

Formation PRUSASLICER 2.5.2

(MTA le 24/05/2023)

1. Objectif :

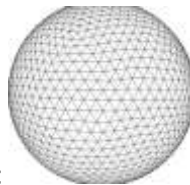
Cette formation s'adresse à des personnes disposants déjà d'imprimantes 3D « personnelles » ou ayant accès à celles du FABLAB n°4 et désireuses de progresser dans la maîtrise des paramètres du logiciel dans un mode « avancé » voire « expert » pour améliorer/optimiser le résultat final et aussi mieux l'adapter à l'usage cible de la pièce (solidité, esthétique)

2. Rappel des bases de la conception à l'impression :

Modèle CAO 3D => Export au format « .stl » => **slicer produisant un .Gcode** => Impression 3D

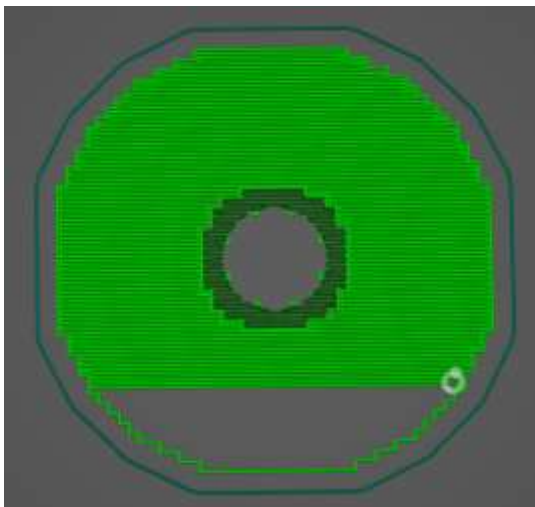
Tout commence donc par un **modèle 3D de CAO** (conception assisté par ordinateur) réalisé par un logiciel dédié (Catia, Solidworks, Rhino, Fusion 360, FreeCad,...) avec un format de sortie dédié mais également sous un format standard répondant à des normes ISO (IGES, STEP) ou un format propriétaire mais dont la diffusion est telle que c'est un « semi-standard » (DXF d'Autodesk)

Chaque logiciel de CAO propose également une fonction d'export à un format d'entrée des Slicers du marché : le format « **.stl** » (Standard Tessellation Language ?) qui transforme les formes extérieures/intérieures complexes des modèles CAO en une surface constituée d'une multitude de petites faces planes » => « polygonisation »



Exemple d'une sphère « polygonisée » par des triangles :

Une fois le fichier .stl obtenu, il va falloir passer à la phase de « tranchage » (découpage du modèle 3D en tranches de la hauteur de couche choisie) avec le logiciel retenu (Prusaslicer, Cura, ...) qui va produire au final un fichier au format Gcode (qui décrit entre autre le déplacement X et Y du chemin de la buse pour chaque couche) assimilable directement par le logiciel de l'imprimante 3D.



C'est donc cette opération qui va nous intéresser dans le cadre de cette session

3. Les principaux paramètres sur lesquels agir pour l'impression (quel que soit le logiciel)

- A. Les paramètres de **l'imprimante** (qui viennent en principe à l'installation du logiciel qui référence la plupart des machines récentes du marché).

Paramètres intrinsèques (en principe pas modifiés sauf upgrade physique et/ou logiciel de la machine)

- Du volume d'impression (XYZ)
- De la position de l'origine de l'impression ($X=0$, $Y=0$)
- Du diamètre du fil utilisable (1.75 ou 3 mm)
- Le nb d'extrudeur
- La référence du firmware de l'imprimante
- Les vitesses d'avance maximum de l'imprimante (dépend de la rigidité de l'ensemble, de l'inertie des pièces en mouvement, du système d'entraînement et de la puissance des moteurs)
- Les accélérations maximums que supporte l'imprimante (idem vitesse maxi)

Paramètres liés à l'extrudeur :

- Le diamètre de la buse (0.4 par défaut mais possible de 0.1 à 1 mm) associé à une fourchette admissible de hauteur de couche (exemple pour buse de 0.4 : couches de 0.08 à 0.28 mm)
- Le type de tête/extrudeur qui implique des paramètres de rétractation du filament différents selon qu'il soit en bowden (Crealty,...) ou en direct drive (Prusa I3,...)

- B. Paramètres liés au **filament** utilisé

Les filaments les plus utilisés, hors production industrielle, sur les imprimantes 3D sont le PLA, le PETG/PET et plus rarement le TPU qui nécessite un extrudeur Direct Drive pour les duretés shore <90

Chaque type de filament nécessite des paramètres différents préconisés par chaque fournisseur (préconisations sur la bobine ou dans la doc sur le site)

Il s'agit :

- De la température de l'extrusion du filament
- De la température du plateau d'impression
- Du profil d'utilisation du refroidissement de l'impression différent pour du PLA et du PETG par exemple (à ne pas confondre avec celui du hotend qui doit toujours être actif)

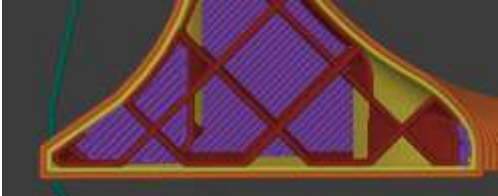
Il y a également un paramètre qui nécessite parfois un ajustement qui est le diamètre exact du filament et le coefficient multiplicateur d'extrusion qui permet de compenser un diamètre trop faible ou trop fort du filament fourni

C. Paramètres liés à l'objet à imprimer

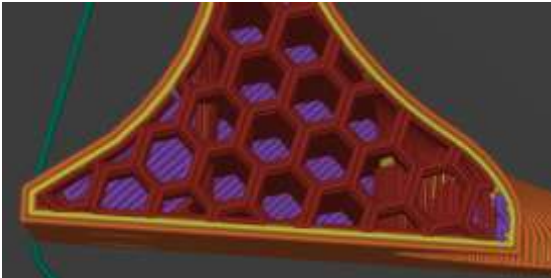
Ces paramètres sont très dépendant de la finalité de l'objet (objet fonctionnel ou objet esthétique) et de la résistance mécanique attendue.

Les paramètres incontournables à régler pour cela :

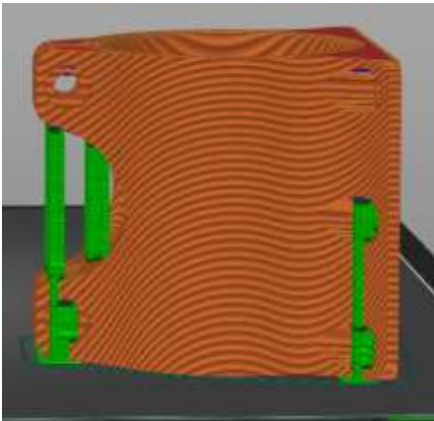
- La hauteur des couches (déplacement Z entre chaque couche),
- L'épaisseur de la paroi verticale (ou assimilée) => exemple 2 épaisseur de 0.6mm,



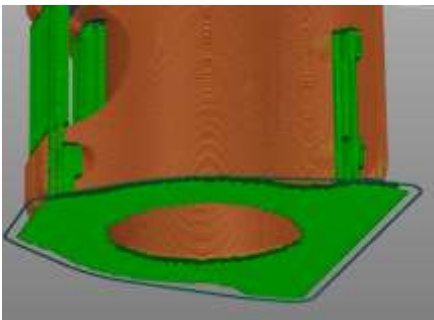
- L'épaisseur de la couche du bas, celle du haut et leur motif d'impression,
- Des paramètres qui améliorent la qualité finale de l'impression comme le lissage,
- La densité et le motif du remplissage => exemple 25% et nid d'abeille,



- La caractérisation de la « jupe » ou « bordure » au démarrage de l'impression (bordure qui permet de renforcer la liaison au plateau),
- La mise en place de supports pour soutenir les aplombs et la valeur de l'angle qui déclenche la mise en place d'un support,



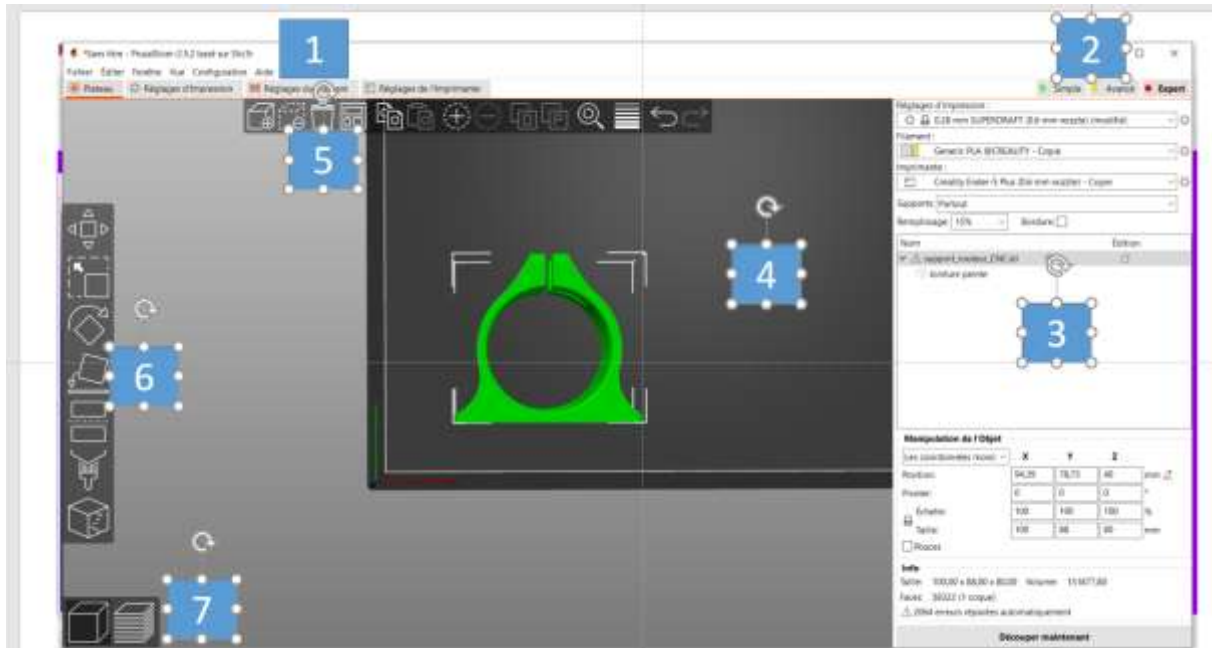
- La mise en place d'un radeau ou pas pour assurer une bonne liaison au plateau.



