

Moteur Stirling

Janvier 2019 à Mai 2019 Ce projet a pour but de réaliser un moteur Stirling, à combustion externe, et de comparer nos résultats à la théorie.

Membres du projet: Antoine Roll
Gustave Morel
Kent Iyinbor

 Difficulté **Difficile**

 Durée **4 mois**

 Catégories **Énergie, Machines & Outils, Science & Biologie**

 Coût **50 EUR (€)**

Sommaire

Introduction

Étape 1 - Diagramme de Gantt

Étape 2 - Première version et calculs (fini le 01/02)

Étape 3 - Achat de matériaux (le 07/02 et 08/02)

Étape 4 - Pièces 3D et seringues récupérés (début 18/02)

Étape 5 - Pièces 3D principales (fin le 28/02)

Étape 6 - Fixations des seringues et premier test le 08/03

Étape 7 - Améliorations de la structure (fin 22/03)

Étape 8 - Optimisation des frottements des seringues

Étape 9 - Nouvelles seringues récupérés le 19/04

Notes et références

Commentaires

Introduction

Le wiki a été transféré en aval du projet ici, car nous voulions d'abord le faire sur le site fablabsu auquel nous n'arrivons pas à nous connecter. Nous avons tenu un journal de bord provisoire dans un fichier texte tout au long du projet.

Nous en profitons pour adresser un immense merci à la plateforme de physique du campus Pierre et Marie Curie de Sorbonne Université et en particulier le fablab qui nous a grandement soutenu et nourri de connaissances et de recommandations

Dans le cadre de l'UE 3P024, nous avons pour devoir de mener en autonomie, par groupe de 3 à 6 personnes, un projet permettant d'exploiter les connaissances que nous avons cumulées au cours de notre cursus de Licence de Physique.

Notre groupe, composé de trois étudiants (2 en double majeure Physique-Mécanique, 1 en majeure mineure Physique-Mécanique); le choix d'un projet permettant également l'exploitation de notions vues en Mécanique était évidemment intéressant. Ainsi, la réalisation du moteur Stirling fut un choix mettant tout le monde d'accord.

Le moteur Stirling est un moteur à combustion externe ayant été inventé par Robert Stirling en 1816. Il fonctionne en quatre phases :

1. Chauffage isochore
2. Détente isotherme
3. Refroidissement isochore
4. Compression isotherme

Un lien vers l'article que nous avons écrit, présentant notamment la théorie et les calculs de rendement se trouve dans l'onglet fichiers en dessous.

Matériaux

Structure

- Bois (planches de récupération et panneau en peuplier pour la découpeuse laser)
- Tiges filetées en acier et écrous+rondelles
- Roulements à bille
- Pièces 3D sur mesure en PLA

Chambres et combustion

- 2 seringues en verre
- Tube en plastique pour relier les seringues
- (paille de fer)
- Brûleur

📄 Stirling Roll Morel Iyinbor.pdf

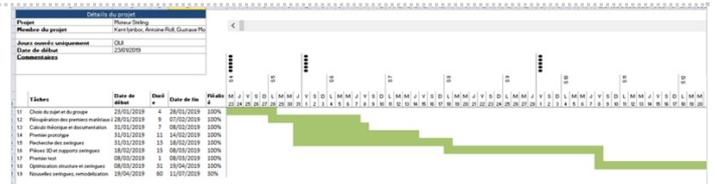
Outils

Découpeuse laser

Imprimantes 3D (UP Mini)

Perceuse, fraiseuse etponceuse électriques et nombreux outils du fablab

Étape 1 - Diagramme de Gantt



Étape 2 - Première version et calculs(fini le 01/02)

