

# Bancs didactique de traitement du signal en réemploi

Gipsa-Lab/Ense3



[https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Bancs\\_didactique\\_de\\_traitement\\_du\\_signal\\_en\\_r%C3%A9emploi](https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Bancs_didactique_de_traitement_du_signal_en_r%C3%A9emploi)

Dernière modification le 25/06/2024

 Difficulté Moyen

 Durée 3 jour(s)

 Coût 50 EUR (€)

## Description

L'objectif de ce tutoriel est de vous expliquer les étapes de fabrication d'une dizaine de banc de TP dans l'objectif d'enseigner le traitement du signal de façon Low-Tech !

# Sommaire

## Sommaire

Description

Sommaire

Introduction

Étape 1 - Montage de la structure

Étape 2 - Le retour et l'alimentation

Étape 3 - Le cœur du TP

Étape 4 - Le câblage

Étape 5 - Finalisation, vérification

Notes et références

Commentaires

# Introduction

Ce tutoriel s'adresse principalement aux enseignants travaillant sur le traitement du signal. L'objectif de ce TP est de comprendre le sens de la transformée de Fourier et de réaliser une utilisation concrète des outils de traitement du signal dans le cadre de l'étude d'une mini éolienne.

Le sujet est disponible dans les fichiers joints et est utilisable sous licence libre [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Nous supposons que l'entité d'enseignement possède déjà les oscilloscopes à mémoire ou USB ainsi que les ordinateurs nécessaires à l'acquisition et au traitement de signaux électriques.

Le projet visait à créer un objet technologique en utilisant uniquement du matériel électronique obsolète et inutilisé, provenant de nos stocks au laboratoire de recherche Gipsa-lab et au fablab MASTIC. Les bancs de TP sont donc composés à 100 % d'éléments de réemploi et sont facilement réparables. Un autre objectif de notre projet est que les maquettes que nous allons fabriquer sont adaptées pour travailler avec des étudiants : elles sont sécurisées, robustes et facilement transportables.



## Matériaux

### Structure :

- 1 Profilé en aluminium de 73 mm de longueur et de base carrée de 22 x 22 mm
- 1 Profilé de même format mais de 130 mm de longueur
- 1 Profilé toujours du même format de 155 mm de longueur
- 1 Cornière aluminium d'environ 30 mm et de longueur de 155 mm
- 1 Cornière similaire de 90 mm de longueur
- 4 Fixations équerre en métal de 20 x 20 mm
- 5 Jeux de vis/écrous/rondelles avec des écrous adaptés aux profilés (écrous rectangulaires)
- 4 Vis pour les autres fixations nécessitant un taraudage adapté au profilé

### Connectique et alimentation :

- 5 Connecteurs femelles type "fiche banane"
- 1 Interrupteur on/off
- 1 Bloc secteur de 12 volts adapté au ventilateur (puissance supérieure ou égale)
- 1 Connecteur XT60 mâle et 1 Connecteur XT60 femelle
- 7 Fils électriques
- Colle époxy métal/plastique (ou colle la plus forte possible)

### Le cœur du TP :

- 1 ventilateur de 12 volts et 85 mm de diamètre (souvent utilisé pour refroidir des PC ou mini ventilateurs de bureau ayant les mêmes dimensions)
- 1 hélice de 150 mm de diamètre (venant d'un drone ou toute autre hélice pouvant simuler l'éolienne)
- 1 petit moteur triphasé type moteur brushless (trouvé sur un drone usagé, petite robotique ou aéromodélisme)
- 1 bobine en cuivre provenant d'un relais (qu'on trouve par exemple sur des cartes électroniques de puissance de portails électriques, ou diverses machines industrielles), ou toute autre bobine de cuivre compacte
- 1 petit aimant de 5 g maximum
- 1 petite pince récupérée sur des portes-badges



**i** On peut choisir des systèmes différents en fonction des ressources disponibles : hélices de mini-ventilateurs, moteurs synchrones à aimants permanents (brushless) de petits électroménagers ou imprimantes, autres types de bobines. L'important est que le ventilateur puisse entraîner en rotation l'ensemble moteur-hélice, que la tension entre phases du moteur soit suffisante pour être lisible par le système d'acquisition (> 200 mV), tout comme la tension en sortie de bobine. Les moteurs et hélices utilisés sont du matériel de



modélisme et de robotique que l'on trouve typiquement dans des écoles d'ingénieurs, universités et Fab Labs. Au Gipsa-lab, nous disposons d'un stock de pièces usagées de ce type en raison de notre activité d'enseignement et de recherche dans le domaine de la robotique. Si vous souhaitez réaliser ces bancs de TP, n'hésitez pas à nous faire savoir quel matériel vous manque.

### Matériel d'enseignement prérequis :

- Système d'acquisition TiePie Handyscope HS3 et HS5
- PC avec le logiciel TiePie Multi Channel

ou

- Oscilloscope à mémoire ou USB

### Outils

#### Outillage:

- Outils de découpe et de perçage de métal
- De quoi tarauder de l'aluminium
- Fer à souder pour de l'étain
- Tournevis et clés adaptés à vos vis
- Gaine thermique et décapeur thermique
- Ébavureur

**i** Tous ces outils se trouvent très facilement dans un Fab Lab ou dans la majorité des ateliers d'électronique.

## Étape 1 - Montage de la structure

Dans un premier temps, nous allons construire la structure en aluminium qui va porter tout le TP. Cette structure a l'avantage d'être légère, facile à démonter et composée de matériaux de base assez communs.

