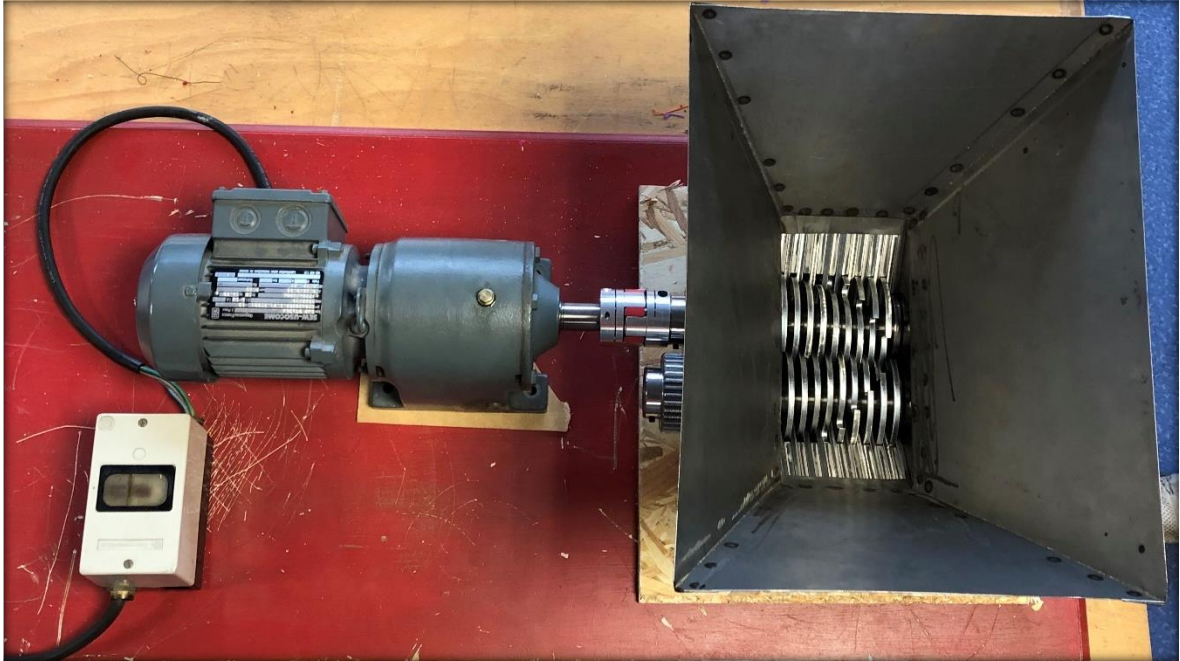


Le Broyeur de plastique



Rapport de projet
PEIP2

2020-2021

Youen Le Guidec

Cassilla Yen-Pon

Aras Chaigne

Enseignants encadrants : Alain Lopes, Laurent Saintis, Mohammed Ibrahim.



Table des matières

| | |
|--|-----------------------------|
| Le broyeur de matériau d'impression 3D..... | Erreur ! Signet non défini. |
| I) Analyse et conception des éléments de sécurité | 3 |
| a) Idées des systèmes de sécurité | 3 |
| b) Liste et devis des éléments | 7 |
| c) Problèmes rencontrés | 8 |
| d) Assemblage des premiers éléments de sécurité | 10 |
| II) L'Assemblage du broyeur | 11 |
| a) Les étapes de montage et la liste des éléments..... | 11 |
| b) Les problèmes rencontrés et solutions apportées..... | 11 |
| c) Ce qu'il reste à faire..... | 16 |
| III) Conclusion du projet..... | 17 |
| a) Conclusion générale | 17 |
| b) Conclusions personnelles | 17 |
| IV) Résumés | 19 |
| a) Français..... | 19 |
| b) English | 19 |
| V) Annexes..... | 20 |
| a) Manuel de montage | 20 |
| b) Fiche erreur perçages..... | 20 |
| c) Blog..... | 20 |
| d) Vue éclatée..... | 20 |

I) Analyse et conception des éléments de sécurité

a) Idées des systèmes de sécurité

Sur une machine aussi puissante et dangereuse qu'un broyeur, il est primordial de concevoir des systèmes de sécurité permettant d'anticiper chaque risque lors de son utilisation. Ainsi, tout sera mis en œuvre pour protéger l'utilisateur.

Suite au contexte sanitaire tout au long de l'année et particulièrement en début d'année 2021 qui marquait également le début de notre projet, nous avons été contraints de suivre les premières séances de projet en distanciel.

Dans la mesure où notre projet était basé sur le montage et les tests du broyeur, nous avons commencé par ce qui aurait dû être la dernière étape du projet, la conception de la partie sécurité du broyeur, car nous pouvions commencer à y réfléchir à distance. Nous verrons quelques illustrations quelques points plus loin.

Étant donné que lors de la conception de la partie sécurité nous n'avions pas accès au broyeur et que nous n'avions aucune vidéo de son fonctionnement, nous avons réalisé quelques recherches sur internet. Nous avons trouvé des vidéos du projet nommé « [Precious plastic](#) ». Nous avons donc pu nous faire une idée du projet une fois qu'il serait fini, et par la même occasion de pouvoir penser aux éventuels problèmes que nous pourrions rencontrer lors du broyage d'une pièce en plastique.

Dans un premier temps nous avons évidemment pensé à installer un bouton d'arrêt d'urgence, qui permettrait d'arrêter immédiatement le moteur du broyeur après un simple appui sur ce dernier, par exemple si le vêtement ou les cheveux d'une personne se coincent dans les lames du broyeur.

Puis, nous avons immédiatement pensé à la situation où un morceau de plastique viendrait bloquer les lames du broyeur, ou bien si un excédent de plastique venait à se former, ce qui provoquerait le bourrage du broyeur.

Pour pallier ce problème nous avons pensé à un bouton qui inverserait le sens de rotation du moteur, de cette façon lorsque des morceaux de plastique freineront le broyeur, le simple fait d'inverser le sens de rotation du broyeur permettrait de débloquer ces derniers.

