

# Rapport d'utilisation de l'imprimante Raise 3D N2 Plus



**Introduction :** Ce rapport d'utilisation de l'imprimante *Raise 3D N2 Plus* a été réalisé pour rendre compte du résultat des différentes impressions effectuées dans le cadre du projet NAE, ainsi que pour expliquer les principaux paramètres qu'il est envisageable de modifier pour améliorer la qualité d'une impression 3D, en fonction de la pièce imprimée. Nous listerons également les quelques soucis rencontrés. Nous tenterons de les expliquer et de trouver des solutions pour pouvoir les éviter à l'avenir.

## Sommaire

I- Impressions réalisées pour le projet :.....	3
1° Hélices.....	3
2° Support du moteur.....	5
3° Adaptateur pour petits moteurs.....	6
II- Réglages faits lors des impressions.....	7
1° Réglage du support de pièce.....	7
2° Réglage de l'impression de la pièce.....	9
a) Paramètres basiques.....	9
b) Onglet « Layer ».....	9
c) Onglet « Infill ».....	11
d) Onglet « Cooling ».....	12
e) Onglet « Other ».....	13
III- Méprises à éviter.....	14
1° Mauvaise conversion STL → Gcode.....	14
2° Manque de laque.....	15
3° Oublis divers.....	15
Conclusion :.....	16

## I- Impressions réalisées pour le projet :

Durant l'année, nous avons réalisé plusieurs pièces, qui nous ont servi à la réalisation de notre banc d'essais de moteurs et d'hélices. Toutes ces réalisations ont été réalisées dans le cadre du projet collaboratif organisé par la Normandie AéroEspace, visant à penser puis construire un aéronef à décollage vertical nommé le Mini-Bee.

### 1° Hélices

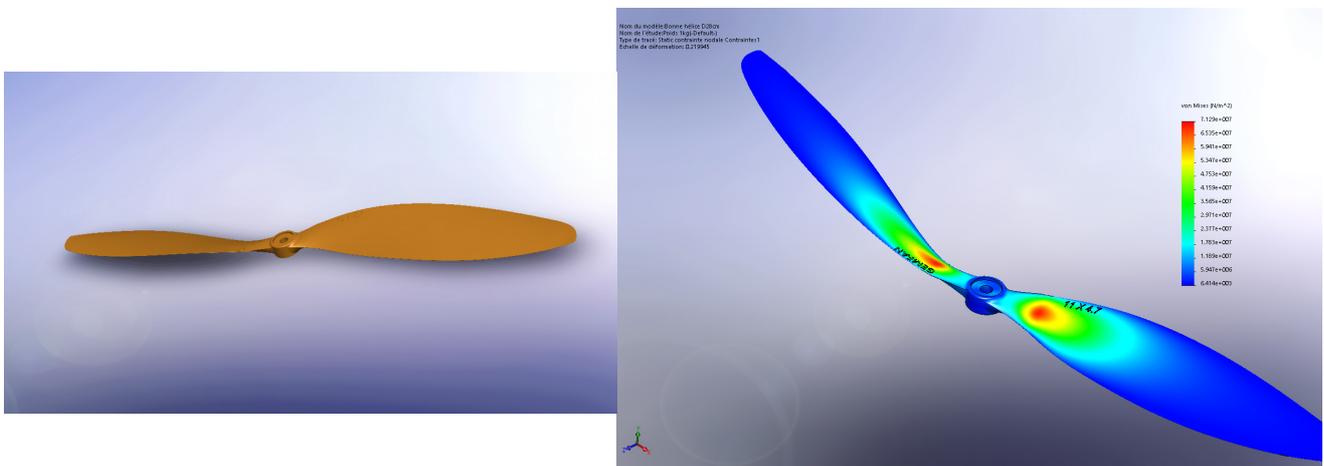
Nous avons imprimé plusieurs hélices, dans le but de les fixer sur un moteur, pour tester les performances de ce dernier en fonction de l'hélice utilisée.

La première hélice a été imprimée en ABS. Il s'agissait d'une hélice de grand diamètre (28 centimètres environ) et de faible pas. Lors de l'impression, la quasi-totalité de la pièce était donc en liée au support, ce qui a occasionné de sérieux problèmes de démoulage...

De plus, le point faible de cette hélice était l'excès de contraintes sur l'emplanture des pales.

En revanche, notons que l'ABS nous a agréablement surpris car la pièce est restée assez flexible, ce qui nous a permis de vérifier les simulations de charge de la pièce.

Cette pièce a été imprimée selon le paramétrage standard de M. Baloche. La hauteur de couche était donc de 0,1mm, soit 100 microns. La finition de l'extrados de la surface portante était assez grossier, tandis que l'intrados était très rugueux, suite au démoulage.



