

Comment automatiser et garantir une fiabilité du processus d'extrusion de granules de PLA recyclés ?

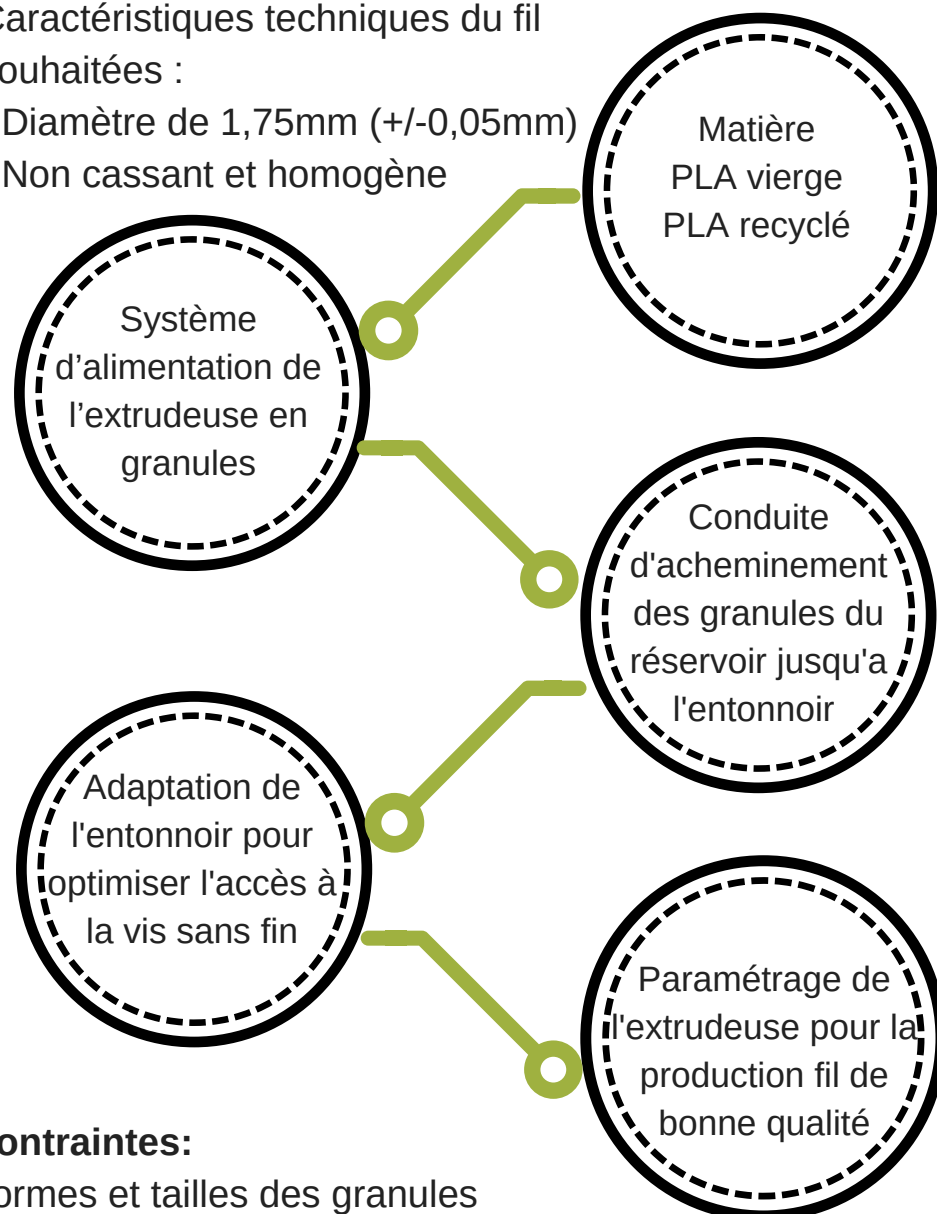
Introduction

Aujourd'hui, l'impression 3D se démocratise et prend une part importante dans la nouvelle forme de production. Basée sur la fabrication additive (fines couches déposées une à une), les imprimantes 3D permettent d'avoir des délais de fabrications courts avec des formes complexes et sans nécessiter d'une fabrication de moules au préalable. Cette technologie dite « open source » consomme de la matière plastique vierge. Cependant, à l'heure actuelle, le problème des déchets plastiques est un enjeu majeur pour l'Europe et le monde. Le Lorraine Fab Living Lab, en concordance avec les directives européennes qui visent une économie circulaire à moyen terme, adopte une démarche verte et durable. Le souhait est de réutiliser ce plastique en le recyclant et en le régénérant sous forme de fil adéquate aux imprimantes 3D.

