

# Aperçu du processus de recyclage de filament d'impression 3D

La production de filament d'impression 3D recyclé est faite en plusieurs étapes, dont :

- Collection de chutes de plastique
- Déchiquetage de la matière brute
- Nettoyage du granulé
- Séchage du granulé
- Première extrusion grossière du granulé
- Pelletisation du filament
- Extrusion finale des pellets

À présent nous verrons en détail chaque étape de la production.

## Collection de chutes de plastique

Robopoly propose aux étudiants des bacs de récupération à côté des imprimantes où les membres peuvent jeter leurs impressions ratées ou des produits indésirables innés à la production par impression 3D comme les supports. Comme les membres de Robopoly ont rarement accès à du filament autre que le PLA, les bacs de récupération sont déjà triés.

## Déchiquetage de la matière brute



Cette étape nécessite une première machine : la déchiqueteuse. Cette machine utilise une série de lames afin d'écraser les chutes de plastique afin d'obtenir de

petits fragments de plastique qui seront plus simples à traiter dans les prochaines étapes.

## Nettoyage de la matière brute

Cette étape a comme but de filtrer tout objet indésirable dans les objets à recycler et à nettoyer les objets de toute poussière ou de toute saleté de surface. Ceci prévient des dégâts aux machines ainsi qu'assure un produit final plus propre.

## Séchage du granulé

Lors de l'extrusion du filament, il est nécessaire d'utiliser des températures au-delà de 180°C. Puisque les plastiques sont hygroscopiques, ils absorbent une partie de l'humidité présente dans l'air. À cette température d'extrusion, l'eau est expulsée du filament et crée des bulles de vapeur d'eau dans le plastique fondu. Ceci mène à un produit final de qualité indésirable. Une étape de séchage du granulé diminue son humidité et limite la production de bulles de vapeur d'eau lors de l'étape d'extrusion. Afin de sécher le granulé, celui-ci est installé dans un bac avec un flux d'air chaud à une température proche mais en dessous de sa température de transition vitreuse afin d'éviter de fusionner les granulés ensemble.

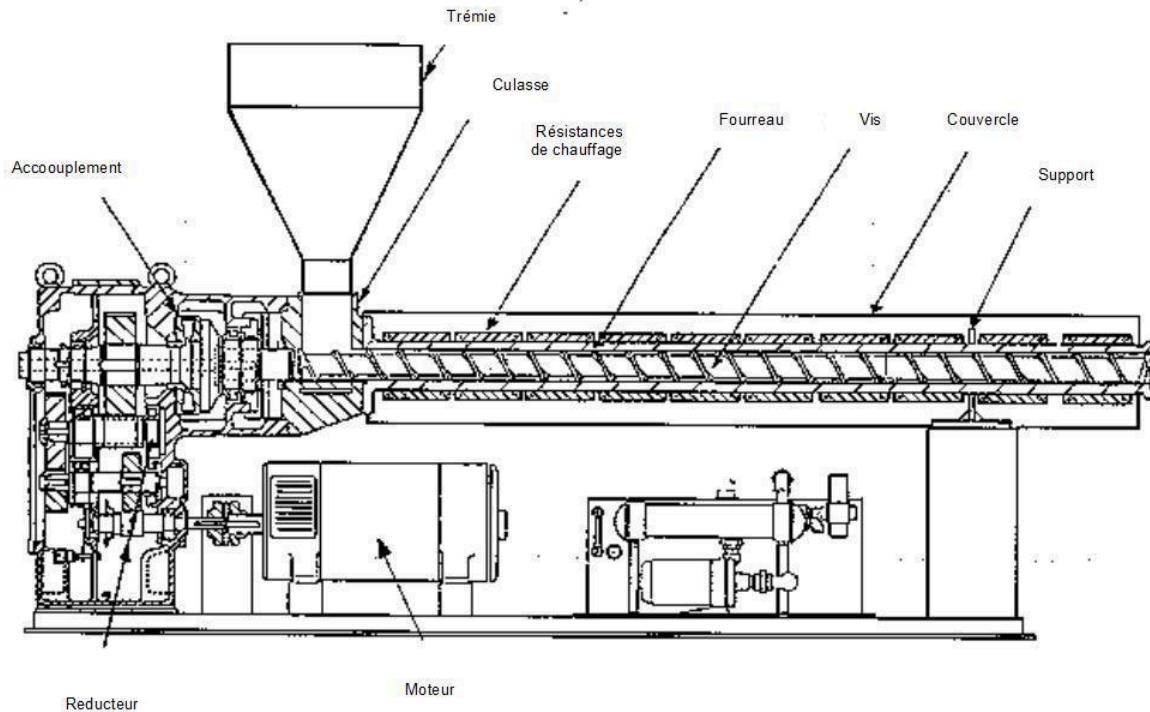
## Première extrusion grossière du granulé