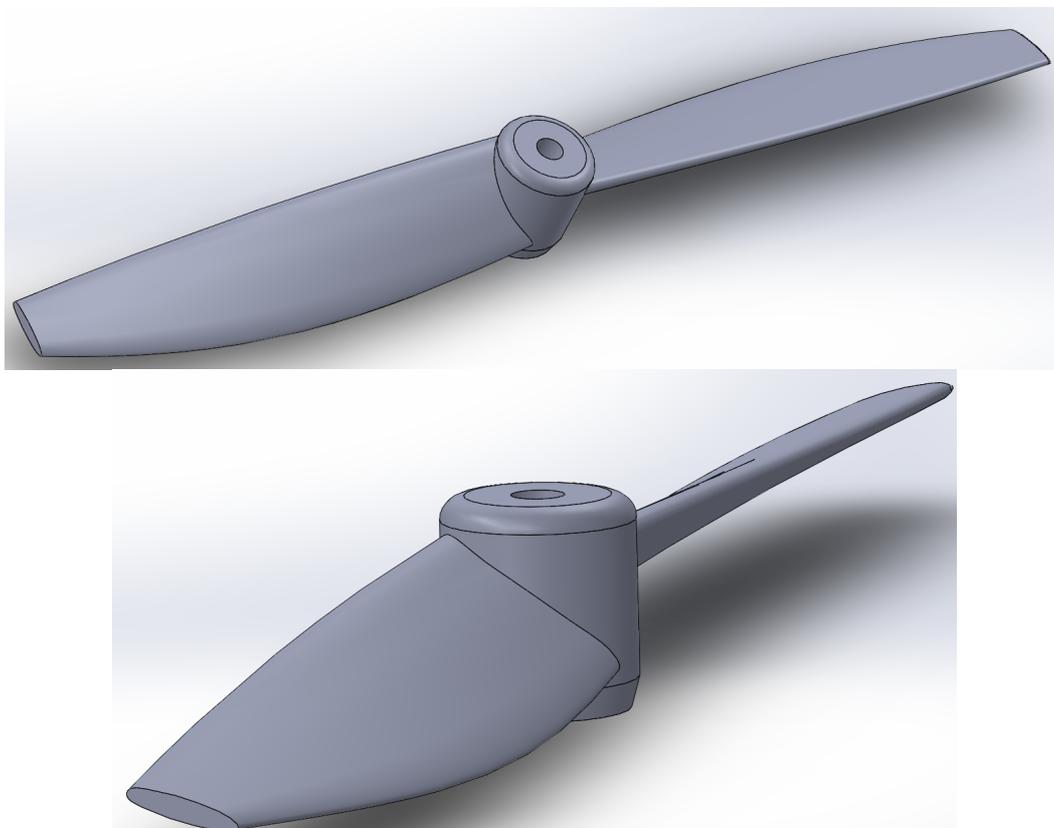
Il a donc été décidé de changer de modèle d'hélice, pour utiliser une hélice plus solide avec un pas plus important, plus adaptée à l'utilisation que nous allons en faire...

Le second modèle est une hélice utilisée typiquement sur les mini-drones qui a été légèrement modifiée pour pouvoir s'adapter à notre moteur. En effet, il est probable qu'une hélice comme la première réalisée se soit désintégrée lors des tests.

L'impression de cette pièce a été réalisée bien plus tard dans l'année, et l'utilisation de l'ABS

n'était plus d'actualité suite à des difficultés d'utilisation marquées. Nous avons donc imprimé l'hélice en PLA. Celle-ci a un diamètre de (« seulement... ») 22 centimètres, mais nous l'avons imprimée avec une meilleure précision : chaque couche de matière a une épaisseur de 0,05mm, soit cinquante microns ! La différence se remarque assez rapidement au toucher de la surface de la pièce.

De plus, le grand pas (environ 40°) a permis une utilisation réduite du support d'impression... Seul le bord de fuite de la pièce est en lien avec le support, tout le reste de la pale est imprimé en équilibre au dessus d'un pseudo-support de secours. Ceci permet d'avoir une finition accrue, si l'on compare avec un démoulage complet de chaque pale...



Une hélice tripale a aussi été réalisée, et nous avons pu constater lors de son impression qu'il est parfois difficile pour l'imprimante de faire tourner le rouleau de matière première. En effet, il y a beaucoup de frottements entre le rouleau et la buse. C'est la raison pour laquelle l'impression de l'hélice tripale a échoué deux fois consécutives. Le fil de PLA se couvait et n'était plus entraîné par la petite vis amenant la matière à la buse. Cet effet était probablement décuplé par l'amplitude des mouvements de la buse lors de l'impression d'une si grande pièce.

Malgré un démoulage relativement difficile (structure très sensible à la flexion, notamment au bout des pales), cette hélice est la plus performante et la moins bruyante des trois.



## 2° Support du moteur

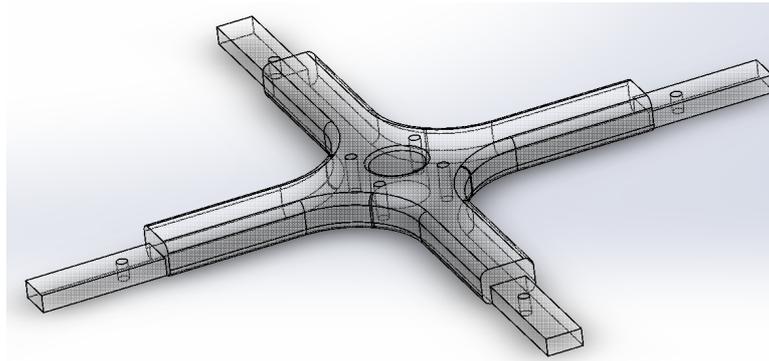
Pour pouvoir insérer le moteur dans la maquette de façon à ce que celui-ci soit mobile et qu'il puisse décoller, nous avons pensé à fixer le moteur sur un support cruciforme, monté sur rails, et pouvant rouler verticalement le long de la boîte. Deux différents modèles ont été créés. Le premier à avoir été imprimé avait des parties clipsables assez bien modélisées, et avait un certain potentiel ! Toutefois, lors de l'impression (qui a duré plus de dix-sept heures), nous nous sommes rendus compte qu'il y avait un soucis de cotation sur la pièce, ce qui la rendait inutilisable : le support était trop grand et trop lourd pour pouvoir éventuellement décoller...



