



---

## *Workshop # 32 – Impression 3D*

Ce workshop, présenté par Aurélien Taquet et Thomas Micheaud dans les locaux de TSF, nous a permis d'avoir une vue d'ensemble sur l'impression 3D, de la conception sur logiciel, au paramétrage de l'imprimante.

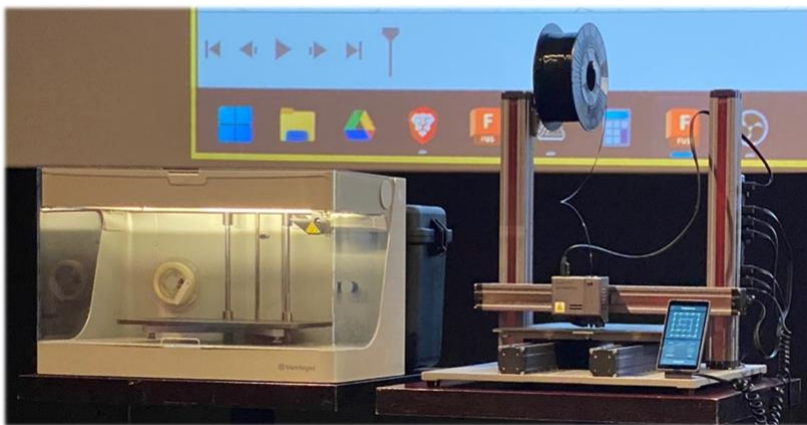
Quelle approche de l'impression 3D recherchons-nous en tant qu'assistant caméra? Que devons-nous savoir sur les différents avantages et inconvénients de cette technique? Comment appréhender un logiciel 3D? Que pouvons-nous attendre du loueur ? Telles sont les questions auxquelles ont essayé de répondre Aurélien et Thomas.

Depuis plusieurs années, la nécessité de l'impression 3D chez les loueurs s'est présentée comme une évidence. Cette approche permet d'obtenir des pièces devenues introuvables (auge de LMB-5, donut pour ajuster à une taille de frontale non standard etc.), d'optimiser toujours plus notre accessoirisation caméra (support pour Cinetape, cage Teradek sur moniteur...) mais également de concevoir des prototypes dans l'objectif d'usiner une pièce de haute qualité par la suite.

## 1 - Les modèles d'imprimantes et les filaments utilisés

Nous ont été présentée deux imprimantes :

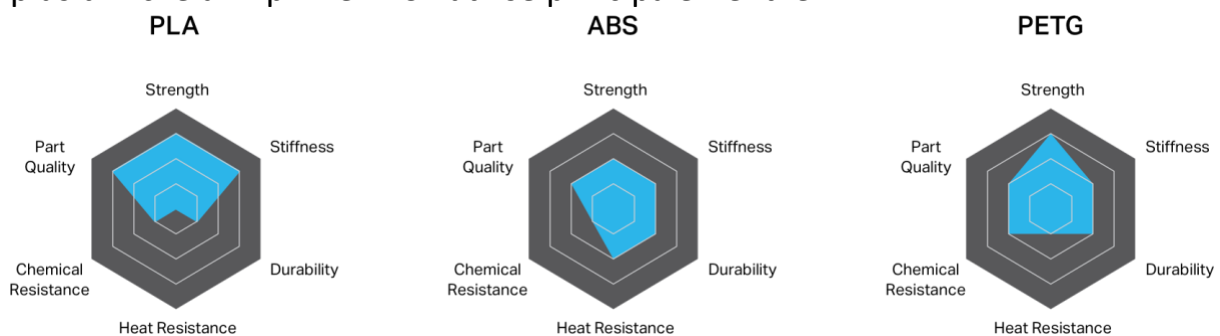
- Une Snapmaker qui utilise PLA, ABS ou PETG, 3 types de filaments plastiques aux propriétés différentes. Elle est très configurable, parfois plus compliquée à régler, à l'image d'un PC
- Une Markforged qui utilise du filament nylon renforcé de fibre de carbone. Celle-ci peut également renforcer la pièce imprimée en ajoutant sur son pourtour un filament de fibre de verre. Cette imprimante est très fiable et propose uniquement les réglages préconisés par le constructeur, à l'image d'un mac.



Comme le montre ces schémas, le PLA est le matériau le plus dur, en revanche il est sensible à la casse lors d'une torsion par exemple, se déforme à la chaleur, et se casse plus facilement quand il fait froid.

L'ABS est plus équilibré mais moins résistant.