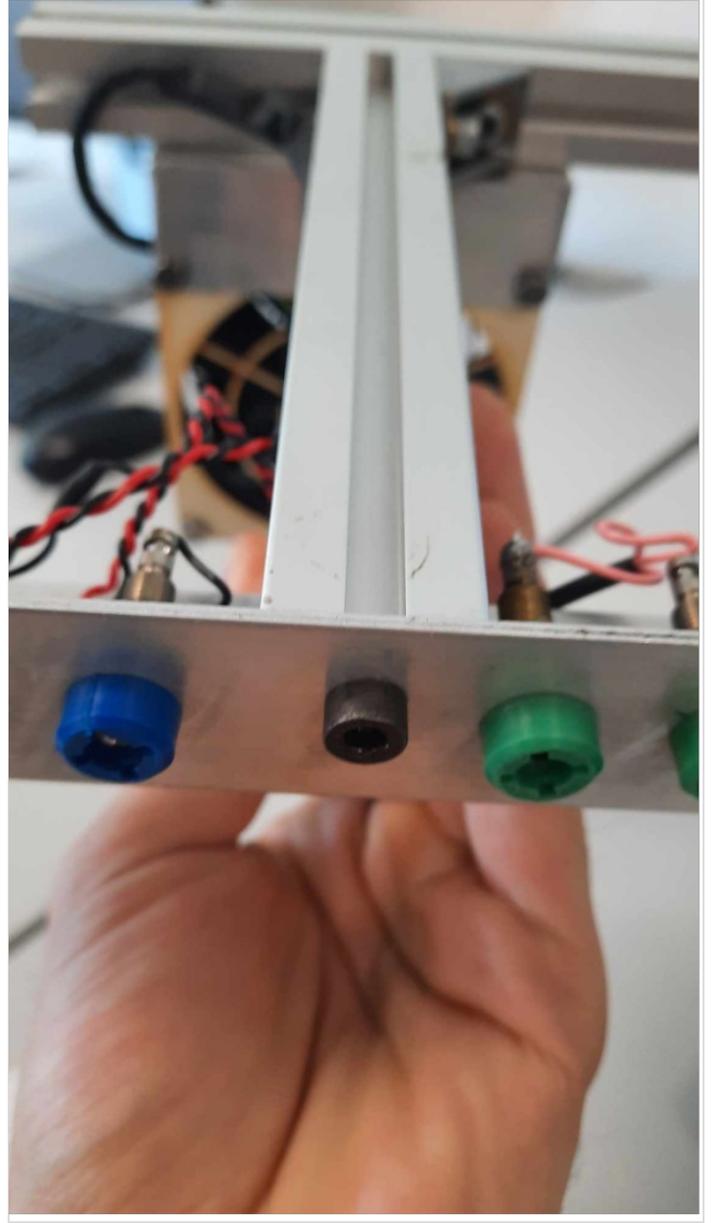
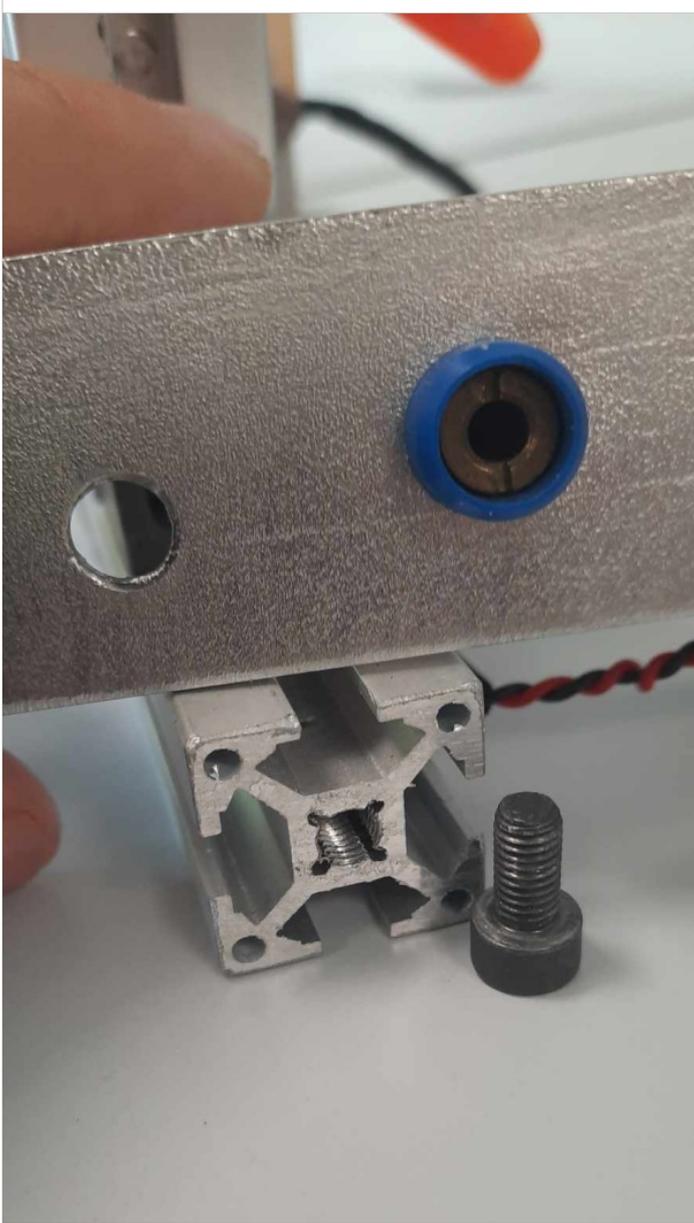
- **Fixez d'abord le profilé de 130 mm** de long à celui de 155 mm en formant un T (le profilé de 130 mm est la barre horizontale) grâce à une équerre et deux jeux de vis/écrous/rondelles adaptés au profilé (image 2). Le profilé de 130 mm est fixé en son centre.
- **Fixez ensuite la cornière en métal de 155 mm** au profilé de 155 mm en face du profilé de 130 mm. Pour cela, taraudez le centre du profilé et percez la cornière pour pouvoir fixer le tout avec une vis (image 3). Il faut que le bas d'un côté de l'équerre soit aligné avec le bas du profilé pour que le système repose de manière stable sur la table (image 4).
- **Fixez le troisième profilé** au-dessus du profilé de 155 mm à 55 mm de distance du bord avec la cornière (image 5). Pour le fixer, utilisez une équerre et des vis/écrous/rondelles adaptés au profilé.
- **Pour finir avec la structure**, fixez la deuxième cornière au-dessus du profilé de 130 mm en son centre. Pour cela, faites un taraudage au centre du profilé et utilisez une vis (image 6).

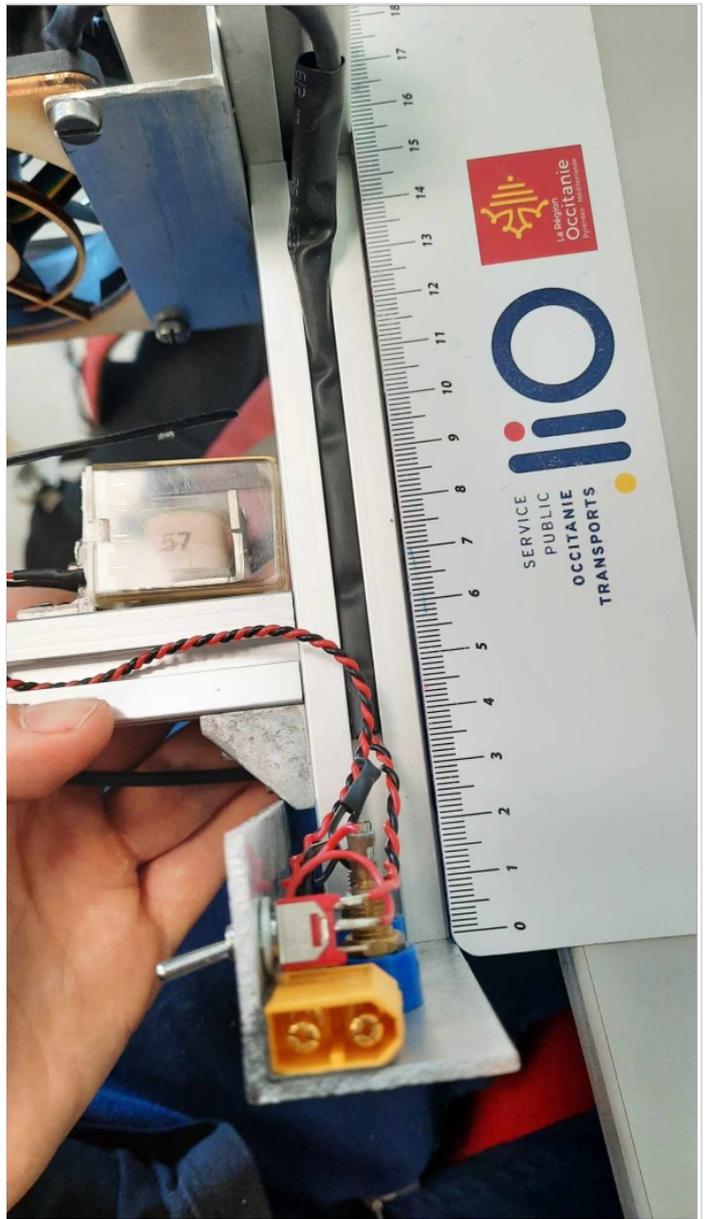
 Les découpes des profilés et des cornières peuvent être coupantes et donc dangereuses. Il faut arrondir les angles tranchants et enlever les défauts de découpe à l'aide d'un ébavureur afin de rendre les bancs de TP inoffensifs, même pour les élèves les plus téméraires.