1. Objectifs et structure du projet

Fiabiliser le processus de recyclage en garantissant la qualité de la matière première destinée à l'impression 3D. Caractéristiques techniques du fil souhaitées :

- Diamètre de 1,75mm (+/-0,05mm)
- Non cassant et homogène



Contraintes:

- Formes et tailles des granules
- Température importante à l'entrée de la chambre de la vis sans fin due à la conduction importante
- Inclinaison de l'extrudeuse et forme de la bouche d'admission
- Utilisation de ressources propres à un espace d'innovation
- Durée de l'étude (5 semaines d'Initiation à la Recherche)

2. Prise en main de l'extrudeuse

Observations concernant le PLA recyclé:

- Bourrages fréquents des granules dans le réservoir et mauvaise étanchéité du bouchon existant
- Formation de blocs de granules sous l'effet de la température



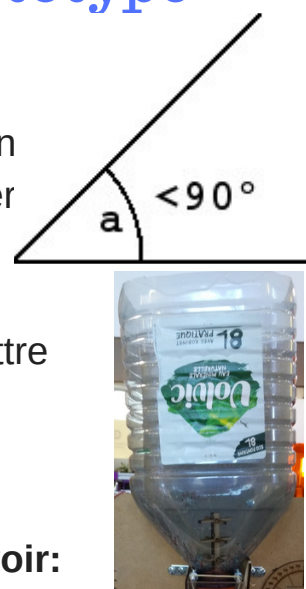
- Structure de l'entonnoir ne permettant pas une répartition optimale des granules au niveau de la bouche d'accès à la vis sans fin



3. Modification du prototype

a) Changement de réservoir:

- Réservoir avec un angle plus aigu afin de diminuer la contrainte mécanique latérale appliquée aux granules
- Volume plus important afin de permettre une plus grande autonomie

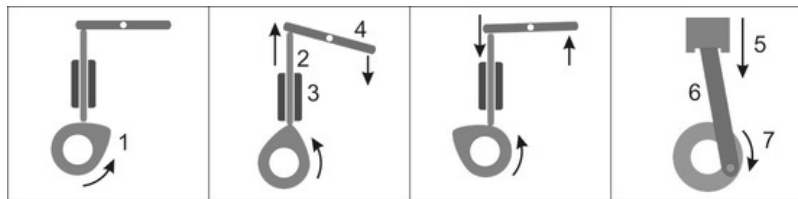


b) Modification du bouchon de réservoir:

PHOTOGRAPHIES	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
	<ul style="list-style-type: none"> Permet de bloquer ou autoriser le passage des granules par gravité 	<ul style="list-style-type: none"> Bouchon mal adapté à l'entonnoir du réservoir ce qui cause un problème d'étanchéité du réservoir Problème de bourrage fréquent
	<ul style="list-style-type: none"> Bonne étanchéité du bouchon de réservoir Forme conique permet au bouchon d'ajuster sa position lors de sa remontée 	<ul style="list-style-type: none"> Problème de bourrage qui persiste malgré une diminution de la fréquence
	<ul style="list-style-type: none"> Bonne étanchéité du bouchon de réservoir La base de forme conique est suffisante pour permettre au bouchon d'ajuster sa position lors de sa remontée La présence de l'axe muni de tiges, permet de garantir un meilleur flux 	<ul style="list-style-type: none"> Manque de couple du moteur pas à pas Néma 17. Impossibilité d'avoir une utilisation avec ce bouchon de réservoir car nécessite un couple mécanique plus important
	<ul style="list-style-type: none"> Bonne étanchéité du bouchon de réservoir La base de forme conique est suffisante pour permettre au bouchon d'ajuster sa position lors de sa remontée La présence de l'axe avec moins de tiges et de détails réduits, permet de garantir un meilleur flux 	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'élastique nécessaire afin de maintenir le bouchon dans son axe

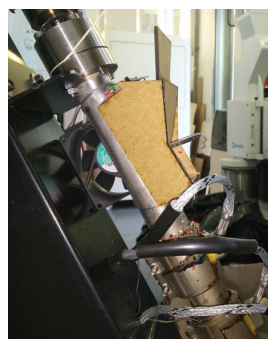
c) Positionnement moteur et transmission de force mécanique:

Utilisation de la rotation du moteur électrique pour réaliser un mouvement de translation (principe bielle - piston)



