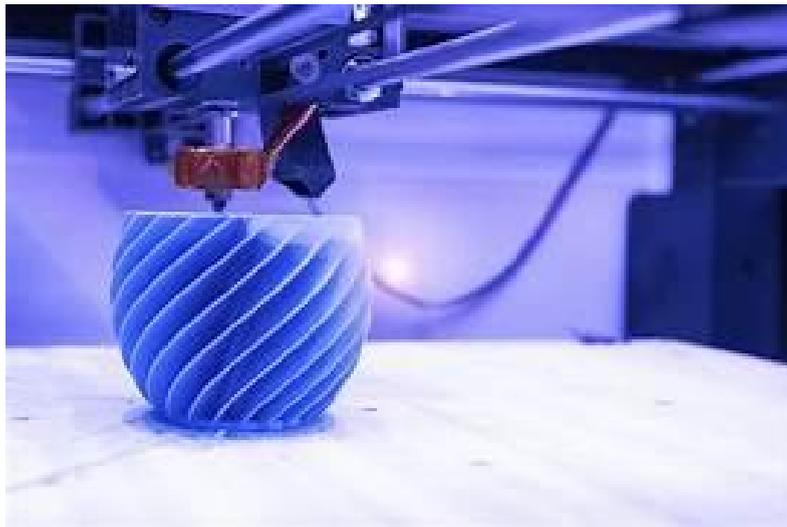


Étude sur le recyclage du PLA issu des imprimantes 3D



En 1984, Chuck Hull dépose un brevet pour son invention : la stéréolithographie. Cette dernière permet de modéliser un objet 3D par superposition de couches successives. Cette technique donnera par la suite naissance à la toute première imprimante 3D. Au fil des années, les méthodes d'impression se diversifient pour ensuite évoluer et c'est en 2006 que les imprimantes par méthode additive se démocratisent. Cette méthode consiste à réaliser une pièce par addition successive de fines couches de matière, il en existe plusieurs mais celle qui nous intéresse est la FDM (Fused Deposition Modeling). Pour ce faire, une tête d'extrusion va chauffer un filament de plastique pour former des couches qui s'empilent et durcissent à température ambiante. Il existe différents plastiques qui sont utilisés mais le plus courant est le PLA. Un des grands avantages de l'impression 3D est la possibilité de fabriquer des pièces complexes. Mais plus la pièce va être complexe, plus il y aura besoin de supports. Les supports permettent de combler le vide sous une pièce lorsqu'elle atteint un certain angle d'inclinaison et ainsi l'empêcher de s'affaisser. Le problème étant que cela devient un déchet et n'est plus utilisable, tout comme une impression qui rate lorsque par exemple la première couche n'adhère pas bien au plateau et donc toute la pièce est à jeter. Heureusement le PLA est un polymère recyclable.

Dans le cadre de notre projet nous sommes allés au Fablab de l'université de Bordeaux. Le Fablab est un atelier équipé de diverses machines tels que des imprimantes 3D ou bien une découpeuse laser. Cet espace accessible à tous, que ce soit étudiants, entreprises ou particuliers, permet de mettre en place des projets et concevoir de nouveaux produits. Dans notre cas, ce qui nous intéresse plus particulièrement est de connaître la quantité de PLA utilisée en impression 3D et de savoir comment elle est recyclée. Nous pouvons donc nous demander : quelles sont les méthodes de recyclage du PLA dans les impressions 3D ?

Dans un premier temps nous allons voir ce qu'est plus précisément le PLA, comment il est fabriqué et quelles sont ses propriétés. Dans une seconde partie nous verrons les méthodes qui existent pour le recycler, et pour finir nous parlerons d'une application possible de l'utilisation du PLA une fois recyclé.

I/ Le PLA

1- Qu'est-ce que le PLA

Nous allons tout d'abord commencer par définir ce qu'est le PLA. Le PLA qui signifie PolyLactic est une matière issue de la polymérisation de l'acide lactique (dextrose, le sucre).

Le PLA est un polymère biodégradable en compostage industriel c'est-à-dire qu'il peut être composté que sous certaine condition de température et d'humidité avec présence de micro organismes. Le PLA provient de ressources végétales et renouvelables à l'échelle humaine ce qui fait de lui un matériau biosourcé. Le PLA

sert principalement de substitut au plastique qui provient de ressources fossiles comme le pétrole.

Premièrement nous allons nous intéresser au cycle de vie du PLA. Au début on récolte la matière végétale qui peut être par exemple du maïs. Ensuite il est amené dans une usine qui le transforme en billes de PLA pour pouvoir par la suite être transformé dans une usine de packaging. Après vient sa durée de vie dans les mains du consommateur, puis s'il est composté dans les bonnes conditions il produira du CO₂ et de l'eau.

2- Pourquoi le PLA en impression 3D

Maintenant nous allons voir les intérêts écologiques par rapport au plastique classique. Il produit 80 % en moins de gaz à effet de serre lors de son extraction et sa fabrication. Il est donc fait à partir de ressources biosourcées et non du pétrole. Ensuite nous allons voir pourquoi le PLA est utilisé en impression 3D.

Le PLA est principalement utilisé en impression 3D non pas pour une raison écologique mais pour ses caractéristiques techniques.