 On peut facilement imaginer desserrer un peu la vis qui tient la cornière ou sera ensuite fixé le ventilateur. Comme ça on peut faire tourner cette cornière et donc le ventilateur autour de l'axe de la vis, ce qui permet de changer l'orientation du ventilateur par rapport à l'éolienne. C'est un moyen qui permet de facilement modéliser une évolution de la puissance reçue par l'hélice. Ce n'est pas trop exploiter dans le sujet proposé ici mais il y a une piste à explorer !









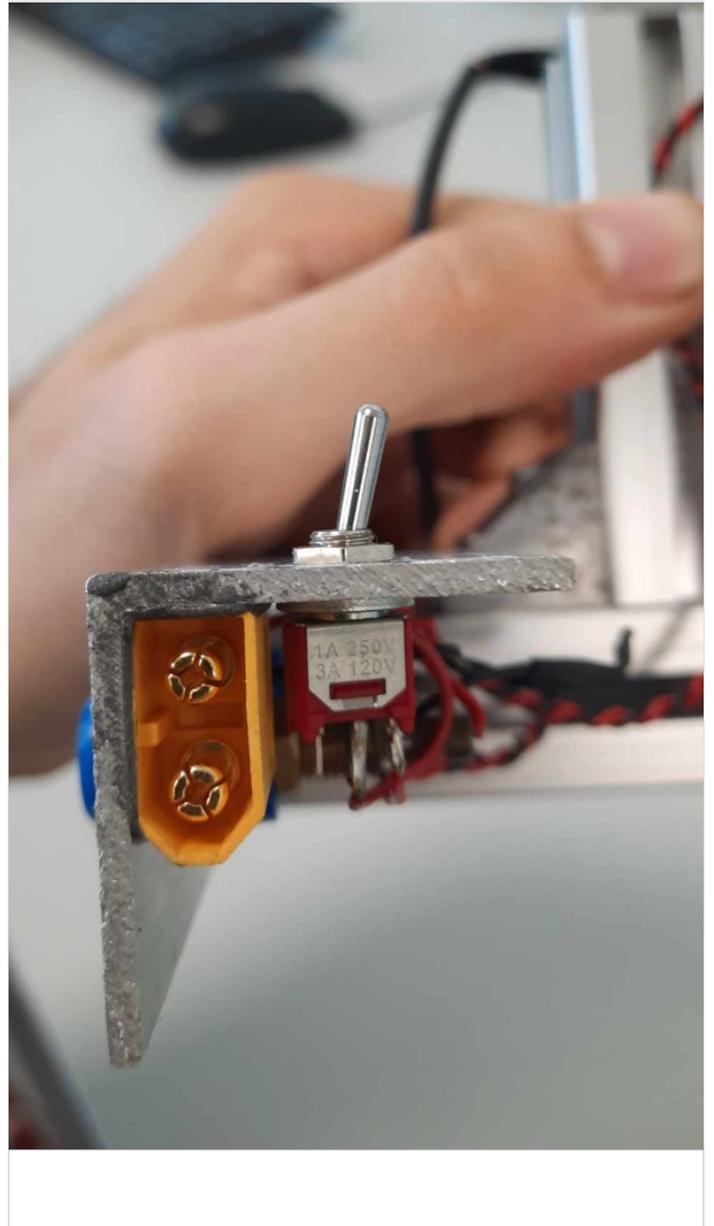
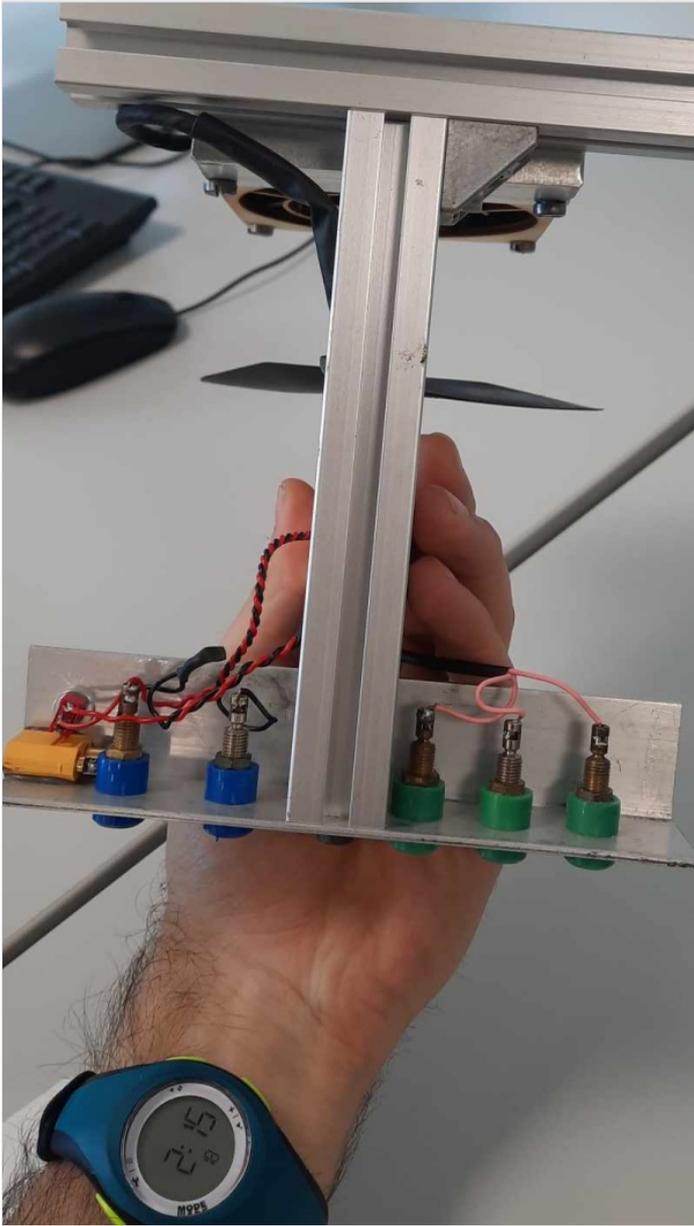