4. Présentation de PrusaSlicer

Prusaslicer, construit sur le socle Slic3R qui était un pionnier des slicers, a été conçu pour un résultat optimum à l'utilisation des imprimantes Prusa mais il intègre également le paramétrage de très nombreuses machines récentes du commerce. La partie interface utilisateur a été particulièrement améliorée par rapport à Slic3R

A. Interface de PrusaSlicer (PS pour simplifier ci-après).



Je vous propose un découpage de 7 zones principales où l'on retrouve les fonctions suivantes :

Zone 1 : menu général de PS avec les fonctions génériques (fichier, Editer, fenêtre, ...) ainsi que l'accès aux menus/sous menus des paramètres imprimante, filament, impression

Zone 2 : choix du niveau des paramètres accessibles (simple, avancé, expert)

Zone 3 : information sur les profils d'impressions choisis ainsi que sur l'objet à imprimer (cette zone comporte également les informations sur la quantité de matière utilisée et le temps d'impression une fois le découpage réalisé)

Zone 4 : matérialisation de la pièce en 3D sur le plateau avec la référence de l'origine (X en rouge, Y en vert et Z en bleu). La souris permet de sélectionner l'objet, puis le déplacer sur X,Y, de le faire tourner en 3D, faire un zoom, ...

Zone 5 : cette zone permet d'aller chercher le ou les objets à charger dans le répertoire, de dupliquer l'objet n fois, d'optimiser le placement de plusieurs objets, ...

Zone 6 : après avoir sélectionné le ou les objets en zone 4, les différentes icônes de cette zone permettent la translation, la rotation sur le plateau, l'homothétie (chgmt d'échelle), le positionnement à plat de la face choisie, la réalisation d'une coupe de l'objet, la particularisation des supports, la définition de la ligne de « couture »

Zone 7 : le passage en mode *objet 3D – objet découpé* quand c'est le cas

B. Description d'un scénario traditionnel de préparation du fichier d'impression

a) Chargement du fichier. STL sous PS :

Le chargement est fait depuis le gestionnaire de répertoire une fois que PS a été associé par défaut



aux fichiers .stl, ou depuis la zone 5 :

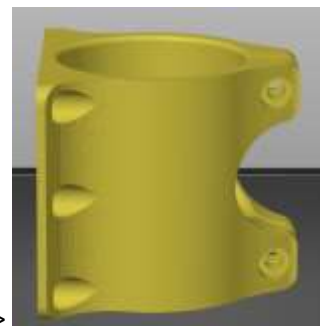
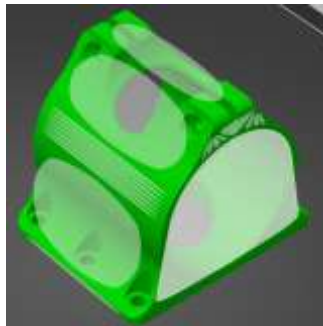
Par ajouter un autre fichier on réutilise l'icône ci-dessus dans le cas de plusieurs objets à imprimer.

b) Placement du ou des objets sur le plateau :

Avant de découper, il va falloir placer l'objet sur la face optimum : celle qui permet d'orienter le « fil » selon la résistance souhaitée, qui permet de constituer une surface d'accroche correcte au plateau et enfin qui optimise les supports (ou l'absence de support).



Pour cela on sélectionne l'objet puis via l'icône de la zone 6 on sélectionne la surface à



mettre en contact avec le plateau

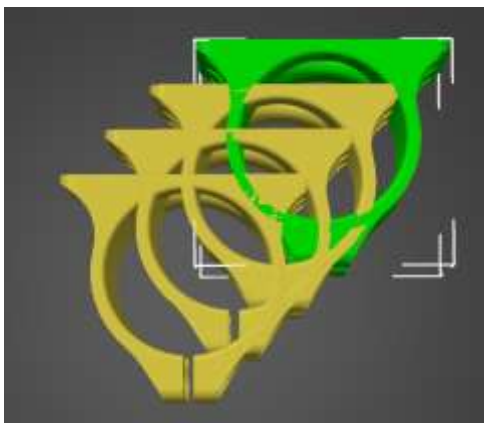
=>



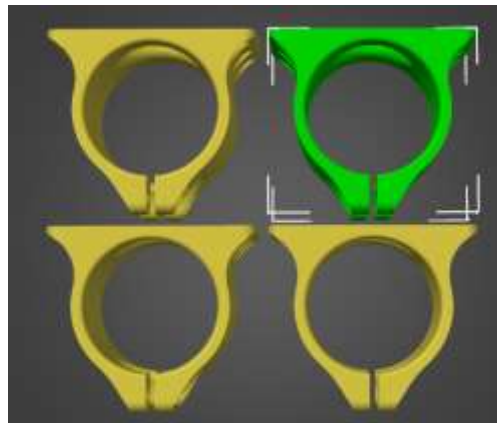
L'objet doit ensuite être positionné en X et Y sur le plateau. L'icône permet un centrage de l'objet au centre du plateau. Cette icône est également intéressante lorsque l'on a plusieurs objets à



placer suite à une duplication avec l'icône de la zone 5 :



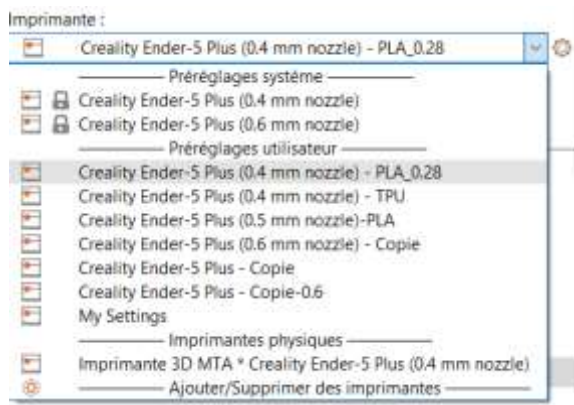
=>



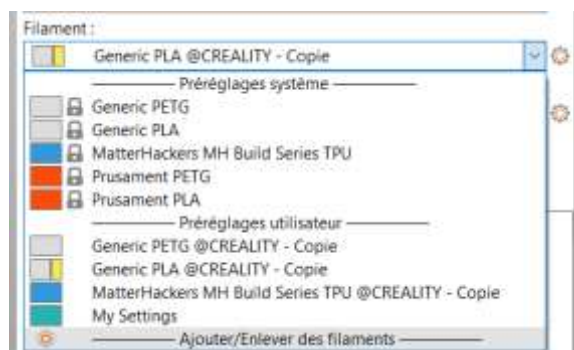
c) Sélection des profils de paramètres de la zone 3

Il va de soi qu'il ne s'agit de définir tous les paramètres à chaque fois que l'on découpe un nouvel objet et qu'il est pratique de conserver les paramètres une fois qu'ils nous conviennent.

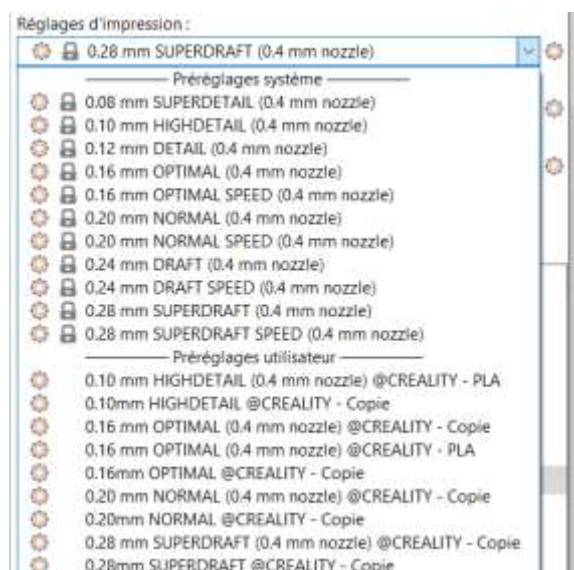
PS dispose de préréglages par défaut qui viennent lors du choix de l'imprimante, préréglages que l'on peut modifier pour devenir les préréglages utilisateurs une fois sauvegardé => c'est la première chose que l'on fait avant d'affiner le détail des paramètres :



C'est le cas également pour le filament :



Ainsi que pour les paramètres d'impression



A noter bien sûr que les préréglages système ne peuvent pas être modifiés sous le même nom car il reste la référence fournie par PS.

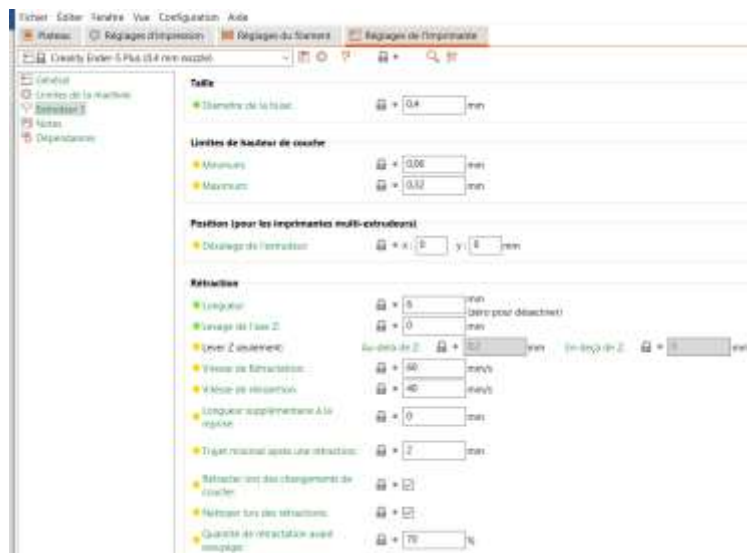
Une fois choisis les profils « système » ou « utilisateur » adaptés à la pièce à découper, nous allons vérifier que ces paramètres sont optimaux pour notre pièce et pour le filament choisi via les menus/sous-menus de la zone 1.

