

Polytech - Recyclage de PLA

Recyclage des chûtes de PLA de Polytech avec les trois machines 3devo.

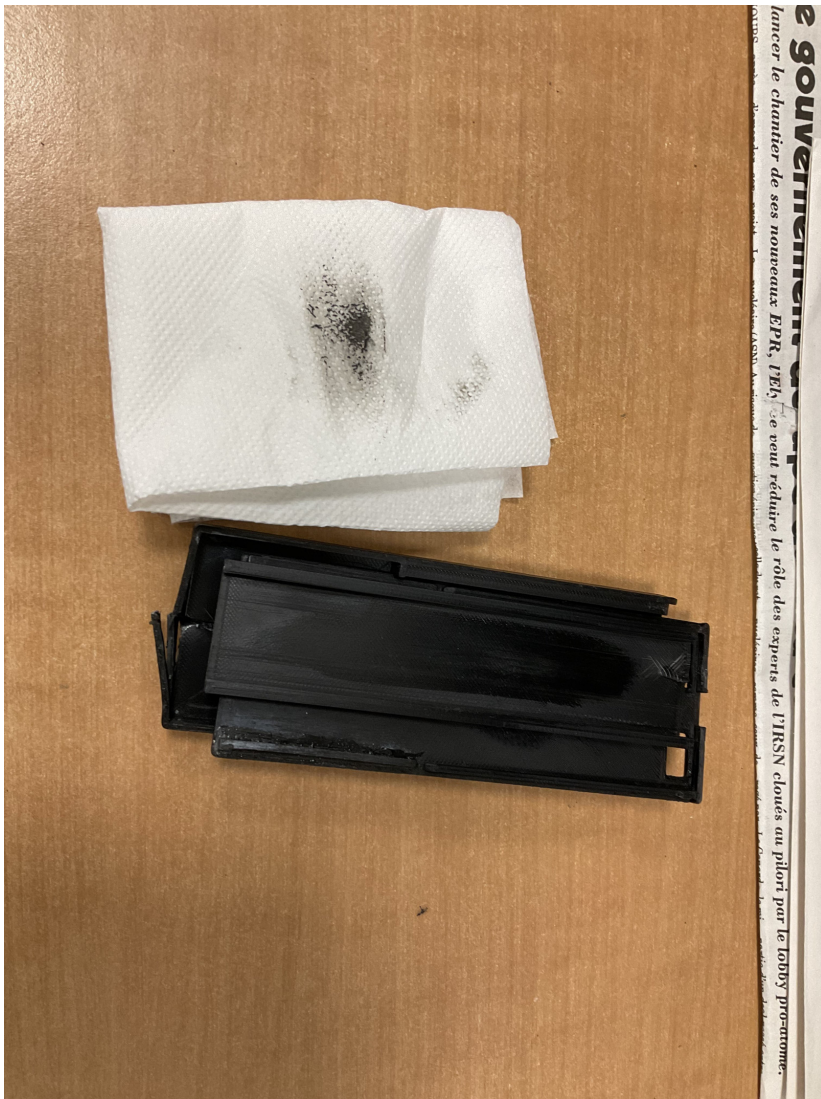
- 1 - Broyer le PLA
- 2 - Mort à l'humidité ! (sécher le PLA)
- 3 - Faire le filament (Enfin tenter)
- TL;DR - Résumé des machines et choses à faire pour la suite
- Projet industriel MTX4
 - Impression d'un PLA neuf

1 - Broyer le PLA



La bête

Première étape du recyclage du PLA, la broyeuse. On tri tout d'abord les PLAs par couleurs et, pour s'assurer que certains morceaux suspects sont bien en PLA et non en ABS, on les frottes à l'???



On a trouvé un coupable !

Enfin, on casse préalablement les morceaux trop gros pour rentrer et laisse la broyeuse faire le reste.



On se dirige ensuite vers la déshydratation du PLA

2 - Mort à l'humidité !



100% on peut faire des œufs durs

avec ça

///

Cette étape s'est un peu faite à tâtons, pour ne pas dire à l'arrache, et tourne un peu en rond. Pour uniquement avoir les faits, sauter directement à la fin ou lire le TL;DR.

///< FIN DISCLAIMER ///<

Seconde étape du recyclage : Sécher le PLA broyé.