J'ai donc refait un modèle, plus fin et moins lourd car plus petit et dépourvu du système de clips. Ce modèle est composé de cinq parties : la croix centrale et les quatre extrémités des bras de la croix. Les deux étant fixés grâce à de petites vis. En imprimant ce modèle, nous avons pu voir la fiabilité de l'imprimante concernant le diamètre des trous débouchants. De plus, nous avons remarqué que sur les congés (arrondis) des croix, les arcs de cercle sont divisés en une multitude de surface

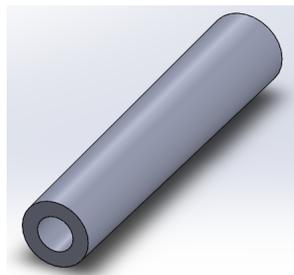
planes. Celles-ci peuvent apparaître lors de l'impression, si le fichier .STL n'a pas été exporté par le logiciel de DAO (Dessin Assisté par Ordinateur) avec une résolution suffisante. Il convient de préciser que cet effet sur les courbes ne sont pas dus au logiciel IdeaMaker.

Nous pouvons aussi ajouter que les assemblages de deux pièces différentes sont très simples à réaliser car si deux pièces ont la même cote, l'imprimante respecte cette cote aussi bien sur la première pièce que sur la seconde, ce qui permet d'avoir une bonne précision d'assemblage.



### 3° Adaptateur pour petits moteurs

Nous avons aussi imprimé une très petite pièce, permettant d'adapter le diamètre de l'axe d'un petit moteur à une hélice de plus grande taille. Il s'agit en fait d'un simple cylindre creux, d'un rayon intérieur de 1mm, d'un rayon extérieur de 2,5mm, et d'une longueur de 2,5cm. Une pièce comme celle-ci est terminée en moins de vingt minutes et son impression nous a permis de voir que le PLA durcit très rapidement après avoir été déposé sur la pièce. En effet, nous n'observons aucun défaut sur la pièce alors qu'une couche de 0,1mm était déposée toutes les quatre secondes ! Il n'est donc pas nécessaire de commander des pauses entre l'impression de deux couches.



## II- Réglages faits lors des impressions

Lors des différentes impressions, des réglages ont été effectués sur l'imprimante pour adapter la qualité de fabrication à la pièce réalisée.

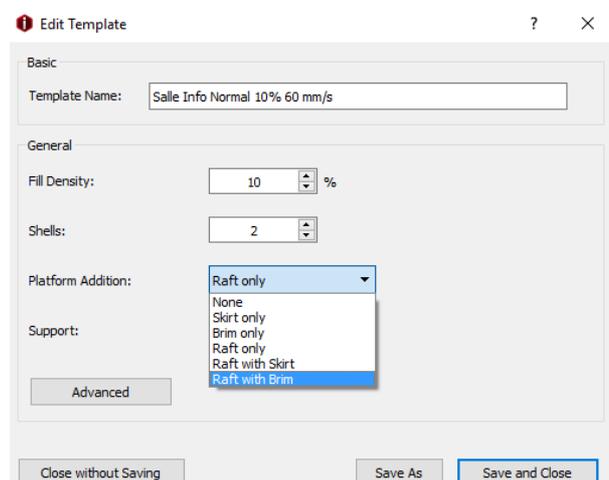
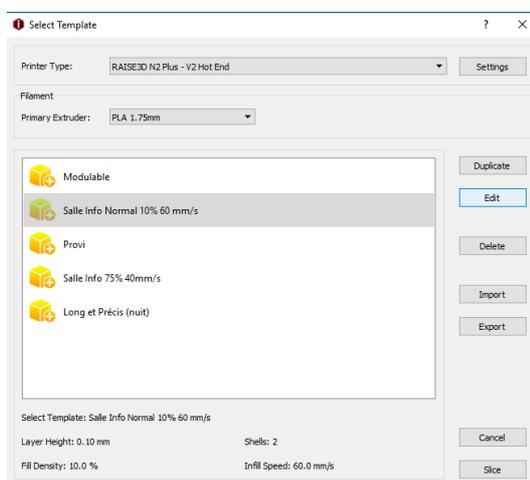
### 1° Réglage du support de pièce

Le support pourrait, à première vue, sembler inutile, car il est constitué d'une quantité non négligeable de matière première, qui ne sert qu'au cours de l'impression... Toutefois, il est indispensable à la bonne réalisation de la pièce, et son paramétrage ne doit pas être mise de côté.

Pour commencer à faire un réglage grossier du support, il est possible d'aller dans l'onglet d'édition du modèle d'impression (« Edit Template ») dans le logiciel IdeaMaker (*en bleuté sur la première image ci-dessous*). Il est tout d'abord conseillé de sélectionner une addition de plate-forme de type « radeau et bordure ».

→ Platform addition = Raft with Brim

Cela permet d'avoir, dès le départ, une plus grande surface de support, ce qui réduira le risque de décollement de la pièce au cours de l'impression (cf. III – 2° ).