Nous allons commencer par regarder son principal concurrent dans l'impression 3D qui est l'ABS. L'ABS est un polymère thermoplastique qui a été très utilisé au début de l'impression 3D. Toutefois ses défauts, qui ont été de plus en plus évidents, sont qu'il dégage une forte odeur quand il chauffe et qu'il est difficile à imprimer car il faut atteindre une température de 105°C pour qu'il puisse être imprimable .

Maintenant nous allons voir les caractéristiques qui favorisent l'utilisation du PLA dans l'impression 3D. Premièrement il est rigide et ne dégage pas d'odeur lorsqu'il chauffe et nécessite une température de mise en œuvre de 70°C qui est bien inférieure à l'ABS. Il peut aussi être facilement disponible en plusieurs couleurs et bien sûr il est issu de matière biosourcée.

Le seul problème de l'utilisation du PLA en impression 3D est la gestion des déchets car il n'existe pas en France de filière de recyclage.

II/ Méthodes de recyclage

1- broyeuse

Une fois les déchets en PLA récoltés il faut les recycler et trouver la bonne méthode. On peut dans un premier temps les passer à la broyeuse afin d'en faire des granules. Ces derniers peuvent ensuite servir à refabriquer d'autres pièces par injection. Cette méthode est la plus simple mais elle nécessite de posséder une broyeuse ce qui n'est pas le cas pour toutes les entreprises, notamment les structures comme le Fablab pour qui ce n'est pas rentable en vue de leur faible production de déchets.

2- extrusion

Une autre façon de le recycler et d'utiliser les granulés de PLA pour en faire du filament par extrusion et s'en servir pour faire d'autres impressions 3D. L'inconvénient est qu'il est très difficile d'obtenir un fil parfait via cette méthode et qu'à la moindre imperfection il ne pourra pas bien rentrer dans l'imprimante et causer des dégâts à la machine.

3- presse

Il est aussi possible de mettre en œuvre ce PLA sous forme de plaque, dans notre cas de dimension 300*400mm, en déposant soit des granules soit directement les déchets dans une presse. Le problème de ce procédé est qu'il est très énergivore car il faut maintenir la pièce à 180°C pendant 50 minutes. Ce n'est donc pas très rentable pour une grosse production mais dans notre cas, où il est question de seulement 300 grammes environ par mois, c'est une méthode viable.

III/Une solution concrète

Nous avons décidé de développer une solution concrète pour recycler le PLA en lui donnant une seconde vie.

Pour cela, 4 étapes ont été nécessaires :

- récolte des chutes et rebuts de PLA
- mise en forme de plaques
- découpe et gravure laser
- assemblage

1- Récolte des déchets de PLA :

Aujourd'hui, l'impression 3D au FabLab produit 200 à 300 grammes de déchets de PLA par mois, ce qui représente environ 10 % de leur consommation de bobines. Ces déchets proviennent principalement des chutes et des pièces ratées lors de l'impression. C'est en les pressant bruts ou après broyage que les plaques ont été constituées.

2- Fabrication des plaques :

Il faut accumuler l'équivalent d'un mois de déchets pour produire une plaque de dimensions 300x400mm et pesant entre 200 et 300g. Nous avons sollicité l'aide de Matthieu Pedros, pour nous fournir plusieurs d'entre elles, et nous indiquer les

paramètres de la presse. La fabrication des plaques avec la presse se compose de 3 étapes :

- un maintien d'une durée de 20 min à partir de 20°C en chauffant jusqu'à 180°C avec une pression de 0.5T
- un maintien d'une durée de 5 min à 180°C constant avec une pression de 2T
- un maintien d'une durée de 25 min à 180°C en refroidissant jusqu'à 20°C avec une pression de 20T

3- Découpe et gravure laser

La découpe des faces de la boîte a été réalisée par laser, selon des dimensions et une méthode d'assemblage décidées au préalable.

Nous avons rencontré un problème lors de la découpe : le PLA en fondant, n'était plus aux dimensions souhaitées, ce qui rendait l'assemblage très délicat. En augmentant la distance entre chaque pièce et certaines côtes de quelques millimètres, tout s'est déroulé comme prévu.

Nous avons profité d'avoir cet atelier à notre disposition pour y découvrir la gravure laser : même outil, mais avec des paramètres différents.

4- Assemblage et collage

Pour assembler définitivement la boîte, nous avons fixé les panneaux entre eux avec de la colle cyanoacrylate.

Cette expérience nous a permis de développer une alternative concrète pour recycler le PLA. Même à cette échelle, nous avons pu réaliser les dilemmes, débats et perspectives qu'un tel projet engendre.

Conclusion :

Nous avons vu qu'il existe différentes méthodes pour recycler le PLA issu des impressions 3D. Dans notre cas, où il est question de seulement quelques centaines de grammes de déchets par mois, nous avons choisis d'utiliser la presse afin d'en faire des plaques de dimensions 300*400*2mm. Ainsi avec le matériel mis à disposition au Fablab nous avons pu nous servir de la découpeuse laser pour découper et graver les plaques de PLA et assembler des boîtes. Celles qu'on a fabriquées mesure 20*15*8cm car nous n'avons peu de plaques mais dans l'idée il serait possible de fabriquer la même mais dans des proportions plus élevées afin de collecter le PLA qui pourra par la suite être recyclé à son tour.