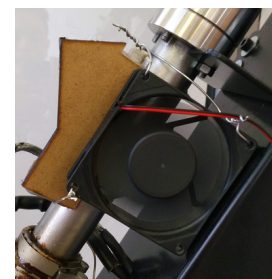
d) Modification de l'entonnoir:

- Adapté à l'inclinaison de l'extrudeuse (60°)
- Optimisation de l'utilisation de la surface d'absorption des granules



e) Mise en place d'un ventilateur 12V CC:

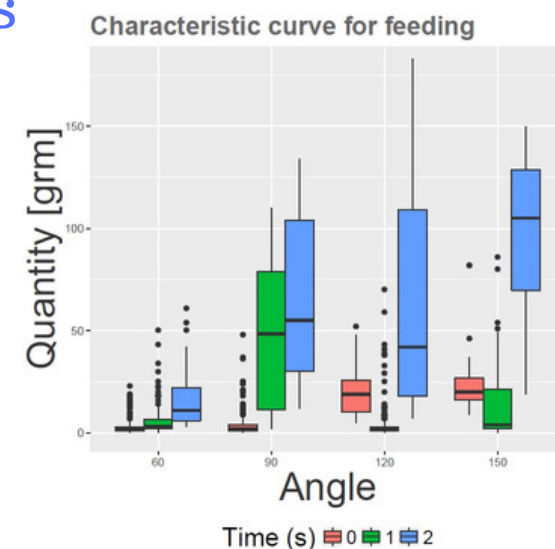
- Ventilateur permettant de dissiper la chaleur transmise (conduction) par les résistances chauffantes au niveau de l'entrée de la vis sans fin



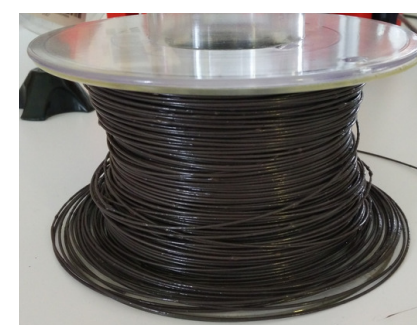
4. Résultats

Étude statistique:

- Réalisée avec 1kg de granules
- Débit non linéaire
- Démontre l'intérêt de la présence d'une LED et d'une photorésistance



1ère bobine de fil extrudé



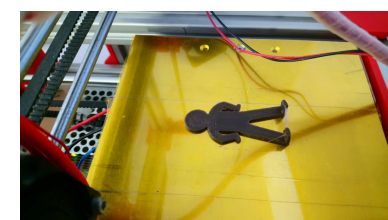
- Présence de nombreuses imperfections
- T1: 165°C T2: 155°C T3: 150°C V: 5rpm

2ème bobine de fil extrudé



- Peu d'imperfections présentes
- T1: 170°C T2: 165°C T3: 150°C V: 5rpm

Impression 3D (test)



Réalisation d'un modèle test avec l'imprimante 3D et la 2ème bobine de fil. **C'est un succès!**

5. Axes d'amélioration



Filtrer les granules recyclés



Rupture de ponts thermiques



Contrôle du flux d'air



Canalisation d'acheminement des granules qui s'adapte aux différentes positions



Maintien du fil dans l'axe du capteur de niveau



Lecture réelle des températures

6. Conclusion

- Le prototype a été modifié et optimisé afin de le rendre opérationnel. Aujourd'hui la régulation du débit est maîtrisée et les premières bobines de filaments 100% recyclés sont extrudées. Le prototype doit être consolidé d'avantage et son ergonomie est à améliorer.
- Un tamisage en sortie de broyeuse s'avère utile car le réglage des paramètres d'utilisation dépend fortement de la granulométrie du PLA recyclé.
- Mettre en place une procédure de contrôle de la qualité du fil extrudé de façon à classer ce dernier et à déterminer les paramètres optimaux de l'extrudeuse. À terme, le but est d'instaurer une norme qualité des fils extrudés à partir de PLA recyclé.

7. Bibliographie

- DropBox greenFablab. [En ligne]. <https://www.dropbox.com/home/GreenFablab/Bibliography>
- BBFil. Extrudeuse Xcalibur. [En ligne]. <http://www.bbfil.fr/extrudeuse-xcalibur-c2x22857729>
- noztek. noztek-xcalibur-manual. [En ligne]. <http://www.noztek.com/wp-content/uploads/2015/09/noztek-xcalibur-manual.pdf>

Auteur : Eudes LE MAISTRE- eudes.lemaistre@viacesi.fr