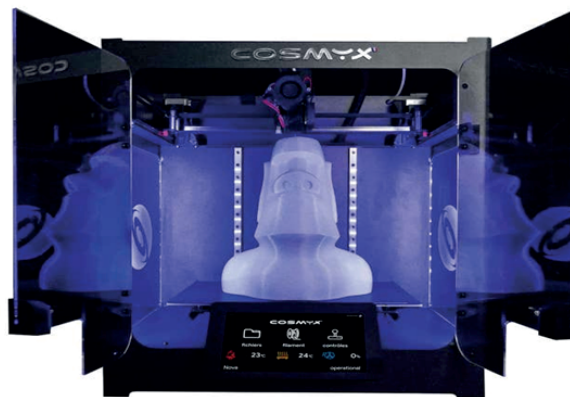


LA FABRICATION ADDITIVE

LA TECHNOLOGIE FDM

**Formation
niveau 1**



La fabrication additive c'est quoi ?

Pour vous à quoi correspond la fabrication additive?

La fabrication additive c'est quoi ?

**Premier brevet « fabrication additive » par quel pays?
en quelle année?**

La fabrication additive c'est quoi ?

La fabrication additive est un procédé de création d'objets tridimensionnels à partir d'un fichier numérique. Ce procédé est dit "additif", car la fabrication repose sur la superposition de fines couches de matière, une par une. La technologie peut produire des formes complexes impossibles avec les méthodes traditionnelles de moulage et d'usinage, ou avec les techniques soustractives.

Premier brevet « fabrication additive » en 1984 par 3 français.

Elle ouvre des perspectives extraordinaires : diminution du nombre de pièces, poids allégé, intégrité structurelle améliorée, coûts d'assemblage réduits, passages internes pour le refroidissement et le câblage, éléments impossibles à fabriquer avec les techniques de conception traditionnelles. N'oubliez pas non plus que l'impression 3D ne nécessite aucun équipement, moule ou autre type d'outillage, ce qui supprime les coûts non directement associés au prix unitaire de la pièce. En regardant uniquement le prix affiché au lieu de prendre du recul pour avoir une vue d'ensemble de la fonctionnalité de votre produit, vous risquez de concevoir et reconcevoir toujours les mêmes pièces et manquer ainsi votre chance de réduire l'ensemble de vos coûts de fabrication.

Les secteurs d'activités

**Connaissez vous des exemples de secteur
d'activité?**

et des exemples d'applications

Les secteurs d'activités

Exemples

Secteurs d'Activité	Utilisations de l'Impression 3D
Médical et Dentaire	Prothèses dentaires, implants, modèles anatomiques
Aéronautique et Défense	Pièces complexes et légères pour avions et véhicules militaires
Automobile	Prototypes rapides et pièces de rechange personnalisées
Architecture et Constructions	Modèles réduits et composants architecturaux personnalisés
Électronique	Casiers, supports et composants électroniques personnalisés
Mode et Design	Vêtements, accessoires et objets de design uniques
Éducation et Recherche	Projets éducatifs, expériences scientifiques et prototypes de recherche

Les secteurs d'activités

Exemples

2mp INDUSTRY SPA	Fabrication Additive	Impression 3D industrielle
Entreprises	Secteurs d'Activité	Utilisations de l'Impression 3D
GE Aviation	Aéronautique	Pièces aéronautiques, prototypes de moteurs
Siemens	Énergie	Composants pour turbines, prototypes de pièces industrielles
Ford	Automobile	Prototypage rapide, pièces de rechange personnalisées
Boeing	Aéronautique	Pièces d'avion, prototypes de structures
Siemens Healthineers	Santé	Prothèses médicales, implants dentaires
Dassault Systèmes	Conception et Ingénierie	Prototypage rapide, modélisation 3D pour la conception
Stratasys	Fabrication Additive	Production de pièces industrielles, prototypes
EOS	Fabrication Additive	Pièces métalliques, prototypes pour l'ingénierie
3D Systems	Fabrication Additive	Prototypage rapide, production de pièces médicales
Materialise	Conception et Fabrication	Prothèses médicales, modèles anatomiques pour la chirurgie

Les étapes de l'impression 3D

Quelles sont selon vous les étapes importantes pour réaliser une pièce en impression 3D FDM?

Les étapes de l'impression 3D

- Le besoin
- La technologie
- Les matériaux d'impression 3d
- La modélisation
- Le slicer
- Préparation de la machine
- Le contrôle
- Le post traitement

Les étapes de l'impression 3D

1. Dans quel milieu va évoluer la pièce
2. Combien de pièces
3. La fonction de la pièce
4. Les contraintes mécaniques

Les différentes technologies

LE DÉPÔT DE MATIÈRE

LA SOLIDIFICATION LE DÉPÔT DE MATIÈRE PAR LUMIÈRE

La fabrication additive

L'AGGLOMÉRATION DE POUDRE PAR COLLAGE

Les différentes technologies

- SLS (Selective Laser Sintering) : Frittage de poudre
- SLA (Stereo Lithography Apparatus) : Stéréolithographie
- DMD (Direct Metal Deposition) : Projection de poudre
- Material Jetting : Projection de gouttes
- Stratoconception
- Projection de liant sur poudre
- ADAM (Atomic Diffusion Additive Manufacturing) : Dépôt de fil, déliantage et fusion au four
- Additive Fusion Technology : Dépôt de fil puis simultanément mise en pression + température dans un outillage de presse
- Impression 4d : Impression 3d d'un matériau offrant une fonction spécifique
- Cold Spray : agglomération de particules accélérées dans une tuyère et en température
- Xolographie : Stéréolithographie en 3D
- WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) : superposition de fil-électrode en fusion
- FDM (Fused Deposition Modeling) ou FFF (Fused Filament Fabrication) : Dépôt de fil fondu

FDM (Fused Deposition Modeling) ou **FFF** (Fused Filament Fabrication) :
Dépôt de fil fondu

FDM (Fused Deposition Modeling) ou FFF (Fused Filament Fabrication) : Cette technique consiste à chauffer un filament thermoplastique et à le déposer à l'aide d'une buse sur le plateau.

Cette technique peut nécessiter un support qui sera constitué de fil fondu à éliminer en post traitement

Aliments en fabrication additive, Tissus et organes, Prothèses, Vêtements et chaussures, Objets d'art personnalisés, Accessoires pour l'industrie du cinéma, Création de bâtiments, Aéronautique et espace, performance et innovation, Automobile, Robotique, Outillage industriel, militaire, Soins de santé, Conception de produits, Divertissement, Bijouterie, Emballages, Lunetterie, Modélisme, L'éducation.....

Les imprimantes FDM

Cartesienne vs Core XY / H-bot vs Delta vs polaire

Il existe plusieurs types et structures d'imprimantes 3D FDM pour la simple et bonne raison qu'elles n'ont pas les mêmes qualités, ne répondent pas aux mêmes besoins et n'ont pas le même coût de fabrication. La majeure partie des utilisateurs d'imprimantes 3D cherche à imprimer rapidement des pièces de très bonne qualité tout en effectuant le moins de maintenance possible sur l'imprimante 3D.

