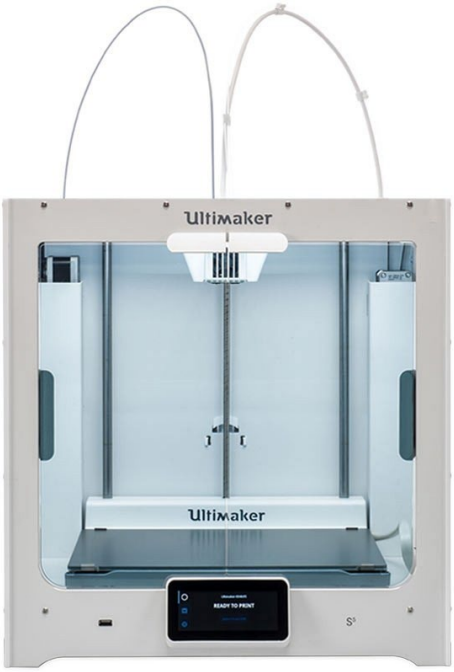
Imprimante 3D

UltiMaker 3 & S5





institut
FRANÇAIS
de la
MODE

Table des matières

Règles de sécurité et bonnes pratiques au FabLab **3**

Sécurité liée à l'impression 3D **3**

Principe de l'impression 3D FDM **4**

Description de l'imprimante 3D **5**

1. Schéma des imprimantes UltiMaker 3 et S5 5
2. Caractéristiques 7

Préparation du modèle 3D **8**

Préparer l'imprimante **8**

1. Choisir le Printcore (print media) 8
2. Charger les matériaux 9
3. Préparer le plateau 11

Paramétrer le model 3D et faire le « Slicing » / découpage **12**

1. Présentation de l'environnement de Cura 12
2. Utiliser Cura 15
   a. Choisir les matériaux 16
   b. Paramètres principaux (quality, strength, supports, adhesion) 18
   c. Autres paramètres importants (temperature, speed, travel, cooling, …) 21
   d. Slicing / découpage 24

Imprimer en 3D **27**

1. Débuter l'impression 27
2. Pendant l'impression 28
3. Après l'impression 28

Nettoyer et ranger après l'impression **31**

1. Nettoyer la machine 31
2. Ranger 31

Annexes **32**

1. Calculer et connaître la quantité restante de filament sur une bobine 33
2. Instructions Rhino pour un bon fichier 3D 35

Règles de sécurité et bonnes pratiques du FabLab

- Port de chaussures fermées conseillé.
- Avoir une tenue appropriée à la manipulation de machines et d'outils (pas de vêtements trop amples, de bijoux trop longs, s'attacher les cheveux si nécessaire).
- Ne jamais utiliser une machine sans être préalablement formé dessus.
- Être pleinement conscient de ses faits et gestes.
    - Ne pas utiliser les machines si vous êtes fatigué ou malade.
    - Ne pas avoir consommé d'alcool ou de drogue avant d'utiliser les machines et outils.
- Ne pas distraire ou surprendre les autres utilisateur.rice.s pendant qu'il.elle.s utilise.nt les machines et les outils du fablab.
- Ne jamais laisser une machine fonctionner sans surveillance, n'utiliser qu'une seule machine à la fois.
- Prévenir la.les fabmanageuse.s en cas de danger.
- Ne jamais ouvrir une machine, prévenir la.les fabmanageuse.s présente.s dans l'espace pour tout problème technique lié aux machines (dysfonctionnement, casse, etc.).
- Garder la zone de travail propre et rangée après utilisation.
- Ranger les matériaux et les outils à leur place.
- Avoir préparé ses fichiers avant d'occuper le poste machine.
- Ne pas forcer sur les machines : demander de l'aide, les fabmanageuses sont là pour ça !
- Éteindre les machines après utilisation.
- Ne pas manger dans le Fablab.

Sécurité liée à l'impression 3D

L'imprimante 3D est une machine dont le plateau et la tête d'impression chauffent à des températures relativement hautes afin de mettre en forme la matière. Le danger principal de cette machine est la blessure par brûlure.

- **Ne jamais toucher la tête d'impression (la buse particulièrement) lorsqu'elle est en chauffe, en cours d'impression ou en phase de refroidissement. La température peut atteindre les 280°C.**
- **Ne pas poser ses mains sur le plateau lorsqu'il chauffe, en cours d'impression ou en phase de refroidissement. La température peut atteindre les 100°C.**

L'imprimante 3D comprend des courroies qui permettent de déplacer la tête d'impression et le plateau. La force de déplacement de ses composants peut blesser l'utilisateur.rice en cas de mauvaise pratique.

- **Ne jamais mettre ses mains à l'intérieur de la machine lorsqu'elle est en marche.**

Principe de l'impression 3D FDM

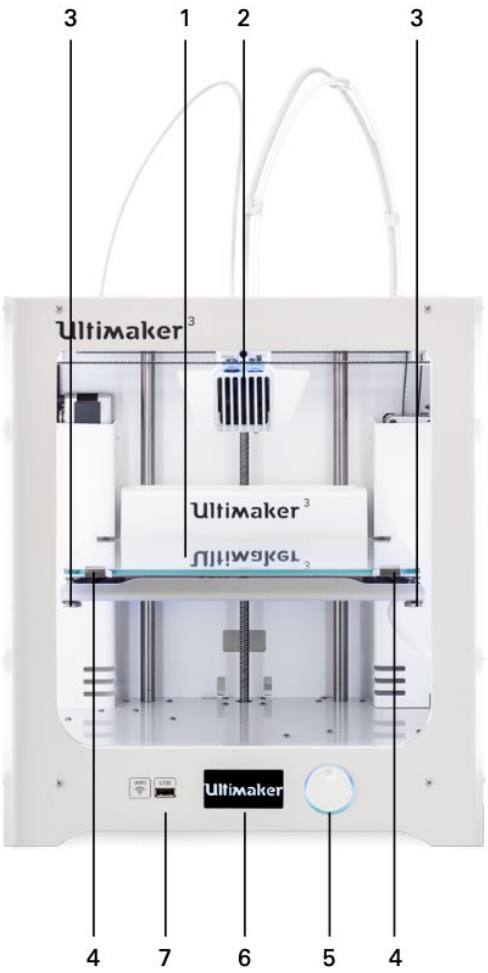
Les imprimantes 3D **UltiMaker 3** et **S5** utilisent la technique dite "par dépôt de fil" ou FDM (Fuse Deposition Modeling). Il s'agit de l'un des procédés de fabrication additive les plus courant.

On parle de fabrication additive car cette technique consiste à déposer un matériau thermoplastique extrudé par superposition de couches. L'extrusion du matériau est effectuée grâce au corps chauffant et à la buse contenus dans la tête d'impression, ainsi qu'aux roues crantées contenues par le feeder ou alimenteur. Le matériau, sous forme de filament, est entrainé par les roues crantées et guidé jusqu'à la tête d'impression par un tube de Bowden. Une fois arrivé au niveau de la tête d'impression, il va être chauffé jusqu'à sa température de fusion (liquéfaction du matériau solide) et passer par la buse pour être déposé sur le plateau.

Lors de l'impression, la machine dépose le matériau grâce aux déplacements de la tête d'impression sur les axes X et Y du plateau formant une première couche. C'est l'addition des couches les unes sur les autres en suivant l'axe Z qui permet la formation d'un objet en volume (3D). Une fois déposé, le matériau fusionne avec la couche précédente et se solidifie en se refroidissant.

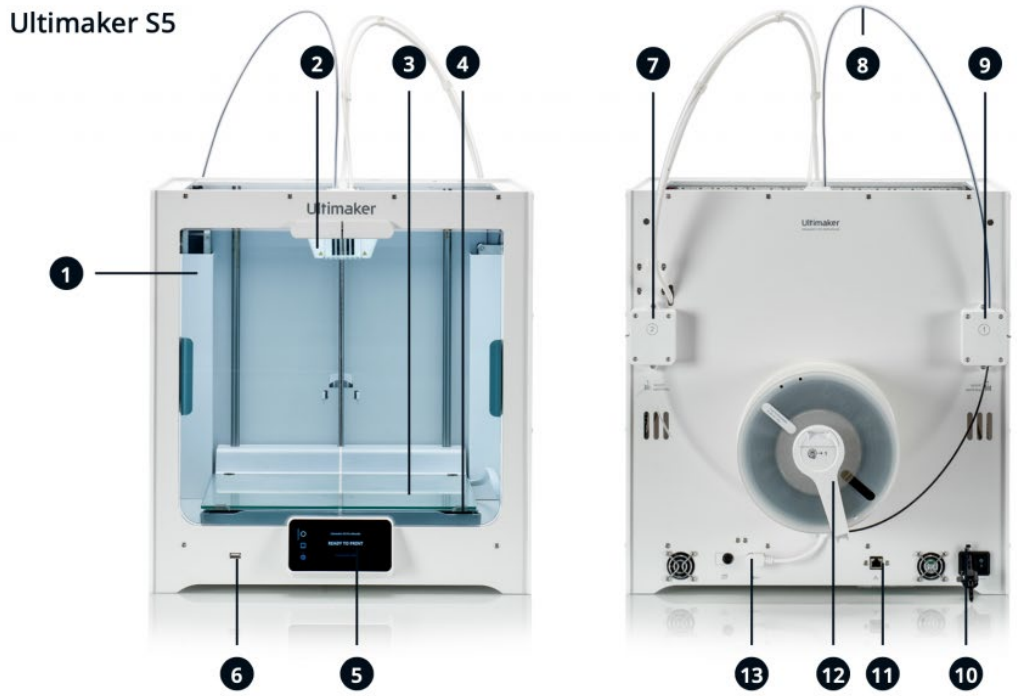
Description de l'imprimante 3D

1. Schéma de l'imprimante UltiMaker 3





1- Plateau chauffant
2- Tête d'impression double
3- Vis du plateau
4- Broche du plateau
5- Bouton poussoir/rotatif
6- Écran
7- Port USB
8- Chargeur de fil n°2
9- Tubes Bowden
10- Chargeur de fil n°1
11- Port Ethernet
12- Cache du câble
13- Support de bobine double avec câble NFC
14- Câble d'alimentation



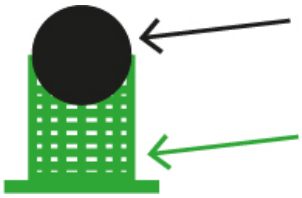
1 - Glass door
2 - Print head
3 - Build plate
4 - Build plate clamps
5 - Touchscreen
6 - USB port
7 - Feeder 2
8 - Bowden tubes
9 - Feeder 1
10 - Power socket and switch
11 - Ethernet port
12 - Double spooler holder with NFC cable
13 - NFC socket

2. Caractéristiques

UltiMaker 3 et **S5** sont des imprimantes à double extrusion, ce qui veut dire qu'elles peuvent utiliser les deux différentes buzzes sur la tête d'impression pour imprimer de façon simultanée les configurations suivantes :

- **Imprimer 1 objet avec un matériau + un matériau support**

Exemple :

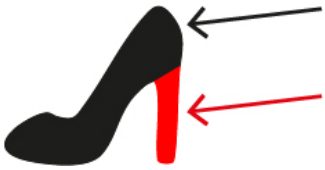


Un matériau pour imprimer l'objet final, comme le PLA, TPU, …

Un matériau pour imprimer les supports de l'objet, comme le PLA ou le PVA.