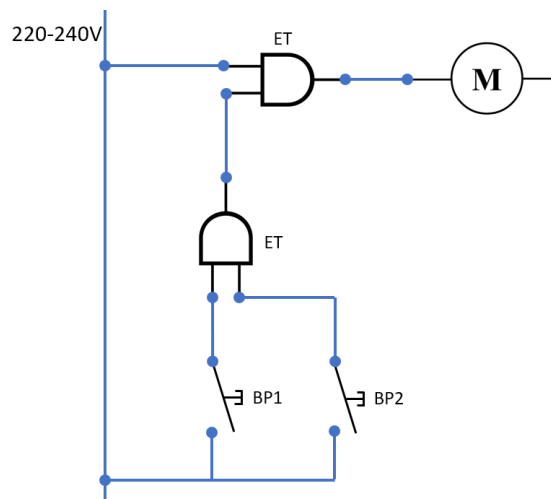
Cependant, en effectuant la commande du moteur et de son variateur, nous nous sommes rendu compte qu'il était possible de commander le sens du moteur grâce au variateur, mais nous ne l'avons pas reçu à temps.

Ainsi, pour la suite de la conception de la partie sécurité, il serait nécessaire de vérifier si cette commande est facile d'accès, et dans le cas contraire, de constater si un bouton aisément et rapidement accessible peut être mis en place en cas d'urgence relative ou absolue.

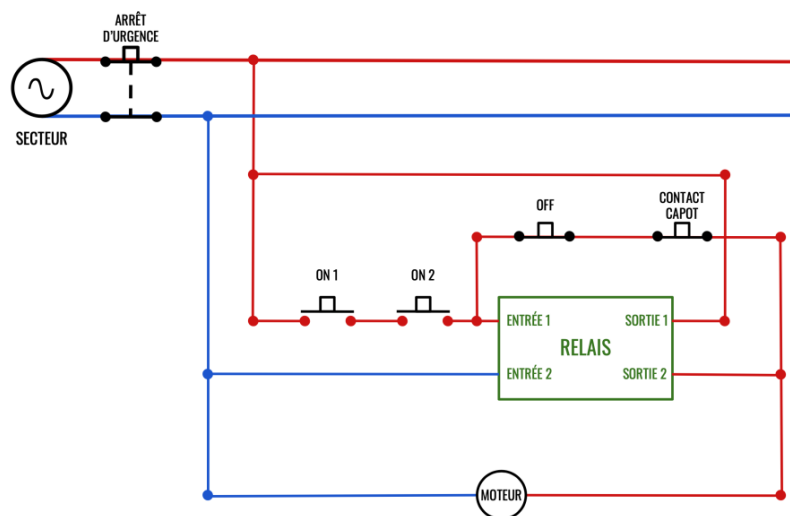
Ensuite, sur une machine aussi dangereuse qu'un broyeur, l'un des risques principaux est d'allumer le moteur par erreur ou bien en laissant trainer son autre main proche des lames par exemple. Nous avons donc réfléchi à un allumage à deux boutons.

Le principe est le suivant : il est impossible d'allumer le broyeur à une main, pour pouvoir le démarrer il faut appuyer simultanément sur deux boutons et donc les deux mains de l'utilisateur sont occupées. Cela élimine le danger lorsqu'il n'y a un seul utilisateur autour de la machine, lui permettant de centrer son attention sur la tâche à accomplir, grâce à un allumage complexe et l'obligeant à placer ses mains à un endroit où elles seront en sécurité avant la mise en mouvement des lames.

Voici le schéma de ce système :



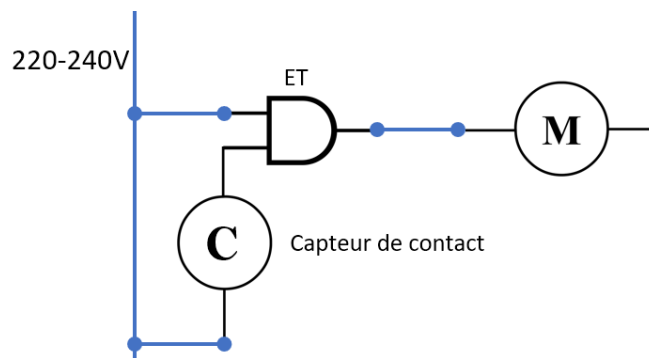
Selon ce principe, le moteur ne sera mis en rotation que si les deux boutons poussoirs BP1 et BP2 sont enfoncés. Pour pouvoir lâcher les boutons une fois le moteur en fonctionnement, on peut faire un montage avec un relais mécanique par exemple, pour créer un effet de mémoire qui permettrait de laisser passer le courant une fois les boutons de retour en position ouverts.



On pourrait aussi concevoir un effet mémoire avec une bascule RS par exemple.

Ensuite, imaginons que le broyeur soit en marche avec les systèmes de sécurité précédents. Il y a toujours un risque que quelqu'un mette sa main accidentellement, ou un vêtement ou autre dans le broyeur en cours de fonctionnement, ou bien même qu'un morceau de plastique soit éjecté du broyeur et finisse sa course dans l'œil d'une personne par exemple. Pour solutionner ce problème nous avons imaginé un capot de protection sur l'entonnoir du broyeur. Il sera équipé d'un capteur fin de course, ou capteur de contact, qui permettrait lorsque le capot est ouvert, de couper tout le circuit électrique du broyeur et donc de l'empêcher de démarrer, ou d'arrêter le moteur s'il est en fonctionnement. Lorsque l'on referme le capot, le circuit électrique redevient fermé, et il est donc possible de rallumer le broyeur. Ce contact agit comme un bouton off normalement fermé (schéma ci-dessus).

Voici le schéma de ce système :



Le moteur du broyeur ne sera en fonctionnement que si le capteur est au niveau logique 1, c'est-à-dire quand la trappe est fermée.

Il suffirait ensuite de grouper ces deux systèmes grâce à des connecteurs « ET » logique.

De plus, nous avons pensé à intégrer une petite trappe au milieu du capot de protection pour alimenter le broyeur en plastique en cours de fonctionnement, sans avoir à couper le circuit à chaque fois.