Aucune ne répond globalement à toutes ces contraintes en même temps, bien que certaines configurations se rapprochent énormément de cette souplesse et de ce résultat.



Les imprimantes FDM

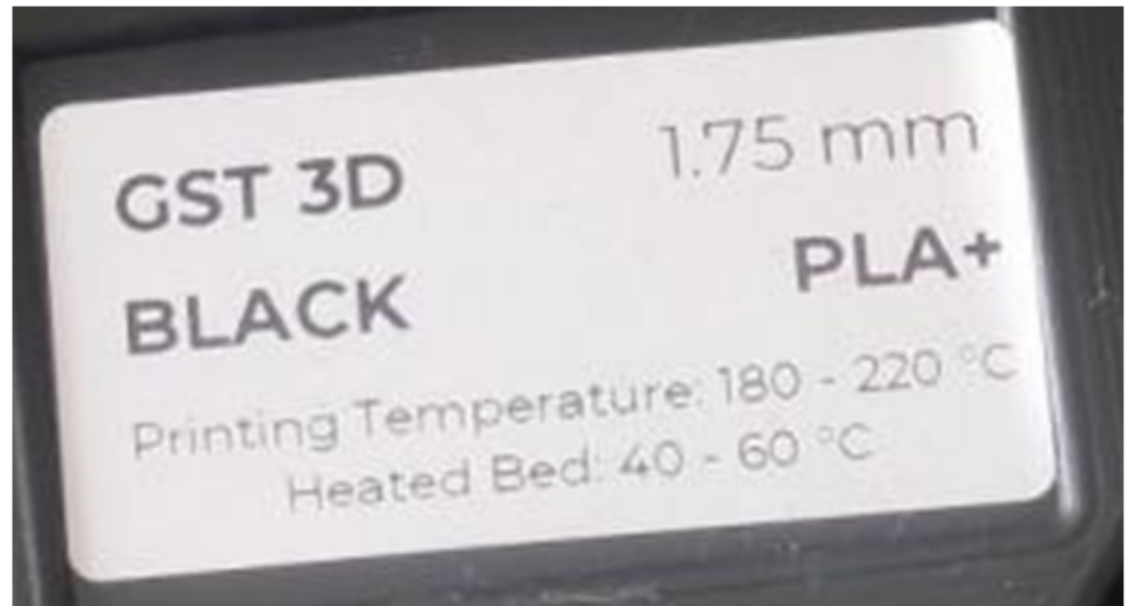
Les matériaux

Matière	Finition	Poids	Filament Propriété
PLA	Classique	Au mètre	Biodégradable
ABS	MAT	250g	Conductif
PETG	Brillant	500g	Haute-Température
TPU	Pastel	800g	Flexible
ASA	Bicolore / Tricolore	1Kg	Soluble et support
PLA H-T	Multicolore	3Kg	
PC	Fluorescent	5Kg	
Carbone	Métallisé	9 & 10Kg XXL	
Nylon	Paillette		
PVA	Pierre		
HIPS	Photosensible		
	Thermosensible		
	Translucide		
	Phosphorescent		

Filament Résistance
UV
Thermique
Mécanique
Chimique

Les imprimantes FDM

Les matériaux



Les imprimantes FDM

Les matériaux

Conseils:

- Bien attacher le bout de la bobine une fois ouverte pour éviter les nœuds.



- Entreposer la bobine dans un endroit à l'abri de l'humidité et d'une source de lumière directe.
- Une fois la bobine de filament déchargée, couper le bout afin d'avoir un filament bien lisse pour la prochaine utilisation.
- Chaque bobine a ses spécificités de température et de vitesse, mais plus vous allez vite plus il faudra monter la température d'extrusion

Les imprimantes FDM

Les matériaux Le PLA

Pour des raisons de coût et de facilité d'impression le matériau le plus utilisé est le **PLA** (acide polylactique). A base d'amidon de maïs ce matériau est 100 % biosourcé et biodégradable, le PLA est l'un des premiers polymères renouvelables capables de rivaliser avec les polymères classiques en termes de performance.

Le PLA peut être chargé avec d'autres matériaux comme par exemple le bronze, il peut aussi changer de couleur au contact de la chaleur ou de la lumière, il peut être conducteur électrique (courant faible)

Les imprimantes FDM

Les matériaux Le PETG

Le **PETG** est un matériau solide et flexible qui peut être thermoformé à basse température. Il offre un mélange unique de propriétés pour créer des pièces à la fois solides et flexibles. Il offre une plus grande durabilité que le PET et a une surface souple. Il est connu pour sa formabilité et son respect de l'environnement.

- Caractéristiques principales : Flexibilité • Dureté • Basse température de formage • Recyclabilité.
- Applications : En raison de sa surface douce et de sa faible température de formage, il est principalement utilisé pour la fabrication d'applications grand public, notamment de bouteilles pour boissons liquides et de contenants alimentaires.

Il s'imprime facilement, son coût est abordable et ce matériau a une très bonne durabilité dans le temps.

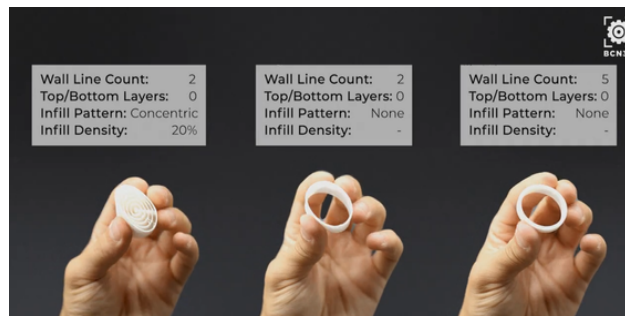
Les imprimantes FDM

Les matériaux Le TPU

Le filament **TPU** signifie polyuréthane thermoplastique.

Au-delà de sa flexibilité, le TPU est également très durable et difficile à casser. Il peut bien absorber les impacts, il est très résistant à l'abrasion ce qui en fait un filament idéal à utiliser si vous avez besoin d'un matériau solide.

Il a la possibilité d'être surmoulé pour permettre de nouvelles applications.



Les imprimantes FDM

Les matériaux ASA

L'**ASA** est un matériau amorphe avec une résistance accrue aux intempéries. Il présente d'excellentes propriétés mécaniques ainsi qu'une bonne résistance aux produits chimiques et à la chaleur (température de transition vitreuse de 100 °C). Cette matière est disponible dans une large variété de couleurs et propose même d'imprimer en 3D des pièces transparentes en raison de sa résistance aux UV.

Caractéristiques principales : Résistant à la lumière UV et aux produits chimiques • Résistance accrue à l'usure • Propriétés mécaniques et chimiques améliorées.

Applications : Compte tenu de sa résistance accrue à l'usure, il est recommandé de l'utiliser pour les outils à main et électriques. En raison de sa résistance à la lumière UV, il peut être utilisé pour les appareils d'extérieur.