- **Imprimer 1 objet avec 2 matériaux différents (matériaux avec des compositions ou caractéristiques différentes)**

Exemple :

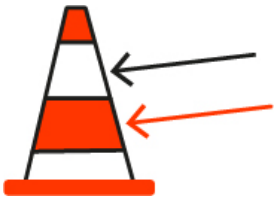


Un matériau pour imprimer la partie flexible de l'objet, comme le TPU.

Un matériau pour imprimer la partie rigide de l'objet, comme le PLA.

- **Imprimer 1 objet avec 2 matériaux de couleurs différentes**

Exemple :



Un matériau pour imprimer les zones blanches, comme du PLA blanc.

Un matériau pour imprimer les zones oranges, comme du PLA orange.

Informations techniques :

- **UltiMaker 3** dimensions d'impression : P 197 x L 215 x H 200 mm
- **UltiMaker S5** dimensions d'impression: L 240 x P 330 x H 300 mm
- Matériaux imprimables : PLA, ABS, CPE ou PETG, Nylon, TPU ou TPE (flexible), PP, PVA (matériau de support soluble).
- Diamètre du filament : 2.85mm
- Comment ça marche : **LED Bleu** lorsque la tête d'impression est **froide**, **LED Rouge** lorsque la tête d'impression est **chaude**.

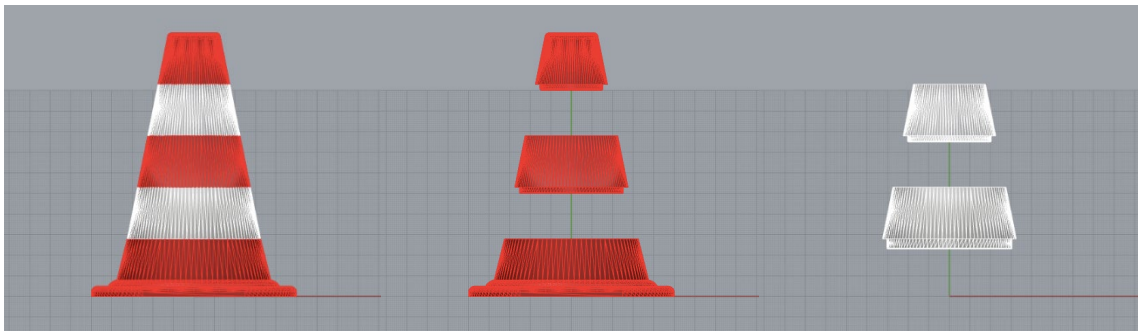
Préparation du modèle 3D

Une impression 3D ne peut être réalisée qu'à partir d'un modèle en 3 dimensions préparé en amont avec un logiciel de modélisation (Rhinocéros, 3DSMax, Fusion 360, Blender, etc.).

Le logiciel de modélisation utilisé n'a pas d'importance, cependant il est indispensable que le format du modèle 3D soit en **.STL**.

! L'impression d'une seule pièce en bi-matière ou bi-couleur doit obligatoirement s'effectuer à partir de 2 modèles 3D, enregistrés séparément en .STL.

Astuce : Dans le logiciel de modélisation 3D, enregistrer le modèle complet d'abord (partie 1 + partie 2), puis enregistrer chaque partie dans 1 fichier .STL indépendant en supprimant 1 partie puis l'autre (ne pas modifier la position de chaque partie).



Mise en œuvre de l'imprimante

1. Choix des print cores (supports d'impression)

Les **UltiMaker 3 et S5** permettent **d'imprimer 2 matériaux en même temps**. Il est possible d'imprimer 1 matériau support et 1 matériau de construction **ou bien** d'imprimer 2 matériaux de construction de couleurs différentes.
Avant de lancer une impression, l'utilisateur.rice doit savoir quels matériaux vont être imprimés et donc quels print cores (supports d'impression) seront nécessaires.

Comment choisir ?

- **Print cores** type **AA** sont utilisés pour imprimer du **PLA, ABS, CPE et Nylon**.
- Les **Print cores AA avec un "F"** sur le dessus, sont utilisés **exclusivement** pour les matériaux flexibles comme le **TPU**.
- Les **Print cores de type BB** sont utilisés pour le **PVA**,
- Le **Print core Noir** ou de **type CC est utilisé pour les matériaux mixés comme le** PLA mélangé avec de la céramique, du métal, des coquilles d'œufs ou d'huitres, … .

! Une fois les print cores déterminés, l'utilisateur.rice doit demander à la fabmanageuse de les installer dans la machine si cela n'est pas déjà fait.

Les combinaisons préconisées par Ultimaker pour les impressions double sont : PLA – PVA, Nylon – PVA, PLA – PLA, PLA – TPU (TPE), ABS – ABS, CPE – CPE.

Dans le cas d'une impression simple, l'utilisateur.rice doit s'assurer que **le print core de type AA** est déjà installé dans la machine.

2. Chargement des matériaux

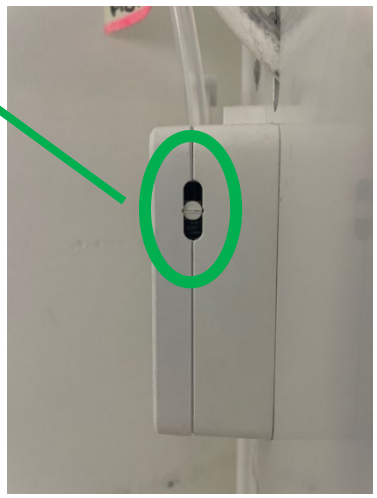
Avant de lancer une impression, l'utilisateur.rice doit charger le(s) matériau(x) choisi(s) pour l'impression sur la machine.

! Attention, dans le cas d'une impression double matériaux, ***le matériau 2 devra toujours être installer avant le matériau 1.***

- **VERIFIER LA TENSION DES FEEDERS.**

Avant de charger le filament, il est important de **vérifier, et si besoin ajuster, la tension des feeders** que vous utilisez. Cela permet de réduire ou augmenter la pression sur les filaments pour assurer leur bon chargement jusqu'à la tête d'impression.

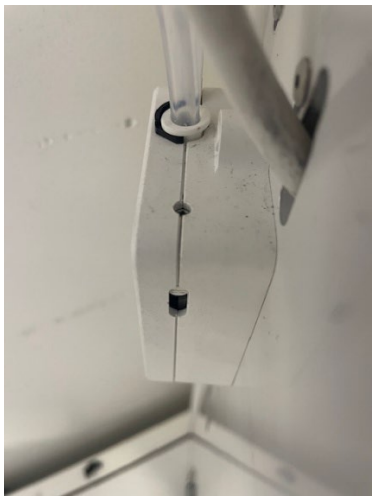
Placer le marqueur de tension **au milieu de la jauge** pour les **filaments rigides**.





Placer le marqueur de tension **en haut de la jauge** pour les **filaments flexibles**.

Pour changer la position du marqueur de tension du feeder :


- Utiliser le petit tournevis adapté,
- Trouver le trou situé sur le dessus du feeder,
- Visser ou dévisser la petite vis à l'intérieur du trou en fonction de si vous utilisez du filament rigide ou flexible.

Chargement du matériau 2

- **Placez la bobine** avec le matériau sur le support de bobine. Veillez à la positionner avec le **matériau placé dans le sens horaire**, afin que le matériau puisse pénétrer dans le chargeur 2 par le bas. Redressez légèrement le matériau afin qu'il entre aisément dans le chargeur.
- **Attendez** que l'Ultimaker ait détecté le matériau (en cas d'utilisation d'un matériau Ultimaker).
- **Insérez l'extrémité du matériau** dans le chargeur 2 et poussez-le doucement jusqu'à ce qu'il soit pris par le chargeur et soit visible dans le tube Bowden.
- **Attendez** que l'Ultimaker chauffe le print core 2 et charge le matériau dans la tête d'impression.
- **Confirmez** lorsque le nouveau matériau extrude de la tête d'impression.
- **Attendez** quelques instants que le print core 2 refroidisse.




Chargement du matériau 1

- **Prenez le guide de matériau** et tenez-le avec la partie extérieure orientée vers vous.
- **Placez la bobine** de matériau sur le guide de matériau, avec le matériau **dans le sens anti-horaire**.
- **Guidez l'extrémité du matériau** dans le trou pratiqué dans le guide de matériau. Une fois que vous avez terminé, sélectionnez **Continuer.**
- **Placez le guide de matériau**, avec le matériau 1 dessus, sur le support de bobine, derrière le matériau 2, puis attendez qu'il soit détecté par l'imprimante.
- **Insérez l'extrémité du matériau dans le chargeur 1** et poussez-le doucement jusqu'à ce qu'il soit pris par le chargeur et soit visible dans le tube Bowden.
- **Attendez que l'Ultimaker chauffe** le print core 1 et charge le matériau dans la tête d'impression.
- **Confirmez** lorsque le nouveau matériau extrude de la tête d'impression.
- **Attendez** quelques instants que le print core 1 refroidisse.



3. Préparation du plateau

Les plateaux des **UltiMaker 3 et S5** sont des plateaux chauffant qui améliorent l'adhérence de la matière thermoplastique à la surface d'impression. Les plateaux en verre sont disposés sur une partie mobile (mouvement haut/bas) en métal et maintenus en place par des broches métalliques.

! Il est recommandé d'appliquer de nettoyer et laver le plateau en verre avec de l'eau savonneuse pour améliorer les performances d'adhérence et annuler le "warping" (soulèvement de la matière).