Il faut également prendre en compte la forme de l'objet qui sera à broyer, en effet certaines pièces pleines, plus lourdes, par exemple auront plus de facilité à être emportées par les lames et à être broyées sans difficultés. Mais d'autres pièces peuvent être plus volatiles comme une bouteille d'eau par exemple, et pourraient rebondir contre les lames sans être broyées.

Nous avons donc pensé à un morceau de plastique ou de métal qui servirait de poussoir et qui pourrait être inséré via la petite trappe du capot de protection pour exercer une force sur des plastiques volatiles afin « d'aider » les lames à les broyer.

Une autre partie du broyeur nous a paru dangereuse. Il s'agit de la zone où se trouvent les deux engrenages. En effet le couple du moteur étant très élevé, si une personne venait à coincer ses doigts, un gant, ou bien un vêtement entre les deux engrenages, se serait catastrophique car il pourrait être entraîné puis partiellement écrasé. Nous avons donc imaginé un carter qui viendrait recouvrir les deux engrenages.

Aussi, il est évidemment indispensable d'ajouter des signalisations visuelles (code couleur, bandes rayées, voyants lumineux...) aux endroits où cela est nécessaire.

Il faudrait aussi placer des panneaux de signalisation autour du broyeur pour indiquer aux utilisateurs qu'ils doivent par exemple porter leurs EPI (équipements de protection individuels) pour utiliser le broyeur, ou pour indiquer de ne pas mettre ses mains pour débarrasser le broyeur ou pousser des plastiques.

Puis, nous avons également pensé à contrôler la vitesse de rotation du moteur avec le variateur. En effet selon le type de plastique ou de la forme des pièces que l'on peut être amené à broyer, la vitesse du moteur peut jouer un grand rôle. Par exemple si le plastique est résistant et donne des gros morceaux compliqués à broyer, il serait intéressant de diminuer la vitesse de rotation du moteur, car une diminution de la vitesse de rotation provoque une augmentation du couple du moteur (forces avec lesquelles le moteur tourne) et donc les plastiques seront plus facilement broyés.

À l'inverse si l'on a affaire à du plastique très facile à casser, mais qui, à vitesse lente, a du mal à être broyé, il serait intéressant d'augmenter la vitesse de rotation.

Exemples de déchets plastiques du FabLab :



Le variateur permettrait également de diminuer les projections et rebonds des pièces de plastique au début du processus de broyage.

Nous avons aussi vu, en demandant l'aide de M. Godon, qu'il serait intéressant d'installer un disjoncteur pour éviter les risques liés à l'électricité. En effet, le broyeur est presque essentiellement fait de métal, il est donc très aisé d'être exposé au risque électrique. Il nous a donc conseillé l'achat d'un petit disjoncteur 30mV et 40 A.

Pour terminer, afin d'éviter des risques inutiles il faudra veiller à entretenir le broyeur régulièrement, par exemple :

- Nettoyer la machine après plusieurs utilisations ou entre différents types de plastiques.

- Intégrer, pourquoi pas, un compteur d'heures sur le moteur du broyeur afin de calculer la prochaine date d'entretien, graissage des roulements etc. à partir du nombre d'heures de fonctionnement moteur.
- Nous avons prévu un [manuel de démontage-montage](#) complet pour guider l'utilisateur lors de l'entretien.
- Carnet de suivi avec la date et la durée d'utilisation du broyeur, le nom de l'utilisateur, la date du dernier entretien, le nom de la personne qui a fait l'entretien.
- Une signalisation (voyant lumineux par exemple) pour que les utilisateurs pensent à nettoyer les bouts de plastique, et des voyants lumineux lorsque l'entretien est nécessaire.

b) Liste et devis des éléments

Nous avons donc réalisé un devis pour faire les systèmes dont nous venons de parler. Monsieur Saintis a commandé les pièces dont nous avons besoin pour commencer à concevoir la sécurité :

| Sous-système | Pièce | Prix | Liens achat |
|---|--|--------|---|
| Arrêt d'urgence | Bouton d'arrêt d'urgence | 8,90 € | https://simukit.com/fr/piece/ <= Rouge |
| Sens inverse pour débouillage | Bouton sens ⁻¹ moteur | | https://fr.rs-online.com/web/ <= Bleu https://fr.rs-online.com/ <= Vert |
| Démarrage avec 2 mains | Boîtes à boutons | | https://www.hellopro.fr/boit/ <= Différentes boîtes http://blog/ <= Différents boutons + schémas |
| | Fils électriques | | https://www.directindustry.fr/produit-fabricant/fil-electrique-souple-staebli-101530-1413.html |
| Commander tout sur le même site (ex: radiospare) | | | |
| | Arrêt d'urgence | | |
| | Sens -1 | | |
| | Double boutons | | |
| | (Fils électriques)=> voir avec l'école pour savoir quels fils ils prennent d'habitude | | |
| | Potentiomètre pour réglage du moteur => voir avec Frank Mercier pour type de potentiomètre, calculs etc. | | |
| | Voir solution pour arrêt broyeur quand le capot est ouvert | | |

Nous avons également commandé un capteur fin de course pour le système de sécurité du cadre.

Voici notre commande une fois reçue :



Pour réaliser notre système de sécurité avec appui simultané sur deux boutons pour démarrer le moteur, nous avions dans l'idée des boutons poussoirs momentanés, qui s'enclenchent seulement lorsque l'on appuie dessus. Au contraire, les boutons poussoirs maintenus, restent enclenchés lorsqu'on appuie une première fois, il faut donc appuyer une seconde fois pour qu'ils retrouvent leur position initiale. Or, nous avons reçu des boutons poussoirs maintenus. Notre erreur ici est de ne pas s'être renseigné sur la différence entre bouton poussoir maintenu et momentané sur RadioSpare, site où nous avons réalisé nos commandes.

c) Problèmes rencontrés

Le principal problème que nous avons rencontré durant cette phase de conception pour la partie sécurité, c'est que nous n'avions absolument aucune information sur le moteur qui allait être utilisé pour faire tourner le broyeur. Nous ne savions pas si c'était du courant alternatif ou continu, nous n'avions aucune information sur la puissance du moteur...