Le but de cette étape est de créer un filament relativement homogène afin d'en créer des pastilles dans l'étape d'après. Ces pastilles, étant plus homogènes que le granulé produit par la déchiqueteuse, créeront elles-mêmes un filament plus homogène et une extrusion plus contrôlable. Nous verrons plus tard les défis techniques de l'extrusion de plastiques qui justifiera les choix de rajouter cette étape.

L'extrusion d'un granulé se fait en plusieurs étages. Tout d'abord, le granulé est alimenté dans la trémie. La vis d'extrusion transporte le granulé au long du fourreau ou barreau d'extrusion. Plusieurs éléments de chauffage fondent le granulé de façon graduelle. Au bout de l'extrudeuse, une pièce métallique avec un trou du diamètre du filament, nommée filière, façonne le plastique fondu à une forme circulaire. À la sortie de l'extrudeuse, celui-ci est tiré par deux roues molles. Un capteur de diamètre du filament commande l'ajustement du diamètre du filament par le contrôle de la vitesse de rotation des roues. Entre l'extrudeuse et le capteur, le filament est refroidi par le biais d'un flux d'air ou d'eau. Finalement, le filament est enroulé dans une bobine de filament.

## Dossier projet recyclage de filament

On note que dans cette première étape, un contrôle exact du diamètre du filament n'est pas nécessaire. Le but est d'extruder un filament relativement homogène afin d'en créer des pellets de taille similaire.



## Pelletisation du filament

Dans cette étape le filament extrudé grossièrement est découpé en pellets de taille uniforme avec l'aide d'une machine à granuler. Le filament est alimenté dans la machine qui le coupe avec un outil coupant tel qu'une fraise menée par un moteur à haute vitesse.

## Extrusion finale des pellets

Cette étape est très similaire à l'étape de l'extrusion grossière du granulé. Cependant, l'avantage de cette étape est l'homogénéité des pellets qui permet une meilleure extrusion finale. Le but est de contrôler le diamètre du filament afin qu'il soit proche du diamètre cible de 1.75mm en ajustant les paramètres de la température d'extrusion et de la vitesse de rotation des roues molles qui tirent sur le filament.

# Défis techniques des étapes d'extrusion

Nous avons vu dans la dernière section la nécessité d'extruder plusieurs fois le granulé afin d'obtenir une extrusion propre. La raison provient des variations des densités apparentes du granulé. Comme les pièces granulées sont formées de tailles différentes alors il est possible que d'une spire à une autre dans la vis d'extrusion la masse de plastique diffère grandement. Les pellets étant bien plus homogènes ont une densité apparente peu variable et donc le filament est extrudé bien plus proprement.

De plus, d'autres paramètres affectent la qualité du filament final, comme la morphologie de la vis d'extrusion. Bien qu'une vis à diamètre constant puisse extruder de la matière tant que des pellets rentrent dans les spires, lorsque les pellets avancent sur la longueur de la vis, le plastique fond et donc prend moins d'espace. Des bulles d'air sont donc formées et le filament final est inhomogène. Il est donc nécessaire d'utiliser une vis à diamètre mineur variable afin de diminuer le volume que les pellets peuvent occuper lorsqu'ils avancent dans la vis.

Finalement, afin de contrôler correctement le diamètre du filament extrudé il est nécessaire de créer une boucle de contrôle sur la vitesse de roues molles qui tirent sur le filament extrudé. Ce dernier point n'est souvent pas adressé par les solutions du marché qui ont un contrôle manuel de la vitesse de rotation des roues.