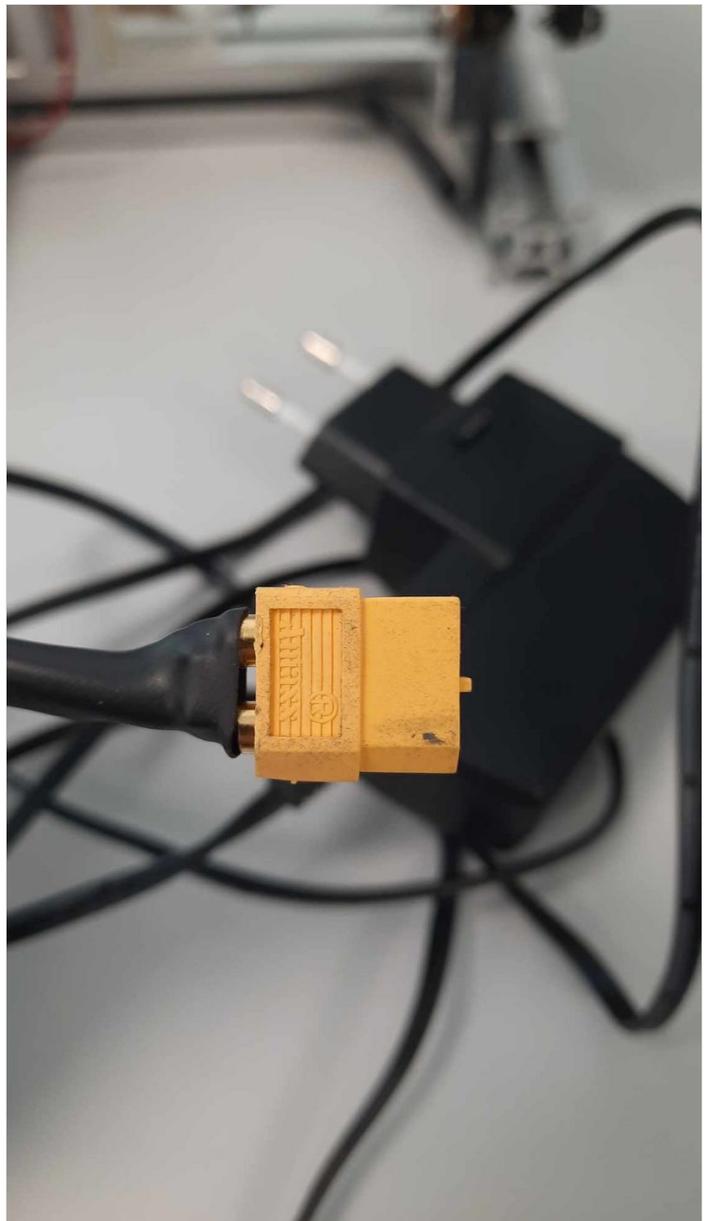
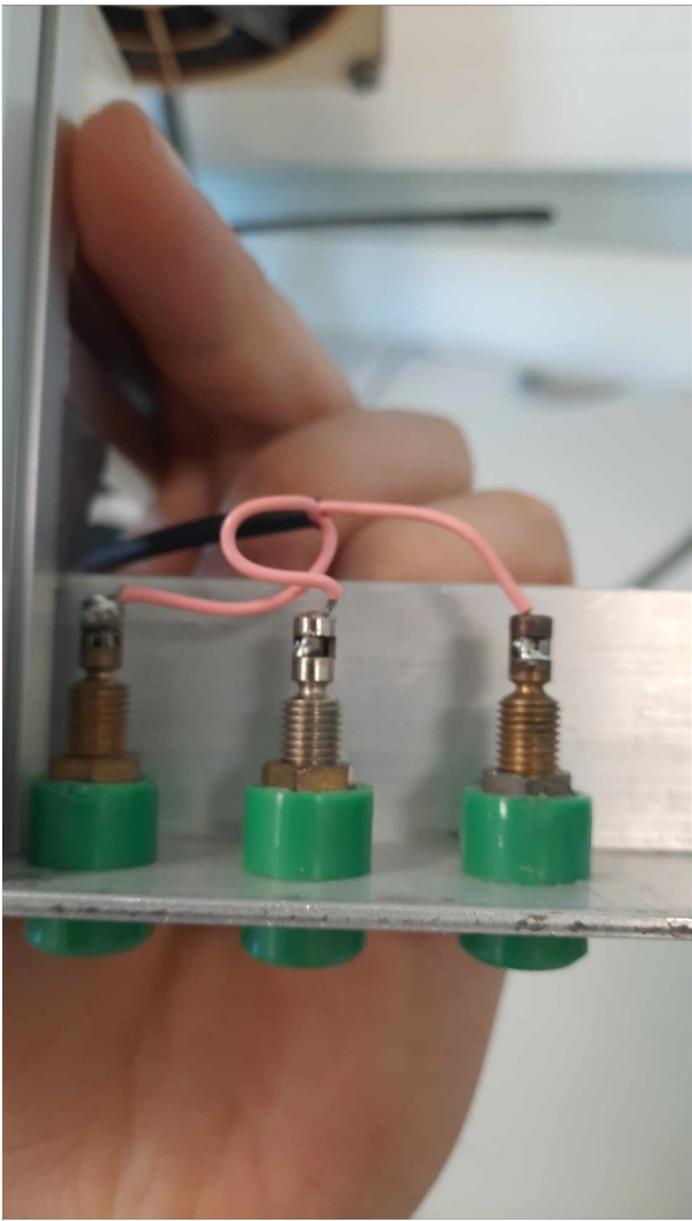
---

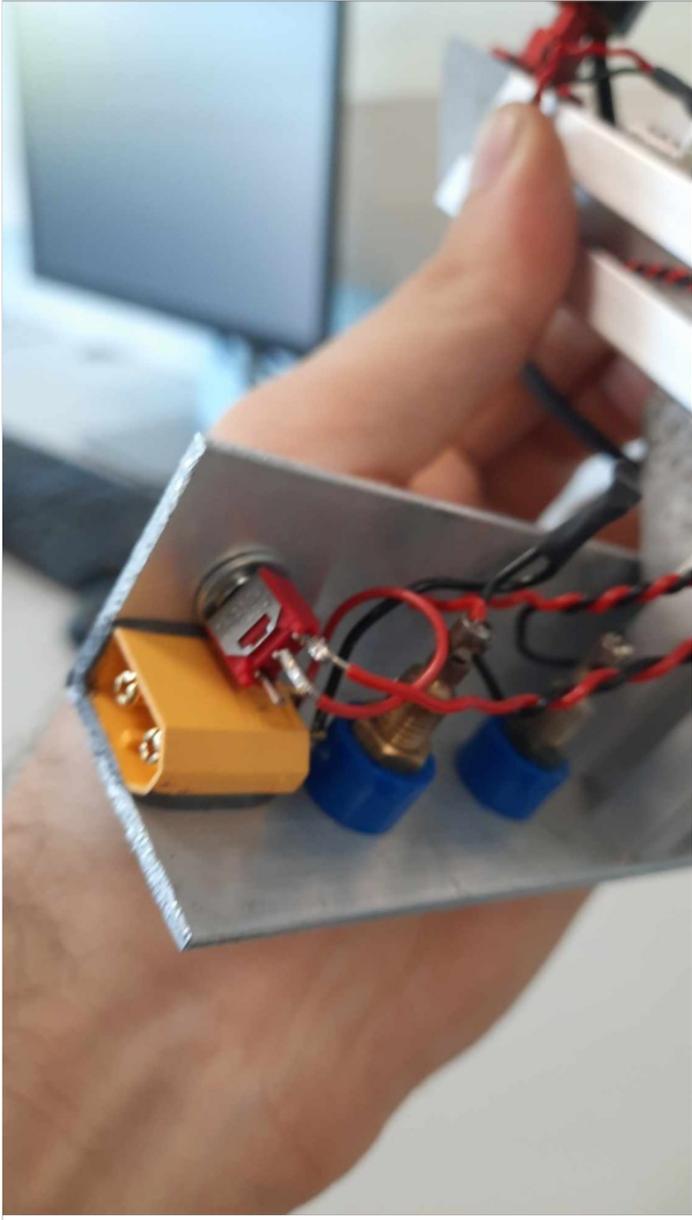
## Étape 2 - Le retour et l'alimentation

Il s'agit de placer le système d'alimentation avec le bloc secteur et les connecteurs XT60, les fiches bananes femelles pour récupérer les signaux qui nous intéressent, et un interrupteur afin de pouvoir éteindre le tout.