Le PETG est plus élastique que le PLA, moins sensible à la casse mais également plus difficile à imprimer. TSF utilise principalement le PLA



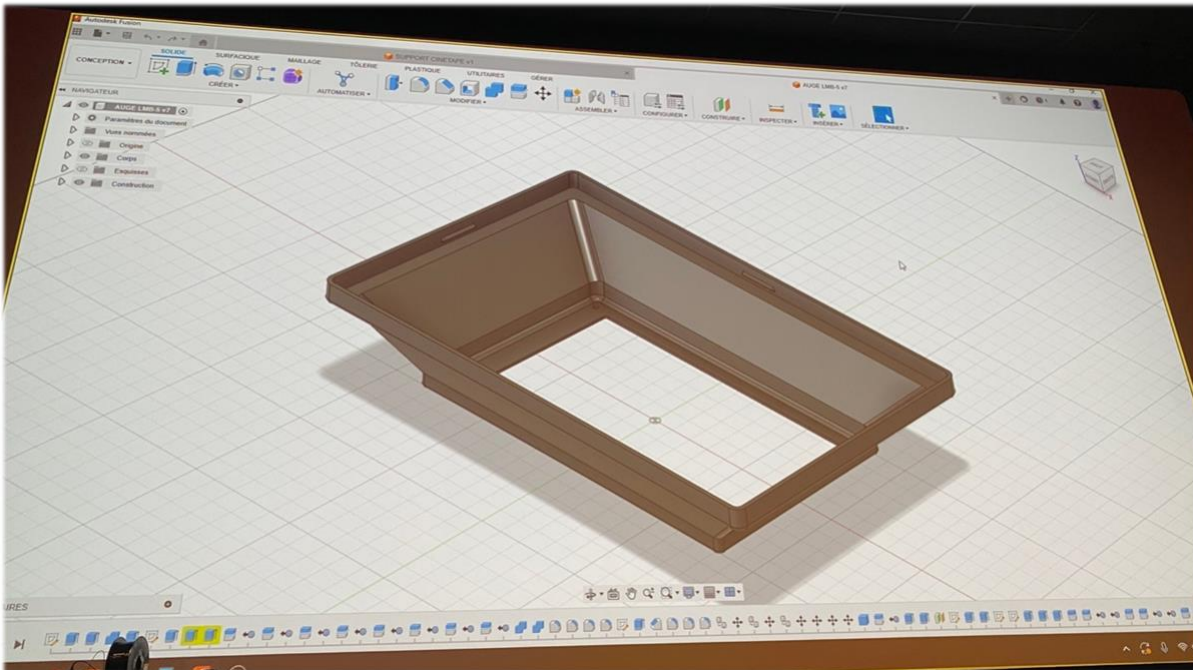
Les pièces fabriquées par la Markforged sont beaucoup plus robustes, en particulier quand de la fibre de verre est additionnée à l'impression. Ces filaments sont également beaucoup plus chers.



Il est alors intéressant d'utiliser la Snapmaker pour du prototypage, et une fois le modèle 3D validé, de l'imprimer avec la Markforged.

Un autre aspect important détermine la solidité de la pièce : son remplissage. En effet, il est possible d'imprimer une pièce vide, remplie partiellement (en nid d'abeille ou en tri-hexagone par exemple), ou en remplissage plein. Cette dernière option est la plus solide mais également la plus chronophage. Selon le degré d'urgence et de solidité exigé pour la pièce, un choix doit s'opérer à la fabrication.