Les imprimantes FDM

Les matériaux Les tests

Force de résistance : PETG > PLA et ABS

Collage entre couches : PETG > ABS et PLA

Force de flexion : ABS > PETG et PLA

Résistance aux chocs : ABS = PETG > PLA

PETG vs Nylon :

Le PETG est plus facile à imprimer que le Nylon

Le Nylon est plus résistant à la traction et à la torsion que le PETG

Le PETG est plus résistant à l'eau et à la corrosion de produits chimiques agressifs que le Nylon

Le PETG est donc un bon entre deux dans les matériaux d'impression.

La modélisation

Comment modélisez vous vos pièces?

La modélisation

Le STL

Les sites de partage

Les droits

Les logiciels disponibles

Le scanner 3d

La modélisation par le slicer

Les spécifications pour l'impression 3D FDM

La modélisation

Qu'est-ce qu'un fichier STL ?

Inventé dans les années 80 par 3D System, ce format de fichier est devenu une référence dans le domaine de la fabrication additive. C'est un fichier où l'on retrouve la structure d'un objet 3D. Cependant, il ne renseigne ni sur la couleur ni sur la texture (contrairement au format .obj). Dans l'impression 3D, c'est le choix des bobines qui déterminera la ou les couleurs. Ce fichier 3D peut être importé et doit être paramétré dans des logiciels de type "slicer".

Il peut être créé grâce à n'importe quel logiciel de modélisation 3d ou importé à partir de fichiers existants sur des sites gratuits ou payants

La modélisation

Les sites de partage

Il y a des sites payants mais aussi gratuits

Sites de modèles pour impression 3D

Thingiverse

Cults

Printables

MyMiniFactory

Pinshape

makerworld

Sites de modèles 3D génériques

CGTrader

TurboSquid

3DExport

GrabCAD Community Library

Free3D

Sites spécialisés/pédagogiques

Instructables

NIH 3D

Smithsonian

NASA

Moteurs de recherche

Yeggi

STLFinder

Thangs

La modélisation

Utilisation d'un STL importé

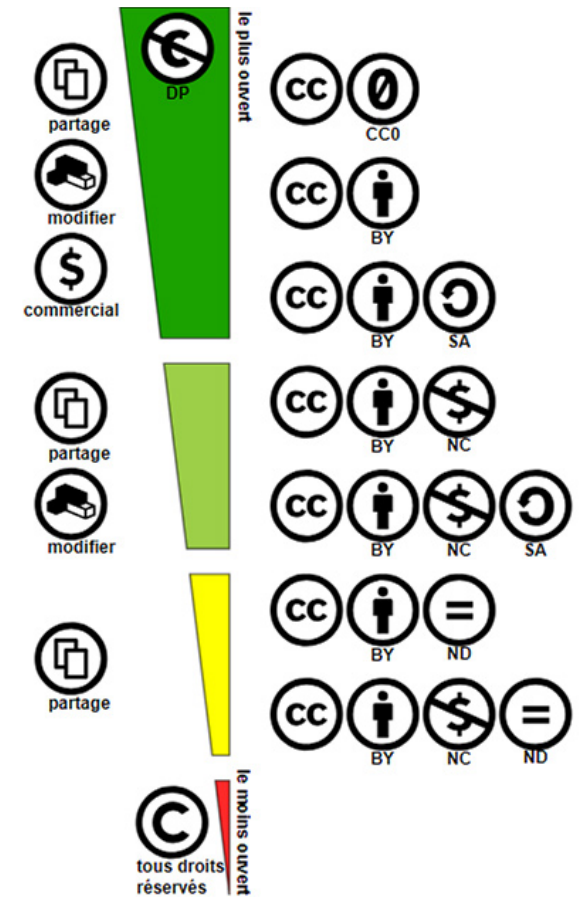
Les licences Creatives Commons

CC	Creative Commons
CC BY	Attribution (Attribution)
CC BY-SA	ShareAlike (Partage dans les Mêmes Conditions)
CC BY-ND	NoDerivs (Pas de Modification)
CC BY-NC	NonCommercial (Usage Non Commercial)
CC BY-NC-SA	NonCommercial-ShareAlike (Usage Non Commercial-Partage dans les Mêmes Conditions)

CC BY-NC-ND	NonCommercial-NoDerivs (Usage Non Commercial-Pas de Modification)
GPL	General Public License (Licence Publique Générale)
LGPL	Lesser General Public License (Licence Publique Générale Amoindrie)
AGPL	Affero General Public License (Licence Publique Générale Affero)

La modélisation

	Terme	Signification	Description
	BY	Attribution (Attribution)	Créditer le créateur original.
	ND	NoDerivs (Pas de Modification)	Ne pas modifier l'œuvre.
	NC	NonCommercial (Usage Non Commercial)	Utilisation uniquement à des fins non commerciales.
	SA	ShareAlike (Partage dans les Mêmes Conditions)	Partager toute œuvre dérivée sous la même licence que l'œuvre originale.



La modélisation

Application

Vous devez télécharger le benchy

On vous donne:

R

- Le site: thingiverse
- Les instructions suivantes
 - Rechercher le fichier : #3DBenchy - The jolly 3D printing torture-test
 - Vérifier les droits applicables à ce modèle.
 - Répondre au questionnaire.
 - Télécharger le fichier.
 - Dézipper le fichier.

Droit et license en impression 3d : Le STL

Nom du fichier :		
	Oui	Non
Dois-je nommer l'auteur si partage ?		
Ai-je le droit de modifier le STL pour le partage ?		
Ai-je le droit de modifier le STL pour la commercialisation ?		
Ai-je le droit de le vendre ?		

Application

**Vous devez télécharger jeton de caddy pompier pompier
caddy coin**

On vous donne:

R

- Le site: thingiverse
- Les instructions suivantes
 - Rechercher le fichier : jeton de caddy pompier pompier caddy coin
 - Vérifier les droits applicables à ce modèle.
 - Répondre au questionnaire.

La modélisation

Droit et license en impression 3d : Le STL

Nom du fichier :		
	Oui	Non
Dois-je nommer l'auteur si partage ?		
Ai-je le droit de modifier le STL pour le partage ?		
Ai-je le droit de modifier le STL pour la commercialisation ?		
Ai-je le droit de le vendre ?		

La modélisation

Avez vous déjà utilisé un scanner 3D?

La modélisation

Les scanners 3D

Les scanners 3D permettent d'obtenir une image numérique d'un objet physique.

Technologies	Description	Avantages	Inconvénients
Laser Triangulation	Utilise un laser pour mesurer la distance et créer un modèle 3D.	Précision élevée, rapide.	Coût élevé, nécessite une surface réfléchissante.
Lumière Structurée	Projette un motif de lumière sur l'objet et capture les déformations.	Bonne précision, rapide.	Difficile à utiliser sur des objets transparents ou très réfléchissants.
Photogrammétrie	Utilise des photos prises sous différents angles pour créer un modèle 3D.	Accessible, peu coûteux.	Moins précis que les autres méthodes, nécessite beaucoup de photos.
Laser Pulse	Utilise des impulsions laser pour mesurer la distance.	Très précis, peut scanner de grandes distances.	Coût élevé, complexité technique.