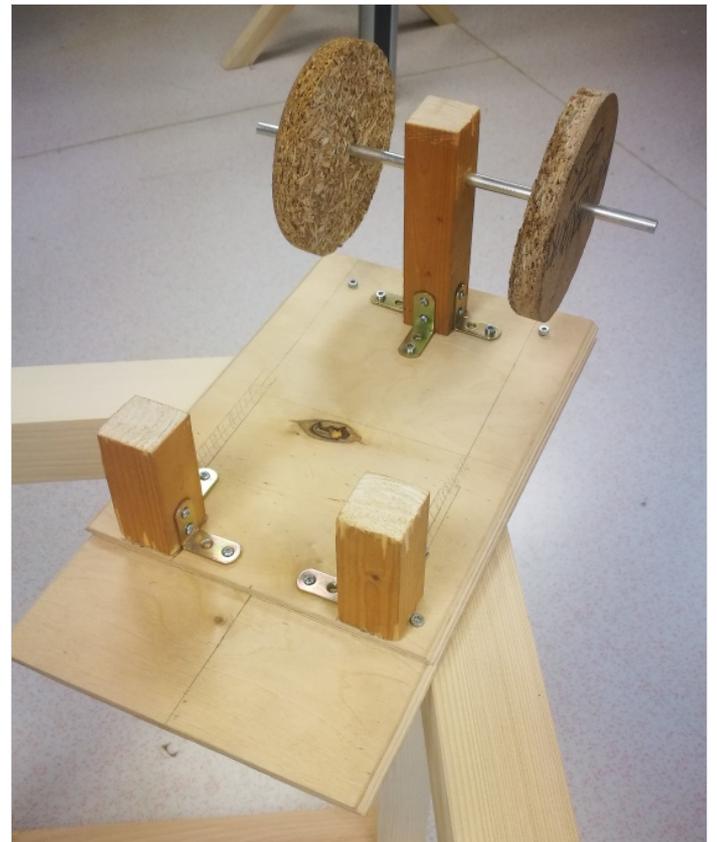
Pour débuter notre projet, nous avons commencé par établir une idée globale de ce à quoi il devrait ressembler dans sa version finale, puis de là, nous avons pu dresser une liste des différentes pièces majeures qui le constitueront.

Après avoir récupéré nos premières chutes de bois, nous avons constitué la structure principale :

- Deux supports secondaires pour les seringues
- Un support principale pour soutenir l'arbre

Nous pensons ajouter des roulements à billes pour minimiser les frottements lors de la rotation, et nous recherchons activement des seringues en verre, le dimensionnement du reste de la structure et des pièces 3D dépend de la taille de celles-ci (Nous en avons commandé mais elles viennent de Chine et le temps de livraison est trop long).

En parallèle nous avons fait les calculs de rendement et pour nous assurer du déphasage nécessaire entre les deux roues ($\pi/2$) comme nous l'avons vu dans la littérature



Étape 3 - Achat de matériaux (le 07/02 et 08/02)

Roulements à billes achetées à Décathlon, nous allons faire des trous à la fraiseuse dans le support principal pour y mettre les roulements à billes.

Nous avons remplacé le panneau en peuplier sur lequel reposait toute la structure par une planche épaisse afin d'avoir un système plus stable.

Nous sommes également passés à des tiges filetées plutôt que des tiges lisses ce qui nous permet de tout serrer avec des écrous. De plus, les tiges filetées rentrent dans les roulements à billes (diamètre 8mm)



Étape 4 - Pièces 3D et seringues récupérés (début 18/02)

Nous avons commencé à modéliser des pièces 3D pour relier les roues aux axes mobiles dû au mouvement des seringues

Nous avons enfin récupéré des seringues le 18/02, le projet peut accélérer!

Nous séparons naturellement le projet en deux équipes:

- Antoine et Kent s'occupent de la partie structure (fixation des seringues, dimensionnement, découpeuse laser pour les pièces reliant les seringues et les roues)
- Gustave s'occupe de la modélisation et de l'impression des pièces 3D en fonction de ce que nous décidons tous ensemble

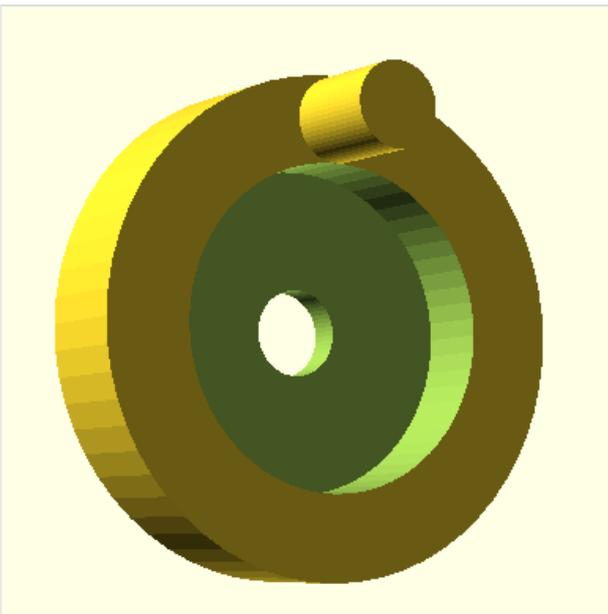


Étape 5 - Pièces 3D principales (fin le 28/02)

Après de nombreuses expérimentations, nous avons modéliser et imprimer les pièces 3D adaptés :

- Celle reliant la seringue à l'axe mobile afin de transmettre le mouvement (photo 1)
- Celle reliant l'axe mobile à la roue, pouvant être fixée à la tige filetée avec un écrou (photos 2 et 3)

Cependant les deux seringues n'ont pas exactement les mêmes dimensions, donc nous devons modéliser des pièces différentes des deux cotés de la structure.