## 2 - La conception 3D



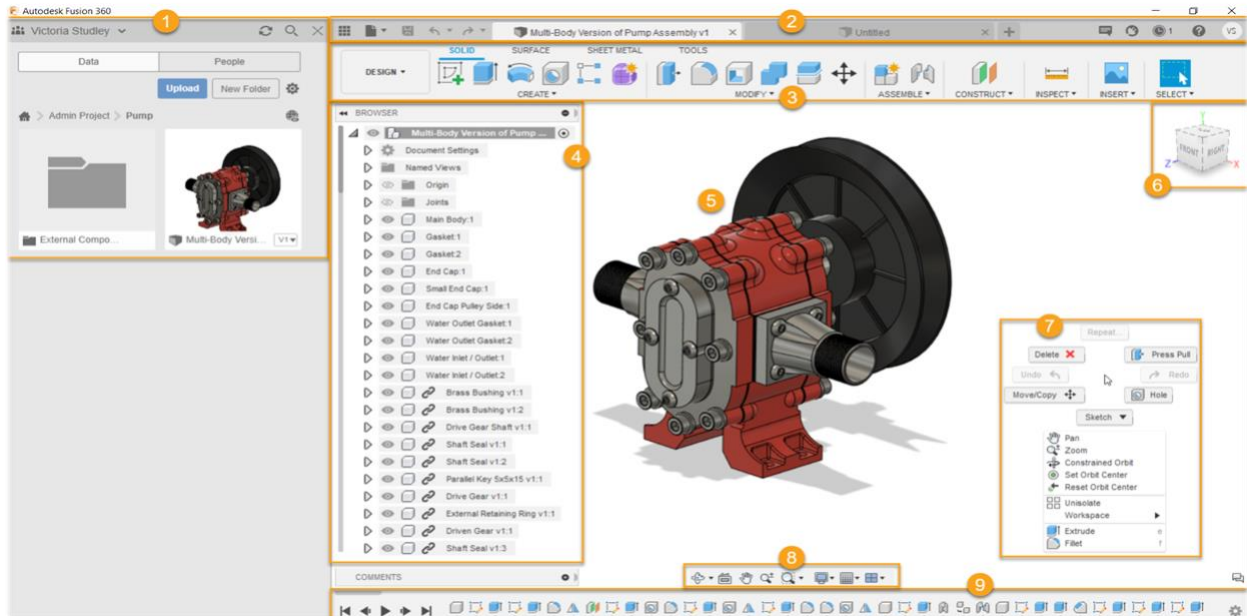
Le processus de conception 3D est le même suivant si on utilise une Snapmaker, une Markforged, ou n'importe quelle autre machine CNC (Computer Numerical Control).

Nous nous sommes concentrés sur le logiciel utilisé par TSF : *Autodesk Fusion*. Ce logiciel est payant mais propose une version gratuite qui limite le nombre de projets. Il est donc envisageable pour une utilisation personnelle occasionnelle.

*Autodesk Fusion* présente l'avantage d'être un logiciel conçu pour l'ingénierie, il propose des outils avancés qui permettent de modéliser facilement des pas de vis, des angles de type congé ou chanfrein, et bien d'autres options. Il présente également les mêmes outils que n'importe quel autre logiciel d'impression 3D comme *SketchUp* ou *Blender*.

Son fonctionnement repose dans un premier temps sur une "esquisse" : modèle 2D (X Y) de l'objet. À partir de celle-ci, il va être possible d'extruder (prolongement de la matière sur un axe Z à 90°), de créer et d'améliorer des angles, de soustraire de la matière etc.

Beaucoup de tutoriels sont disponibles sur Youtube, Thomas nous invite à les explorer si on veut en apprendre davantage.



Aperçu du logiciel Autodesk Fusion

Lors du workshop, nous notons divers outils forts utiles lors de la conception 3D :

- Outil "Appuyer et Tirer", à la différence de l'outil "Extruder", il peut s'appliquer aux surfaces qui ne sont pas planes telles que les courbes.
- Outil "Insérer un canevas", permet d'importer une photo ou un objet scanné dans le logiciel. Cette fonction est particulièrement utile lorsqu'il s'agit de suivre les courbes complexes d'une caméra par exemple.

Concernant l'impression 3D, il est important de prévoir plusieurs points :

- Un angle à 90° sera toujours plus sensible à la casse. Pour pallier cela, il est important de créer des chanfreins (angles à 45°) et des congés (arête arrondie). Une courbe sera toujours plus résistante qu'un angle droit.
- Selon l'imprimante, l'épaisseur du filament imprimé sera plus conséquente que l'épaisseur de l'objet modélisé. On note par exemple que 2mm modélisé sur le logiciel est égal à 2,2mm imprimé par la Snapmaker.

- Certains éléments tels que le filetage sont trop petits pour être rendus à l'impression, on peut modéliser un trou d'un diamètre le plus proche possible et usiner à la main un pas de vis une fois l'impression terminée. On peut également modéliser en négatif la place pour un écrou, puis insérer et coller un écrou directement dans la pièce imprimée. Ce procédé est plus robuste.

### 3 - Les slicers

Une fois l'objet modélisé, il faut l'exporter en tant que fichier 3D comme le .STL par exemple pour l'ouvrir dans un slicer.