La modélisation

Les scanners 3D

Technologie	Avantages	Inconvénients	Prix Approximatif
Laser Triangulation	Précision élevée, rapide.	Coût élevé, nécessite une surface réfléchissante.	250 000 - 2 500 000 DA
Lumière Structurée	Bonne précision, rapide.	Difficile à utiliser sur des objets transparents ou très réfléchissants.	375 000 - 3 750 000 DA
Photogrammétrie	Accessible, peu coûteux.	Moins précis que les autres méthodes, nécessite beaucoup de photos.	25 000 - 250 000 DA
Laser Pulse	Très précis, peut scanner de grandes distances.	Coût élevé, complexité technique.	500 000 - 5 000 000DA

La modélisation

Les scanners 3D permettent d'obtenir une image numérique d'un objet physique.

La triangulation laser : cela consiste à projeter un rayon laser sur un objet et d'étudier sa trajectoire. En fonction des différentes variations qu'il rencontre il est possible de numériser en 3D les surfaces scannées.

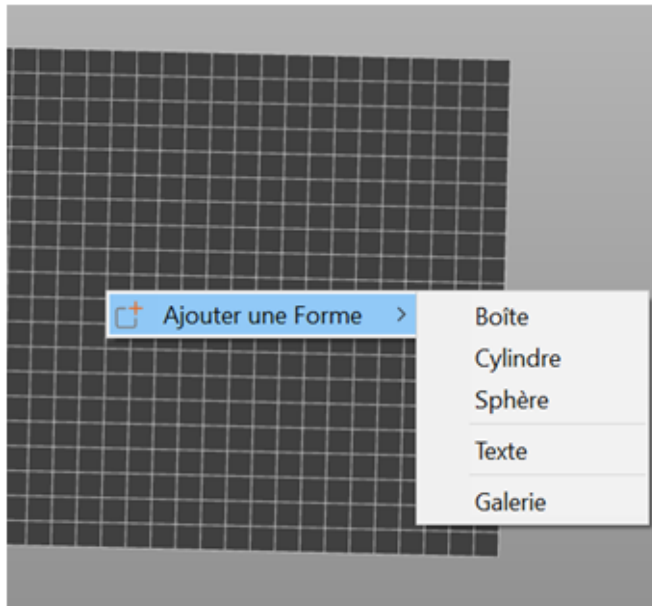
La lumière structurée : cette technologie utilise un projecteur diffusant des motifs sur un objet à numériser. Les caméras enregistrent les déformations de ses projections afin de créer l'objet en 3D.

La photogrammétrie : Cette technique consiste à reconstituer en 3D un modèle depuis des images issues de photos ou de vidéos. Le principe est d'utiliser des angles de vue différents et de détecter les pixels communs d'une image à une autre. En effet, ce sont des algorithmes qui calculent la position dans l'espace pour obtenir un modèle 3D.

La modélisation

la modélisation par le slicer

Suivant le slicer utilisé vous avez la possibilité de créer des modélisations simples et même du texte.



La modélisation

Pour la modélisation il faut penser à :

- La mise en position de la pièce pour éviter les supports (angle d'environ 40 à 60 degrés selon les machines FDM)
- Penser à la réduction du poids et donc à la quantité de matière utilisée en réalisant des pièces creuses.
- Intégrer les supports à votre modélisation.
- Faire des pièces en plusieurs parties pour les assembler ensuite, comme par exemple l'impression d'une sphère.
- Pour les surfaces en contact avec le plateau il faut privilégier les chanfreins aux arrondis
- La liaison intercouche des impressions est la zone de fragilité principale de vos impressions 3D.

La modélisation

Application

Vous devez effectuer le cube de calibration

On vous donne:

- Solidworks.
- Les instructions suivantes:
 - Réaliser un cube de 10x10x10.
 - Enregistrer votre travail en STL.
 - Importer le cube dans prusaslicer.
 - Aller dans le fichier et enregistrer le projet sous :cube10

Le slicer/ trancheur 2d

Le slicer 3D permet de trancher le STL de la pièce en morceaux 2D. Il génère un G-code, comme en usinage numérique, c'est le programme à mettre dans l'imprimante 3d pour imprimer la pièce.

Il existe plusieurs slicers:

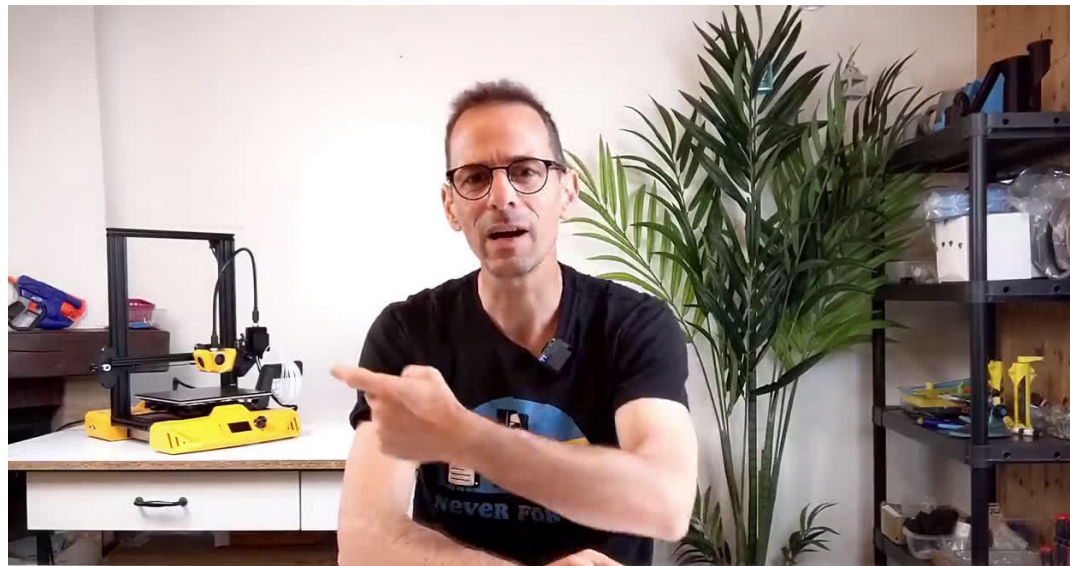
- Gratuits comme cura, superslicer, prusaslicer, ect...
- Payants comme simplyfy 3d
- Propriétaires comme flash print qui génère un X3g

Le slicer/ trancheur 2d

Utilisation du slicer

Ici nous allons voir l'utilisation de **prusaslicer** (Les formats 3D pris en charge sont STL, STEP, 3MF, OBJ et AMF.)
Tous les slicers sont différents en terme de programmation, d'architecture, mais l'on retrouve les mêmes fonctions.