Nous sommes donc partis du principe que c'était du courant alternatif, puis nous avons sélectionné des puissances autour de 750W qui semblaient correctes pour pouvoir commencer à établir les schémas électriques des systèmes de sécurité.

Nous avons donc contacté plusieurs enseignants d'électricité de Polytech Angers, mais malheureusement, la plupart n'étaient pas disponibles pour nous aider. Nous avons tout de même reçu une réponse de M. Mercier, qui nous a fait un retour sur notre schéma électrique principal et qui nous a confirmé que sans information sur le moteur, il était impossible d'établir le bon schéma électrique et donc de commander les pièces adéquates.

Ensuite, plusieurs mois après le début du projet, nous avons enfin reçu un moteur de prêt. Cependant, les caractéristiques de ce dernier étaient différentes du moteur qui allait être monté sur le broyeur.

L'autre problème fut que le moteur de récupération ne disposait que d'un câble d'alimentation en triphasé, il nous était donc impossible de le brancher dans l'école pour le tester. Nous avons donc dû abandonner l'idée de faire tourner le broyeur.

Après avoir reçu notre commande, nous avons eu la mauvaise surprise de voir que les boutons ne correspondaient pas du tout à ce que l'on avait prévu. De plus, M. Lopes nous a indiqué qu'il était plus simple de commander des boutons circulaires, et pas rectangles, car il est plus facile de percer des emplacements en forme de cercles plutôt qu'en forme de rectangles. Nous avons pensé au final à commander les boutons utilisés dans les bornes d'arcades, deux pour allumer et un pour éteindre le broyeur, ils seraient parfaitement adaptés pour cette utilisation.

Pour créer le cadre en bois qui servirait à faire le capot de protection, nous avons en premier lieu eu l'idée de le faire à l'aide de bois de récupération. Nous avons pris les

mesures de l'entonnoir, puis nous avons réalisé des bords de cadres en coupant le bois à l'aide de la scie sauteuse comme suit :



Nous avons ensuite tenté de réaliser des entailles transversales sur nos bords de cadres, suffisamment profondes pour pouvoir les faire rentrer sur l'entonnoir. Malheureusement, ce matériau, issu de copeaux de bois compressés, n'était pas suffisamment solide pour les entailles. Nous avons alors été contraints de trouver une autre solution.

Voici une tentative de fixation d'un bord du cadre sur l'entonnoir :



Nous avons donc eu l'idée de concevoir un [cadre en bois sur SolidWorks](#) qui servirait de base afin de fixer le plexiglas et le capteur fin de course. L'objectif était de le découper à l'aide du Charly Robot du FabLab. Mais de nombreux groupes avaient aussi besoin de cette machine, qui était presque toujours occupée. Donc, pressés par le temps, nous avons dû faire [la découpe](#) lors de la dernière séance de projet.

Découpe du cadre en bois à l'aide du Charly robot :



Par la suite il restera à usiner l'emplacement pour le capteur fin de course et les fils dans le cadre en bois.

d) Assemblage des premiers éléments de sécurité

Comme dit précédemment, nous avons reçu des pièces non adaptées, et la plupart des éléments, tels que le relai, le disjoncteur et les fils électriques n'ont pas pu être commandés. Nous avons donc pu nous occuper uniquement de la partie du capot de protection.

Nous avons également veillé à numéroter chaque lame de 1 à 18 ainsi que les totems, pour faciliter le montage du broyeur.

Après avoir modélisé le [cadre en bois sur SolidWorks](#), de 42x33cm, nous avons découpé [la plaque de plexiglas et des cales pour surélever les charnières](#) aux dimensions souhaitées.

Enfin, nous avons pu fixer la plaque à l'aide des [charnières](#). Il restera à [fixer également le capteur fin de course](#) au cadre en bois.



II) L'Assemblage du broyeur

a) Les étapes de montage et la liste des éléments

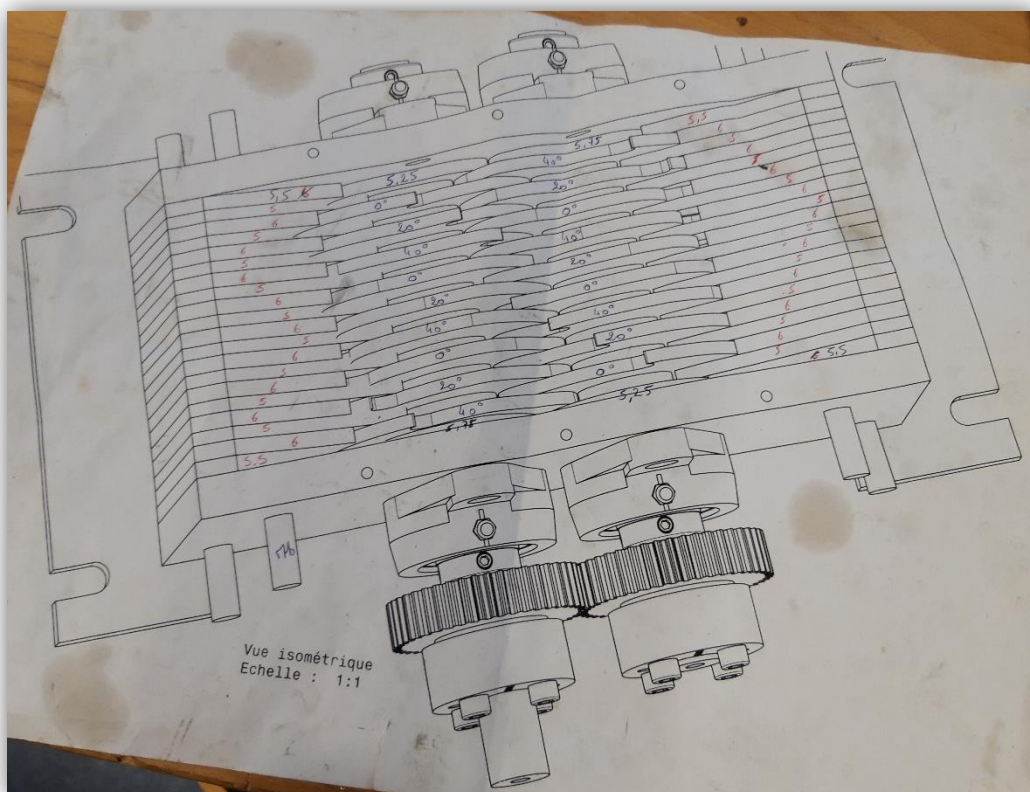
Au cours des différentes séances, et face aux nombreux problèmes rencontrés lors de l'assemblage du broyeur, nous avons appris à optimiser chaque étape de montage afin de toutes les rassembler pour en faire un guide de montage simple et compréhensible par tous.