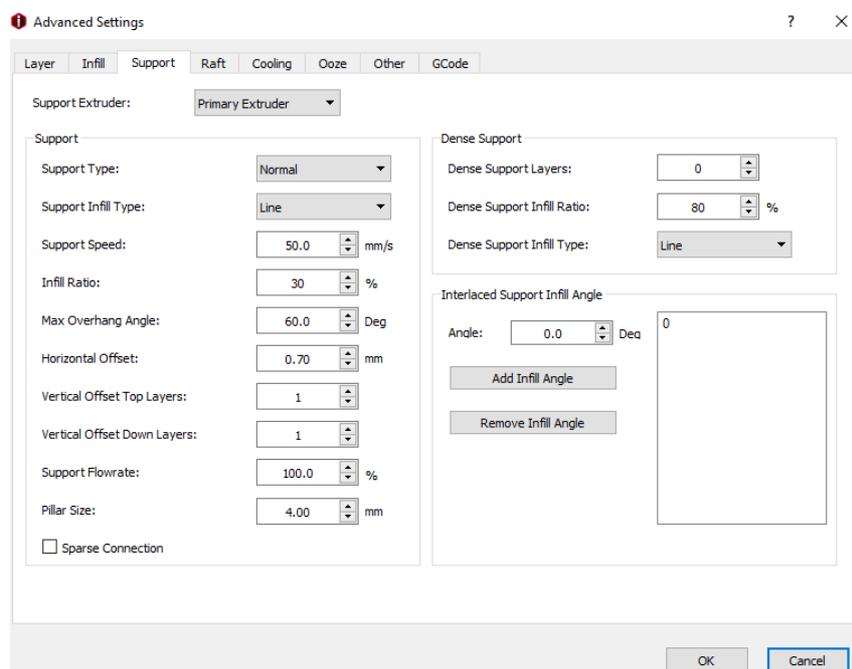


Une fois ces paramètres basiques réglés, il est conseillé d'approfondir le réglage... Pour cela, il convient de cliquer sur « Advanced ». Vous avez alors accès aux paramètres avancés généraux. Nous avons a priori deux onglets permettant de régler les paramètres du support. Le premier porte le sobre nom de « Support ». Dans cet onglet, les paramètres les plus intéressants sont :

- **Support Infill Type** : Type de remplissage du support. Nous n'avons pour l'instant testé que « lines » (lignes créant un quadrillage). Une seconde option peut toutefois être choisie.

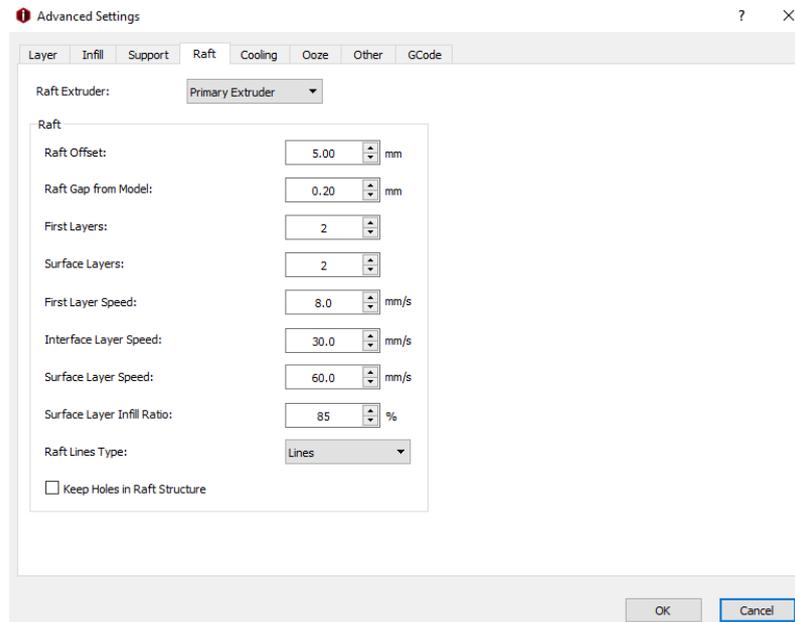
- **Support Speed** : Vitesse globale de réalisation du support.
- **Infill Ratio** : Remplissage du support (en %).
- **Horizontal Offset** : Hauteur à laquelle on notera égale à 0 l'élévation de la pièce imprimée.
- **Support Flowrate** : Flux de matière passant dans la buse durant l'impression du support.

Ce que le logiciel nomme « support » est en fait la base de l'impression. Il s'agit des deux (si les compteurs « Vertical Top Layer(s) » ont été laissés à « 1 ») premières couches de matière. Le flux de matière doit être maximal pour une plus grande surface de contact avec le plateau, et la vitesse doit être aussi lente que possible pour améliorer l'adhésion à la plaque.



Le second onglet se nomme « Raft » (le radeau, en anglais). Il permet de paramétrer les couches de matière entre le support et la pièce. Il s'agit donc d'un point important, car la pièce repose directement sur ce radeau... Nous serons particulièrement intéressés par :

- **First Layers** : Nombre de couches en début d'impression, qui seront en contact direct avec la plaque.
- **Surface Layers** : Nombre de couches sur la partie supérieure du radeau. Ce paramètre influe sur l'épaisseur du radeau.
- **First Layer Speed** : Vitesse d'impression de la toute première couche du radeau. Cette couche est la seule à être en contact avec la plaque, et il est très important d'avoir une vitesse très faible, pour une meilleure adhésion du radeau à la plaque.
- **Surface Layer Infill Ratio** : Remplissage des couches supérieures du radeau. Plus les couches supérieures seront denses, moins la pièce sera simple à décoller du radeau. Il faut trouver un juste milieu sur ce paramètre.
- **Raft Lines Type** : Type de radeau. Le radeau est à l'origine constitué de lignes créant un quadrillage, mais une seconde option (qui n'a pas encore été testée) peut être sélectionnée.