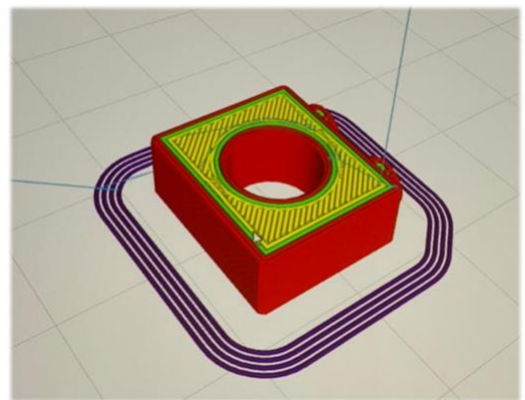
Le slicer est le programme d'impression qui analyse l'objet 3D pour le traduire en couches, en remplissage, en supports.

Il permet aussi de paramétrer l'imprimante.

TSF utilise Luban pour la Snapmaker, mais

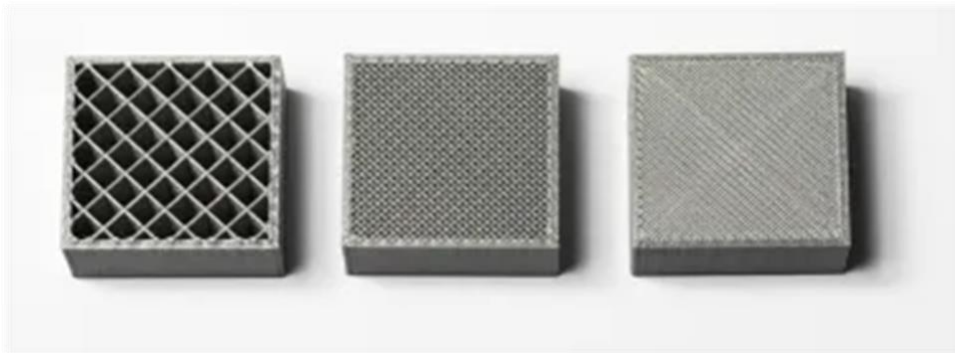
n'importe quel autre slicer peut-être utiliser avec cette imprimante.

L'imprimante Markforged utilise forcément le logiciel propriétaire et présente des réglages bridés fonctionnels pour cette marque.



On décide comment positionner l'objet 3D dans le slicer. Cette position détermine le sens de la couche, il faut donc réfléchir à l'avance aux points de cassure et optimiser le sens d'impression. Il faut également observer les différents reliefs de l'objet 3D afin de déterminer si des volumes se retrouvent au-dessus de vide. Si tel est le cas, il faut minimiser ces surfaces en choisissant judicieusement le sens. Le slicer s'occupera de créer des supports détachables pour pallier à l'effondrement de la pièce lors de l'impression.

C'est également à cette étape que l'on détermine le remplissage de la pièce à imprimer. Voici un exemple de vues en coupe d'objets imprimés avec différents remplissages :



Selon le type de remplissage et l'épaisseur de couche choisies, le slicer peut estimer le temps de l'impression. Ce temps peut passer de quelques heures à plusieurs jours selon les options choisies !

Avant de lancer l'impression, il est également important de vérifier la calibration de l'imprimante 3D. Cette calibration est propre à la machine utilisée et doit être faite plus ou moins souvent selon le type de plateau. Sur la Marforced le plateau est fixe et nécessite une colle pour faire adhérer le filament au support. La calibration peut être occasionnelle comme le support ne se déforme pas.

Sur la Snapmaker, il s'agit d'un plateau chauffant sur lequel est disposé un support souple et amovible, pratique pour détacher la pièce. Il ne nécessite pas de colle, en revanche il faut recalibrer très régulièrement l'imprimante à cause de la déformation du support (même si on parle en microns!).



## Conclusion

L'ensemble de ce workshop nous a permis de mieux comprendre les différentes contraintes de l'impression 3D, et comment appréhender un projet par soi-même. Cette connaissance est très utile pour mieux communiquer avec le loueur, lui soumettre un projet suffisamment à l'avance, voire même peut-être le modéliser soi-même!

De nombreux modèles sur-mesure ont déjà été modélisés à TSF de leur initiative, ou à la demande d'assistants caméra.

Même s'il est difficile pour eux d'établir un catalogue, n'hésitons pas à nous intéresser à ceux-ci.

Ils pourraient bien répondre à certains de nos besoins.

De nombreux sites recensent aussi des modèles 3D open source :

*thinkiverse, focuspulleratwork, grabcadcommunity, printables* etc...

Parfois une simple recherche sur google image suivie de "+ 3D print" peut suffire à trouver le modèle recherché.

Maintenant que nous sommes un peu plus avertis, à nous de faire preuve d'imagination pour proposer de nouvelles solutions !



*Un grand merci à Aurélien Taquet, Thomas Micheaud, et TSF pour leur accueil et leur pédagogie!*