d) Ajustement des paramètres

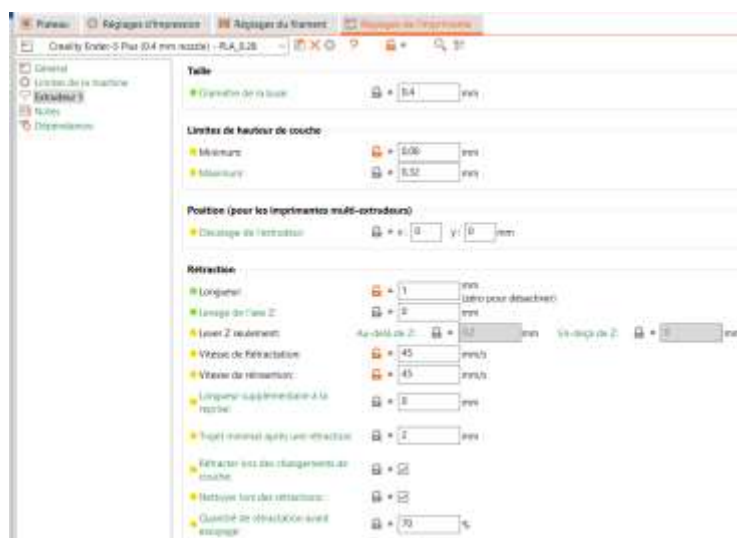
Au préalable choisir le mode « avancé » dans la zone 2 pour accéder aux paramètres pertinents (voire le mode « expert » pour des paramètres plus « pointus »)

On commence par l'onglet « réglage de l'imprimante » mais à priori les paramètres récupérés des préréglages système sont optimaux sauf en cas d'upgrade de la machine : comme c'est le cas de ma creality Ender 5 plus que j'ai équipée d'une tête **direct drive** au lieu du **Bowden** d'origine, il me faut adapter les paramètres de rétraction fournis dans la documentation de la tête Microswiss NG

Valeur par défaut pour extrudeur Bowden :

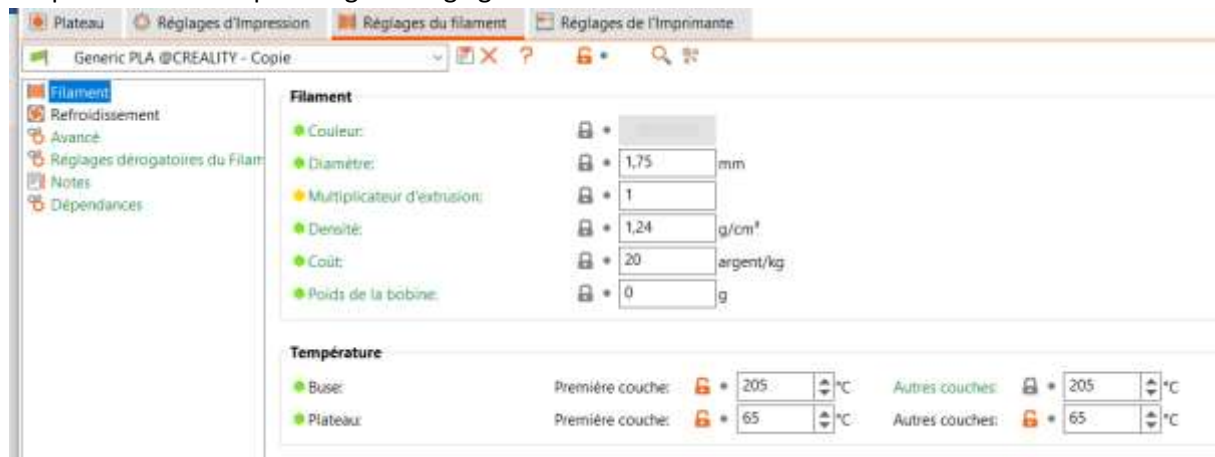


Valeur corrigée pour tête direct drive conforme aux données fournisseur Microswiss :



A noter que si cette modification n'est pas faite, l'extrudeur rogne le fil jusqu'à le couper

On poursuit ensuite par l'onglet « réglage du filament » :

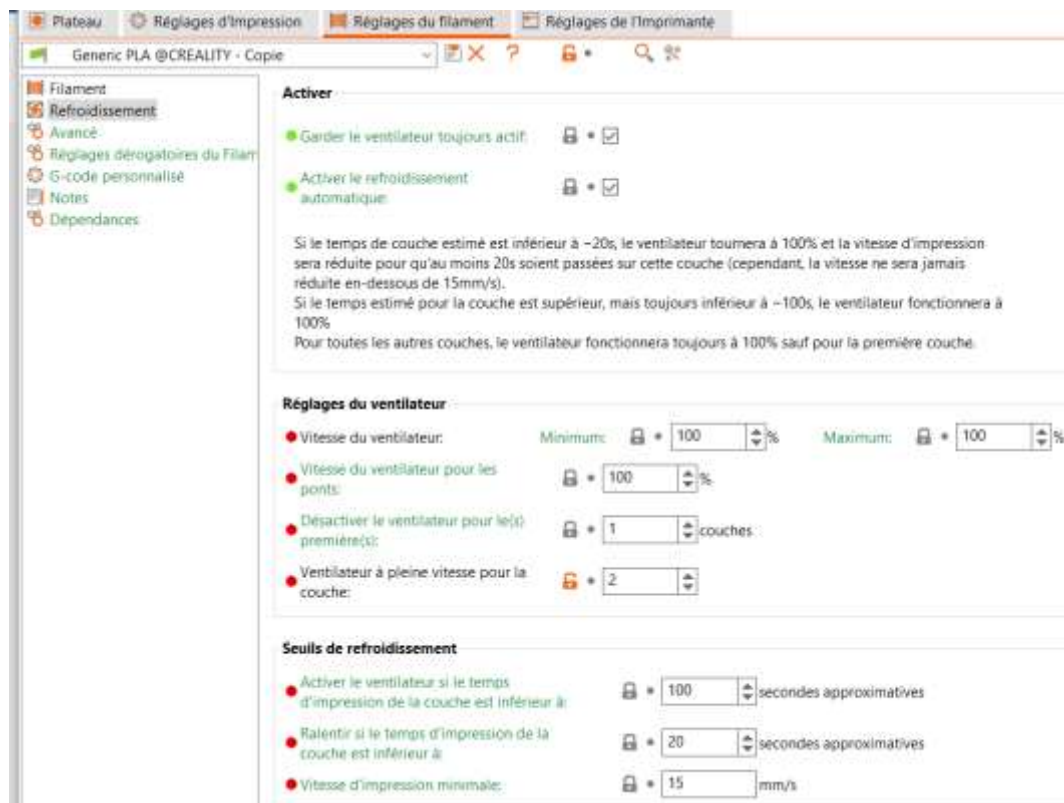


Après avoir mesuré au pied à coulisse le diamètre du filament on peut ajuster le multiplicateur d'impression via une règle de 3 (si le diamètre est > ou < de 0.05mm au diamètre de 1,75mm)

Il est à noter qu'il est nécessaire d'avoir vérifié au préalable que le E-step de l'extrudeur a été correctement réglé (voir annexe A)

Les températures sont ajustées aux préconisations du fournisseur de filament (indiqué sur la bobine)

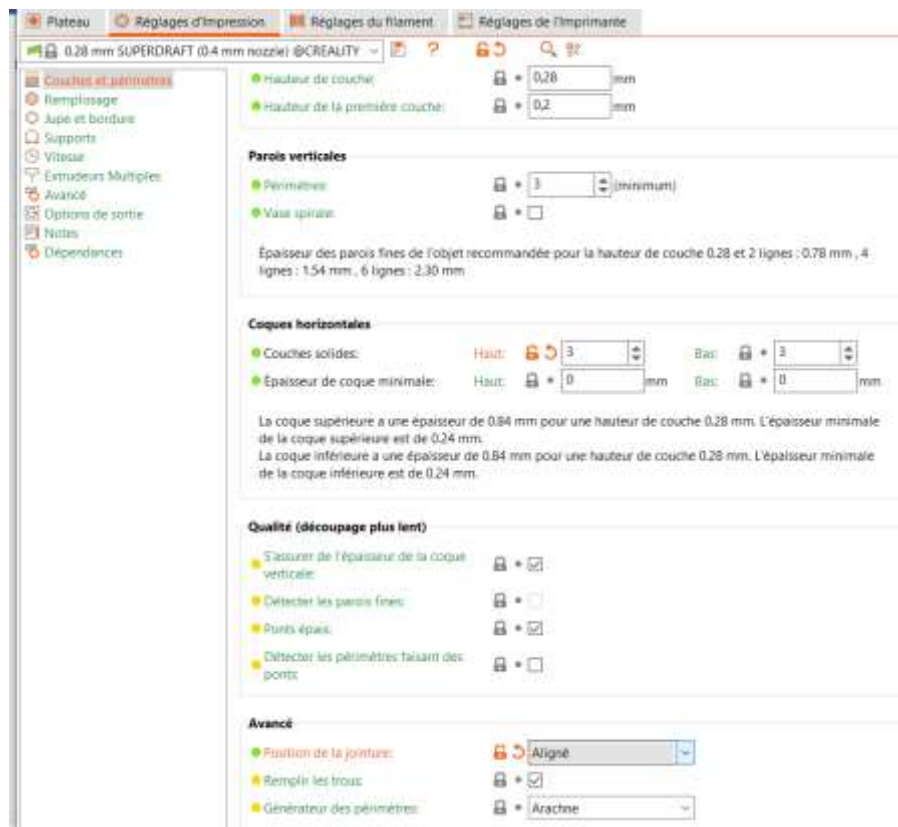
On bascule ensuite au sous-menu « Refroidissement » pour vérifier que le profil de refroidissement de l'impression est bien adapté à la nature du filament (cf préconisation du fournisseur)



Les paramètres ci-dessus sont ceux que j'utilise pour du PLA de chez 3Djake avec la tête Microswiss NG

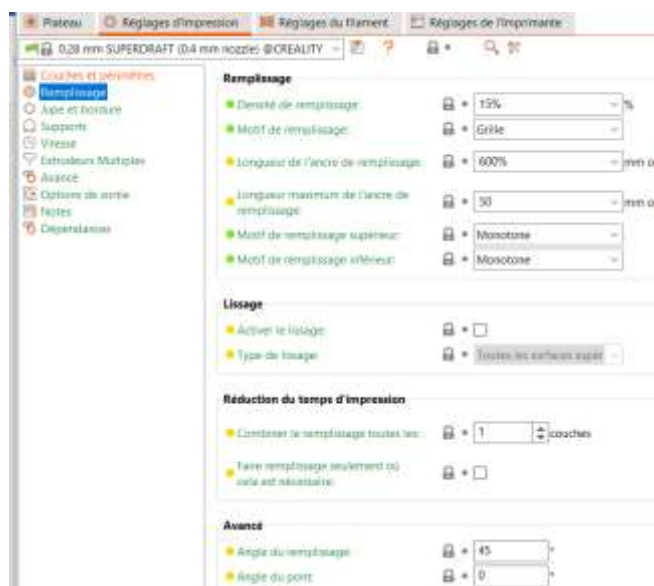
L'étape suivante porte sur les « réglages de l'impression », qui sont propres à l'objet et à ses attendus (résistance – esthétique)

Le choix de ces paramètres va impacter les caractéristiques mécaniques de l'objet, son poids (donc la quantité de matière consommée) et la durée de l'impression



Dans le sous-menu « couches et périmètres » de « réglages d'impression » on va principalement modifier le nb de parois verticales et le nb de couches horizontales pour la résistance mécanique, mais également la position de la jointure du changement de direction de la tête, pour l'esthétique.