Paramétrage de l'impression 3D ou " slicing "

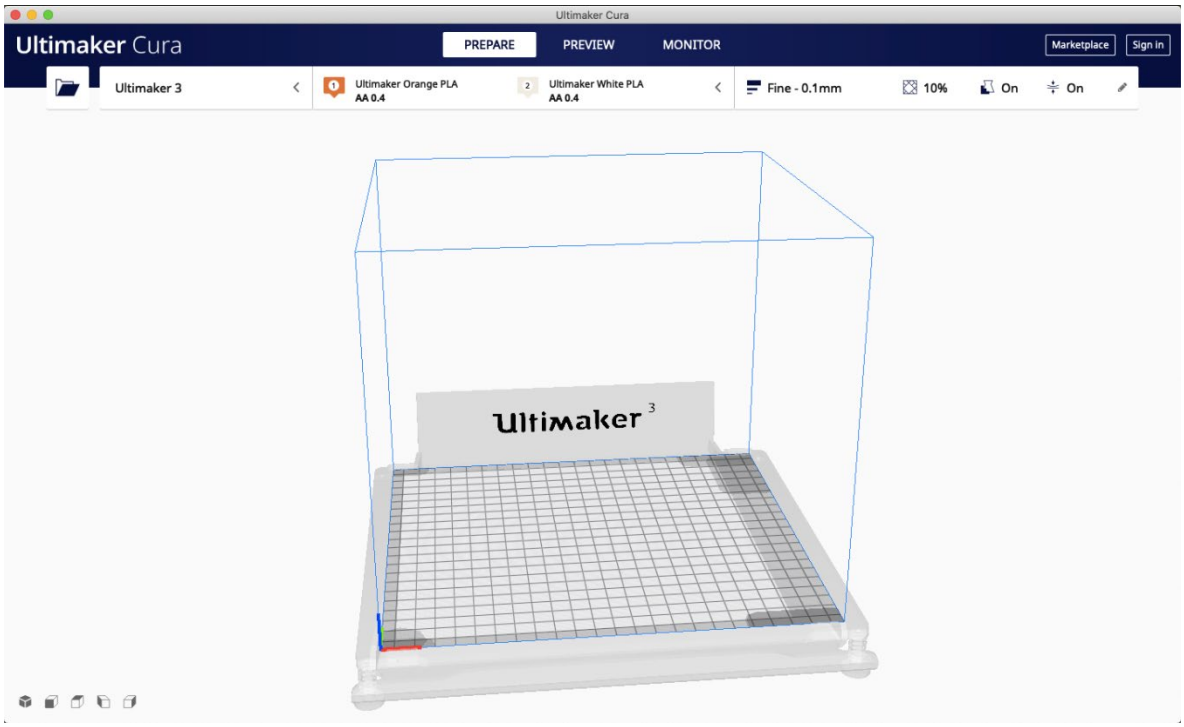
Le paramétrage de l'impression correspond au passage du fichier modèle 3D en .STL au fichier qui contient des données imprimables par la machine, le fichier **G-code**.

Le " slicing " (ou "tranchage") est l'opération qui consiste à traduire un modèle volumique en une succession d'informations textuelles (code). Les informations contenues dans le G-code donnent à la machine des instructions précises comme les coordonnées de déplacement, l'épaisseur de couche, la vitesse de déplacement, les températures de chauffe, etc.

1. Présentation et environnement de Cura

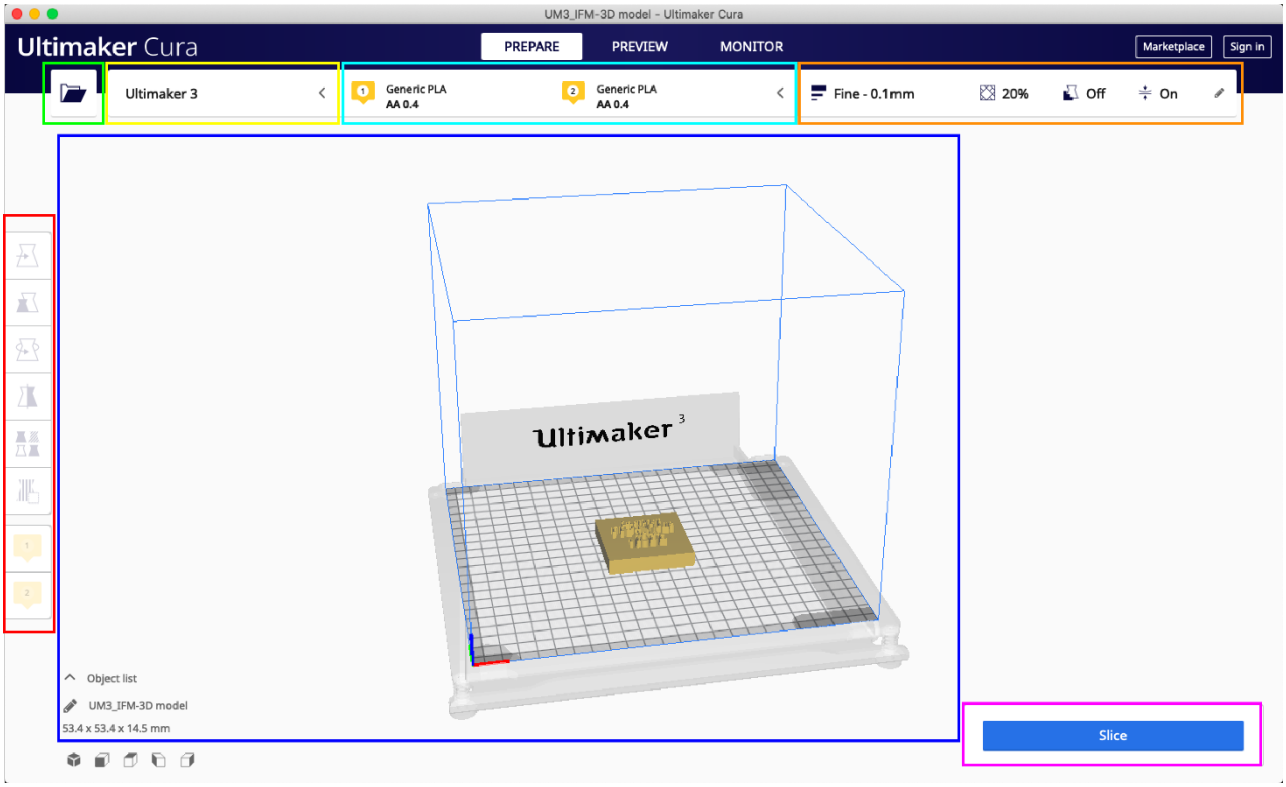
Pour les imprimantes Ultimaker 3, le paramétrage de l'impression ou "slicing" s'effectue avec le logiciel **Cura**.

Cura est un logiciel développé par UltiMaker, mais libre de droit, qui peut être installé gratuitement sur PC, Mac et Linux.



Onglet PREPARE

Cet onglet donne accès à tous les champs qui vont permettre à l'utilisateur-trice de préparer une impression. Du choix du modèle 3D au paramétrage précis de l'impression en passant par les types de matériaux, il est indispensable de passer par cette étape pour réussir une impression.



Ouvrir un fichier

Sélection de l'imprimante

Informations fichier et visualisation de la pièce

Outils de modification de la pièce

Sélection des matériaux d'impression

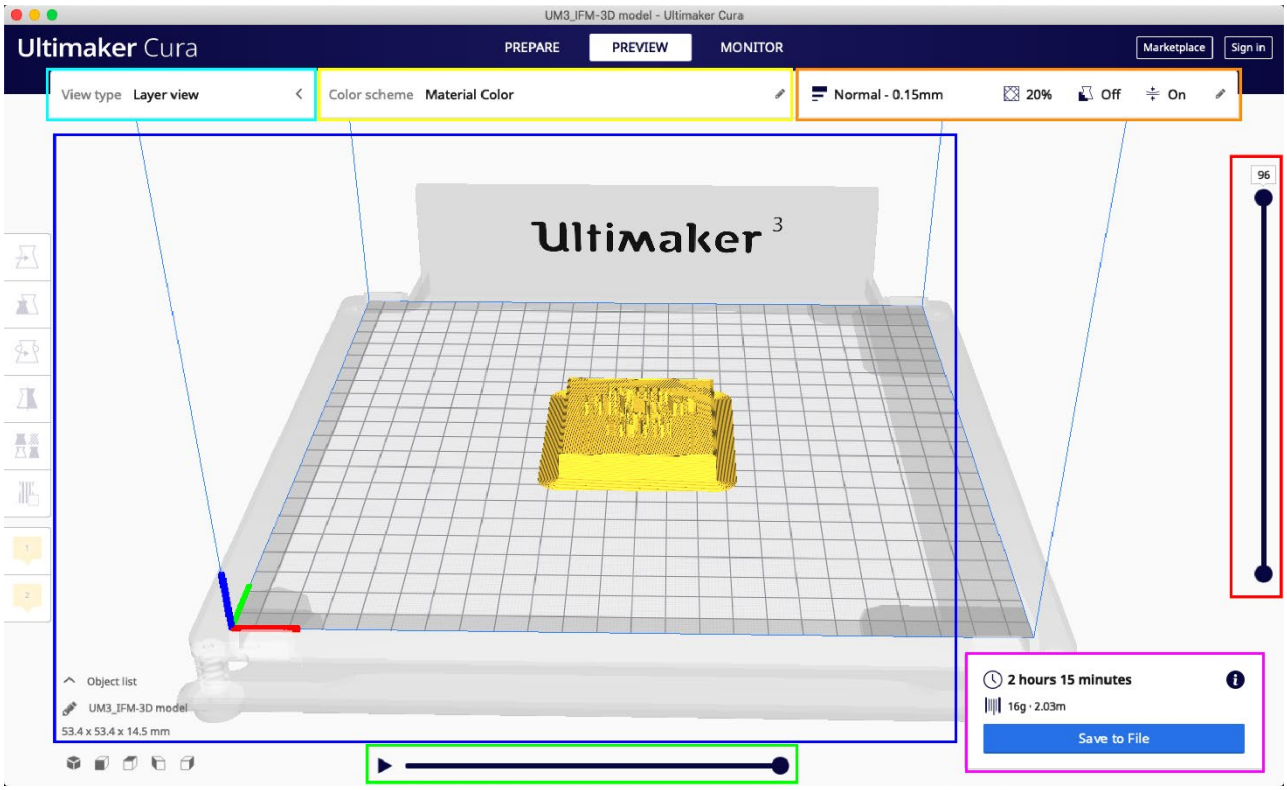
Paramètres d'impression

Opération de slicing / tranchage

Onglet PREVIEW

Dans cet onglet, l'utilisateur-trice peut simuler son impression et obtenir plusieurs informations importantes la concernant.

Observer la simulation de l'impression permet de prévoir le temps nécessaire à la fabrication de la pièce, d'anticiper des erreurs, d'éviter des oublis ou encore d'améliorer les résultats d'une impression dans une phase de recherche.