## 2° Réglage de l'impression de la pièce

Chaque pièce requiert une précision de conception différente. Il est nécessaire d'adapter les paramètres en fonction de la pièce qui va être imprimée, de sa complexité, des contraintes qu'elle devra subir...

Nous développerons les différents paramètres en partant des paramètres de base, puis nous nous intéresserons aux différents onglets des paramètres avancés.

### a) Paramètres basiques

Les paramètres que nous qualifions de « basiques » peuvent être trouvés sans accéder aux paramètres avancés. Il suffit d'aller dans « Edit Template » pour y avoir accès.

Les paramètres basiques importants sont la densité de la pièce, qui se règle en % , ainsi que l'addition de matière sur la plate-forme (aussi « Platform Addition »). Ce dernier paramètre est un paramètre grossier concernant le support (voir II – 1° ). Il est préférable de le régler sur « Raft with Brim ».

### b) Onglet « Layer »

Cet onglet permet de définir les paramètres avancés relatifs à l'ajout successif des couches de matière. Nous pouvons définir les paramètres généraux :

- **Layer Height** : Hauteur de chaque couche de matière extrudée.
- **Extrusion Width** : Largeur du filet de matière déposé à chaque passage de la buse. Ce paramètre n'est a priori pas modifiable, car la buse a un diamètre fixe de 0,4mm.

Il est également possible de régler des vitesses d'impression :

- **Default Printing Speed** : Vitesse d'impression globale.
- **Inner Shell Speed** : Vitesse d'impression de la surface intérieure de la pièce. Cette vitesse peut être réduite pour améliorer l'état de surface.
- **Outer Shell Speed** : Vitesse d'impression de la surface extérieure de la pièce. Cette vitesse peut être réduite pour améliorer l'état de surface.
- **X/Y Axis Movement Speed** : Vitesse de déplacement de la buse sur les axes X et Y, lorsque aucune matière n'est déposée. Ces vitesses peuvent être réduites pour limiter les efforts mécaniques sur la machine.
- **Z Axis Movement Speed** : Vitesse de descente du plateau durant l'impression. Cette vitesse peut être diminuée pour limiter les efforts mécaniques sur la machine, mais aussi pour limiter les vibrations pouvant décoller la pièce de la plaque.

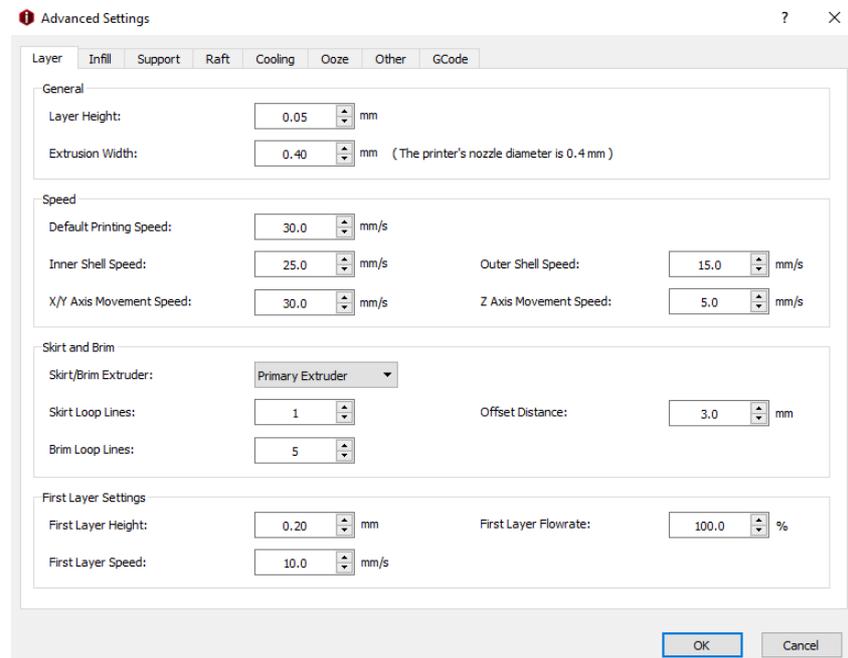
Certains réglages concernant le support peuvent être modifiés :

- **Skirt and Brim Extruder** : Ce paramètre permet de sélectionner à partir de quelle buse sera imprimée la bordure du radeau. Ceci est utile lors d'une impression bicolore.
- **Brim Loop Lines** : Nombre de lignes supplémentaires bouclées par la bordure. Cette bordure permet d'accroître la surface de contact entre le support et la plaque d'impression. Un bon compromis est de commander quatre lignes supplémentaires.

Enfin, il est envisageable de modifier les paramètres d'impression de la première couche de la pièce. Il s'agit de la couche liant le support à la pièce, et il est donc important d'allier solidité et finesse sur cette couche :

- **First Layer Height** : Hauteur de la première couche de la pièce. Cette couche doit résister à la séparation du support et de la pièce, il faut donc qu'elle soit légèrement plus épaisse que les couches supérieures de la pièce.
- **First Layer Flowrate** : Flux de matière dans la buse durant l'extrusion de la première couche de la pièce. Ce flux doit rester élevé pour garantir la solidité de la couche.
- **First Layer Speed** : Vitesse d'impression de la première couche de la pièce. Cette vitesse peut être relativement élevée pour éviter que le radeau et la pièce ne soient trop liés entre eux.