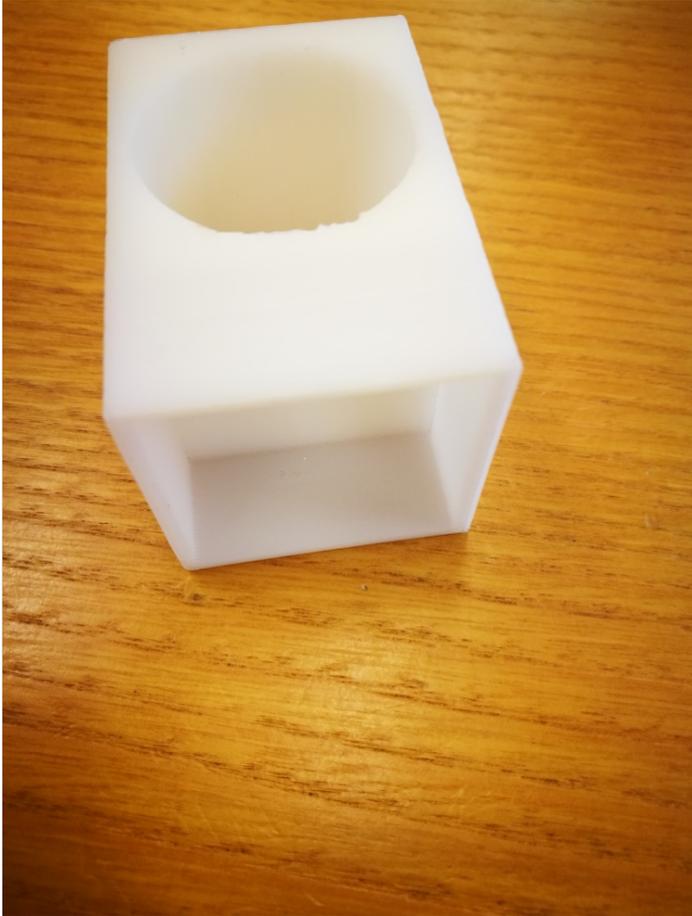


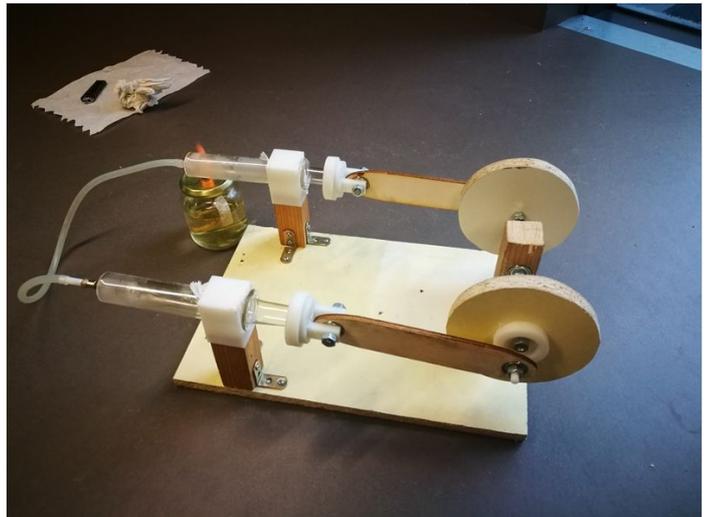
Étape 6 - Fixations des seringues et premier test le 08/03

Nous avons finalement décidé d'imprimer une pièce 3D pour fixer les seringues au supports secondaires (photos 1 et 2).

La structure finale commence à prendre forme, nous fabriquons donc un brûleur à alcool (photo 3) avec un pot en verre, de l'alcool à brûler et une mèche. L'alcool à brûler étant très volatile et pour ne rien renverser nous avons deux couvercles : l'un est hermétique et l'autre est percé afin d'y faire passer la mèche.

Nous faisons notre premier test le 08/03 (photo 4) accompagné de la majorité de l'équipe du fablab, de technicien de la plateforme de physique et d'un professeur, malheureusement le moteur ne fonctionne pas