Type de vue de la simulation

Type de schéma de la structure de la pièce

Paramètres d'impression

Informations fichier et visualisation de la pièce

Frise d'état d'impression couche par couche

Lecteur de simulation de l'impression

Informations d'impression et enregistrement

2. Utilisation de Cura

*! Si vous imprimez en **bi-matière** (matériau fabrication/matériau support soluble ou matériau fabrication1- matériau fabrication2) **ou bi-couleur**, des particularités s'appliquent aux étapes qui vont suivre.*

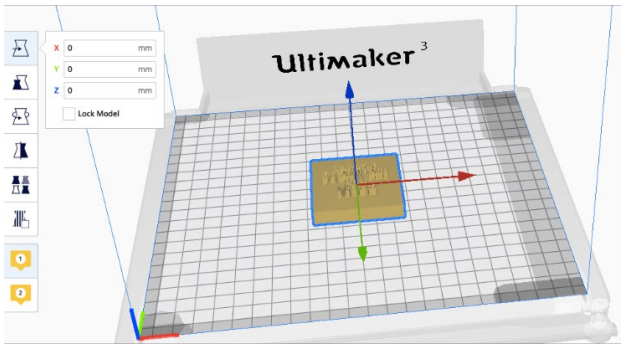
- **IMPORTEZ LE FICHIER** en **.STL** à imprimer en cliquant sur l'icône ou en glissant le fichier directement dans la fenêtre de Cura. La pièce apparait dans la zone de visualisation.

  ! Pour une impression bi-matière ou bi-couleur, vous devez avoir 2 fichiers .STL : un pour chaque matière ou couleur. Importer directement les 2 fichiers en les glissant dans la fenêtre Cura.

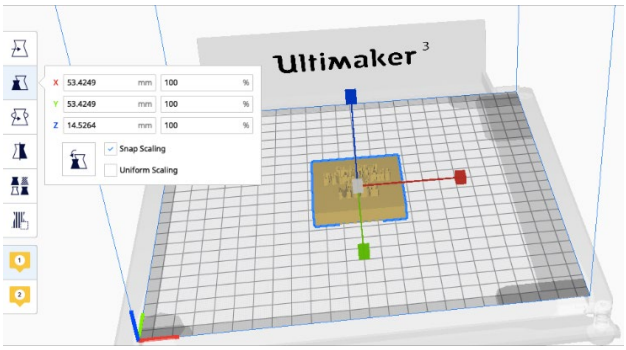
- **SÉLECTIONNEZ L'IMPRIMANTE** que vous avez préparée pour l'impression.

- **Si besoin, MODIFIEZ** quelques caractéristiques de la pièce grâce aux outils dans le panneau de gauche :

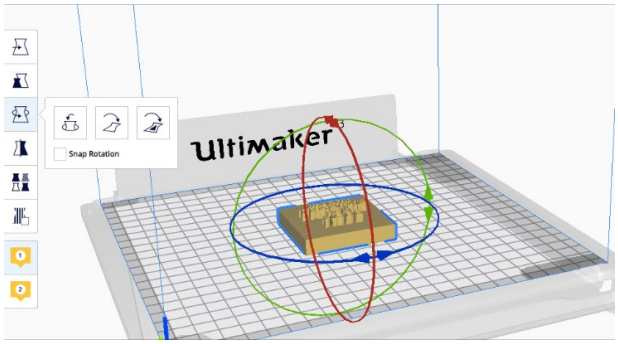
Déplacement sur la zone d'impression



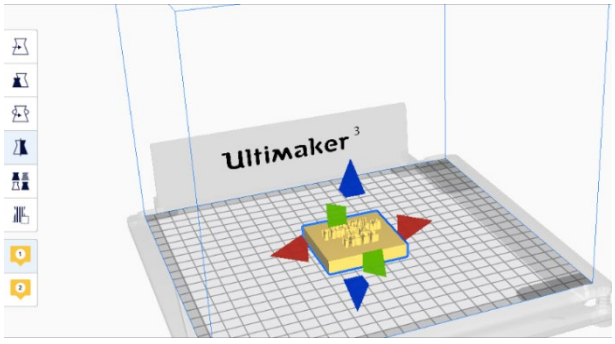
Modification d'échelle ou proportion

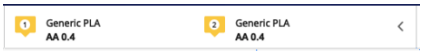


Rotation



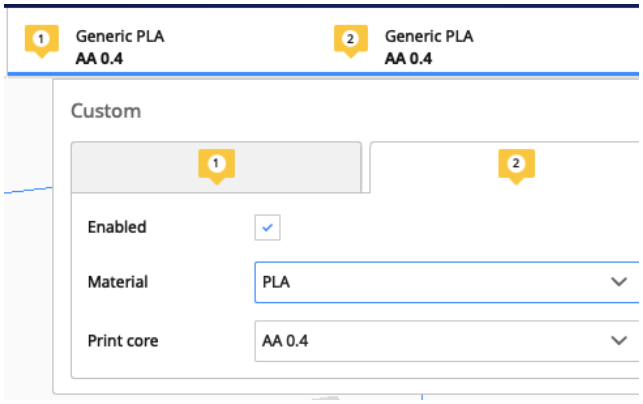
Symétrie (miroir)



- **SÉLECTIONNEZ LE OU LES MATÉRIAU(X)** à imprimer dans 

Si vous n'imprimez qu'avec un seul matériau, sélectionnez l'emplacement 2 (vérifiez que le filament est inséré dans le feeder 2).

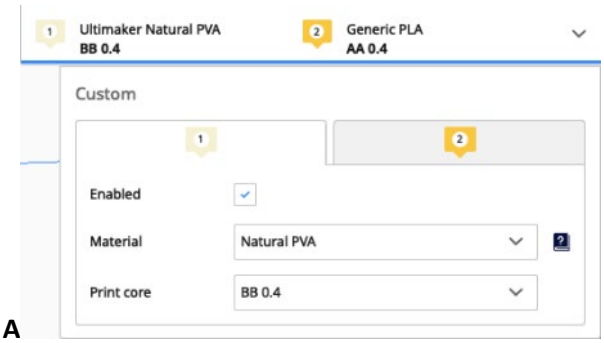
Caractéristiques des matériaux 1 et 2 :



- **Enabled** doit être cochée pour utiliser le matériau. Si vous voulez n'imprimer qu'avec le matériau 2, vous devez décocher la case *Enabled* du matériau 1.
- **Sélectionnez le bon matériau** dans le menu déroulant *Material.*
- **Sélectionnez le Print core** AA 0,4 ou BB 0,4 selon le(s) matériau(x) choisi(s).

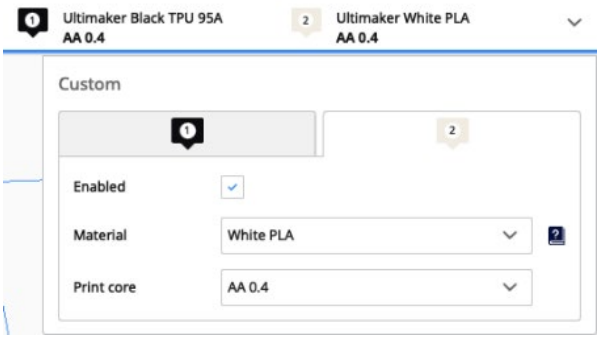
! Si vous imprimez en bi-matière ou bi-couleur.

A



*Exemple **A** :*
- *Matériau 1 = **PVA** (matériau support), print core type **BB 0,4***
- *Matériau 2 = **PLA** (matériau fabrication), print core type **AA 0,4***

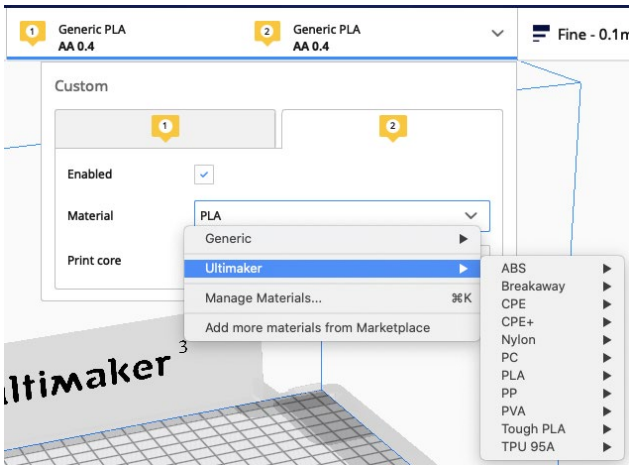
B



*Exemple **B** :*
- *Matériau 1 = **TPU** (matériau fabrication flexible), print core type **AA 0,4***
- *Matériau 2 = **PLA** (matériau fabrication), print core type **AA 0,4***

Sélection du matériau :

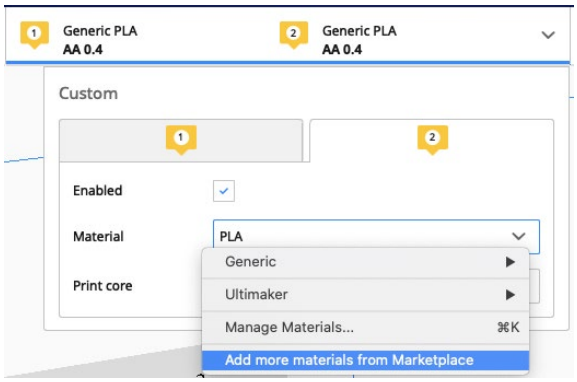
OPTION A : Your filament is from UltiMaker



- **Si le filament avec lequel vous allez imprimer est de la marque UltiMaker**, vous devez sélectionner *UltiMaker* dans le menu déroulant puis choisir le matériau exact.