- **Percez 5 trous** sur la face avant de la cornière en métal de 155 mm, deux du côté de l'alimentation et trois de l'autre côté (image 1). Les trous doivent être équidistants et avoir un diamètre inférieur à 5 mm (à adapter aux dimensions des fiches bananes). Ensuite, sur la partie haute de la cornière métallique de 155 mm, coté alimentation, percez un trou pour y placer l'interrupteur. Attention à ne pas le mettre trop proche du bord car l'alimentation passera par là (image 2).
- **Ensuite, fixez les connecteurs** de fiches bananes dans ces trous (image 3) et l'interrupteur dans le trou prévu pour l'accueillir (image 2). De plus, faites passer la phase qui sort de l'alimentation par l'interrupteur afin de pouvoir couper l'alimentation du banc de TP.
- **Fixez l'arrivée de l'alimentation** en la collant juste à côté de l'interrupteur avec de la colle époxy biomatériaux. Assurez-vous que la connectique XT60 mâle soit accessible pour pouvoir facilement brancher l'alimentation (image 2).
- **Connectez la partie femelle du connecteur XT60** à l'alimentation avec une soudure. Ajoutez de la colle époxy (si vous enchaînez bien les deux étapes, vous n'aurez qu'un seul mélange de colle à réaliser), car la connectique XT60 est plutôt difficile à déconnecter. La colle augmentera donc drastiquement la durée de vie de la soudure. Ajoutez également une gaine thermique pour plus de sécurité (image 4).







## Étape 3 - Le cœur du TP

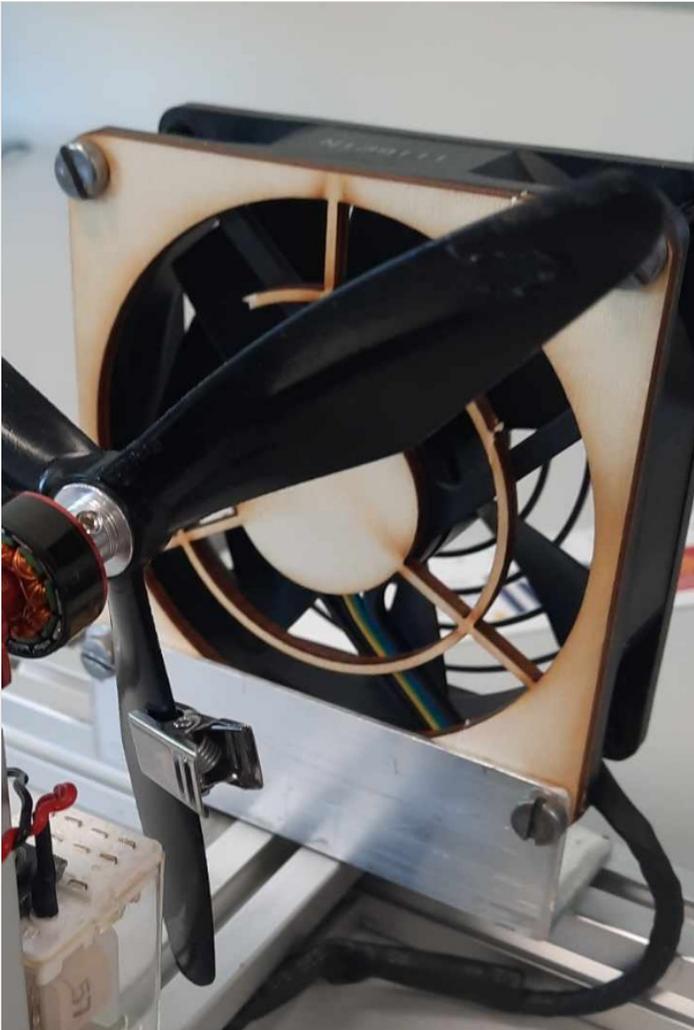
Dans cette partie, nous allons mettre en place ce qui sera étudié dans le TP. Nous allons donc installer le ventilateur et la micro-éolienne avec le moteur et la bobine. Ces derniers permettront de récupérer des informations sur la micro-éolienne afin de les analyser par la suite.

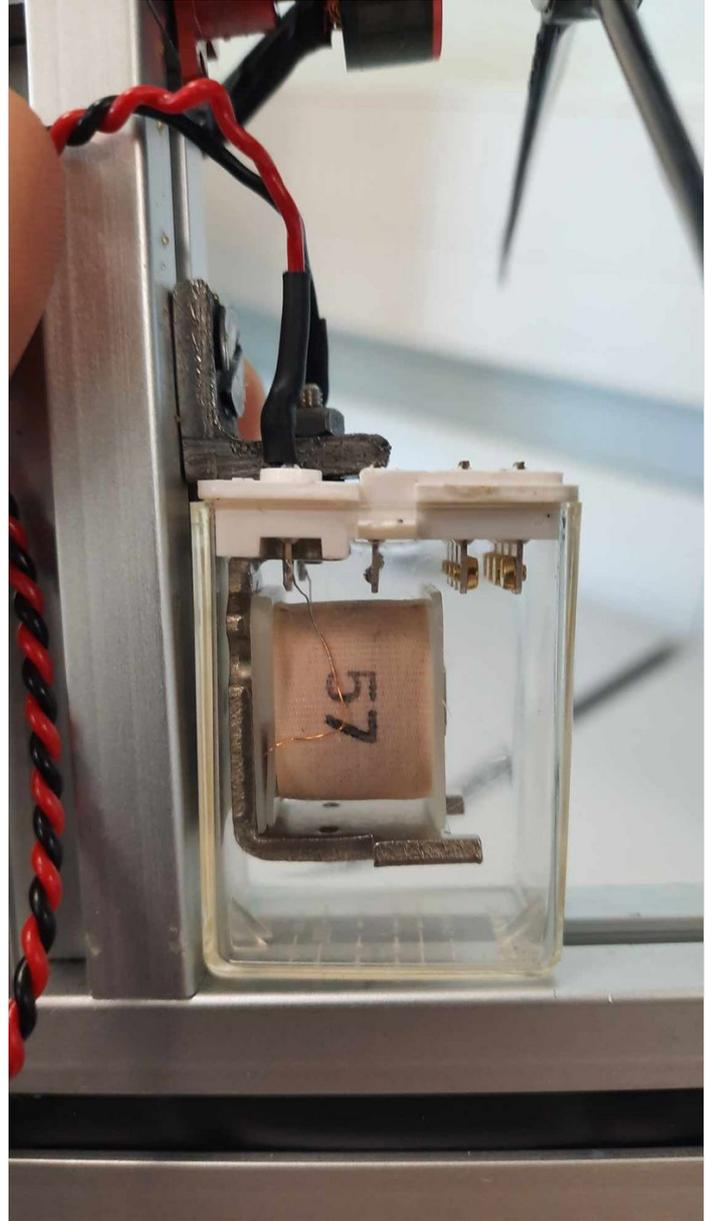
- **Fixez le ventilateur** au niveau de la partie haute de la cornière de 90 mm avec deux vis (image 1). Pour cela, utilisez les vis qui maintiennent la barrière de protection du ventilateur. (Si la grille de protection manque, on peut facilement en fabriquer une à l'aide d'une découpeuse laser. C'est ce que nous avons fait ici avec le fichier de découpe laser présent dans la partie fichier). Assurez-vous que le ventilateur soit bien centré et que son alimentation soit du côté où l'on a installé l'interrupteur et l'alimentation XT60.