On continue avec le sous menu « remplissage » :



Toujours en fonction de la nature de la pièce, résistance et/ou esthétique, on va adapter la densité du remplissage et de son motif de remplissage

Seule l'expérience permet d'ajuster correctement ces paramètres ainsi que ceux de « couches et périmètres » pour obtenir la résistance attendue d'une pièce donnée.

Je vous propose quelques indications, approximatives sans avoir la pièce sous les yeux :

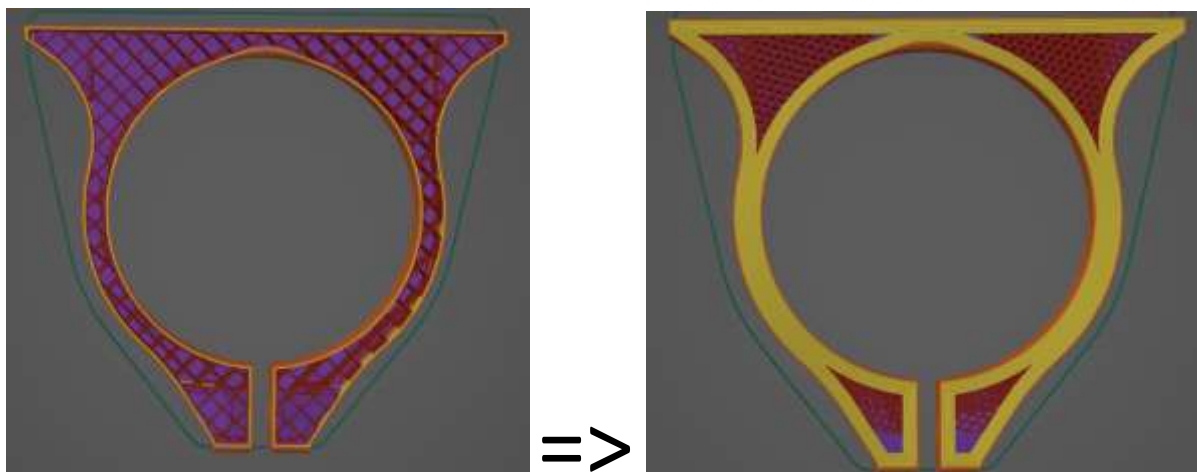
- 1) Pièce à résistance faible (esthétique en priorité) :
 - Nb de périmètres buse 0.4mm : 2 voire 3,
 - Nb de couches horizontales : idem,
 - Densité de remplissage : 10%,
 - Motif de remplissage : grille, rectiligne, triangle, concentrique, étoile, ...

- 2) Pièce à résistance moyenne (travail plutôt en compression) :
 - Nb de périmètres buse 0.4mm : 4,
 - Nb de couches horizontales : idem,
 - Densité de remplissage : 15% à 20%,
 - Motif de remplissage : nid d'abeille, cubique, gyroïde,...

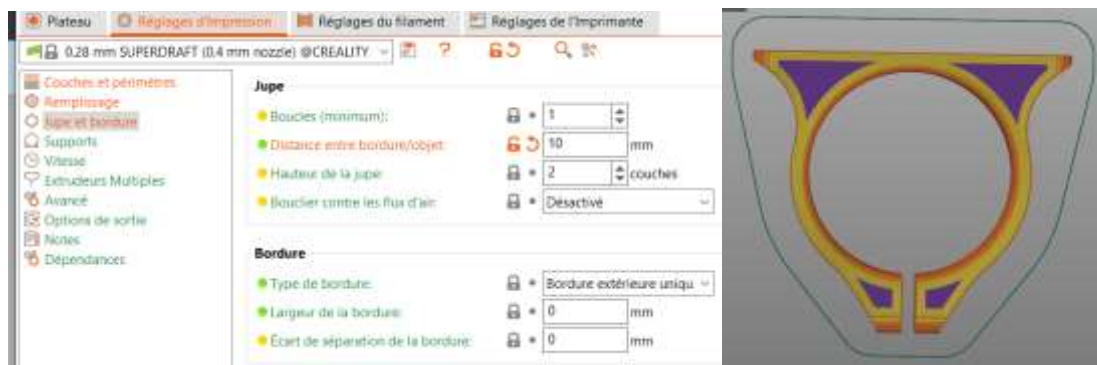
- 3) Pièce à résistance mécanique élevée (flexion, torsion) :
 - Nb de périmètres buse 0.4mm : de 5 à 10,
 - Nb de couches horizontales : idem,
 - Densité de remplissage : 25% à 50%,
 - Motif de remplissage : nid d'abeille 3D, cubique, gyroïde, ...

A noter que si l'esthétique est primordiale, il est possible d'utiliser la fonction de lissage qui se fait à la mode d'un « fer à repasser » par la buse, l'utilisation de cette fonction rallonge beaucoup le temps d'impression.

Prendre en compte le fait que l'utilisation des paramètres de 1) ou 3) fait passer la pièce de 65.7 g à 163 g et le temps d'impression de 5h08 à 13h06

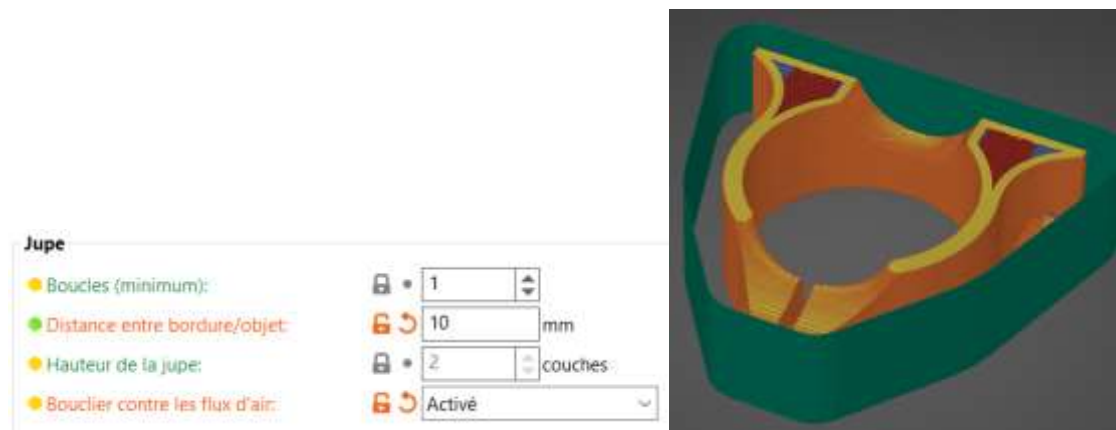


Le sous-menu « jupe et bordure » permet de configurer la jupe et/ou la bordure :

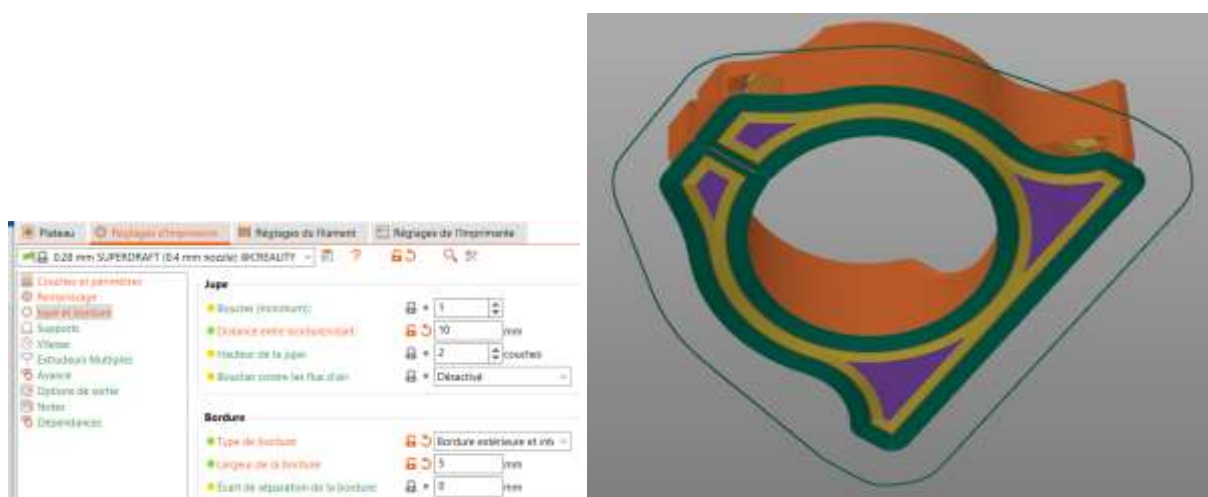


Cette jupe, qui est l'impression d'une ligne (ou plusieurs) autour de la pièce, permet de garantir le démarrage de l'impression avec du filament « propre » : ne pas hésiter à mettre 10 mm de distance

Il est également possible de protéger l'impression par un bouclier qui se trouve être une paroi autour de la pièce (évite les flux d'air => intéressant pour de l'ABS par exemple)



Et enfin pour renforcer la surface d'adhérence au plateau, on utilise une bordure autour de la pièce (au lieu par exemple d'utiliser un radeau qui est plus consommateur de matière)

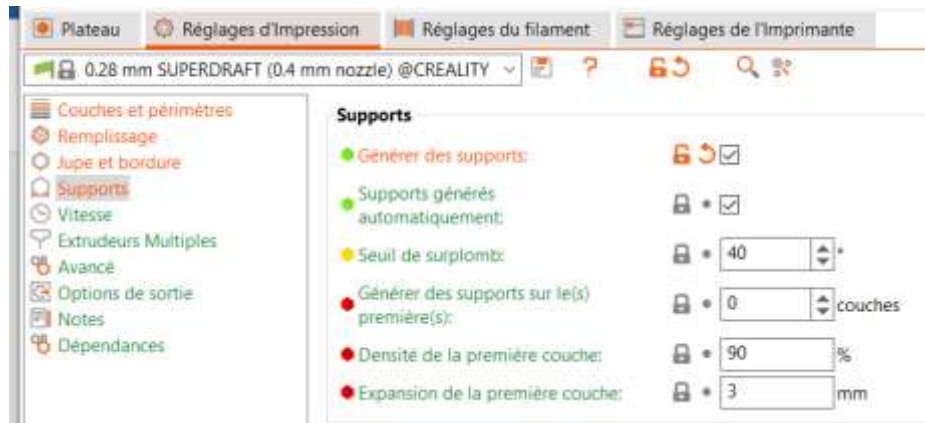


Cette bordure peut doubler voire tripler la surface d'accrochage au plateau (de 3 à 8 mm par exemple) avec possibilité de faire une bordure intérieure et extérieure comme ici