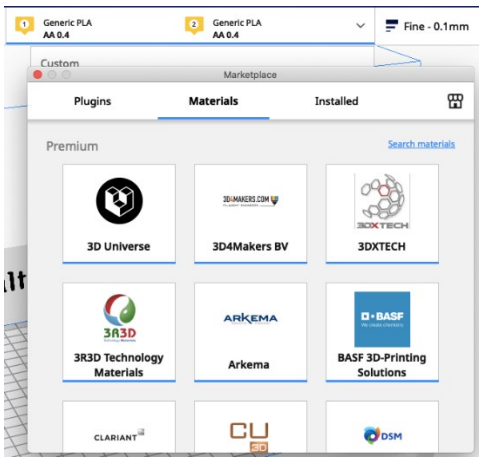
  ! *Un PLA UltiMaker et un PLA d'une autre marque peuvent réagir de manière différente à des paramètres d'impression identiques. UltiMaker a établi des profils optimisés contenant les meilleurs réglages possibles pour imprimer le PLA UltiMaker (idem pour les autres matériaux).*

OPTION B : Your filament is from another brand



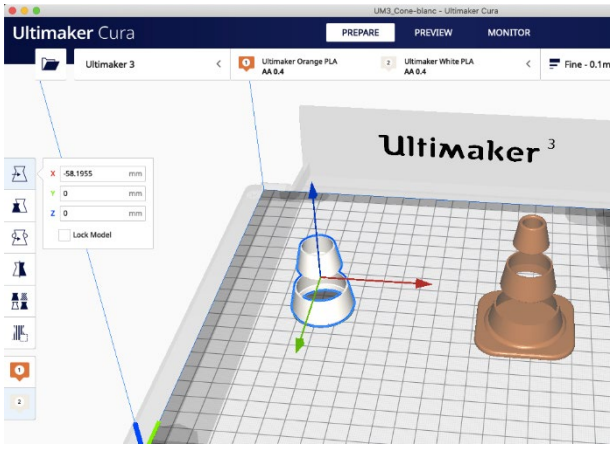
- **Si le filament avec lequel vous allez imprimer n'est pas de la marque UltiMaker**, vous pouvez ajouter le matériau depuis l'espace *Marketplace* (gratuit) en cliquant sur *Add more materials from Marketplace.*

  ! *D'autres fabricants de filaments ont également établi des profils pour leurs types de matériau et contribuent à la banque de données intégrées à Cura.*



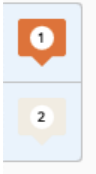
- Vous pouvez rechercher le fabricant de votre filament.

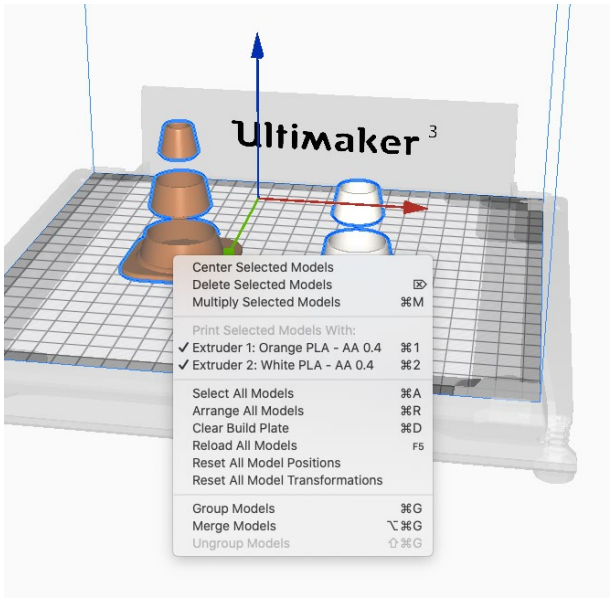
  Dans la fiche du fabricant, cherchez la référence du matériau et cliquer sur *Install* pour qu'il s'affiche dans le menu déroulant initial.



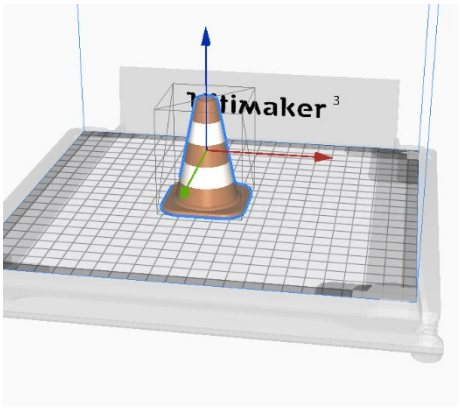
! Si vous imprimez en bi-matière ou bi-couleur.

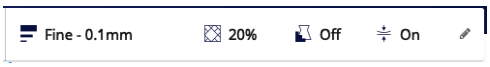
Il est nécessaire d'assigner un matériau à chaque partie en cliquant sur les boutons 1 et 2 en bas de la barre d'outils à gauche.





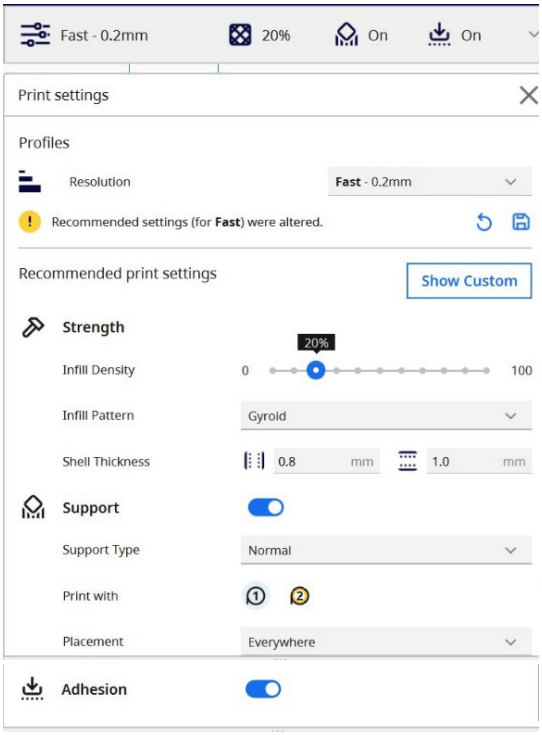
Sélectionnez ensuite les deux parties. Faites un clic droit et choisissez Merge Models. *Les deux parties de votre objet sont assemblées.*



- **PARAMETREZ L'IMPRESSION** en cliquant sur l'onglet 

Vous **accédez aux paramètres principaux** d'une impression 3D :

1. **Epaisseur de la couche,**
2. **Densité ou "Strength" / "infill"**
3. **Supports,**
4. **Adhésion.**



- ***Default Profiles / Epaisseur de la couche :***

  Définit la hauteur de chaque couche de l'impression. La hauteur de couche détermine **la résolution** de l'impression.

  Plus la couche est fine, plus la pièce sera précise mais le temps d'impression long.

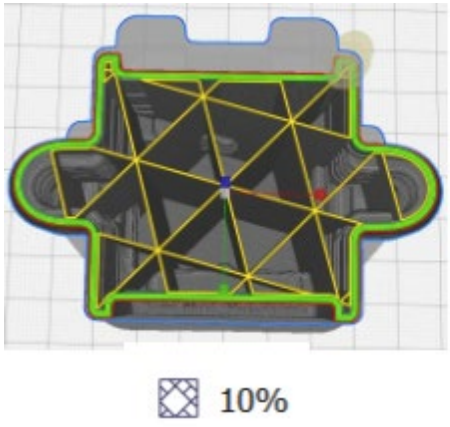
  Plus la couche est épaisse, moins la pièce sera précise mais le temps d'impression plus court.

- ***Densité / Infill (%) :***

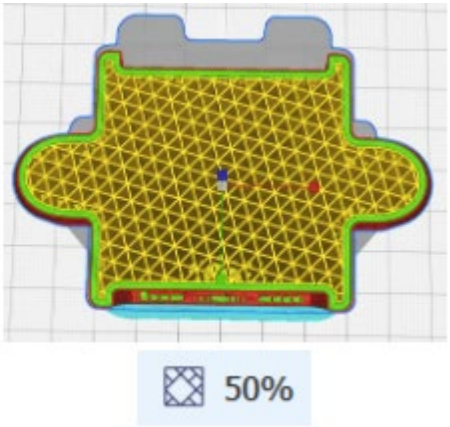
  Définit le taux de remplissage de la pièce.
  Le remplissage de la pièce correspond à la structure de maintien de la pièce sur elle-même.

  ➔ **Choisir la bonne densité / Infill**
  Plus la pièce sera remplie, plus elle sera lourde et le temps d'impression long.

  ! Une pièce plus remplie ne sera pas forcément plus solide et résistante qu'une pièce moins remplie.



+ rapide
+ léger
- solide



+ lent
+ lourd
+ solide

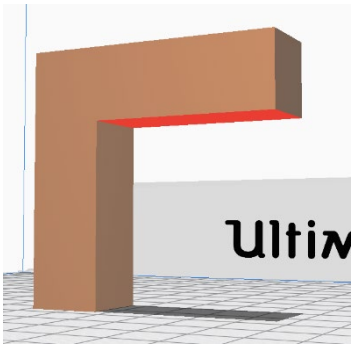
Gradual infill permet de remplir la pièce de manière graduelle : en bas elle sera moins remplie, en haut elle sera plus remplie (comme des arches en architecture). Cette option permet d'économiser de la matière et de réduire le temps d'impression tout en conservant un bon maintien.

➔ **Choisir le bon motif de remplissage / infill**
Certains motifs sont plus solides que d'autres, comme Grille, Triangles et Cross, permettent d'augmenter la solidité de vos objets.

➔ **Epaisseur des parois : murs, toit et sol** *(walls, top and bottom)*
N'oubliez pas de verifier l'épaisseur des parois de votre objet, les murs, toit et sol. Vous pouvez augmenter leurs épaisseur pour obtenir des objets plus solides.

- ***Support*** **:**

Option qui permet à Cura de générer des supports lors de l'impression lorsque la pièce contient des porte-à-faux dont l'angle d'incidence est supérieur à 60 degrés. Les supports ne servent que pendant l'impression (comme des échafaudages lors d'une construction) et seront enlevés après impression.



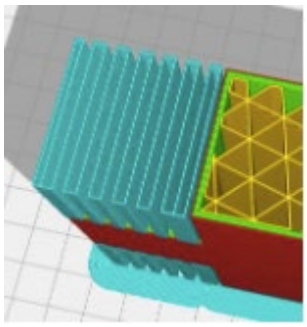
Cura signale par des **zones rouges** **quand des supports sont nécessaires** à l'impression.
Dans cet exemple, le porte-à-faux est de 90 degrés, des supports sont donc indispensables.

➔ **Choisir le bon type de support /** *Choose the right Support Type*
Pour les **Ulitmaker 3 and S5**, choisissez les supports **Normaux**. Les supports *Tree* ou en arborescence ne garantissent pas une bonne impression sur les UltiMaker et peuvent générer une impression ratée.

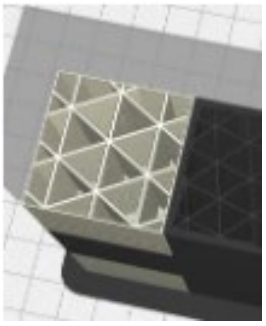
➔ **Imprimer avec … /** *Print with …*
Sélectionnez le bon feeder et Print core avec lequel vous souhaitez imprimer les supports.