 Il est possible que le ventilateur n'ait rien pour être fixé à la structure. Dans ce cas, il faudra faire un nouveau taraudage dans le plastique du ventilateur ou percer des trous et utiliser des écrous.

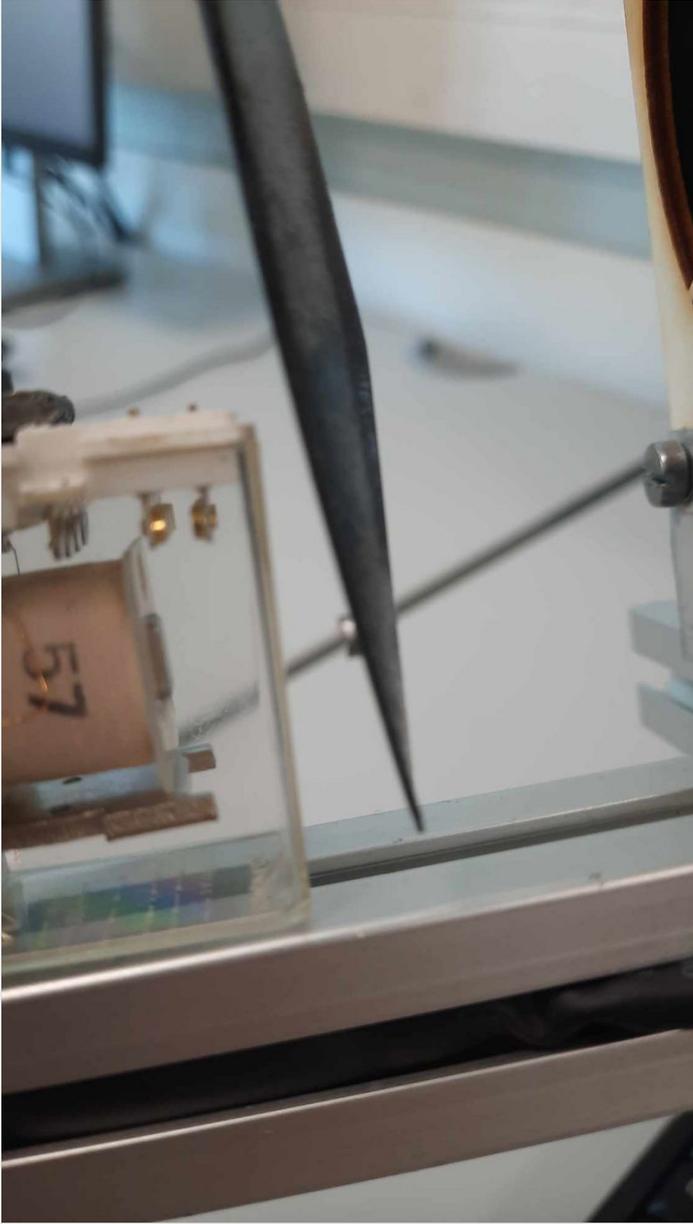
- **Préparez la bobine** en enlevant tout ce qui n'est pas de la bobine de cuivre du relais récupéré (image 2). Plus la bobine possède de spires, mieux elle réagira aux champs magnétiques.
- **Fixez la bobine** au pied du profilé de 73 mm côté ventilateur. Pour ce faire, utilisez une équerre que vous fixez dans le profilé via un taraudage et dans la boîte de la bobine avec une vis et un écrou (image 3).
- **Fixez l'hélice** au moteur brushless. Si les deux sont issus de matériel de drone, c'est relativement simple car prévu à cet effet (image 4). Sinon, on peut imaginer de nombreux autres systèmes de fixation comme la soudure, le collage, l'ajout d'une petite vis/goupille ou même une encoche pour rendre solidaire l'axe de sortie du moteur et l'hélice.
- **Fixez le moteur** au sommet du profilé de 73 mm en utilisant la dernière équerre. Vissez l'équerre au profilé en réalisant un taraudage dans le profilé et fixez le moteur à l'équerre avec une vis et un écrou (image 5). Assurez-vous que les pales de l'hélice passent juste devant la bobine sans la toucher, à moins de 17 mm de distance.
- **Collez le petit aimant** à une des pales de l'hélice de telle sorte qu'il passe juste en face de la bobine lorsque l'hélice tourne (image 6). De plus, il ne faut pas que cet aimant déséquilibre l'hélice, il doit donc être assez léger.

 Vérifiez que le système ne soit pas dangereux pour les étudiants. On ne doit pas pouvoir mettre ses doigts sur les hélices du ventilateur qui tourne très vite. Pour ralentir la rotation de l'éolienne si le système tourne trop vite et présente un risque de coupure, vous pouvez, par exemple, limer les bouts des pales pour ralentir le système et rendre les bouts de pales moins coupants. Vous pouvez aussi épaissir la grille de protection du ventilateur pour réduire la puissance du flux d'air. Enfin, vous pouvez ajouter une résistance entre les phases du moteur pour ajouter un freinage électrique.