→ Nous noterons qu'en utilisant du PLA, l'impression est optimisée à 60 microns par couche. Il est toutefois possible de descendre jusqu'à 40 microns par couche. Toutefois, avec cette matière, utiliser des couches plus fines risque fort de conduire à un échec d'impression...



### c) Onglet « Infill »

Dans cet onglet, il est possible de gérer le remplissage de la pièce. Cela influera sur les caractéristiques mécaniques de la pièce.

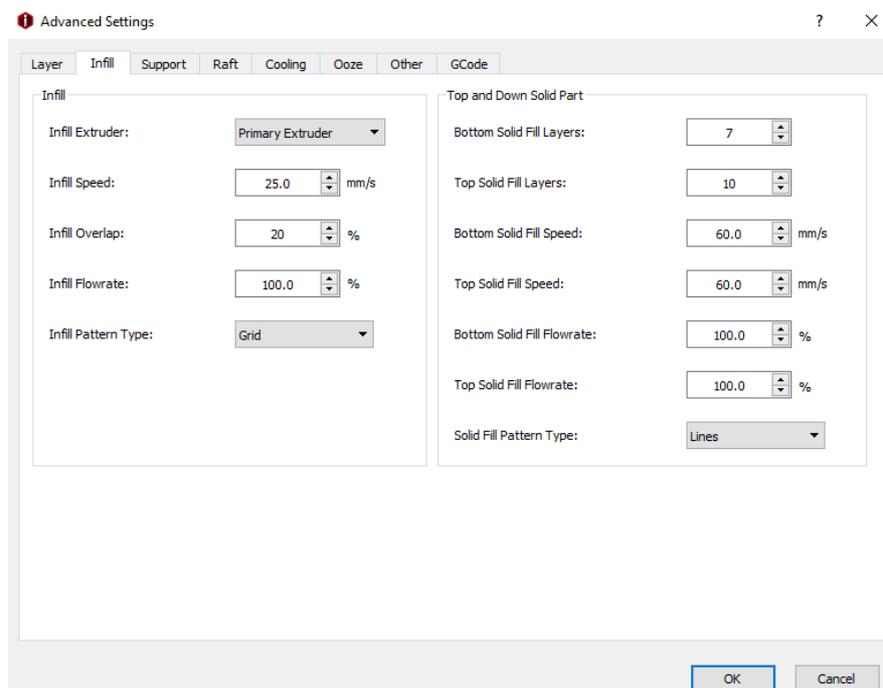
Sur la gauche, nous avons le remplissage de la pièce, avec les réglages :

- **Infill Extruder** : Choix de la buse à partir de laquelle la pièce sera remplie.
- **Infill Speed** : Vitesse de remplissage de la pièce. Si la pièce est prévue pour être soumise à de fortes contraintes mécaniques, la vitesse de remplissage peut être réduite.
- **Infill Overlap** : Rapport entre du volume de matière par rapport au volume d'air à l'intérieur de la pièce.
- **Infill Flowrate** : Flux de matière dans la buse durant l'impression de l'intérieur de la pièce.
- **Infill Pattern Type** : Type de structure interne de la pièce. La plus performante aux efforts mécaniques est bien entendu la structure « Grid », qui est un amalgame de petits losanges.

Sur la droite, nous pouvons régler les caractéristiques de la première et de la dernière couche de la pièce :

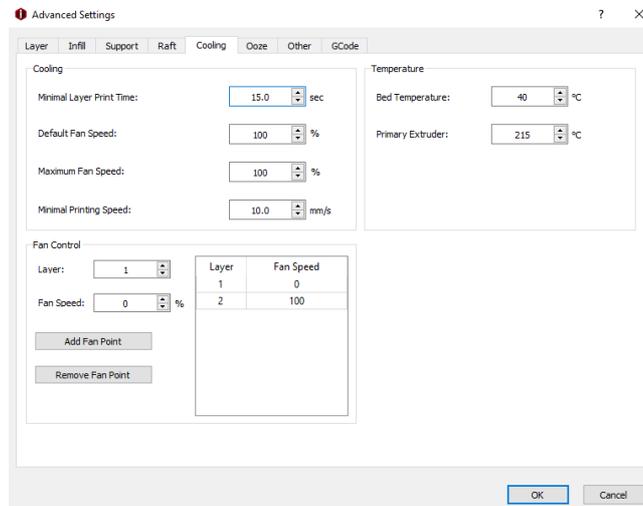
- **Bottom Solid Fill Layers** : Nombre de couches pleines en bas de la pièce.
- **Top Solid Fill Layers** : Nombre de couches pleines en haut de la pièce.
- **Bottom Solid Fill Speed** : Vitesse d'impression des couches pleines en bas de la pièce.
- **Top Solid Fill Speed** : Vitesse d'impression des couches pleines en haut de la pièce.

- **Bottom Solid Fill Flowrate** : Flux de matière passant dans la buse durant l'impression des couches pleines en bas de la pièce.
- **Top Solid Fill Flowrate** : Flux de matière passant dans la buse durant l'impression des couches pleines en haut de la pièce.
- **Solid Fill Pattern** : Type de couche pleine en haut et en bas de la pièce. Ceci est purement esthétique, car les couches pleines en haut et en bas de la pièce sont peu déterminantes dans la solidité de la pièce.