➔ **Placement**
Choisissez la quantité de supports dont vous avez besoin pour assurer la bonne qualité de l'impression. **"Touching build plate"** est bien pour les objets simples ayant besoin de supports à la base ou les zones touchant le plateau. Dans ce cas là, soyez sûr qu'il n'y ai pas de zones complexes plus haut dans l'impression de l'objet, sinon les supports ne seront pas suffisants pour le construire. Si vous imprimez des objets plus complexes avec des trous et beaucoup d'angles, choisissez plutôt **"Everywhere"**.

! *Les supports peuvent être fabriqués avec différents matériaux. Selon le résultat attendu et les contraintes, il est possible de créer des supports avec le même matériau que votre pièce finale (PLA, ABS, CPE, PP, etc.) ou des supports avec le matériau spécifique soluble (PVA).*



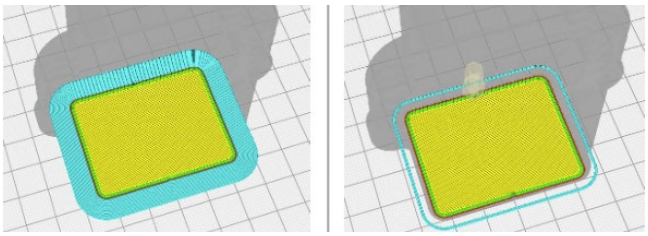
Support avec matériau de construction



Support avec matériau soluble

- ***Adhesion :***

Option qui permet à Cura de **générer une base à la pièce afin qu'elle adhère mieux au plateau** et soit plus facile à décoller après impression. De type *raft* ou *brim*, cette base agit comme des fondations pour l'impression.



- ***Custom :***

Bouton d'accès aux paramètres avancés.
! *Pour la découverte de l'impression 3D et les premiers tests, il est déconseillé de modifier les paramètres avancés.*

- **AUTRES PARAMETRES D'IMPRESSION IMPORTANTS :**

5. **Matière / Temperature,**
6. **Vitesse,**
7. **Trajet / Retraction,**
8. **Ventilation / Vitesse du ventilateur,**
9. **Interface,**
10. **Double Extrusion.**

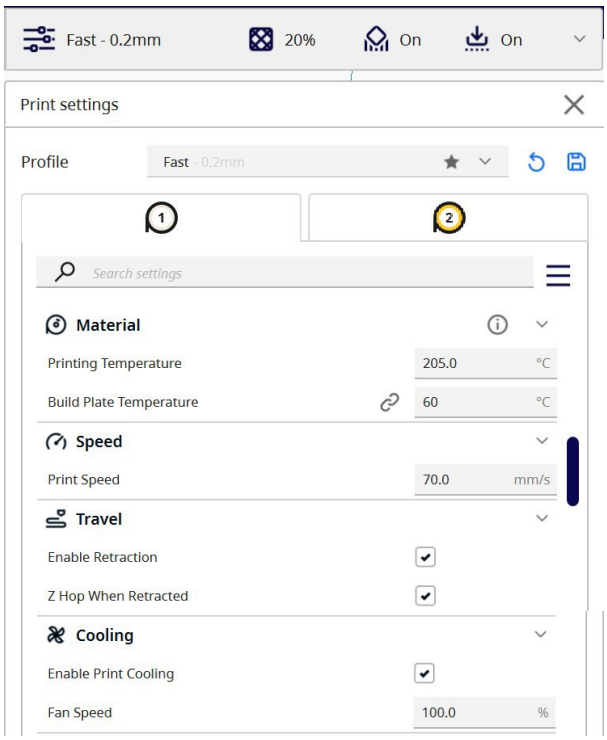
- ***Matière / Material:***

Détermines la temperature de la buzze et du plateau. **Ces températures dependent des recommandations de chaque matériaux avec lesquels vous imprimés**. Après vérification des températures recommandées pour votre filament, vous pouvez augmenter ou réduire la température du plateau et/ou de la buzze pour obtenir plus d'adhésion du matériau sur le plateau d'impression, **toujours en restant dans la fourchette des températures recommandées.**

Pour les températures recommandées, vous pouvez les trouver sur le site web de la marque de votre filament ou directement sur les bobines de filament:







- ***Vitesse /Print Speed :***

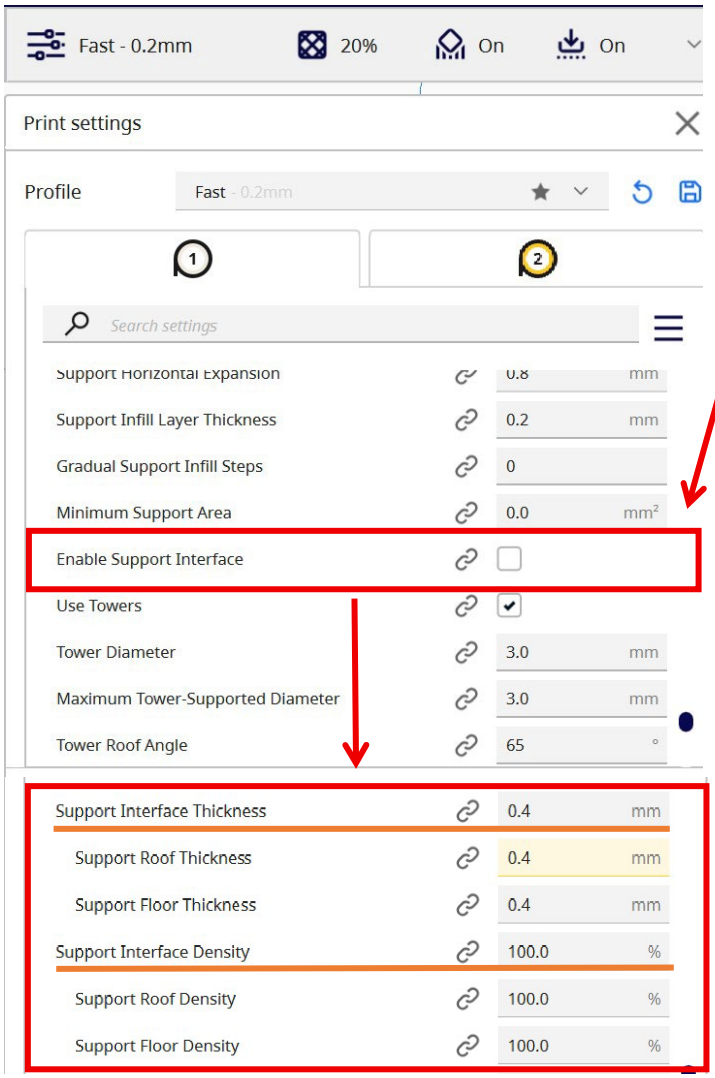
Choisissez la vitesse à laquelle la tête d'impression va se déplacer et déposer le filament fondu sur le plateau. Si votre d'impression ne fonctionne pas, vous pouvez réduire la vitesse pour assurer la qualité d'impression de votre objet.

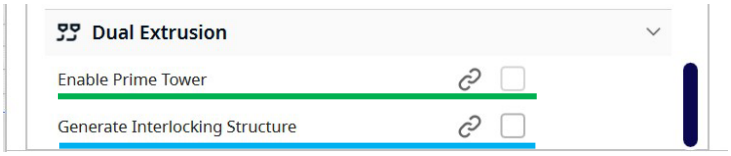
- ***Trajet / Travel /Enable Retraction :***

Permet la rétractation du filament lorsque la tête d'impression se déplace au-dessus d'une zone qui ne doit pas être imprimée et permet **d'éviter les résidus sur votre objet.**

- ***Ventilation / Cooling :***

Active les ventilateurs pendant l'impression. Ces ventilateurs **améliorent la qualité d'impression** sur les couches rapides ainsi que sur les angles complexes.





- ***Interface :***

Dans l'option **Supports**, à l'intérieur du mode **Expert**, vous pouvez jouer sur les réglages de l'Interface. Cochez **Enable Supports Interface** pour accéder aux paramètres.

! Ces paramètres sont importants à regarder lorsque vous imprimez des objets avec des supports pour pouvoir les enlever plus facilement et sans abîmer votre objet.

➔ ***Epaisseur de l'interface support / Support Interface Thickness :***

Choisissez l'épaisseur de l'interface du support sur les zones de contact entre l'objet et les supports. Et également l'épaisseur des parois des supports.

➔ ***Densité de l'interface support / Support Interface Density :***

Ajuster la densité des supports sur les zones de contact avec l'objet et sur le toit et sol du support. Une valeur plus élevée permettra de mieux gérer les angles complexes mais sera plus difficile à enlever.

- ***Double Extrusion :***

Donnes **les outils pour obtenir un bon résultat d'impression** lorsque vous imprimez avec 2 **matériaux différents**.

➔ ***Activer / Enable Prime Tower:***

Imprimer une tour à côté de l'objet permettant **d'extruder un peu de filament de chaque matériau pour assurer la bonne qualité de l'impression**.

➔ ***Générer des structures imbriquées / Generate Interlocking Structures :***

Améliore l'adhésion de 2 modèles, en particulier avec 2 matériaux différents.

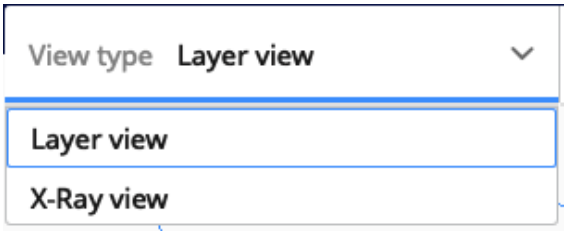
- **SLICEZ (OU "TRANCHEZ") L'OBJET** en cliquant sur le bouton 

  C'est seulement après avoir cliqué sur *Slice* que vous connaitrez le temps d'impression et la consommation de filament pour les paramètres que vous venez de déterminer.

  ! *Dès que vous changez les matériaux utilisés* ***ou bien*** *un* ***ou*** *plusieurs paramètres d'impression, vous devez* ***obligatoirement*** *cliquer sur* Slice *pour que les modifications soient prises en compte.*

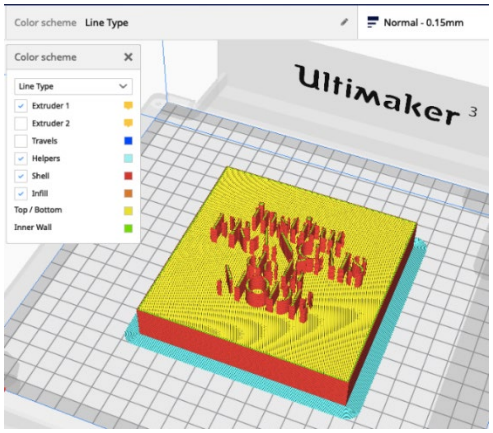
- **ANTICIPEZ** votre impression grâce à l'onglet 

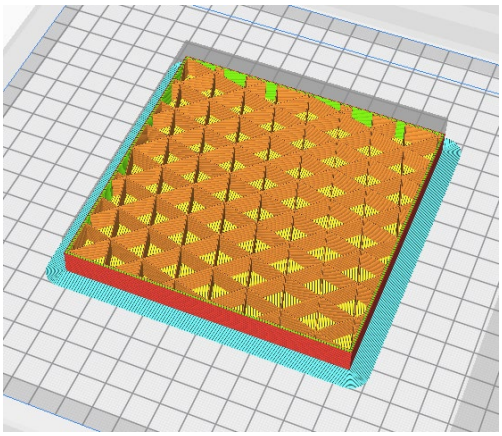
  Vous pouvez simuler l'impression, observer ce qui va être imprimé, voir comment cela va être imprimé et **estimez le temps d'impression**. Cette étape n'est pas obligatoire mais **fortement recommandée** puisqu'elle vous permettra d'anticiper des erreurs, d'économiser de la matière et du temps de travail.