Voir le [Guide de montage du broyeur](#) en annexe.

b) Les problèmes rencontrés et solutions apportées

Pour commencer, l'un des plus gros problèmes était le fait que nous n'avions que très peu d'indications de montage, un seul plan insuffisant, aucune cote... Nous avons dû tout appréhender nous-mêmes, ce qui nous a fait perdre beaucoup de temps, puisque ce manque d'informations nous a fait monter et démonter plus d'une dizaine de fois le broyeur.

Voici le seul plan mis à notre disposition :

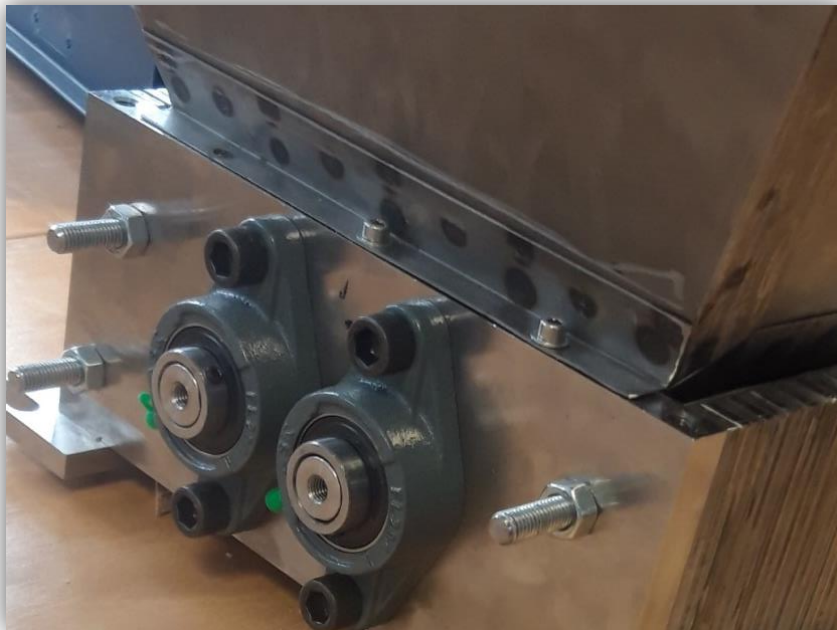


Nous avons aussi accès à la CAO du broyeur, mais la première version que nous possédions ne correspondait pas vraiment aux pièces que nous avions. C'était la version prototype de la CAO, qui avait été modifiée par la suite. Nous avons donc eu une deuxième version qui ne correspondait toujours pas à notre broyeur. C'est au bout de la troisième version que l'on a pu avoir la CAO qui correspondait bien à notre montage. Nous avons donc dû travailler avec les mauvaises versions de la CAO pendant plusieurs mois.

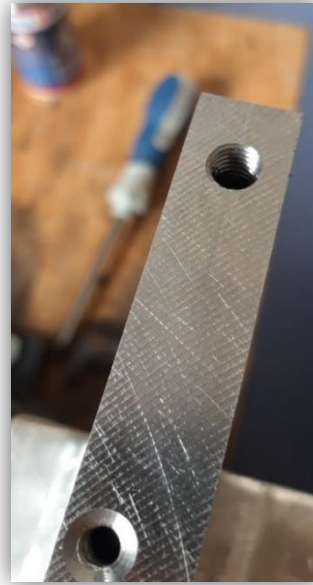
[Vidéo de l'ancienne version de la CAO](#)

Par exemple, nous voyons sur cette version que le coffre encadre tous les totems. Or, sur notre broyeur, les totems sont visibles depuis l'extérieur du coffre.

Au début du projet, nous avons reçu la plupart des éléments en pièces détachées, sauf le coffre du broyeur, et l'entonnoir qui était fixé au coffre. Lorsque nous avons voulu enlever l'entonnoir, nous avons rencontré un premier problème : en effet, ce dernier est fixé au coffre du broyeur par trois vis de chaque côté. Mais l'entonnoir étant en forme de cône, l'espace entre la tête de la vis et la tôle de l'entonnoir était si petit qu'il n'était pas possible de les dévisser avec une clé Allen (voir photo ci-dessous). Nous avons donc dû prendre une clé Allen correspondant à la tête de la vis, puis nous avons coupé le bout de cette clé pour la rendre plus courte, afin de pouvoir la faire passer dans la vis et la dévisser.



Ensuite, nous avons été confrontés à un autre problème beaucoup plus conséquent. Effectivement, le coffre du broyeur est composé de deux faces en acier qui ont été percées par l'ENSAM, et les côtés du coffre sont formés par une rangée de 22 totems à gauche et à droite du coffre, le tout est serré par deux tiges filetées qui traversent les totems et fixées avec des écrous. Nous avons donc assemblé nos totems en veillant à ce que les perçages pour l'entonnoir soient bien positionnés vers le haut, mais au moment de mettre les quatre tiges filetées, nous avons remarqué que les perçages pour visser les supports de châssis sous le broyeur sur les deux coffres en acier avaient été percés à l'envers. Nous avons donc été contraints de refaire nous-mêmes les quatre perçages et leur taraudage pour pouvoir continuer notre assemblage :



Voir la [Fiche erreur perçages](#) en annexe.