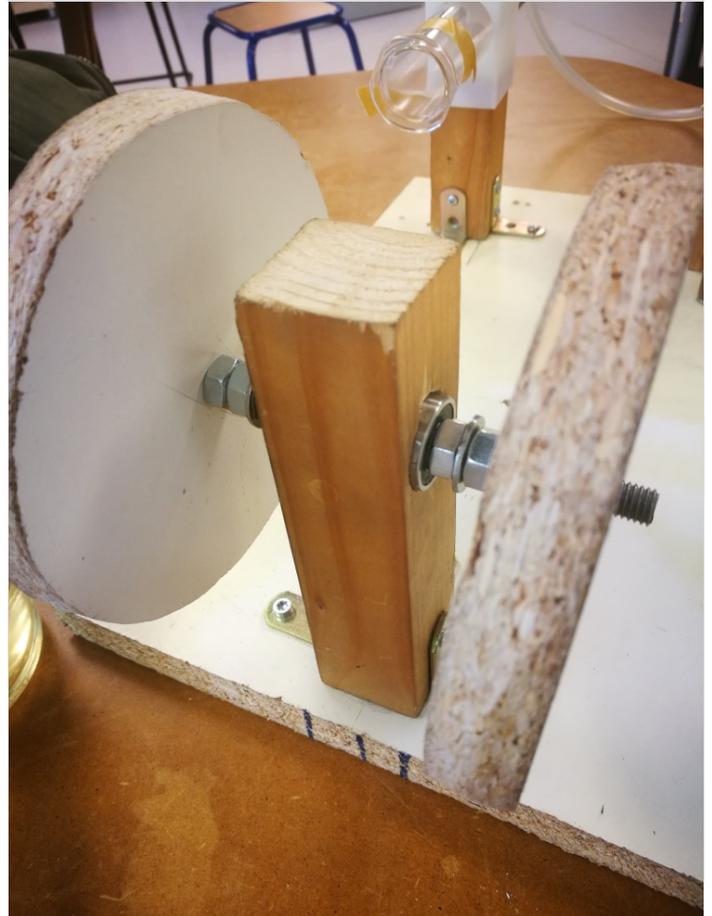


Étape 7 - Améliorations de la structure (fin 22/03)

Le premier test n'a pas été concluant, nous avons donc débuté une série de modifications :

- Nous avons acheté des roulements à bille professionnels dans un skateshop afin de diminuer les frottements
- Nous avons changé les axes mobiles transmettant le mouvement (photo 1) afin de les alléger pour diminuer la résistance
- Nous avons rapprocher les deux parties de la structure afin d'augmenter la stabilité de notre système et de limiter les vibrations (photos 2 et 3)
- Nous avons collé les écrous aux roues et à la pièce 3D pour simplifier l'installation et pour ne pas perdre le déphasage lorsque nous faisons fonctionner le moteur

La partie structure et l'arbre fonctionnent parfaitement sans les seringues (il tourne pendant plusieurs dizaines de secondes et le tout reste très stable)



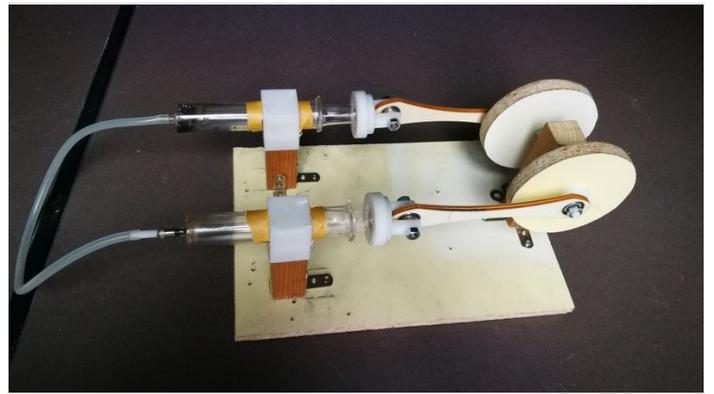
Étape 8 - Optimisation des frottements des seringues

Nous avons donc essayé de réduire les frottements de nombreuses manières:

- Vaseline
- Différentes graisses
- Téflon
- Préservatif et doigtier en latex

Il faut se rendre à l'évidence, les seringues ne sont pas assez performantes POUR UN USAGE THE, nous recherchons donc activement de nouvelles seringues.

Étape 9 - Nouvelles seringues récupérés le 19/04



Notes et références

Sources

Différents types de Moteur Stirling. sites.google.com/site/techbasa323groupe6/moteur-stirling/les-differents-types-de-moteur-stirling.

A. et Viktor de Science étonnante. Fabriquer un moteur Stirling. www.youtube.com/watch?v=s79odgWz6BM, 2018.

Wikipédia. Courbe de Stribeck. fr.wikipedia.org/wiki/Courbe_de_Stribeck.

Wikipédia. Moteur Stirling. fr.wikipedia.org/wiki/Moteur_Stirling#Principe.

Wikipédia. propriétés thermiques du verre. www.verreonline.fr/v_plat/prop_therm1.php.

J. Zarzycki. Propriétés mécaniques des verres, Revue de Physique Appliquée. hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00244242, 1977.