#### d) Onglet « Cooling »

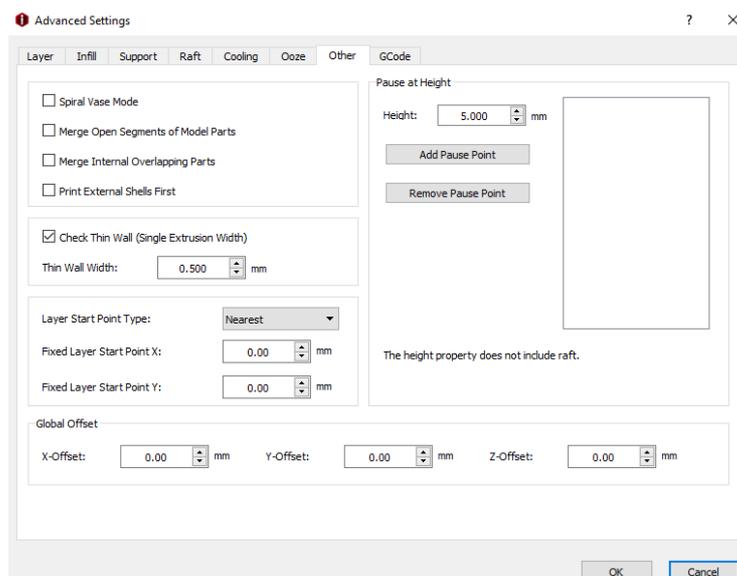
Dans cet onglet, il est possible d'ajuster les températures des buses, du plateau, et de contrôler le fonctionnement du ventilateur de buses. Nous nous intéresserons tout particulièrement à la partie « Temperature », qui est la plus abordable. Nous pouvons régler la température du plateau (« Bed Temperature ») en fonction du matériau imprimé. Notons que pour imprimer du PLA, il est possible de laisser la température à 40°C. Toutefois, l'augmenter de dix ou vingt degrés permettra de réduire le risque de décollement du support au cours de l'impression. Pour imprimer de l'ABS, en revanche, le plateau doit être à une température de 110°C. Sans cela, une impression à l'ABS aura de fortes chances d'échouer.



### e) Onglet « Other »

Cet onglet regroupe les paramètres ne trouvant pas leur place dans les autres rubriques. Dans cet onglet, les paramètres sont pointus d'utilisation, et souvent peu utilisés. Toutefois, nous remarquons la possibilité d'ajouter des pauses pré-programmées dans l'impression. Il suffit de saisir la hauteur à laquelle une pause est souhaitée, et l'imprimante stoppera l'impression lorsqu'elle arrivera à cette hauteur. Nous ne voyons aucun réglage de durée de la pause d'impression, et nous en déduisons donc que l'imprimante stoppe son travail, jusqu'au moment où l'ordre de reprendre lui est donné manuellement, via le tableau de commande tactile.

NB : la hauteur de pause ne prend pas en compte le radeau. C'est-à-dire que cette hauteur doit être définie sur la pièce elle même.