Ensuite, dans la liste des pièces qui étaient à notre disposition, nous avons deux paliers lisses, ce qui nous a fortement intrigués car il y a deux arbres. Or, il faut un palier lisse à chaque extrémité d'un arbre, donc quatre au total. Nous avons tout de même décidé de faire l'assemblage avec les deux paliers lisses. Après avoir assemblé chaque pièce, nous avons remarqué un jeu assez conséquent et très problématique de plus d'un millimètre entre tous les totems et les lames.

Le souci, avec un jeu entre les lames tel que celui-ci, est que lorsque le moteur va tourner, les lames risqueraient de s'entrechoquer et de causer de très gros dégâts matériels car le couple est important. Nous en avons donc conclu qu'il fallait bel et bien deux paliers supplémentaires, et en effet après avoir commandé et monté les nouveaux paliers lisses, le jeu avait disparu.

D'ailleurs, nous avons eu également de grandes difficultés à insérer correctement les quatre paliers lisses dans les arbres, car nous n'avions que très peu de graisse à notre disposition.

Une quantité suffisante de graisse permettrait d'amoindrir les frottements entre les pièces et ainsi de faciliter l'assemblage.

Ensuite, une fois réassemblé notre broyeur avec les quatre paliers lisses, nous nous sommes rendu compte qu'il n'y avait plus de jeu entre les lames. En revanche il était impossible de tourner les arbres car il y avait une pression énorme entre chaque pièce du broyeur.

Nous avons donc mesuré chaque élément du broyeur une avec un pied à coulisse pour voir si des pièces étaient plus épaisses que d'autres, mais toutes les pièces que l'on avait en plusieurs exemplaires, comme les lames et les totems, étaient de mêmes dimensions. Nous en avons donc déduit que les quatre paliers lisses fournis n'étaient pas les bons, ils avaient été commandés en taille standard, or, pour notre montage, ces bagues étaient trop longues d'environ 1.5mm. Il aurait été simple de les réusinier, cependant, nous ne disposons pas de la machine adéquate au FabLab.

Puis, plusieurs montages et démontages plus tard, nous avons compris qu'il était nécessaire de ne pas fixer les roulements au coffre pour pouvoir faire tourner les axes. Ces derniers appuyaient sur les paliers lisses trop longs et bloquaient l'assemblage. Nous avons alors pu faire tourner le broyeur à la main sans fournir trop d'efforts, et sans aucun jeu entre les lames et les totems.

[Vidéo du fonctionnement du broyeur à la main](#)

À force de monter et démonter le broyeur, nous avons eu des problèmes pour insérer les quatre roulements dans les axes. Comme nous n'avions pas de graisse, nous frottions énormément sur les axes, ce qui avait pour effet de creuser un peu les axes à chaque passage et de former des bavures. Nous devons donc régulièrement poncer les arbres avec un papier de verre fin pour ôter les bavures et éviter d'abîmer les pièces.

Voici quelques bavures sur les axes, nous ont gêné pour enfiler les roulements :

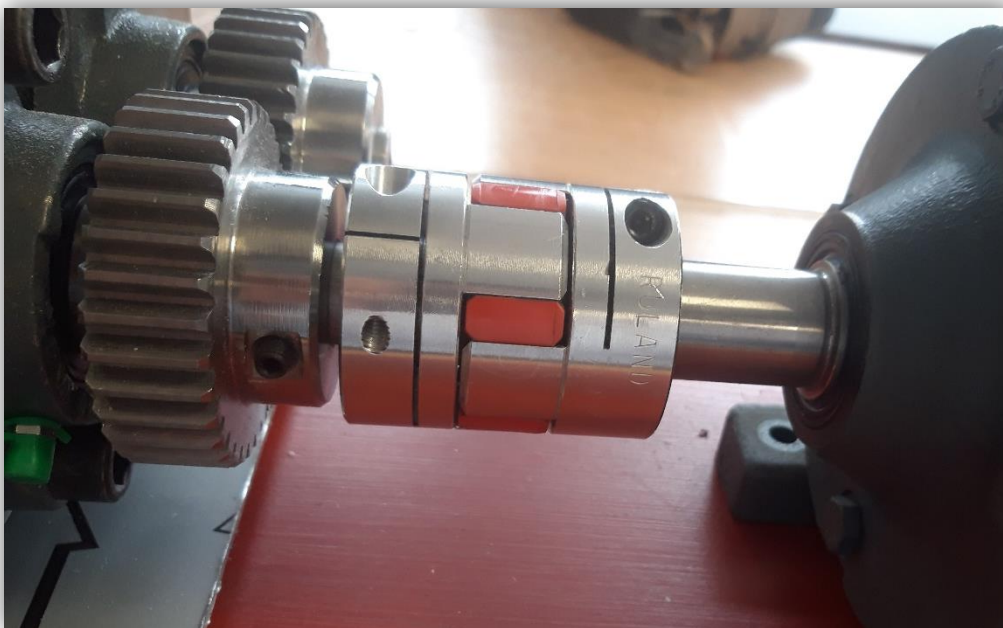
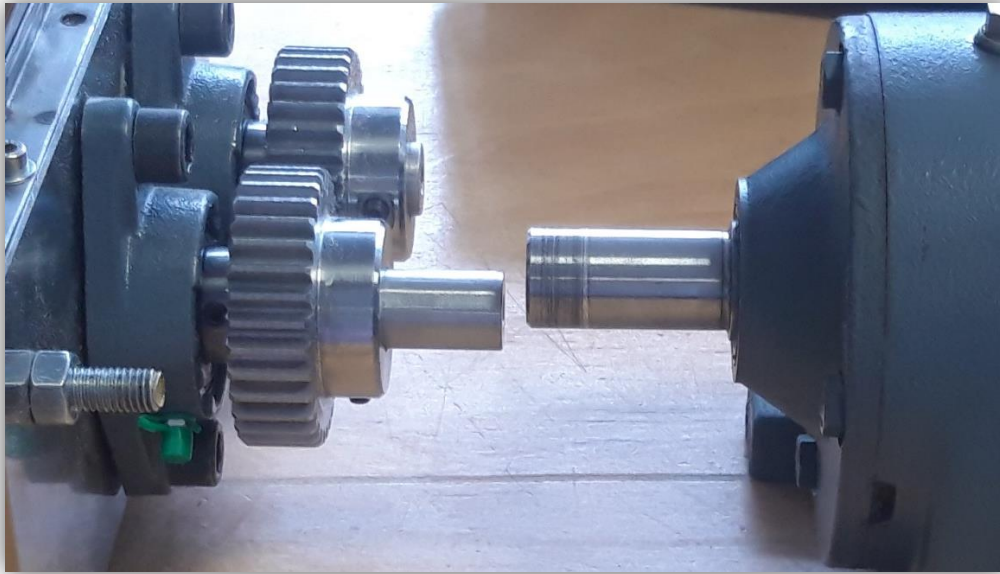