Tous les slicers gratuits ou payants peuvent être configurés pour n'importe qu'elle imprimante 3d FDM



Le slicer/ trancheur 2d

Présentation des onglets

Prusaslicer a un tutoriel en ligne complet en français ce qui permet de pouvoir se faire la main sur les différentes options

https://help.prusa3d.com/fr/article/premiere-impression-avec-prusaslicer_1753#remplissage

Le slicer/ trancheur 2d

Présentation des supports:

- Types de support
- Positionnement des supports
- Les supports peints

Le slicer/ trancheur 2d

Astuces

- Modifier une pièce
- Pause et changement de filament en cours d'impression
- Hauteur de couche variable
- Le mode compléter les objets individuels
- Les modificateurs
- Le "fuzzy mode"

Le slicer/ trancheur 2d

position pièce/ plateau



Vous devez effectuer le cube de calibration

On vous donne:

- Prusaslicer
- Les instructions suivantes:
 - Réaliser un cube de 20x20x20
 - Avec deux périmètres
 - Remplissage 0%
 - Réglages d'impression : 0.2mm quatily nova
 - Filament : PLA generic
 - Imprimante : nova
- Aller dans fichier et enregistrer le projet sous: cube20

Le slicer

Application

Vous devez effectuer la tour de chauffe pour du PLA generic

On vous donne:

- Le fichier STL: sur thingiverse : tour de chauffe pla vs.
- Prusaslicer.
- Les instructions orales (M104 S220).
- Aller dans fichier et enregistrer le projet sous: tour de chauffe
nova pla.

Le slicer

Application

Modifier un STL depuis le slicer

- Ouvrir le projet: sifflet
- retirer les initiales et le remplacer par vos initiales

Préparation de la machine

La sécurité
Le bloc de chauffe
L'extrudeur
Le plateau
La bobine
Les accessoires

Préparation de la machine

Et oui ça chauffe donc il faut faire attention lors de son utilisation où on pose ses mains.
Il y a généralement deux parties sur une imprimante 3d qui chauffent

En fonctionnement :

Le plateau : entre 40-150 degrés

La buse : entre 180-280 degrés



Risques chimiques : émissions de particules fines, de composés organiques volatils, de gaz nocifs liés aux imprimantes 3D et à leurs différentes technologies.

Risques de brûlures, de chocs électriques et d'incendie : la fonte du plastique au moyen de la chaleur ou d'un laser exige beaucoup de chaleur et d'énergie électrique.

Risques physiques de l'ébavurage, ponçage, sablage... dans les post-traitements.

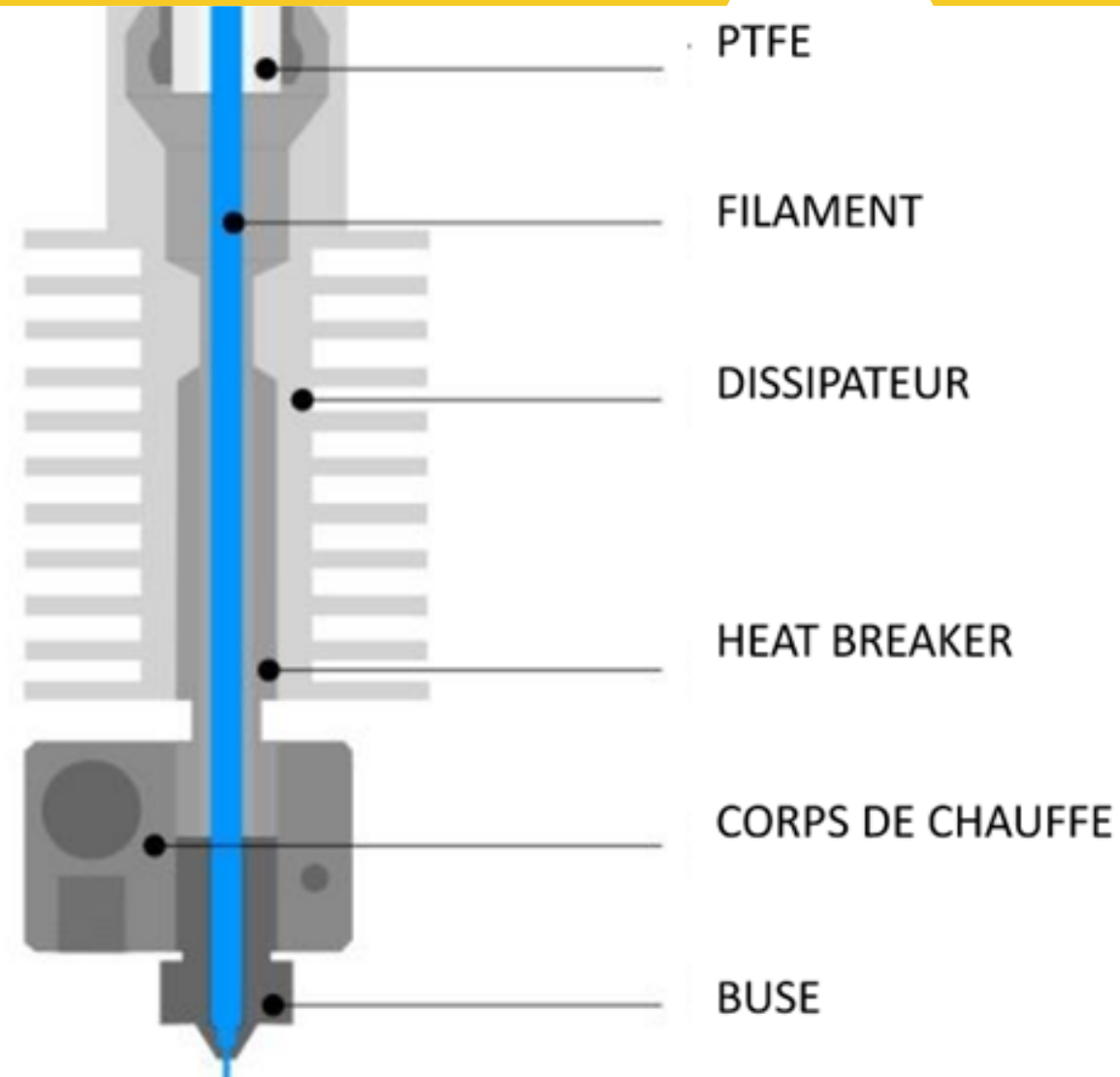
Comme sur tous types de machines il faut rester vigilant et respecter les procédures.

Préparation de la machine

Savez vous de quoi est composée la tête d'impression?

FDM

Principe de fonctionnement



FDM

Principe de fonctionnement

Rôle du PTFE



- Le PC-PTFE possède une excellente résistance aux frictions, à l'usure et à la chaleur.
- Il fait parti de la chaine de “bloqueur de chaleur” de la tête d’impression pour éviter que la chaleur remonte dans le heat breaker et ne déforme la matière.

La déformation de la matière trop haut dans la tête d’impression entraine un bouchage de la buse.

Conseils:

- Ne pas négliger la qualité de cette pièce, elle est très importante au bon fonctionnement de votre machine.
- Vous pouvez réaliser un petit chanfrein à l’aide d’un foret à centrer à l’entrée du filament afin de faciliter son entrée.
- Vous devez respecter la longueur exact du PTFE d’origine avant de le remplacer. Ne pas hésiter à créer des gabarits

FDM

Principe de fonctionnement

Rôle du dissipateur



Le dissipateur thermique permet d'empêcher une augmentation trop importante de la température le long du chemin du filament. Associé au dissipateur, il y a un ventilateur qui permet d'aider au refroidissement. Il faut vérifier qu'il tourne correctement.