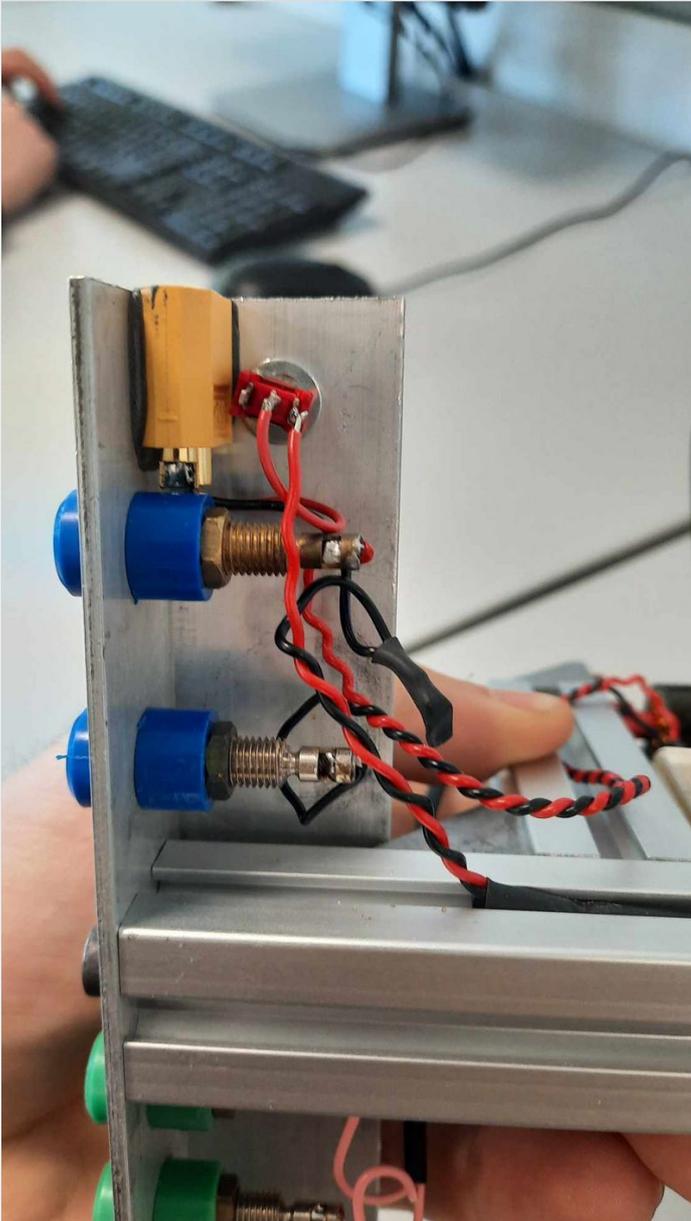
## Étape 4 - Le câblage

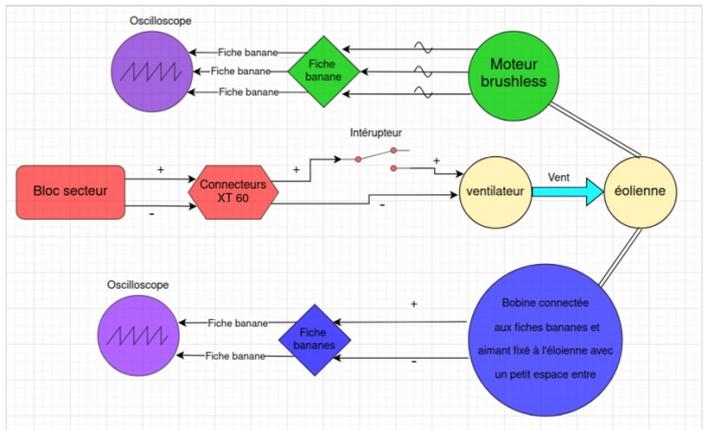
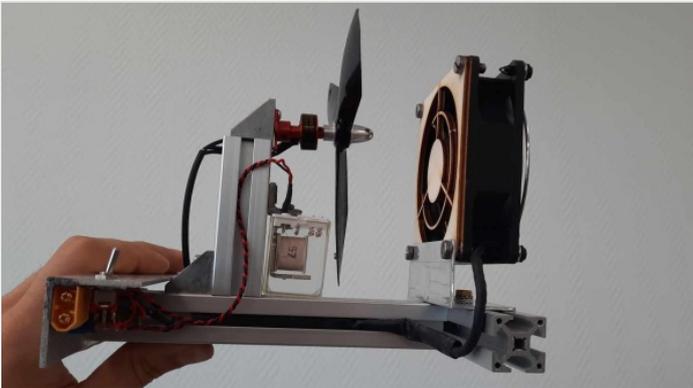
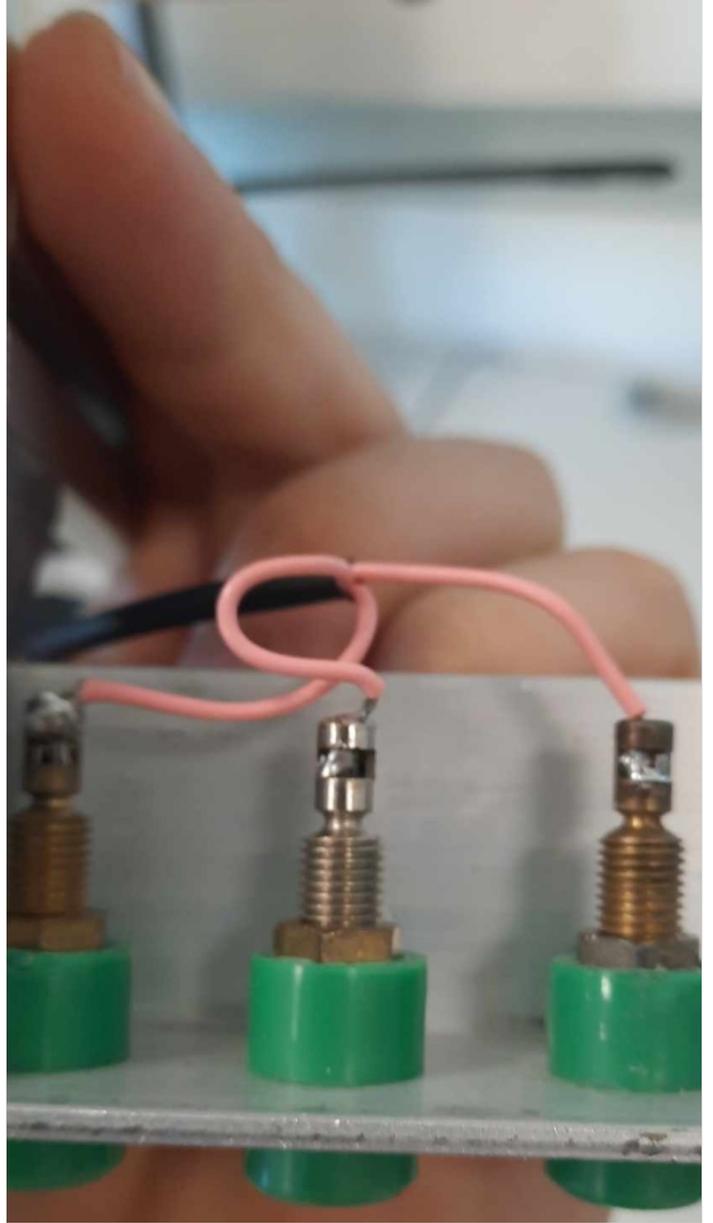
Enfin, nous allons brancher tout ce qui a été mis en place pour assurer le lien entre chacun des éléments. C'est le moment tant attendu où l'on sort le fer à souder !

- **Connectez les fils électriques de l'alimentation du ventilateur.** Pour cela, le neutre (souvent un fil noir) du ventilateur est directement relié à une des cosses du connecteur XT60 mâle grâce à une soudure à l'étain. La phase (souvent un fil rouge) est reliée à une des cosses extérieures de l'interrupteur, et la cosse centrale de l'interrupteur est reliée à la seconde cosse du connecteur XT60 (image 1). Ainsi, quand l'interrupteur est sur "on" et que l'on branche l'alimentation du TP, le ventilateur fonctionne !
- **Reliez la sortie de la bobine aux deux connecteurs de test banane** qui sont du côté de l'alimentation (un fil pour la phase en rouge et un pour le neutre en noir, voir image 2 et 3).
- **Connectez les trois phases en sortie du moteur aux trois derniers connecteurs de test banane** (image 4).

**i** N'hésitez pas à ajouter de la gaine thermique quand cela vous semble nécessaire. Le banc de TP sera plus esthétique et plus sécurisé. Cependant, il n'est pas nécessaire d'en mettre sur toutes les soudures, cela risquerait même d'endommager certains éléments à cause de la chaleur au moment de l'installation (ça peut chauffer très fort).

Voilà, le banc de TP est prêt !