- ***View type*** permet de choisir le type de visualisation.

  ! *Il est conseillé de choisir* Layer view *puisque c'est ce qui vous permettra de voir la structure et l'ensemble des couches prévues pour l'impression.*





- ***Color scheme*** est l'outil le plus utile pour anticiper la construction de votre pièce. Cet outil simule le résultat de votre impression par la mise en couleur de la pièce selon plusieurs critères.

Vous avez la possibilité de choisir parmi les modes :

- ***Material color***, utile lorsque vous imprimez en bi-matière ou bi-couleur.

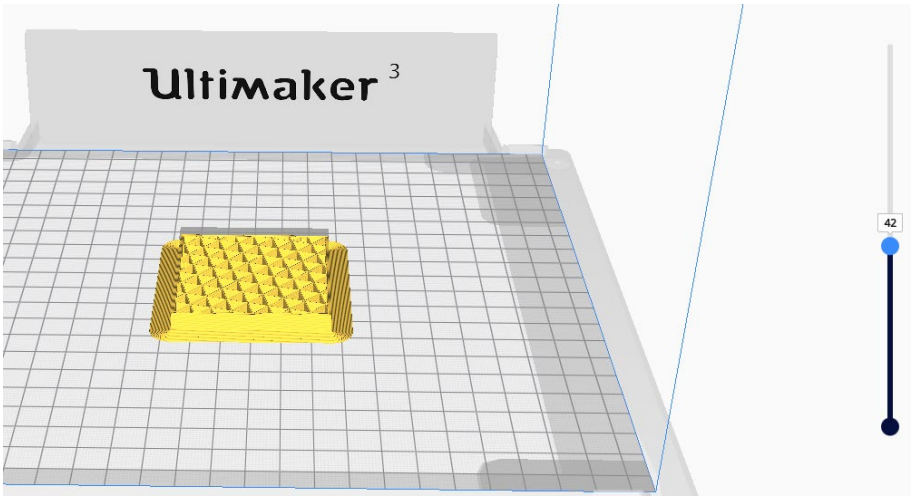
- ***Line type***, fortement recommandé pour toutes les impressions car ce mode montre l'ensemble de la structure de la future pièce.

. *Extruder 1* pour faire apparaître ce qui sera fabriqué avec le matériau 1
. *Extruder 2* pour faire apparaître ce qui sera fabriqué avec le matériau 2
. *Travels* pour voir le parcours de la tête d'impression
. *Helpers* pour voir le brim, le raft ou les supports
. *Shell* pour voir les murs extérieurs de la pièce
. *Infill* pour voir la structure de remplissage de la pièce
. *Top/Bottom* pour voir le bas et le toit de la pièce
. *Inner Wall* pour voir les murs intérieurs de la pièce

- ***Speed***, utile pour suivre l'évolution de la vitesse d'impression.

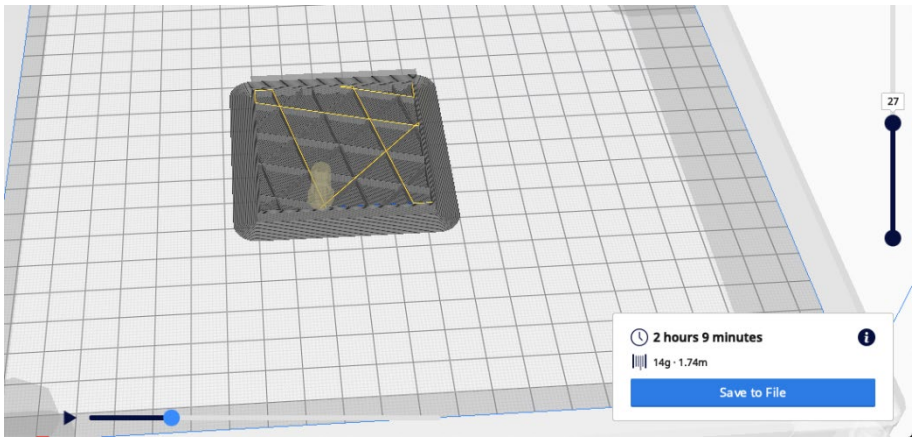
- ***Layer Thickness***, utile pour constater les épaisseurs de couches.

- Le *curseur d'avancement du nombre de couches* permet de comptabiliser le total des couches qui composeront la pièce et de constater l'état de la pièce à n'importe quelle étape de l'impression.



- **La *lecture de l'animation*** montre les déplacements prévus par la machine pour la réalisation de chaque couche.

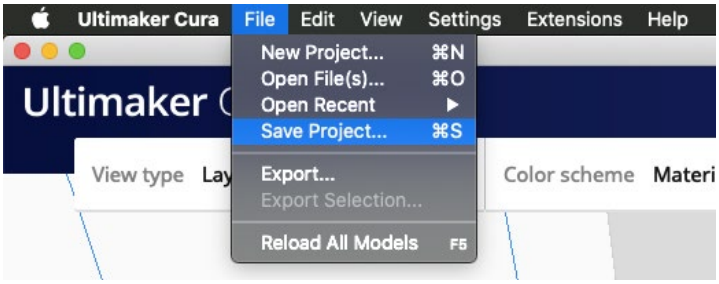
  Choisir à quelle étape de l'impression (numéro de couche) vous désirez voir le parcours de la tête d'impression puis cliquez sur Play.



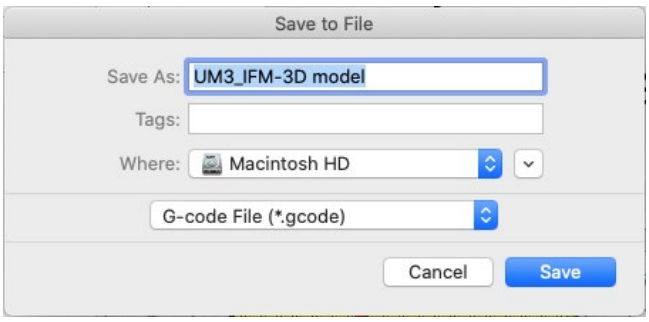
- **ENREGISTREZ LE G-CODE** grâce au bouton 

depuis les onglets PREPARE ou PREVIEW.

  ! ***Enregistrez votre projet*** *pour retrouver vos paramètres, les modifier sans repasser par toutes les étapes.*



Cette étape est indispensable ! Sans le fichier G-Code, aucune impression n'est possible.
! Vérifiez que le format est bien ***.gcode***



Imprimer en 3D

1. Lancement de l'impression

- **ENREGISTREZ** le fichier d'impression (.gcode) sur une clé USB.

- **INSÉREZ LA CLÉ USB** dans l'UltiMaker (face avant, à côté de l'écran) que vous avez déjà préparée (matériaux et print cores correspondants)



- **SÉLECTIONNEZ LA COMMANDE *Imprimer*** grâce au bouton-molette puis cliquez pour accéder à la liste des fichiers présents sur la clé. Sélectionnez le fichier à imprimer avec le bouton-molette.

  L'imprimante se met en chauffe (buses et plateau) et l'impression démarre dès que les composants ont atteints la bonne température.

  ! Attention, toucher à l'intérieur de la machine après le lancement de l'impression est dangereux. Vous pouvez vous brûler sévèrement. !

1. Au cours de l'impression

Bien que la machine soit autonome et plutôt sécurisée, il est **obligatoire** de rester à proximité de la machine en fonctionnement. Lorsque vous utilisez la machine, vous en êtes le.la seul.e responsable.

L'impression pourrait mal se dérouler pour plusieurs raisons ayant différentes conséquences :

- **Endommager la machine :** si une autre personne touche la machine en cours d'utilisation, si un élément extérieur est présent à l'intérieur de l'enceinte de la machine, si la tête d'impression est déréglée et rentre en collision avec la pièce, etc ; la machine peut être endommagée et ne pourra plus fonctionner jusqu'à réparation, pénalisant l'avancée du travail de chacun.e. De plus, les imprimantes 3D ainsi que leurs composants sont coûteux.

- **Gâcher de la matière :** dans le cas où l'impression ne se déroule pas comme prévu, il est possible que la matière continue d'être extrudée par la machine, parfois pendant plusieurs heures. La matière extrudée n'est pas réutilisable et doit donc être jetée à la poubelle. Si vous surveillez l'impression en cours, vous pouvez arrêter l'extrusion plus rapidement et sauvegarder la matière.

- **Perdre votre temps :** l'échec d'une impression peut survenir plusieurs heures après le démarrage mais aussi dans les premiers instants. Plus vous serez attentif au déroulement de votre impression, plus vous pourrez détecter le problème et relancer une nouvelle impression, préservant ainsi votre précieux temps.

2. Après l'impression

- **RETIRER LA PIÈCE** du plateau après l'impression.

  Attendez que le plateau soit redescendu automatiquement jusqu'en bas de la machine.

  ! *Attention, le plateau en verre peut être encore très chaud. Tapotez délicatement le plateau pour contrôler sa température.*

  - **Pour sortir le plateau**, ouvrir les 2 petites broches en métal à l'avant du plateau et faites-le glisser en le tirant vers vous.

    ! *Ne jamais tenter de récupérer votre impression directement dans la machine. Cela pourrait endommager l'imprimante et ses composants.*





- Déposez le plateau sur une surface plane et **munissez-vous d'une spatule en métal**. Maintenez le plateau avec une main et faites glisser la spatule jusqu'à la pièce en essayant d'insérer l'outil **sous** la première couche de l'impression.