FDM

Principe de fonctionnement

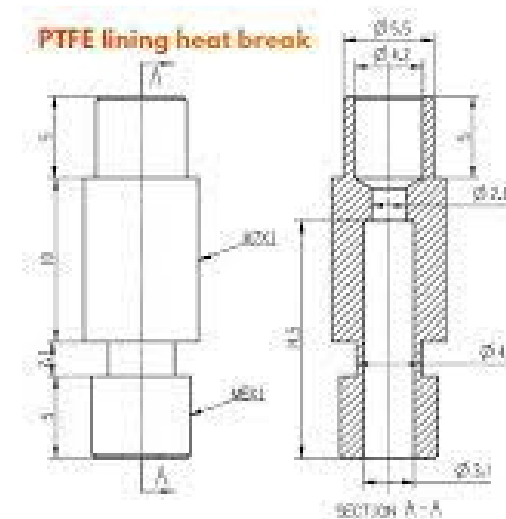
Rôle du heatbreaker



Le heatbreaker permet comme son nom l'indique de briser la chaleur.

La gorge permet d'éviter une trop grande dissipation de la chaleur vers le haut.

Il existe plusieurs styles de heatbreaker; afin d'éviter les problèmes d'impression il est conseillé de privilégier un heatbreaker en titan plutôt qu'en acier.



FDM

Principe de fonctionnement

Rôle du corps de chauffe



Le corps de chauffe (=bloc en aluminium)
permet de diffuser la chaleur de la cartouche
de chauffe jusqu'à la buse.

Il permet aussi de fixer la sonde de
température au plus près de la cartouche de
chauffe.

FDM

Principe de fonctionnement

Rôle de la cartouche de chauffe



La cartouche de chauffe permet de faire chauffer votre tête d'impression.
Il existe plusieurs versions en fonction de la puissance de votre alimentation.
Généralement du 12 ou 24 volts en 40W.

FDM

Principe de fonctionnement

Rôle de la sonde de température



La sonde de température permet de contrôler la température de la tête d'impression.

Une fois la température souhaitée atteinte, elle régule la chauffe de la cartouche.

Attention certaines machines bon marché n'ont pas de sécurité et si la sonde tombe en panne, la cartouche va monter en température sans s'arrêter jusqu'à devenir rouge et s'enflammer

FDM

Principe de fonctionnement

Rôle de la buse



La buse d'une imprimante 3D est située au niveau du corps de chauffe c'est à travers la buse que le filament chauffé est imprimé sur le plateau d'impression.

Il existe plusieurs tailles de buse.

On utilise de base une buse de 0.4 mm.

Les autres alternatives sont :

- la buse de 0.25mm pour plus de détails
- la buse de 0.6mm pour plus de rapidité.

les buses vont de 0.1 mm à 1mm de diamètre de sortie.

Il existe plusieurs matériaux pour les buses: le laiton, l'acier, l'inox ou même le rubis, suivant les matériaux à imprimer.

Conseils de montage

Vous êtes amenés à remplacer une pièce du bloc de chauffe, alors vous devez:

- Vérifier les données constructeur.
- Vérifier avant démontage la hauteur entre le corps de chauffe et le dissipateur avec une cale étalon.
- Pensez à démonter les éléments du bloc de chauffe à chaud.
- La buse doit être serrée contre le heatbreaker et non pas contre le corps de chauffe
- La buse doit être serrée à un couple bien défini, car serrée trop fort elle déformera votre heatbreaker et le filament ne pourra plus sortir, et pas assez serrée, le filament va couler par le dessus du bloc de chauffe.
- Le couple idéal est compris entre 2.5 et 3 nm, le serrage se fait à 200/210 degrés.

FDM

Principe de fonctionnement

Application

Vous devez remplacer le PTFE d'une imprimante 3D
on vous donne:

- l'outillage
- une bobine de PTFE
- Un corps de chauffe pour le test

(démono)

FDM

Principe de fonctionnement

Application

Effectuer le montage d'un corps de chauffe d'une imprimante 3D

on vous donne:

- l'outillage
- les pièces détachées
- Un corps de chauffe monté en démonstration

(démon)

FDM

Principe de fonctionnement

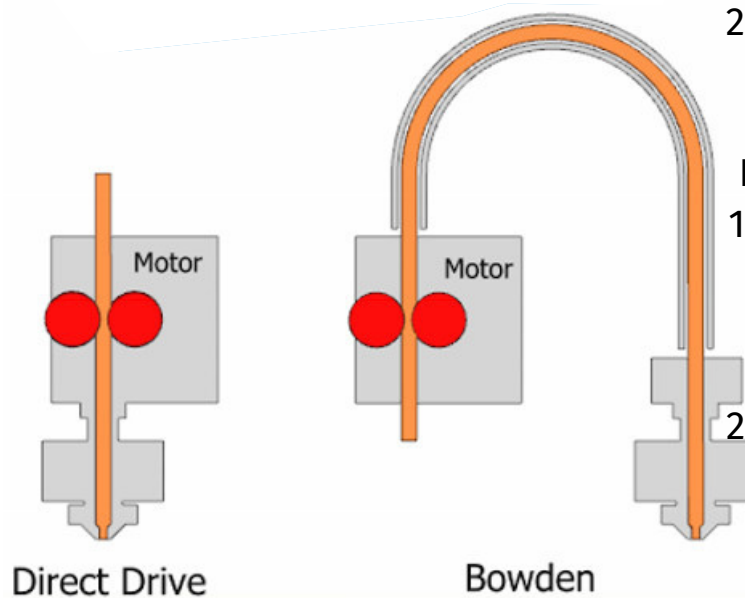
Direct drive ou bowden

Avantages du direct drive

1. Parfait pour l'impression des filaments flexibles
2. Très adapté pour l'impression de matériaux abrasifs
3. Extrusion fiable qui limite les problèmes
4. Rétractation plus aisée.

Inconvénients du direct drive

1. Apporte un poids supplémentaire sur la tête d'impression



Avantages du tube bowden

1. Mouvements plus fluides (variables suivant les imprimantes comme dit plus haut)
2. Maintenance rapide car les éléments sont séparés

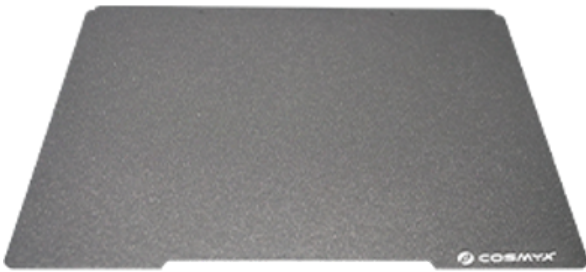
Inconvénients du tube bowden

1. Rétractation lente : les déplacements du filament sont plus lents car le tube bowden apporte des frottements
2. Moins pratique pour l'impression de filaments flexibles ou de matériaux techniques
3. Moteurs plus puissants nécessaires

FDM

Principe de fonctionnement

Rôle du plateau



Le plateau a un rôle primordial, il est garant de la qualité de la première couche.