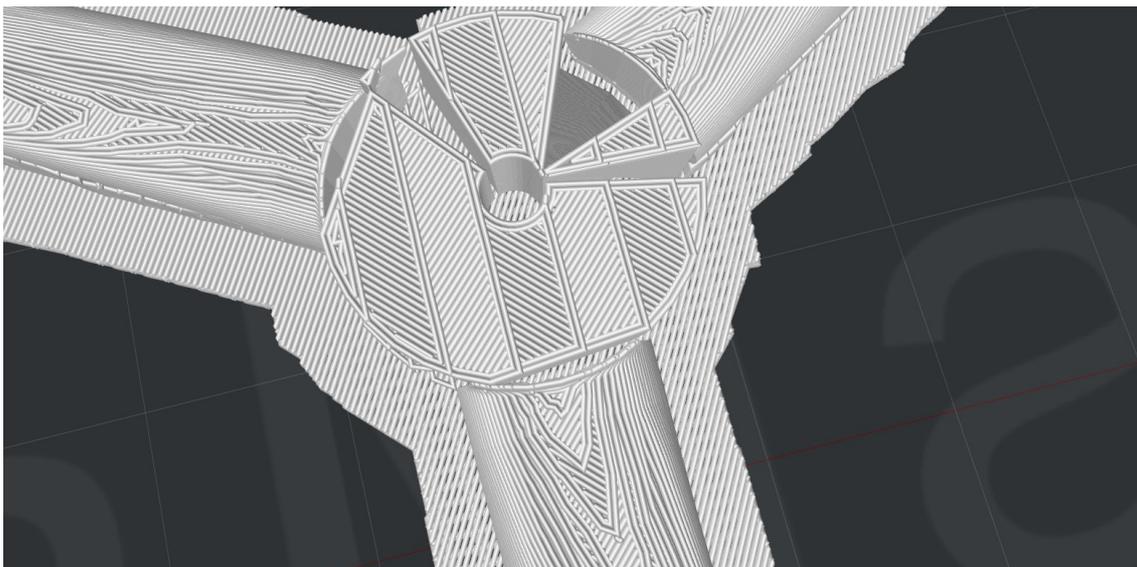


### III- Méprises à éviter

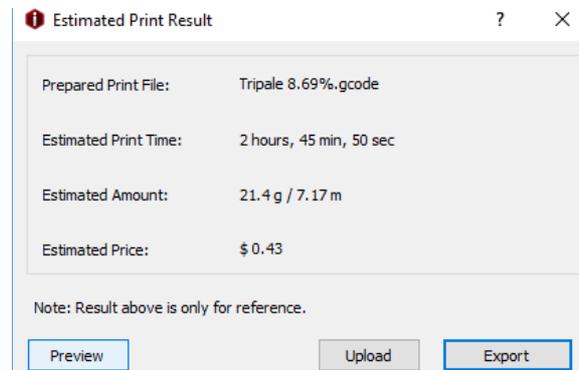
Comme un bon nombre d'impressions ont été réalisées, nous avons noté quelques erreurs, que nous avons commises ou évitées de justesse... Je pense donc que les inscrire dans un rapport d'utilisation tel que celui-ci pourrait être judicieux pour réduire, à l'avenir, le nombre d'échecs d'impression.

#### 1° Mauvaise conversion STL → Gcode

L'un des soucis qu'il est possible d'éviter est l'incohérence entre le fichier STL et le fichier Gcode. En effet, nous avons failli rater l'impression d'une pièce car celle-ci comportait des faces internes. Nous avons eu la chance de cliquer sur « Preview » juste avant la conversion au format Gcode. Nous avons pu constater des incohérences sur la prévisualisation : l'imprimante semblait passer plusieurs fois aux mêmes endroits, dans des directions non conventionnelles...



Un fichier Gcode erroné pouvant amener à l'impression d'une parfaite pelote de laine, il est préférable de toujours prévisualiser le fichier d'impression avant de l'exporter. Un clic systématique sur « Preview » a déjà évité un grand nombre de déboires à notre groupe de projet...

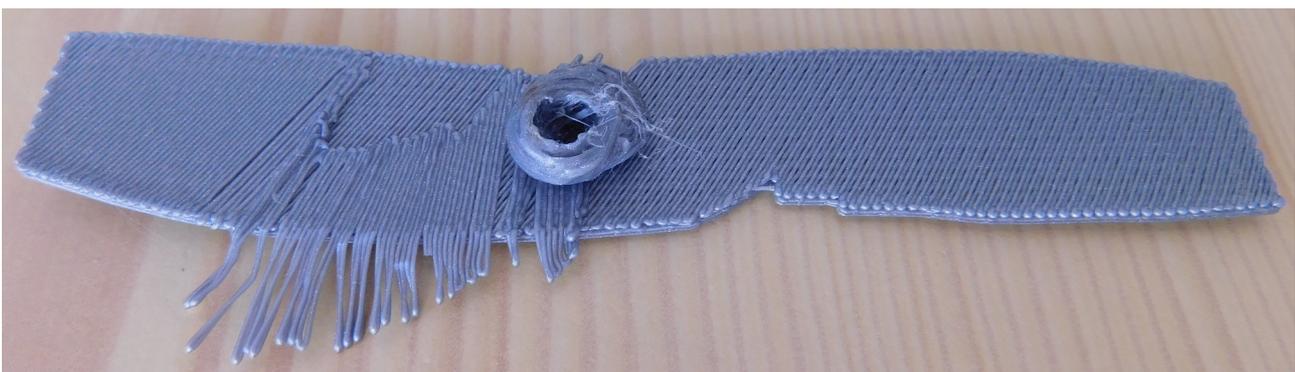


## 2° Manque de laque

Nous avons remarqué qu'un manque de laque peut être fatal à une impression et être problématique pour l'imprimante. Lorsque la laque n'a pas été déposée sur la plaque d'impression en quantité suffisante, le support de pièce peut se désolidariser de l'imprimante à tout moment, et en général, moins d'une demi-heure après la fin de l'impression du « raft » (le radeau). Cela est d'autant plus problématique que la matière première continue de couler de la buse, en s'agglomérant sur cette dernière. Si l'impression n'est pas surveillée (ce qui est plus que régulier...), la buse est retrouvée complètement bouchée et du plastique est collé sur toute la tête d'impression. Il est donc nécessaire de refaire chauffer la buse à 215°C et de tout nettoyer avec de l'essuie-tout.

Si la buse a mal été nettoyée à la suite d'un échec d'impression, l'impression suivante peut être ratée dès les premières secondes, car le plastique ne s'écoule pas normalement.

Voici ce qui est obtenu lorsque la pièce se décolle du plateau :



## 3° Oublis divers...

Il est primordial de ne pas oublier d'étapes lors de la préparation de l'impression d'une pièce ! Une check-list de lancement d'impression sera réalisée et mise à proximité de l'imprimante pour limiter les oublis.

Exemple d'oubli : l'oubli des pinces permettant de fixer la plaque d'impression. La plaque a légèrement bougé, et la pièce a été décalée petit à petit, au cours de l'impression.



## **Conclusion :**

L'utilisation de l'imprimante *Raise 3D N2 Plus* en première année d'IUT a été très intéressante, car l'impression d'une pièce est une tâche très complète en soi : il faut modéliser une pièce en prenant en compte tous les facteurs pouvant poser problème, puis rester très vigilant jusqu'à la fin de l'impression. Ce rapport a été créé à l'attention de tous les futurs utilisateurs de l'imprimante, pour que ces derniers puissent optimiser leurs impressions, et pour que la proportion d'échecs soit diminuée.