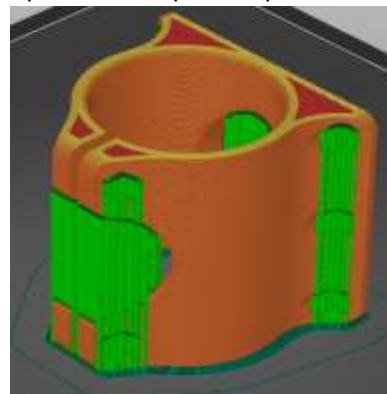
Vient ensuite le sous-menu « supports », supports qui nécessiteront des ajustements au fur et à mesure de l'expérience sur votre imprimante :

- Trop de supports = surface rugueuse et pas mal de post-traitement pour les surplombs
- Trop peu de supports = impression déformée aux surplombs

Par ailleurs, il faut aussi régler la distance entre le support et la pièce pour décoller les supports facilement (exemple : 0.15 à 0.2 pour une hauteur de couche de 0.28 mm)



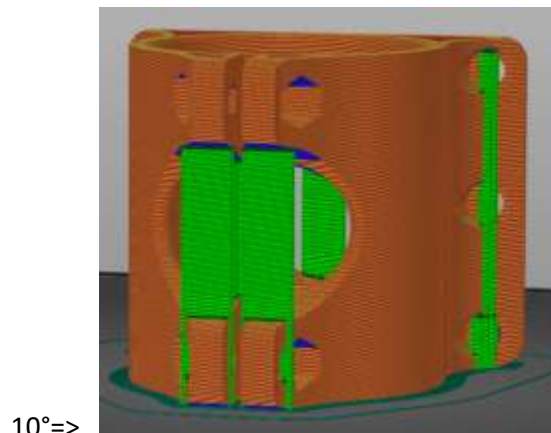
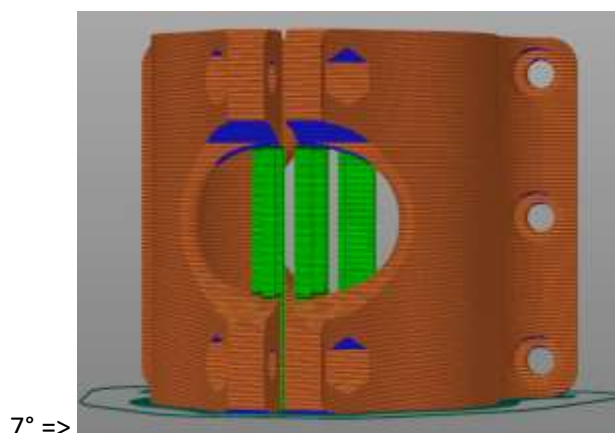
Cette option est à ajuster à chaque fois que la pièce comporte un surplomb que l'on n'a pas pu éviter



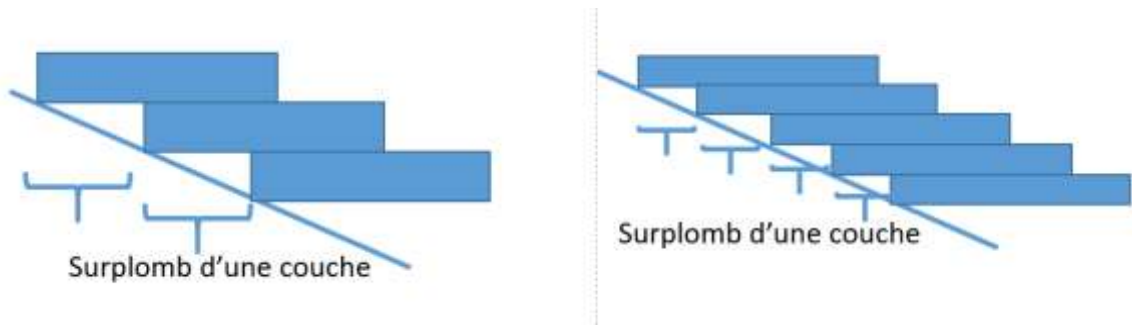
lors de la conception comme pour la pièce ci-contre :

Il faut agir sur la valeur du « seuil de surplomb » que l'on peut descendre à une valeur très dépendante de la machine : l'efficacité du refroidissement des couches impacte la valeur mini

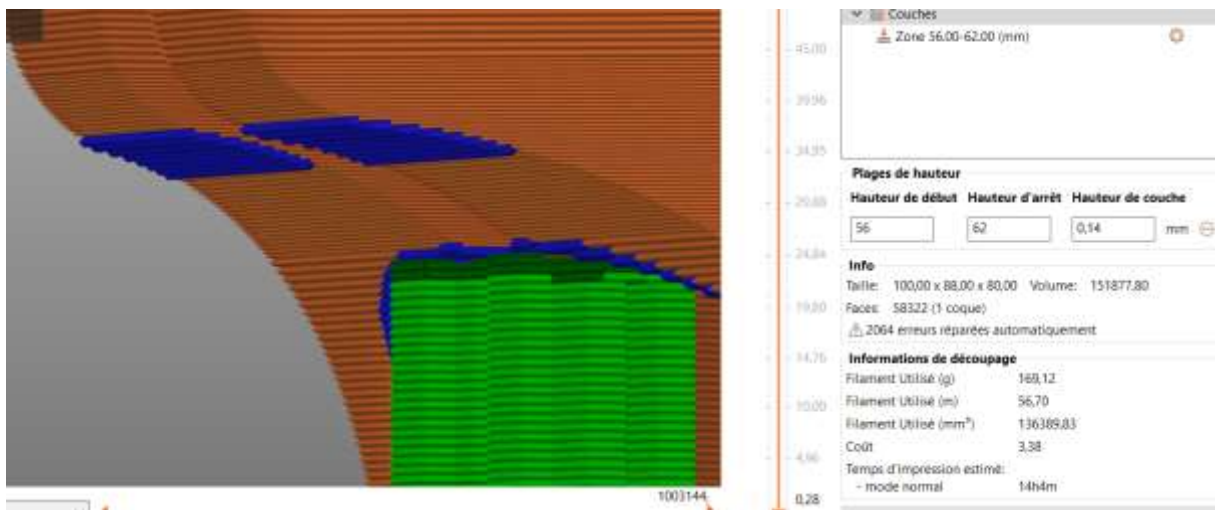
Sur ma Creality Ender 5 Plus, j'oscille entre une valeur de 5 à 10 ° (au lieu des 40° par défaut comme ci-dessus)



A noter que la hauteur de couche va influencer sur le besoin ou pas d'avoir des supports

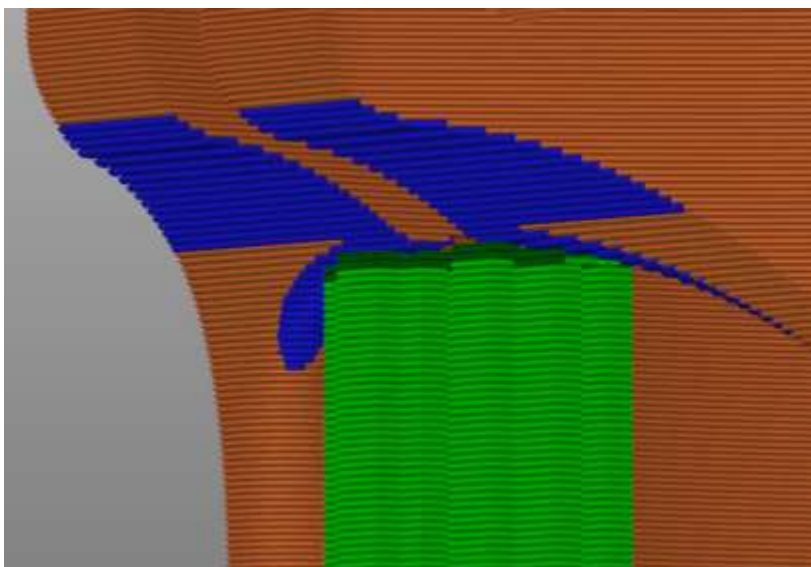


A gauche, le surplomb de chaque couche est 2 fois plus important qu'à droite en divisant la hauteur de couche environ par 2. Il y a possibilité d'utiliser dans un même découpage des hauteurs variables pour profiter de cette capacité dans les zones de la pièce en surplomb presque horizontal.

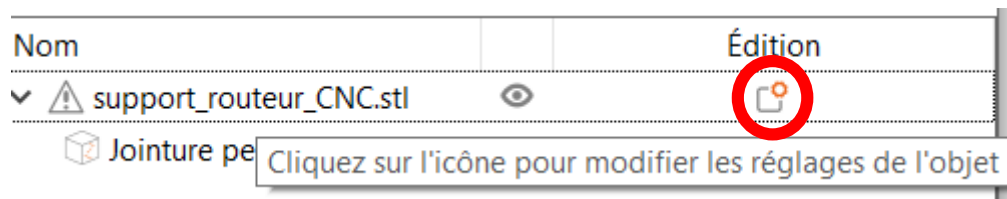


On aperçoit une hauteur de couche de 0.14 mm entre la hauteur de 56 et 62 mm qui correspond au surplomb