Pour cela il faut être très attentif à son réglage et vérifier la première couche des impressions à chaque fois.

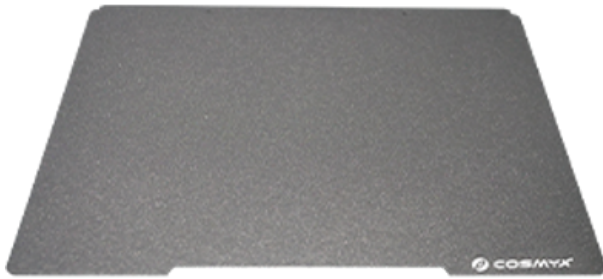
Plusieurs types de plateaux sont disponibles par exemple: la vitre en verre trempé, plateaux amovibles avec différentes textures.

Astuces : en plus du réglage il faut bien dégraisser votre plateau et remettre de la colle en spray spéciale impression 3D.

FDM

Principe de fonctionnement

Réglage du plateau



Plusieurs méthodes sont possibles pour le réglage du plateau.
Je vais vous présenter une méthode pour les plateaux à réglages mécaniques
et une méthode pour les plateaux à réglages numériques.

Conseils: en cas de remplacement du plateau il faut refaire le réglage du Z0.

FDM

Principe de fonctionnement

Réglage du plateau



Hauteur de couche réglage mécanique

Hauteur de couche réglage numérique

(voir PDF)

FDM

Principe de fonctionnement

Prototypage petite série et production

Avec l'impression 3D FDM vous pouvez réaliser le prototypage de votre projet mais aussi une petite série de pièce avec une possibilité de pouvoir imprimer les pièces en simultanée ou en individuelle.

Sur certaines imprimantes 3D, il est possible de réaliser la production de pièces en plus grande série (Production).

Il existe des machines avec un plateau sur tapis roulant qui permet d'évacuer la pièce une fois finie.

Sur les imprimantes de type H-BOT par exemple il est possible d'éjecter la pièce en modifiant le g-code ou de faire appel à un bras robotique pour interchanger le plateau ou récupérer la pièce.

Le contrôle

Lj

Le contrôle peut être effectué avec:

- Pieds à coulisse
- Micromètre
- Trusquin
- Cale étalon
- MMT
- Contrôle structurel
- Contrôle 3d par comparaison (scanner 3d)
- Projecteur de profil
- Bras de mesure

Le post traitement

Suivant les matériaux utilisés plusieurs post traitement sont possibles:

- Peinture aérosol
- Insert
- Collage
- Couper les supports
- Stylo 3D
- Lissage acétone (Abs)
- Retouche en usinage
- Recuit (Pla,Petg)
- Revêtement en résine

La maintenance préventive

Comme toutes les machines, l'imprimante 3d nécessite une maintenance préventive des éléments en mouvement ou chauffant:

Se référer à la notice

- Vérifier la tension des courroies
- Vérifier la hauteur de la première couche
- Dégraisser le plateau
- Graisser les paliers
- Vérifier le bon fonctionnement des ventilateurs
- Nettoyer les roues d'entraînement du filament
- Mettre de la laque sur le plateau

Le post traitement

La fabrication distribuée est une nouvelle vision de la production rendue possible par le déploiement d'internet. Ce modèle de production vise à transformer nos modes de productions et de consommations, en les rendant plus écologiques, plus responsables et plus résilies. Ce système représente un enjeu majeur de l'industrie 4.0.

Un exemple de résilience grâce à la fabrication distribuée et l'impression 3d, l'association visieresolidaire a pu donner plus de 1.5 million de visières, qui ont été fabriquées au plus près des personnels soignants.

La fabrication distribuée permet de fabriquer au plus près du besoin et à la demande. Cela permet entre autre d'éviter de stocker inutilement des pièces.

La possibilité de pouvoir réparer, transformer un appareil à moindre coût avec une flexibilité dû au mode de fabrication.

La création de plateforme de vente de fabrication de pièces en petite série permet de pouvoir choisir un fabricant en local.