Étape un peu plus compliqué que la précédente. Afin d'éviter la formation de bulles lors de l'effilage du PLA, il est nécessaire de le sécher. Afin de mesurer la taux d'humidité présent dans les flocons, on utilise la machine suivante :



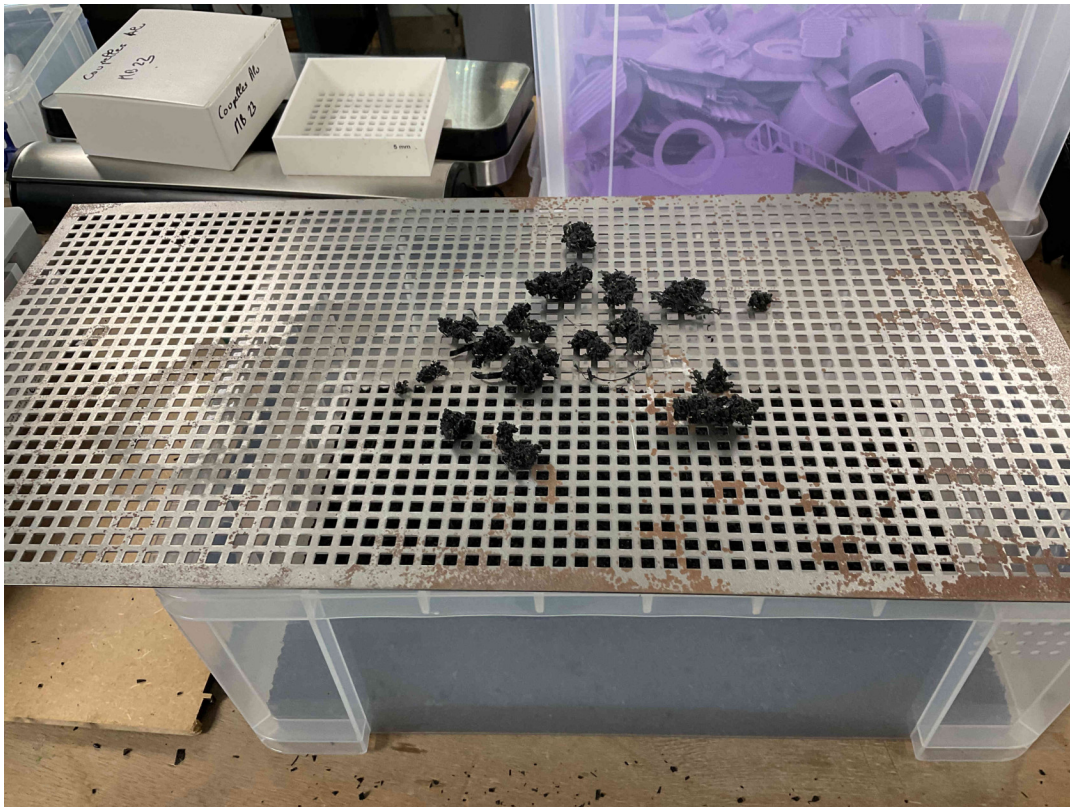
Appareil à mesures gravimétriques

L'idée derrière cette machine est de réaliser via un échantillon une première pesée, puis de chauffer et enfin faire une seconde pesée. Le pourcentage de matière perdu nous donnera alors le taux d'humidité présent.

Le programme recommandé pour le PLA de la sècheuse est de 80°C pour 3H, la machine ci-dessus ne pouvant aller que jusqu'à 99 minutes, et pour gagner un peu de temps, on essaye une première mesure sur un échantillon de 10g, mit à 80°C pendant 20 minutes. On relève 3% d'humidité. On lance le même programme pour vérifier sa véracité, on relève alors 1% d'humidité. S'agissant de la plus petite mesure possible par l'appareil, on peut considérer le programme de test réalisé comme pertinent.

On prend alors le reste de PLA et le met dans le programme par défaut de la sècheuse, soit 3H à 80%.

Le PLA séché, certains flocons se sont collés et ont formés divers blocs, on les sépare du reste à l'aide d'un tamis.



Amas de PLA sur tamis

On refait alors une mesure sur 10g à 80°C et 20 minutes, on relève 1% d'humidité. Une fois de plus s'agissant de la mesure la plus fine permise par l'appareil, on considère le PLA comme suffisamment sec.

On trouve alors quelques indications supplémentaires sur le support de 3Devo. Les taux d'humidités recommandés pour le PLA afin de réaliser un effilage sont de minimum 0.02%, et idéalement 0.005%. L'appareil de mesure utilisé n'est donc pas suffisamment précis, et les flocons de PLA sont donc potentiellement trop humides. (Mais pas nécessairement car il s'agit du pas de la machine ... et puis faut tenter des trucs hein !).