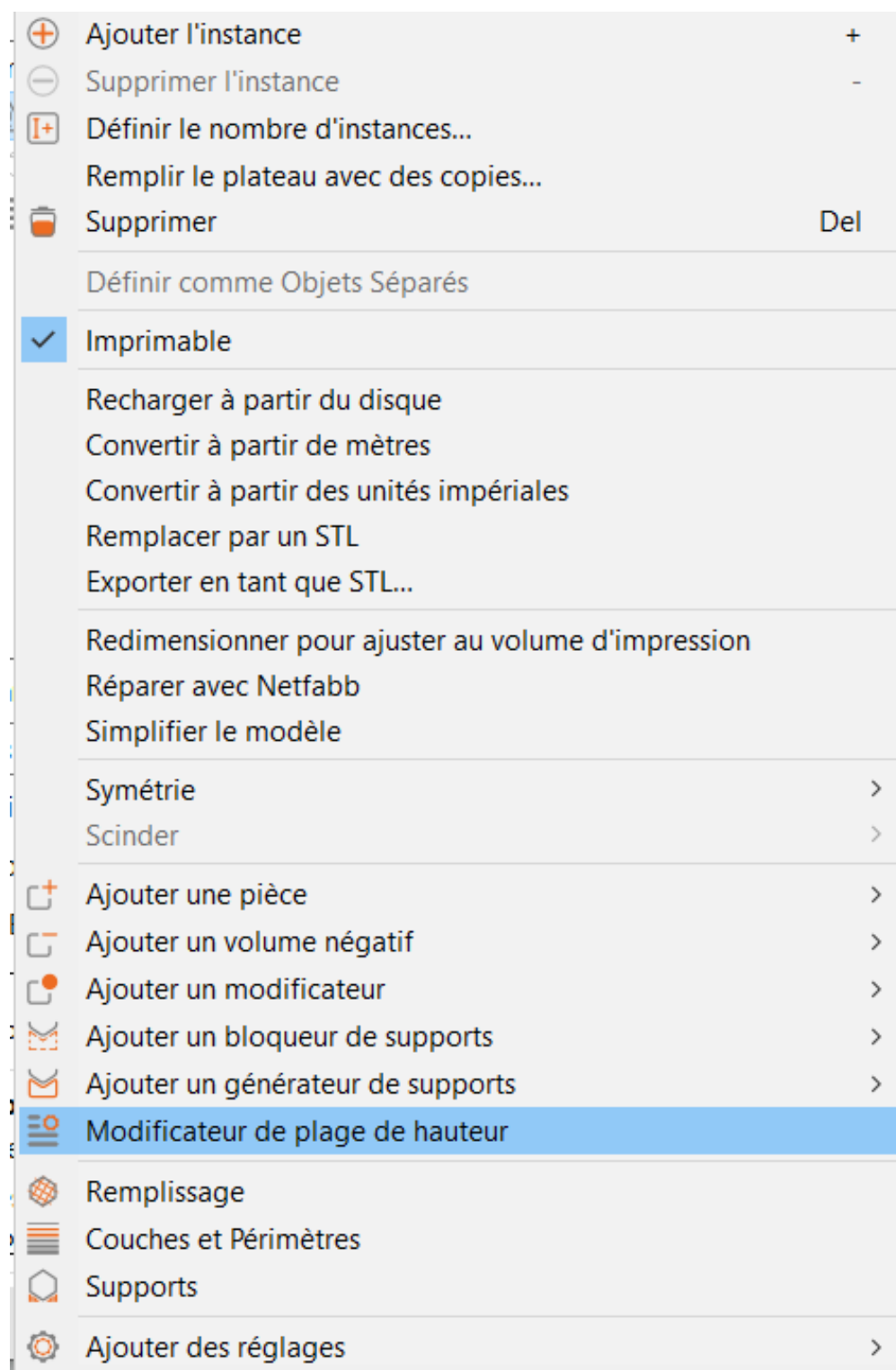
A comparer avec tout en 0.28 pour lequel la zone bleu (zone critique) est bien plus étendue



Le menu est accessible en zone 3 :



Il donne accès aux paramètres plus « pointus » :



Utilisation d'un radeau :

Le radeau est une technique utilisée pour imprimer des pièces qui risquent d'avoir des problèmes d'adhérence au plateau

Radeau

● Couches du radeau:

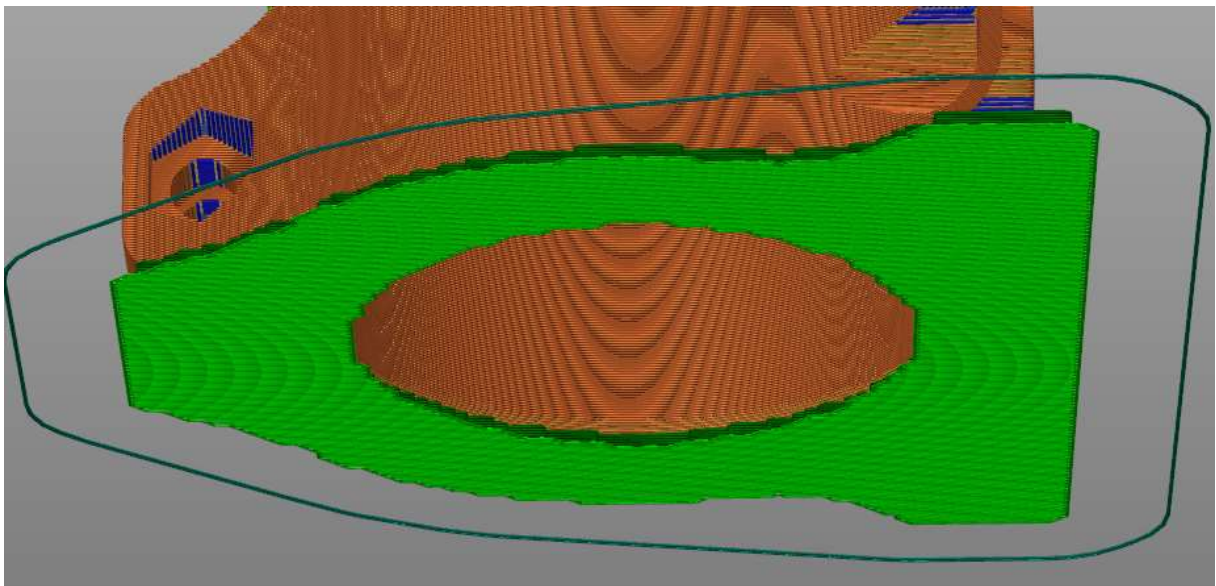
  10  couches

● Distance Z de contact du raft:

 • 0,1 mm

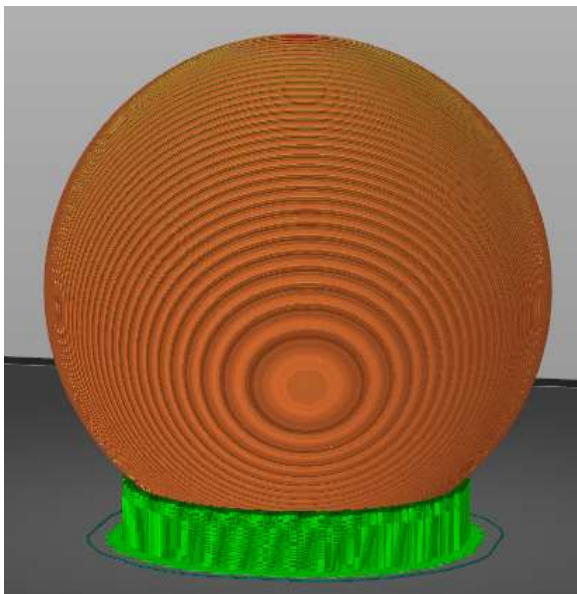
● Agrandissement du raft:

 • 1,5 mm



J'avoue que je préfère utiliser une bordure qui donne un résultat satisfaisant et consomme moins de matière (sur 2000 heures d'impression je n'ai jamais utilisé de radeau)

Sinon pour une pièce à très faible contact avec le plateau (exemple de la sphère), j'utilise un support :



Options pour le matériau de support et le radeau

● Style:	<input type="text" value="Grille"/>
● Distance Z du contact supérieur:	<input type="text" value="0,15"/> mm
● Distance Z du contact inférieur:	<input type="text" value="Comme au-dessus"/> mm
● Motif:	<input type="text" value="Rectiligne"/>
● Espacement du motif:	<input type="text" value="1"/> mm
● Rayon de fermeture:	<input type="text" value="2"/> mm
● Couches d'interface supérieures:	<input type="text" value="2 (par défaut)"/> couches
● Couches d'interface inférieures:	<input type="text" value="Comme au-dessus"/> couches
● Motif d'interface:	<input type="text" value="Rectiligne"/>
● Espacement du motif d'interface:	<input type="text" value="0,2"/> mm
● Supports sur le plateau uniquement:	<input type="checkbox"/>
● Séparation XY entre un objet et ses supports:	<input type="text" value="60%"/> mm ou %
● Ne pas supporter les ponts:	<input checked="" type="checkbox"/>

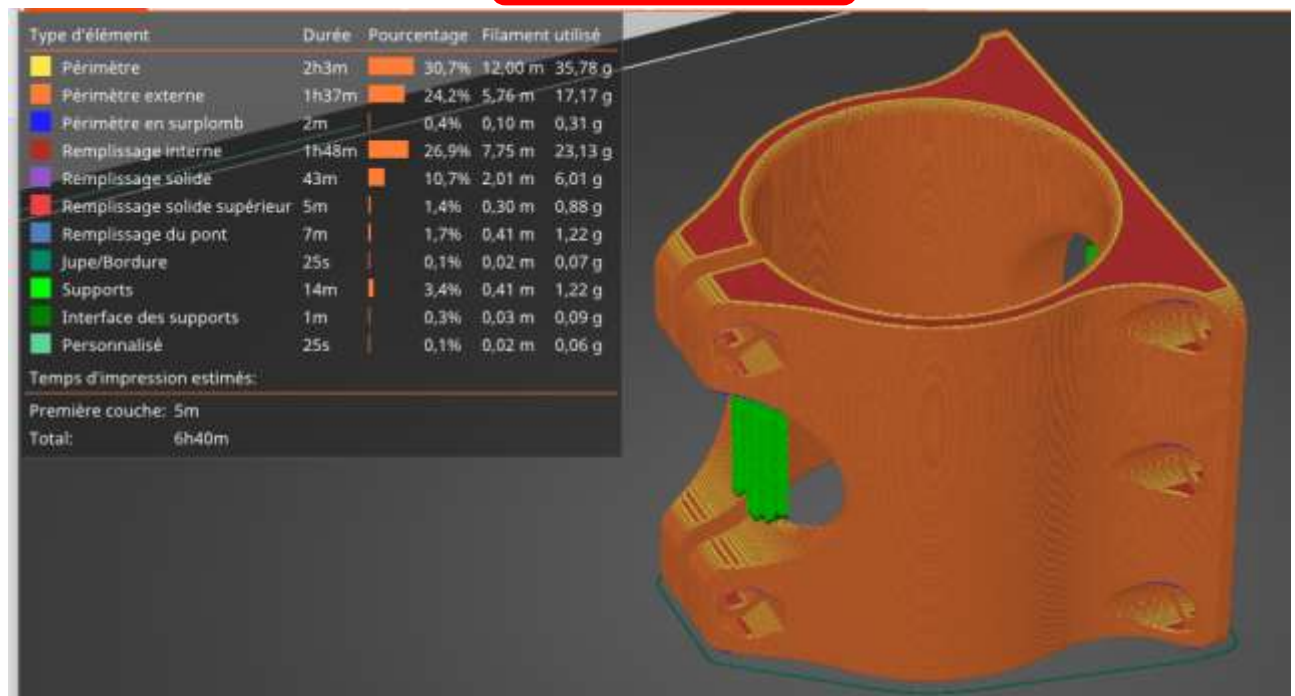
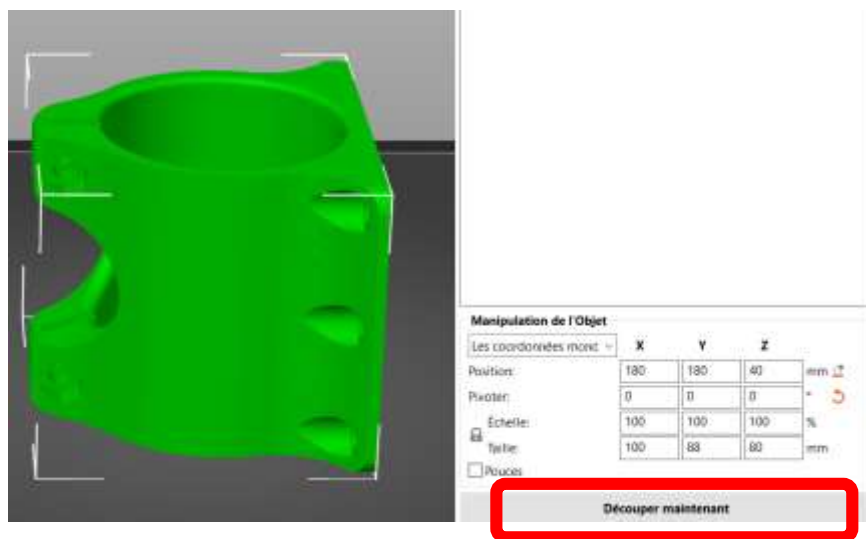
Avec les paramètres ci-dessus on peut donc ajuster l'interface entre le support/radeau et la pièce.