- **Si besoin, RETIREZ LE SUPPORT** de votre impression

  - **Support en matériau de construction** (PLA, ABS, CPE ou PETG, Nylon, etc.)
    Munissez-vous d'une pince coupante et pincez les parties support de l'impression. Faites de petits mouvements avec la pince jusqu'à ce que les supports lâchent.
    ! *Soyez délicat pour ne pas abimer votre impression.*

  - **Support en matériau soluble** (PVA)

    Les impressions utilisant du PVA nécessitent un post-traitement. Pour cela, il suffit de dissoudre le PVA dans de l'eau.

    - **Immersion de l'impression dans de l'eau :**

      En plaçant une impression avec PVA dans de l'eau, le PVA se dissout lentement. Vous pouvez toutefois accélérer ce processus des différentes manières suivantes :

      ➔ En utilisant de l'eau plus chaude, la durée de dissolution est légèrement plus courte. En procédant ainsi, veillez à ne pas utiliser une eau dont la température est supérieure à 35 °C si votre matériau de construction est le PLA, et ce afin d'éviter toute déformation du PLA. Ne dépassez pas 50 °C pour le Nylon afin d'éviter toute brûlure.

      ➔ Utilisez de l'eau remuante/courante pour réduire considérablement la durée de dissolution. Lorsque l'eau bouge, le PVA se dissout beaucoup plus rapidement, pouvant ainsi être dissout en moins de trois heures.

➔ En outre, vous facilitez la dissolution du PVA en plaçant au préalable l'impression dans de l'eau pendant environ 10 minutes, puis en retirant la majeure partie du support à l'aide d'une pince. Remettez ensuite l'impression dans l'eau et les résidus de PVA se dissoudront.

- **Rinçage à l'eau :**

  Une fois les supports en PVA entièrement dissouts, rincez l'impression à l'eau afin d'éliminer l'éventuel excès de PVA.

- **Séchage de l'impression :**

  Laissez l'impression complètement sécher et appliquez si nécessaire un post-traitement supplémentaire au matériau de construction.

- **Élimination des eaux usées :**

  Le PVA étant biodégradable, l'élimination ultérieure de l'eau est relativement aisée. Une fois l'eau éliminée, faites couler de l'eau chaude du robinet pendant environ 30 secondes pour éliminer tout excès d'eau saturée en PVA présent dans la conduite et éviter toute obstruction à long terme.

! *Il est possible d'utiliser l'eau pour plusieurs impressions, mais cela peut prolonger la durée de dissolution. L'eau sera saturée par le PVA préalablement dissout. Par conséquent, pour le résultat le plus rapide, il est toujours recommandé d'utiliser de l'eau propre.*

- **DÉCHARGEZ LE(S) FILAMENT(S)** de la tête d'impression depuis le menu de l'imprimante. Sélectionnez le menu **Matériau/PrintCore** avec le bouton-molette. Cliquez pour entrer dans le menu puis **choisissez ...**

Nettoyage et rangement après impression

Il est primordial que chacun.e participe au bon entretien du fablab et des machines pour assurer une qualité et un confort de travail pour tou.te.s. À chaque utilisation, il est nécessaire de nettoyer et de ranger la machine et son espace de travail.

1. Nettoyage machine

- **ÔTEZ LES RÉSIDUS** de filaments à l'intérieur de la machine et jetez-les dans le bac prévu à cet effet.

- **Si besoin, NETTOYEZ LE PLATEAU** en verre avant de le replacer dans la machine.
  Utilisez de l'eau tiède et, si nécessaire, un peu de savon. Séchez le plateau en verre avec un chiffon sec.

  ! *Lorsque le plateau a subi un grand nombre d'impressions et donc plusieurs épaisseurs de colle successives, l'adhérence des pièces peut être altérée.*

2. Rangement

- **RANGER LES OUTILS** (pinces, raclette, colle, etc.) à leurs emplacements respectifs.

- **Assurez-vous de LAISSER L'ESPACE DE TRAVAIL** comme vous l'avez trouvé en arrivant.

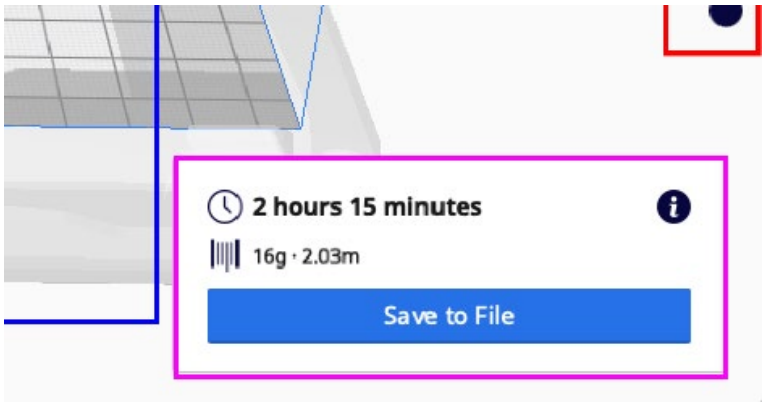
  ! *Informez la fabmanageuse présente dans le fablab si l'espace de travail n'était pas en ordre, propre et rangé, lors de votre arrivée sur la machine.*

ANNEXES

ANNEXE n°1

Calculer la quantité de filament restant sur une bobine :

Après le *Slicing*, vous obtiendrez la quantité exacte en grammes et en mètres dont vous aurez besoin pour imprimer votre objet. Par exemple, le cas où vous souhaitez imprimer un objet avec une bobine que vou avez déjà utilisée pour les impressions précédentes, vous ne savez donc pas si vous avez assez de filament.



Dans ce cas, suivez ces étapes :





- Prenez une deuxième bobine vide identique à la votre.
- Demandez à une fabmanageuse la balance pour peser la bobine vide.





- Pesez le poids de votre bobine avec le filament.

- **Comparer les deux poids, la différence des deux vous donnera la quantité en gramme restante sur votre bobine avec le filament.**

VOUS POUVEZ EGALEMENT VOUS REFERER AU TABLEAU DE MESURES DES BOBINES VIDES QUI ONT DEJA ETE PESEES :

Marque	Type de bobine	Poid
Ultimaker	750gr	230gr
Creality	Transparent 1kg	230gr
Polymaker	Cardboard 1kg	150gr
Winkle	Grey 1kg	222gr
Neofil3D	Black 750gr	250gr

- **ENSUITE, AVANT D'IMPRIMER, Vérifiez que vous avez suffisemment de filament pour votre impression :**

! N'OUBLIEZ PAS D'AJOUTER 50 CM MINIMUM A LA LONGUEUR DON'T VOUS AVEZ BESOIN, L'IMPRIMANTE NE PRENDRA PAS EN COMPTE LES DERNIERS 50 CM DE VOTRE BOBINE !

ANNEXE n°2

Instructions Rhino pour obtenir un fichier d'impression 3D de qualité :

- Une fois votre conception 3D terminée, **faites-en une copie !**

- Si vous souhaitez imprimer une seule pièce, **vous devez assembler toutes les parties individuelles.** Dans Rhino, votre objet peut comporter des géométries ouvertes et fermées, car elle peut résulter de commandes de surface ou de commandes de solide.

N'oubliez pas :

➔ Pour assembler des géométries ouvertes (surfaces et polysurfaces ouvertes), utilisez la commande **JOIN,**

➔ Pour assembler des géométries fermées (polysurfaces fermées et solides), utilisez la commande **BOOLEAN UNION,**

- Assurez-vous que votre modèle 3D **ne comporte pas d'ouvertures !**

➔ Utilisez la commande VOLUME pour le vérifier.
! *Si le résultat est un NURBS, vous pouvez passer à l'étape 4* !

➔ Sinon, vous pouvez zoomer et faire une orbite autour de votre modèle 3D pour le vérifier.

➔ Si vous avez des ouvertures planes, vous pouvez facilement les fermer avec la commande **CAP.**

! *Si les ouvertures ne sont pas planes, vous utiliserez probablement les commandes* ***SWEEP1*** *ou* ***SWEEP2*** *pour créer une surface appropriée capable de fermer l'ouverture (bien mieux que PATCH !!).*

Puis assemblez le tout (étape 2.).

- Vous devez maintenant **créer un maillage polygonal** à partir de votre modèle 3D Rhino, qui est une géométrie **NURBS**. Pour l'impression, nous sommes obligés de convertir l'objet NURBS en maillage.

➔ La commande que vous utilisez est « **FROM NURBS OBJECT** » (première commande du menu « Mesh »). Déplacez le curseur vers la droite pour obtenir davantage de polygones et une approximation plus détaillée.

Si vous souhaitez tester et découvrir comment s'effectue la translation des maillages dans les paramètres avancés, vous trouverez plus d'informations ici **lien :**

https://docs.mcneel.com/rhino/5/help/en-us/popup_moreinformation/polygon_mesh_detailed_options.htm

- Il est maintenant temps **d'analyser le maillage**. Pour ce faire, il est préférable de passer en **mode filaire**.

- **Sélectionnez le maillage** que vous venez de créer et utilisez la commande **SHOW EDGES** pour vérifier que votre modèle **ne comporte pas d'arêtes nues** ou d'arêtes non-manifold. C'est ce qu'on appelle le test magenta. En gros, **si vous voyez des arêtes magenta sur votre modèle, c'est qu'il y a un problème.**

N'oubliez pas :

➔ **Les arêtes nues sont des arêtes ouvertes;** cela signifie que votre modèle comporte des ouvertures (si le test de volume est réussi, le modèle 3D devrait être correct... mais des arêtes nues peuvent apparaître après la création du maillage).

➔ Des arêtes non reliées à une face signifient qu'une même arête est reliée à plusieurs faces.

- **Si vous ne voyez pas de magenta dans votre fenêtre d'affichage, cela signifie que votre modèle 3D est valide et imprimable.**

- Vous devez utiliser la commande **EXPORTER LA SELECTION** et enregistrer avec le bon format : en **STL**.

! *Si vous avez des arêtes nues ou des arêtes non-reliées, vous devez revenir à l'étape 3 ou à l'étape 1. Il est parfois préférable de recommencer si vous constatez que la correction des géométries prend trop de temps. Parfois, vous pouvez facilement résoudre les problèmes. Tout dépend de votre modèle 3D et du type d'erreurs...* ***!***

Remember:

1 objet = 1 fichier STL. N'enregistrer pas plusieurs objets dans un même fichier STL, si un des objets contient une erreur, vous ne pourrez pas non plus imprimer les autres objets. Vous pouvez

également preparer un plateau avec plusieurs objets provenant de plusieurs fichiers STL différents dans le logiciel permettant de faire le *Slicing*.

Si vous ne pouvez pas utilisez Rhino ou si votre modèle 3D provient d'une banque d'objets en ligne, si vous avez besoin de la fermer ou de le réparer, vous pouvez également utiliser le logiciel **MeshMixer en cliquant sur l'option Repare.**