PP	SAN	PA (nylon)
PS	PMMA	PET
	PPE+HIPS	PBT
	PPS	TPU
	POM	PEI

As mentioned before, table 1 just gives a few examples of hydrophobic and hygroscopic polymers which contain no additives. To know exactly which category covers your polymer, please read the supplied technical datasheet or contact the supplier of the polymer. Every technical datasheet should contain information about drying time and temperature. This information is usually based on the maximum moisture content of the polymer, with which it can still be processed successfully. Hygroscopic polymers which fall under the column of cosmetic concerns generally can be processed successfully if the moisture content is below 0.05 or 0.10%. Polymers under the performance issue category should not exceed a moisture level of 0.02%, and it would be even more optimal if the moisture content is contained below 0.005%.

At the 3devo test lab we always pre-dry hygroscopic materials before trying to make filament out of it. After the pre-drying, we also measure the moisture content in a moisture analyzer machine, to check if the material is dry enough to be processed successfully.

Source : [ici](#)

(consulté le 25/04/2023)

Faute de mieux, on décide de tout de même tenter l'étape suivante.

Conclusion :

On sait que le PLA doit avoir un taux d'humidité d'au moins 0.02%, idéalement 0.005%.

Appareil de mesure d'humidité pas assez précis pour l'application désirée.

On sait que le PLA séché a un taux d'humidité inférieur à 2%.

Chercher les ordres de grandeurs désirées avant de commencer les manipulations la prochaines fois.

3 - Faire le filament (Enfin tenter)

[[PHOTO Filament maker]]

La source de tous les maux

Troisième, dernière et plus terrible des étapes:

Faire le filament.

Pour présenter brièvement la machine, il s'agit d'une vis sans fin avec 4 sources de chaleurs. En sortie se trouvent de haut en bas, deux ventilateurs, pour refroidir le filament sortant, un capteur optique pour mesurer son épaisseur et asservir la vitesse de tirage et deux roulements pour tirer le filament. On passe enfin le filament tiré dans les deux anneaux métalliques puis l'attache à une bobine qu'on vient fixer de l'autre côté pour l'enrouler.

On charge les paramètres par défauts pour PLA suivant :

[[PHOTO PARAM PAR DEFAULT PLA]]

Profil par défaut pour le PLA

On a , dans l'ordre, la température des quatre points de chauffe, la vitesse de la vis sans fin et celle des ventilateurs. D'autres paramètres sont disponibles mais ceux-ci sont les principaux et on ne s'attardera pas sur d'autres.

Le PLA est d'abord resté coincé dans la machine, on a donc monté de 5°C la température de la tête en sortie. Une fois le PLA enfin sortie, l'épaisseur fût très aléatoire, on a oscillé entre 3mm et 0.6mm, avec un court instant aux 1.75mm désirées.

De plus, après une heure de fonctionnement branché à 12V, le vibreur (nécessaire pour éviter que les flocons ne se bloquent) a cessé de fonctionner, il faudrait l'ouvrir pour voir si/quel composant a

brûlé et le remplacer.

On a également un problème avec la partie permettant d'embobiner le fil produit. Beaucoup trop lente, notamment comparé aux démonstration qu'on trouve aisément sur Internet, voir si il s'agit d'un problème de software ou mécanique.

Enfin grâce à un logiciel fournit par 3devo (DevoVision), il est possible d'enregistrer sur un ordinateur branché à la machine la taille du filament produit durant tout le processus. En annexe un fichier d'exemple du catastrophique premier essaie.

TL;DR - Résumé des machines et choses à faire pour la suite

TL;DR - Pas le temps, pour reprendre le projet

Les machines :

La broyeuse : Bien trier les morceaux avant de les broyer, assez intuitif.

La sécheuse : Assez intuitif également, les programmes par défauts on l'air bien, sinon idéalement regarder la datasheet du matériaux à sécher.

La machine à faire le fil : L'utilisation en soi est assez intuitive aussi, mais c'est au moment de régler les paramètres que ça devient plus compliqué. Idéalement prendre les paramètres par défaut puis peaufiner au fil des tests.

DevoVision : Utile pour récupérer les mesures, branché la machine à l'ordinateur et lancer la capture avant de démarrer le programme du Filament Maker.

À faire :

Trouver un appareil de mesures gravimétriques plus précis (au moins 0.01% près, idéalement 0.001%) et un protocole.

Ouvrir et réparer le vibreur.