Le dernier réglage porte sur les vitesses :

Plateau	Réglages d'impression	Réglages du filament	Réglages de l'imprimante
0.28 mm SUPERDRAFT SPEED (0.4 mm nozzle) @CR1			
<div> <div> Couches et périmètres Remplissage Jupe et bordure Supports Vitesse Extrudeurs Multiples Avancé Options de sortie Notes Dépendances </div> <div> <h4>Vitesse pour les déplacements d'impression</h4> <ul style="list-style-type: none"> ● Périmètres: <input type="text" value="60"/> mm/s ● Périmètres courts: <input type="text" value="30"/> mm/s ou % ● Périmètres externes: <input type="text" value="30"/> mm/s ou % ● Remplissage: <input type="text" value="60"/> mm/s ● Remplissage solide: <input type="text" value="60"/> mm/s ou % ● Remplissage solide supérieur: <input type="text" value="30"/> mm/s ou % ● Supports: <input type="text" value="40"/> mm/s ● Interface des supports: <input type="text" value="100%"/> mm/s ou % ● Ponts: <input type="text" value="25"/> mm/s ● Remplissage des trous: <input type="text" value="30"/> mm/s ● Lissage: <input type="text" value="15"/> mm/s <h4>Vitesse pour les déplacements sans impression</h4> <ul style="list-style-type: none"> ● Déplacement: <input type="text" value="150"/> mm/s ● Déplacement Z: <input type="text" value="0"/> mm/s <h4>Modificateurs</h4> <ul style="list-style-type: none"> ● Vitesse de la première couche: <input type="text" value="20"/> mm/s ou % ● Vitesse de la première couche de l'objet sur l'interface du raft: <input type="text" value="30"/> mm/s ou % </div> </div>			

Ces paramètres sont très dépendant de l'architecture de la machine : je préconise de rester sur les paramètres par défaut et avec de l'expérience de faire varier progressivement pour connaître les limites de la machine.

Une fois tous ces paramètres réglés, il faut lancer le découpage :

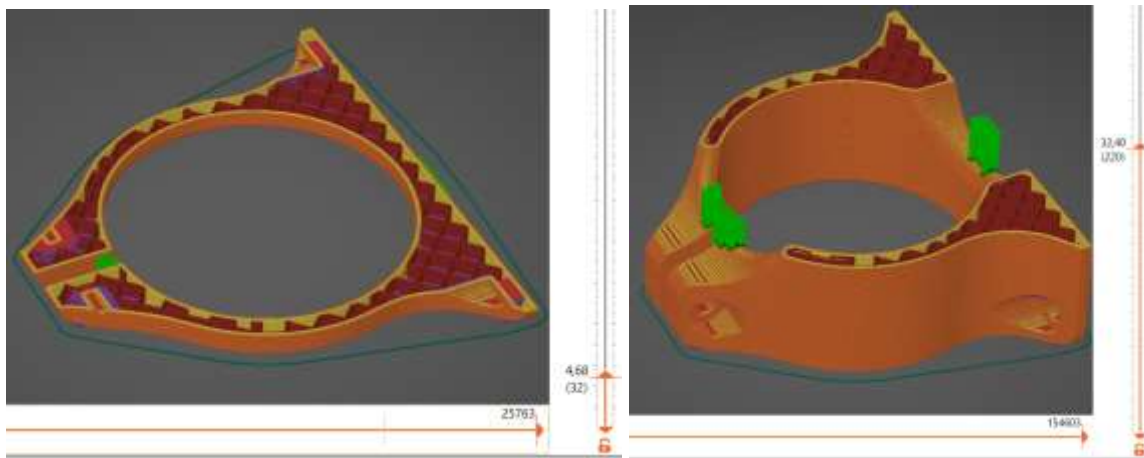


Dans la fenêtre de gauche sont affichés les durées d'impression et le poids de filament utilisé qui permettent de disposer d'informations pertinentes pour modifier les paramètres.

Ces informations sont complétés dans la zone 3 :

Informations de découpage	
Filament Utilisé (g)	85,95
Filament Utilisé (m)	28,82
Filament Utilisé (mm ³)	69317,21
Coût	1,72
Temps d'impression estimé:	
- mode normal	6h40m

Pour vérifier que les paramètres sont convenables et qu'il n'y a pas d'anomalies, je conseille de vérifier le résultat en déplaçant le curseur vertical.



Ensuite vous insérez votre support de transfert du Gcode et vous sauvegardez le fichier :



Vous êtes prêt pour l'impression.

Nota : PS ajoute les informations d'impression dans le nom du fichier (c'est paramétrable)

couvercle_BMS_32m_0,28mm_205C_PLA_ENDER5PLUS.gcode

Il est possible que votre imprimante ne supporte pas les noms longs => supprimer les caractères en rouge.

Annexe A

Réglage du firmware pour obtenir le bon débit de matière à l'impression

Comme je le précisais dans le cadre des paramètres liés au filament, il est important de vérifier le diamètre du fil pour adapter si nécessaire le rapport d'extrusion. Mais cela ne sert pas à grand-chose si les paramètres firmware de l'extrudeur n'ont pas été préalablement vérifiés et ajustés si nécessaire.

Pour cela, il faut vérifier que le nb de pas moteur/mm (E-step) stocké dans le firmware permet bien d'extruder la bonne longueur de filament => il faut au préalable faire un test d'extrusion sur la machine :

- Mettre la buse en température et la maintenir (à 210° par exemple),
- Vérifier que le filament est correctement engagé dans le Hotend pour que le matériaux fondu sorte bien de la buse,
- Faire sur le filament une marque au feutre (ou avec un bout de scotch) à 120 mm de l'entrée du détecteur de filament ou de l'extrudeur,
- Afficher 100 mm dans le menu de gestion du filament de l'imprimante et envoyer « Feed » (possibilité de le faire avec Pronterface également avec E100 F 1500 puis « send »).
- Une fois que vous êtes certain que l'extrusion est terminée, mesurez la distance restante qui devrait être de 20 mm si le E-step est correct.
- Si ok vous avez terminé
- Si pas ok il va falloir modifier la valeur du E-step dans le firmware

Pour connaître la valeur du firmware on utilise Pronterface sur un ordinateur connecté au port usb de l'imprimante. On ouvre la connexion dans Pronterface et le logiciel nous affiche :

Printer is now online.

- *echo: External Reset*
- *Marlin Ver 1.70.1 BL*
- *echo: Last Updated: 2019-09-04 | Author: Ender-5 Plus*
- *echo: Compiled: Sep 4 2019*
- *echo: Free Memory: 1460 PlannerBufferBytes: 1232*
- *echo: V41 stored settings retrieved (526 bytes; crc 37819)*
- *echo: G21 ; Units in mm*
- *echo: M149 C ; Units in Celsius*
- *echo: Filament settings: Disabled*
- *echo: M200 D1.75*
- *echo: M200 D0*
- *echo: Steps per unit:*
- *echo: M92 X80.00 Y80.00 Z800.00 **E93.00,....***

C'est cette dernière ligne qui nous intéresse et pour la réajuster nous allons appliquer une règle de 3 à cette valeur en fonction de la distance mesurée plus haut.

Dans notre cas de firmware le moteur utilise 93 pas pour extruder 1 mm de filament et nous avons par exemple relevé 25 mm au lieu des 20 mm attendus.

Le moteur sous-extrude de 5 mm, soit 95 mm au lieu de 100 mm.

La valeur correcte est donc $93 \times 100 / 95$ soit 98 => on remplace donc 93 par 98 pour la valeur de E

Pour cela il faut entrer la commande Gcode M92 E98 puis « send » et ensuite M500 + M117 puis « send » pour l'enregistrer dans l'Eprom de l'imprimante.

Pour vérifier, entrer la commande M503 ou déconnectez et reconnecter Pronterface à l'imprimante et vous constaterez que la valeur de 98 a bien été prise en compte.

Et bien sûr, vous pouvez relancer la vérification de la longueur extrudée.

Annexe B : paramètre d'impression du PETG

(Extrait de <https://all3dp.com/fr/2/petg-impression-3d-parametre-reglage/>)

Le PETG allie la facilité d'impression du PLA à la solidité de l'ABS. Température, vitesse, rétraction... Voici les meilleurs paramètres d'impression !

Le PETG n'est autre que du polytéréphtalate d'éthylène glycolisé, pour ceux qui s'y connaissent en chimie. Mais pour le reste d'entre nous qui ne manions pas l'éprouvette, il s'agit tout simplement du plastique le plus utilisé sur la planète, que l'on connaît davantage sous le nom de PET.