Ensuite, comme dit dans la partie 1, nous avons eu des problèmes avec le moteur, et notamment lors de l'assemblage. En effet, le moteur de récupération que nous avons à notre disposition possédait un arbre de 2.5cm de diamètre, mais les arbres du broyeur, notamment le plus long (celui qui est connecté au moteur), avait un diamètre de 2cm.

Initialement, l'arbre du moteur et celui du broyeur devaient être liés par un accouplement flexible. Toutefois, celui que nous avons à notre disposition était de la même taille que les arbres du broyeur, il était donc trop petit pour l'arbre du moteur. Il était par conséquent impossible de lier le moteur au broyeur.

Une semaine plus tard, nous avons reçu un deuxième accouplement. Celui-ci était flexible et mesurait 2.5cm de diamètre intérieur. Il était cette fois trop grand pour l'arbre du broyeur. C'est encore une semaine après que nous sommes allés à l'ENSAM, nous en avons profité pour récupérer la bague d'adaptation qu'ils ne nous avaient pas fournie avec l'accouplement.

Voici quelques images de nos tentatives de liaison entre le moteur et le broyeur :



Un autre problème que nous avons rencontré lors des dernières séances, fut avec les engrenages. Comme nous ne pouvions pas serrer les quatre roulements correctement, l'effet rotule de ceux-ci décalait de quelques millimètres les deux axes, et ces derniers n'étaient donc plus parallèles. Nous ne pouvions alors plus « emboîter » les deux engrenages correctement. Ce problème n'a malheureusement pas pu être corrigé car il ne restait qu'une semaine de projet, et le délai de livraison des paliers était supérieur à une semaine.

c) Ce qu'il reste à faire

Étant donné que nous avons commencé les séances projet en présentiel assez tard, et que nous avons eu des difficultés avec le moteur, les commandes... il reste encore plusieurs choses à faire.

En premier lieu, il faudrait commander quatre nouveaux paliers lisses 1.5mm plus courts, ou usiner ceux déjà en notre possession. Puis démonter entièrement le broyeur (à l'aide du manuel de montage) afin de retirer les quatre mauvais paliers lisses, puis mettre les nouveaux. En théorie, le jeu devrait être suffisant pour faire tourner les arbres correctement, mais pas assez élevé pour que les lames s'entrechoquent lorsque le broyeur sera en fonctionnement. Dans le cas où on choisirait de commander de nouveaux paliers, M. Lopes nous a conseillé de choisir des bagues en bronze, qui sont autolubrifiantes, ce qui permettrait d'étendre considérablement leur durée de vie, et celle du broyeur.

De plus, le fait de mettre les bons paliers devrait permettre de pouvoir fixer correctement les roulements pour qu'ils soient plaqués à la paroi du coffre, et ainsi de pouvoir à nouveau insérer les deux engrenages sans difficultés.

Quand le vrai moteur sera arrivé, il faudrait commander le bon accouplement flexible afin de lier l'arbre du moteur avec celui du broyeur.

Ensuite, le plus gros du travail portera sur la conception des systèmes de sécurité :

Il faudra créer les circuits électriques comme indiqués sur nos [schémas vus en partie I - a](#)), puis la conception en CAO permettant l'impression 3D puis l'assemblage du carter pour couvrir les engrenages.

Il faudrait ensuite créer des indications et inscriptions de sécurité. Il serait envisageable de tester à quelles normes de sécurité notre système serait soumis. Les étudiants de l'ENSAM nous ont déjà présenté ces normes et leurs contraintes lorsque nous leur avons rendu visite dans les locaux de leur école.

L'idéal serait ensuite d'installer le double allumage, le bouton d'arrêt d'urgence, le bouton pour éteindre le broyeur, le bouton pour inverser le sens de rotation du broyeur si nécessaire, regarder comment régler le variateur de vitesse une fois qu'il sera reçu...etc.

Pour finir, il restera également la meilleure partie du projet, selon nous, que nous n'avons malheureusement pas eu la chance de faire, qui est le test du broyeur avec le moteur.

Il faudrait faire des tests sur plusieurs types de plastiques et de formes de pièces présents à Polytech Angers, et d'en tirer des conclusions, comme les vitesses de rotation du moteur optimale pour chaque type de plastique par exemple, puis créer un petit guide comme pour notre manuel de montage, qui indiquerait pour un type de plastique donné quelle vitesse de rotation du moteur est optimale afin d'obtenir des copeaux de plastiques de la taille voulue.

Il serait aussi utile de compléter le manuel de montage avec les éléments de sécurité qui seront ajoutés.

III) Conclusion du projet

a) Conclusion générale

Nous nous sommes attachés à ce projet et au broyeur. Nous regrettons alors de ne pas avoir pu le faire fonctionner à l'aide du moteur.

Malgré cela nous tirerons évidemment un bon souvenir de ce projet. En effet, nous avons appris et compris beaucoup de choses en mécanique. Passionné par cette discipline, notre encadrant principal Alain Lopes a beaucoup contribué à enrichir nos connaissances dans ce domaine et à nous le faire apprécier davantage.

Nous retenons plusieurs leçons de ce projet. Tout d'abord, avant de réaliser un devis, nous devons impérativement être sûrs de notre système. En effet, cela nous aurait évité en l'occurrence de commander des boutons poussoirs maintenus plutôt que des boutons poussoirs momentanés. Ensuite, lors de manipulation mécanique, il ne faut pas forcer mais plutôt graisser et effacer les bavures à l'aide de papier à poncer. Il ne faut pas hésiter à solliciter une personne qualifiée pour lui demander des conseils et discuter avec elle des solutions possibles pour résoudre des problèmes.

