructif, qui m'a permis de m'améliorer en modélisation 3D et de découvrir toutes les possibilités offertes par les fablabs.

Juillet 2018 : version 1.1 avec afficheur à imprimer en 3D et fichiers à découper au format DXF.

Pour me contacter : facebook.com/ManonBricole/