On le retrouve dans nos bouteilles en plastique, dans nos récipients, dans les jouets de nos enfants, nos ustensiles de cuisine, et bien d'autres objets de notre quotidien. Ce plastique recyclable peut par ailleurs être moulé par injection, soufflé, thermoformé, plié, coupé et, depuis quelques années, imprimé en 3D.

Il existe de [nombreuses options intéressantes](#), mais trouver les bons réglages pour obtenir une impression parfaite peut nécessiter quelques ajustements.

Dans cet article, vous trouverez tout ce dont vous avez besoin pour réussir vos impressions PETG. Des paramètres de réglage de votre imprimante jusqu'à des

IMPRESSION 3D & PETG : PARAMÈTRES ET RÉGLAGES

Avec ses propriétés mécaniques et son aspect visuel avantageux, le PETG est un matériau très utile. Mais avant de vous dévoiler toutes nos astuces, faisons un bref point sur les caractéristiques de ce matériau :

- Température de transition vitreuse : 80 °C
- Densité : 1,27 g/cm³ (plus élevée que celle du PLA et de l'ABS)
- Matériau résistant à la plupart des produits chimiques (acides, alcalis, solvants...)

Cependant, il peut être assez compliqué à imprimer, surtout si vous débutez. De nombreux conseils existent sur internet pour trouver le réglage idéal, mais il n'est pas rare qu'ils se contredisent. En vérité, tout dépend un peu de votre machine. Ce qui est vrai pour une imprimante ne l'est peut-être pas pour une autre. Souvent, vous devrez même ajuster de nouveau certains paramètres entre deux bobines de PETG.

Vous l'aurez compris, le PETG demande une bonne dose d'expérimentation avant de trouver les bons réglages. Cet article a pour but de vous donner une base solide pour vous lancer dans les meilleures conditions.

Réglage du plateau



Some users find PETG can get *too* attached to glass beds (Source: [pagonda via Reddit](#))

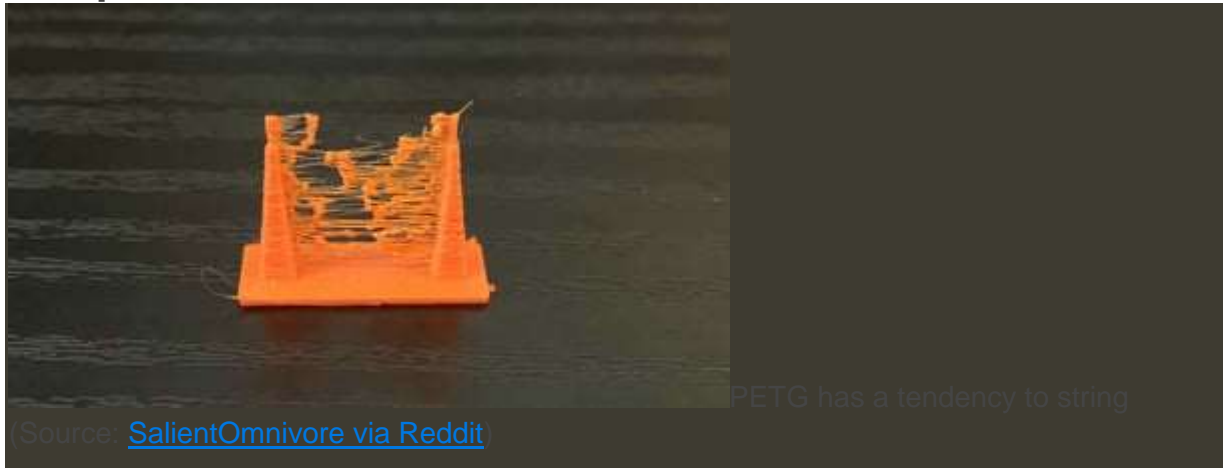
Commencez par la base, littéralement, en vous assurant que votre plateau est propre et [correctement nivelé](#).

Certains filaments posent parfois des problèmes d'adhérence, mais avec le PETG, c'est tout le contraire ! En raison de sa composition, ce matériau s'accroche au plateau comme une moule à son rocher. En le retirant, il arrive même d'arracher un peu de sa surface. Pour cette raison, il est préférable de protéger le plateau d'une couche de [colle](#) ou de ruban adhésif (le fameux [Blue Tape](#)).

Si vous avez déjà imprimé du [PLA](#) ou de l'[ABS](#), vous savez que la buse doit se trouver assez proche du plateau. Le PETG, [qui ne fait rien comme tout le monde](#), exige quant à lui une distance plus généreuse. On conseille souvent pour le PLA d'utiliser une [feuille de papier](#) pour régler l'écart entre le plateau et la buse. Pour le PETG, prenez-en plutôt trois.

Il n'est pas obligatoire de posséder un plateau chauffant pour imprimer du PETG, mais nous le recommandons tout de même. Bien que la plupart des fabricants conseillent de régler la température entre 70 et 80 °C, il est possible de monter jusqu'à 100 °C. Commencez à 70 °C, en augmentant par palier si vous constatez des problèmes d'adhérence.

Température et rétraction



Les paramètres de température et de rétraction du PETG sont étroitement liés.

Température

Le PETG s'imprime habituellement à une température allant de 220 à 265 °C. Mais avant de chauffer la buse, rappelez-vous bien que certains hotends sont dotés d'un tube en PTFE qui ne résistera pas à plus de 250 °C ! N'allez pas plus loin si vous ne voulez pas endommager le système.

La température de la buse joue beaucoup sur la qualité de l'impression. Si elle est trop chaude, vous risquez d'avoir des problèmes de [stringing](#) (les petits cheveux d'ange) et de suintement, mais si vous visez trop bas, l'extrudeur a des chances de faire des ratés.

Pour vérifier que vous avez réglé la bonne température, suivez ces étapes : chauffez la buse à 220 °C, puis lancez un ou deux [tests d'impression](#). Si vous entendez un « toc toc toc » pendant l'impression, c'est l'extrudeur qui saute. Augmentez la température de la buse de 5 °C. Répétez le test jusqu'à ce que l'extrudeur fonctionne normalement.

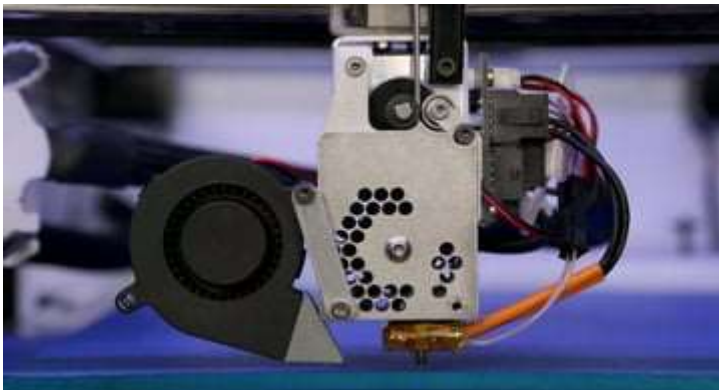
Nous vous le disions plus haut, l'impression à température élevée présente des risques de stringing ou de suintement. Et le PETG étant un matériau très solide et élastique, les petits « cheveux » sont particulièrement difficiles à retirer. Si vous êtes déjà à la température la plus basse possible (c'est-à-dire celle où l'extrudeur ne fait pas de ratés) et que vous avez *toujours* des problèmes de stringing, essayez d'ajuster les paramètres de rétraction.

Rétraction

Évitez les vitesses trop élevées : cela peut marcher pour l'ABS et le PLA, mais pas pour le PETG, qui aime décidément faire les choses à sa manière. Réglez la rétraction à environ 25 mm/s, que vous ayez un extrudeur Bowden ou direct drive. La distance de rétraction doit quant à elle tourner autour de 6 ou 7 mm pour les Bowden, et 3 ou 4 mm pour les extrudeurs en direct drive. Avec le PETG, la vitesse de rétraction compte plus que la distance. Si vous avez encore des problèmes de suintement ou de stringing, baissez la vitesse de rétraction.

Pour réduire les suintements, vous pouvez aussi essayer d'ajuster la vitesse de déplacement. Le PETG a en effet tendance à goutter depuis l'extrémité de la buse, surtout si celle-ci est très chaude. Pour éviter ce problème, tentez d'augmenter autant que possible la vitesse de déplacement.

Vitesse des ventilateurs et refroidissement



A part-cooling fan keeping things cool

(Source: [Adafruit via Pinshape](#))

Le PETG s'imprime assez bien sans ventilateur, on peut même dire qu'il s'en passe très bien, contrairement à d'autres matériaux. Si vous constatez des fissures ou un [décollement](#) des couches sur vos impressions, essayez tout simplement d'éteindre les ventilateurs, ce qui permettra d'améliorer l'adhérence.

Avec le PETG, les ventilateurs ne sont réellement nécessaires que si vous souhaitez obtenir des résultats très détaillés ou [imprimer des ponts](#).

Supports



things easy (Source: [UltiMaker](#))

Water-soluble PVA supports make

Puisque le PETG souffre rarement d'un manque d'adhérence, bien au contraire, il est possible que vous ayez des problèmes pour retirer les supports. Si vous avez la chance de posséder une [imprimante 3D à double extrudeur](#), votre meilleure option est d'utiliser des filaments solubles, comme le [PVA](#) ou le [HIPS](#).

Mais si votre imprimante ne dispose que d'un seul extrudeur, tout espoir n'est pas perdu. Essayez de paramétrer une certaine distance entre le support et votre objet ([distance Z](#)). Commencez par maintenir un écart de 0,1 mm, par exemple, vous devriez déjà obtenir de bons résultats. Mais, comme pour tous les autres paramètres, vous devrez sans doute bidouiller un peu ces valeurs pour trouver le réglage idéal.

Vitesse



PETG oozing is a common issue
(Source: [revolution via UltiMaker Community of 3D Printing Experts](#))

Le PETG est très sensible à la vitesse d'impression. En imprimant trop vite, vous perdrez en adhérence des couches, en qualité d'impression et en efficacité de l'extrudeur. Mais si vous imprimez trop lentement, vous finirez sans doute avec des problèmes de déformation, de stringing et de suintement.

Le tout est de trouver le bon réglage en fonction de votre propre imprimante et du filament que vous utilisez. Commencez autour des 50 mm/s, c'est un bon point de départ. Pour la première couche et la paroi extérieure, tentez de régler la vitesse à 25 mm/s. Par contre, la vitesse de déplacement doit être aussi rapide que possible, au moins à 120 mm/s, pour éviter le suintement