Ensuite, nous avons eu beaucoup de soucis où nous n'avions pas la possibilité de faire avancer nous-mêmes les choses, comme le manque de moteur, les fichiers CAO et les approximations faites à la création des pièces par exemple. Nous sommes malgré cela toujours passés à l'action, nous avons essayé de trouver une solution à chaque problème rencontré, ou alors nous les avons contournés si nous n'avions aucun pouvoir dessus.

Enfin, nous espérons que les prochains étudiants qui s'attaqueront au broyeur auront moins de problèmes que nous, plus d'aisance à le monter et démonter et surtout qu'ils auront l'opportunité de le faire fonctionner avec le moteur.

b) Conclusions personnelles

Youen :

J'ai trouvé ce projet très enrichissant. D'abord parce que comparé aux séances de CM, TD et TP c'est une manière totalement différente de travailler, j'ai apprécié le fait de pouvoir être en autonomie mais à la fois d'être encadré s'il y avait un problème, pour avoir des conseils de nos professeurs.

J'ai particulièrement aimé ce projet car il était très manuel, j'ai aimé manipuler les pièces, me rendre compte de la complexité de chacune d'entre elles, j'ai appris que pour un broyeur même aussi petit que le nôtre, que la précision et la patience était le mot d'ordre pour le bon déroulement du projet.

L'avantage de ce projet c'est qu'on avait une partie manuelle, et une partie conception pour les systèmes de sécurité, on a aussi utilisé des logiciels de CAO, des machines, en bref on a touché un peu à tout.

De plus, le projet a permis de mettre l'accent sur le travail en équipe, chose primordiale pour notre futur métier, et j'ai trouvé ça génial de pouvoir s'organiser à trois.

Pour finir je dirais que ce projet au-delà de m'avoir appris de nombreuses choses m'a également conforté dans mon choix d'orientation pour l'année prochaine.

Aras :

Bien que je sois plutôt orienté programmation informatique, le projet m'a beaucoup plu, car il y avait de nombreux problèmes à résoudre, et j'aime résoudre des problèmes, parce que c'est ce qui nous rend toujours meilleur dans une discipline.

Pendant ces deux ans de Peip, il y avait en très grande majorité de la théorie. Les séances de projet nous ont permis de s'évader de la théorie et d'enfin passer un peu plus à la pratique. Il est gratifiant de pouvoir utiliser ses connaissances théoriques vues en cours pour de la pratique. En l'occurrence, j'ai utilisé beaucoup de mon savoir de la matière Bureau d'études et Génie Mécanique, pour le broyeur.

Je garde alors un bon souvenir de ce projet.

Cassilla :

J'ai énormément apprécié ce projet bien que nous ayons rencontré bon nombre de difficultés.

En effet, je trouve que la partie pratique et manuelle d'un projet est la plus intéressante. En cours, nous avons la plupart du temps étudié seulement la partie théorique d'une matière sans voir concrètement à quoi cela pouvait ressembler, ou quelles étaient ses mises en application. La partie mécanique m'a beaucoup intéressé, il a simplement manqué la partie électronique dans ce projet, qui aurait pu être tout aussi intéressante si nous avions eu le temps de la concevoir.

Aussi, le fait d'avoir accès au FabLab et à tous les outils à notre disposition, et l'aide que nous a apporté M. Lopes pour résoudre les soucis mécaniques ou nous donner des conseils furent très agréable. Nous avons pu apprendre et progresser car il nous a fait partager son expérience avec une grande pédagogie.

Le travail au sein du groupe a aussi été très plaisant et enrichissant, il nous a permis de mieux faire face aux difficultés rencontrées, de réfléchir aux solutions avec différents raisonnements...etc.

Pendant ce projet nous avons aussi pu apprendre qu'il existe beaucoup de complications dans la pratique, ce à quoi nous ne pouvons pas toujours nous attendre lorsque l'on se concentre uniquement sur la partie théorique d'un projet.

IV) Résumés

a) Français

L'imprimante 3D du Fablab utilise différents types de matériaux, et en particulier du plastique pour imprimer les pièces. Lorsque l'objet imprimé en 3D est défectueux ou n'est plus utile, nous pouvons le recycler au lieu de le jeter. C'est là qu'intervient le broyeur.

Des étudiants des années précédentes ont modélisé ce broyeur sur SolidWorks. Les étudiants de l'ENSAM ont ensuite réalisé ses pièces et nous les avons reçues pour monter le broyeur.

Notre projet consistait en la conception d'un manuel de montage et à réfléchir à la partie sécurité pour les prochains étudiants qui travailleront sur le broyeur.

Nous avons rencontré beaucoup de problèmes mais nous avons trouvé des solutions. Cela ne nous a pas empêché de concevoir le manuel de montage, et d'avoir réfléchi à la sécurité de l'utilisateur du broyeur.

b) English

The 3D printer uses different types of materials, particularly plastic to build pieces. When the 3D printed object is deficient or not useful anymore, it is better to recycle it instead of throw it away. Here comes the crusher.

Last year's students modeled this crusher on SolidWorks. Then, ENSAM's students realized its pieces and we received them to build the crusher up.

Our project consisted in concepting a build-up manual, and brainstorming about the security part for next students who will work on the crusher.

We met loads of issues but we found solutions to fix it. This didn't prevent in making the building up manual, and to think about the security around the crusher.

V) Annexes

a) Manuel de montage

<https://drive.google.com/file/d/11cUt7Lsg3IRaJlXA-uEUlmdYkLba8Qw/view?usp=sharing>

b) Fiche erreur perçages

https://drive.google.com/file/d/1bySlzwGDDkEulgmU0tWWOVOM5ZZWMMB_/view?usp=sharing

c) Blog

<http://blog.univ-angers.fr/istiaprojetsei2/?p=2484>

d) Vue éclatée