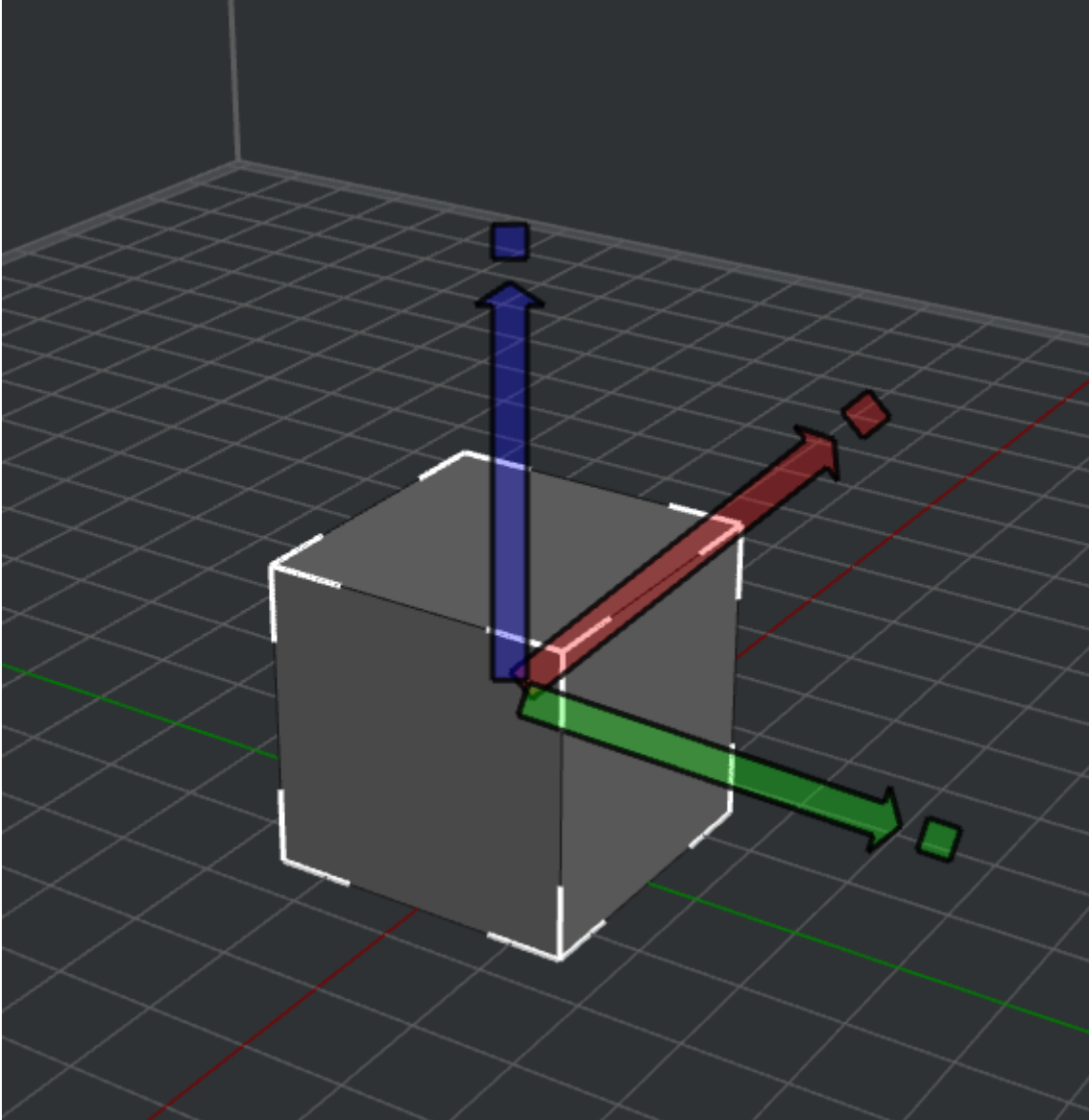
Comprendre et réparer l'embobineur.

Réaliser différents tests avec des pourcentages variables de grumeaux purs.

Projet industriel MTX4

Le FabLabSU est un service de Sorbonne Université qui forme les étudiants à la technologie FDM à base polymères plastiques (PLA est le plus courant, mais aussi ABS, PETG...). La phase d'apprentissage est synonyme d'erreurs, et donc de génération de déchets importants. Cette ressource est pour l'instant stockée, mais pourrait en principe être recyclée, pour produire du filament à nouveau utilisable pour l'impression 3D, moyennant un appoint en matière première neuve et/ou additifs pour corriger la composition. Le sujet du projet est donc la mise en place de procédures permettant la mise en œuvre de ce recyclage, depuis le tri jusqu'à la qualification du matériau de ré-emploi, en passant par toutes les étapes (broyage, séchage, extrusion)

Impression d'un PLA neuf



Afin de comparer l'effet du recyclage mécanique sur le PLA déchet stocké au FabLab et le PLA neuf, on produit un échantillon à partir du PLA dit neuf.

La bobine utilisée est le PLA BASF Ultra Fuse Black 1.75mm 750g, on imprime 5 cube de 20x20x20 mm (0% de remplissage, sans support ni radeau) afin d'avoir environ 15 à 20 g de matière plastique à recycler.