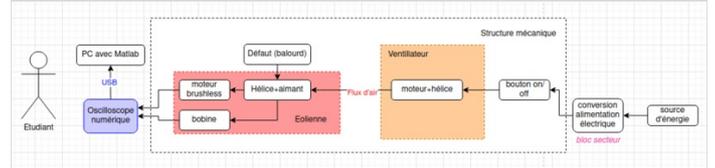
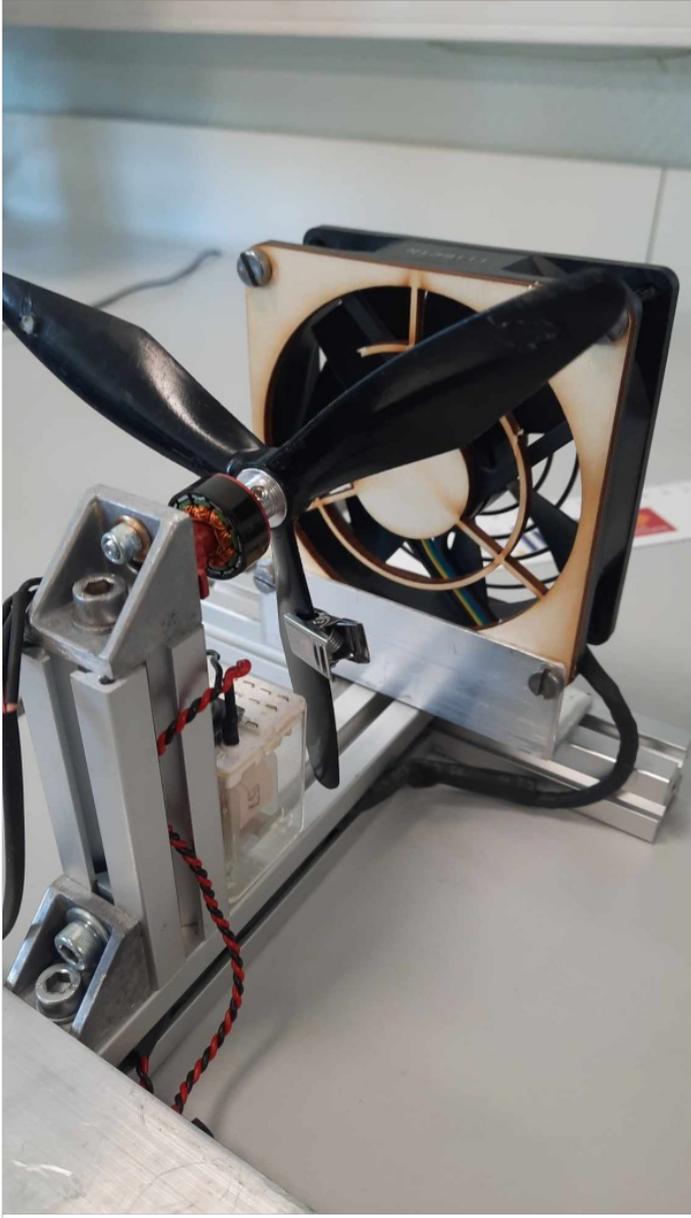
## Étape 5 - Finalisation, vérification

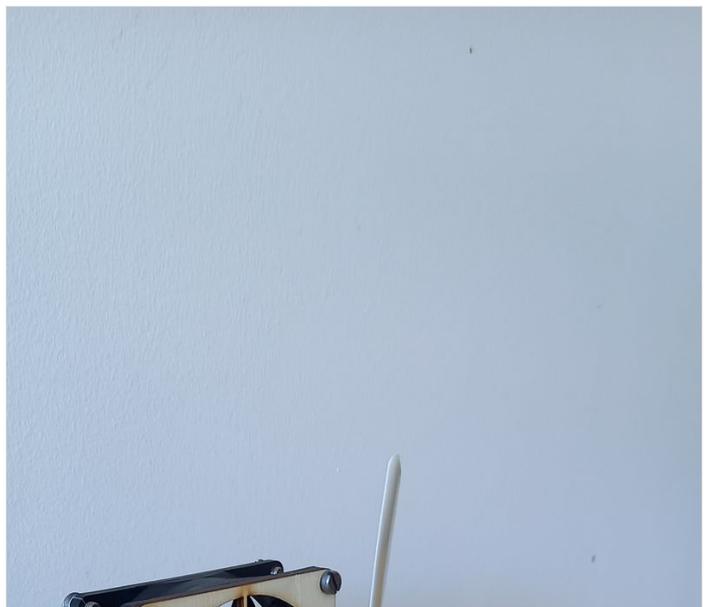
Bien joué, le plus difficile est fait ! Il reste maintenant à tester le TP en suivant le sujet proposé dans la partie fichier (ci-dessus).

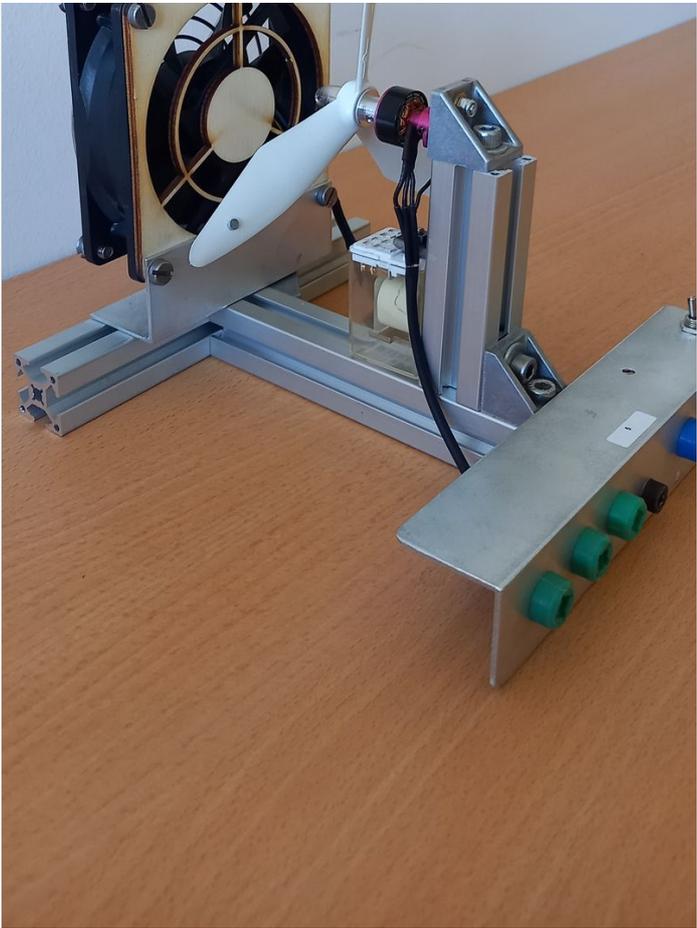
On remarque que durant une des étapes, on modélise la présence de neige sur les pales de l'éolienne. Pour ce faire, nous pouvons utiliser la petite pince. Il faut donc également tester que la micro-éolienne peut tourner avec la pince attachée à une des pales (image 1).

Une fois le banc testé et fonctionnel, il ne vous reste plus qu'à recommencer l'opération jusqu'à avoir assez de bancs pour remplir toutes les paillasses.

💡 Les signaux doivent avoir une amplitude au moins 500mV pour la génératrice et 200mw pour la bobine. Plus l'éolienne tourne vite, plus les signaux auront une grande amplitude donc on peut tenter de travailler sur les frottements si l'éolienne ne tourne pas assez vite.











---

## Notes et références

Ce TP à été développé par Jonathan Dumon (CNRS/Gipsa-lab) et Alexandre Sarazin (CNRS/Gipsa-lab). Le sujet est écrit par Pierre Granjon (ENSE3/Gipsa-lab/CNRS)

Un remerciement tout particulier pour l'équipe de l'atelier mécatronique du Gipsa Lab et le Fab Lab Mastic qui ont bien aider à la fabrication de tous ces bancs de TP.

Vous pouvez nous contacter par mail ....