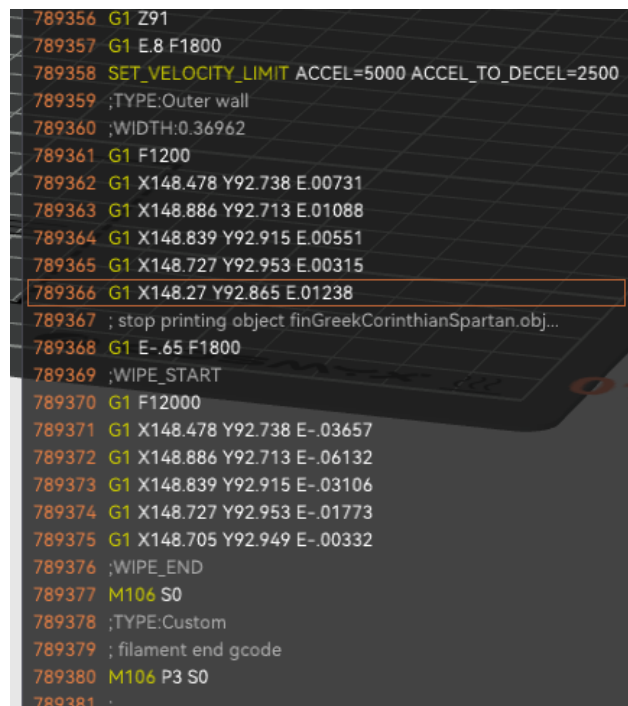
Cas pratique

Utilisation d'une imprimante 3d FDM



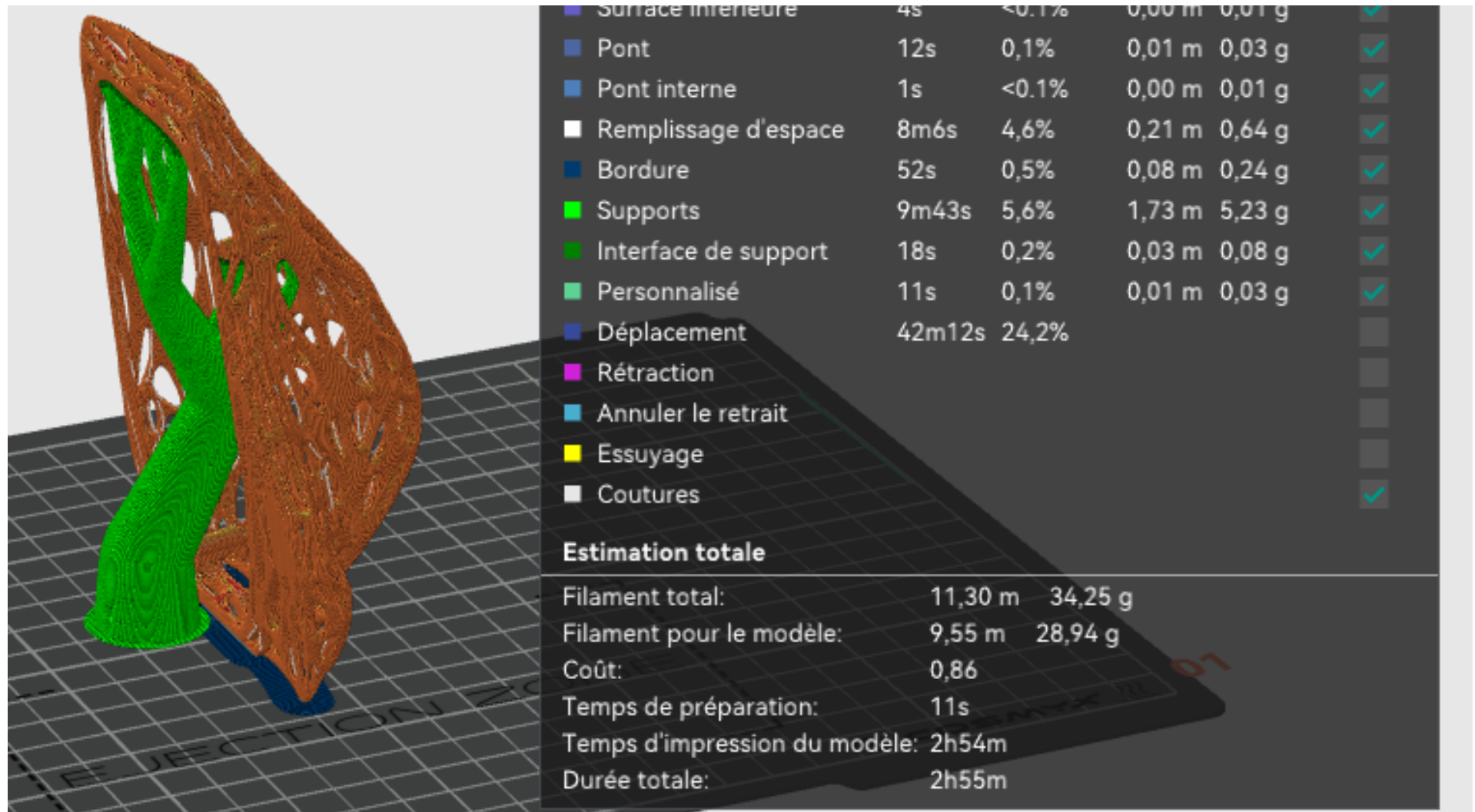
(voir PDF)

**pour retirer ca
appuyer sur C**

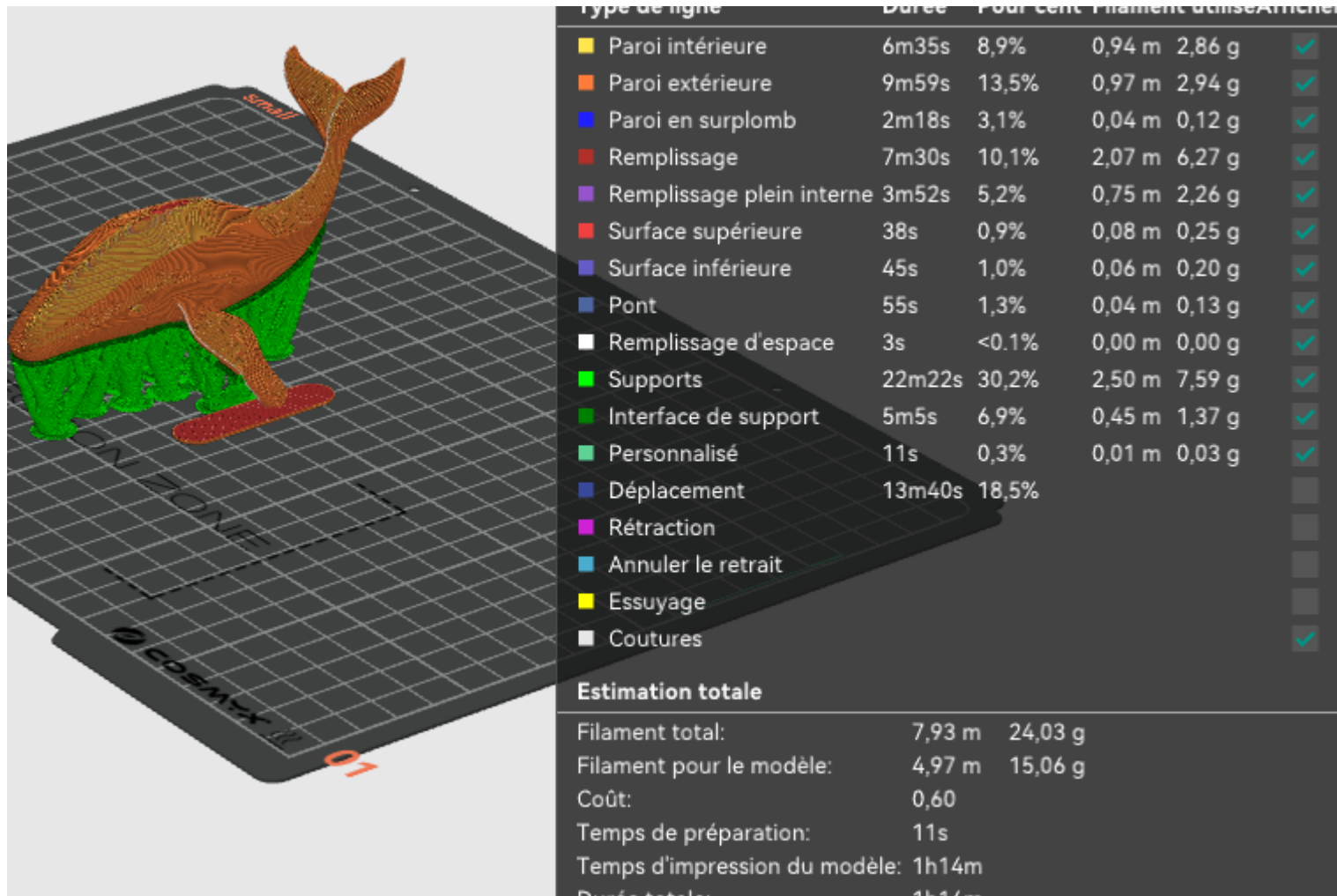


```
789356 G1 Z91
789357 G1 E.8 F1800
789358 SET_VELOCITY_LIMIT ACCEL=5000 ACCEL_TO_DECEL=2500
789359 ;TYPE:Outer wall
789360 ;WIDTH:0.36962
789361 G1 F1200
789362 G1 X148.478 Y92.738 E.00731
789363 G1 X148.886 Y92.713 E.01088
789364 G1 X148.839 Y92.915 E.00551
789365 G1 X148.727 Y92.953 E.00315
789366 G1 X148.27 Y92.865 E.01238
789367 ; stop printing object finGreekCorinthianSpartan.obj...
789368 G1 E-.65 F1800
789369 ;WIPE_START
789370 G1 F12000
789371 G1 X148.478 Y92.738 E-.03657
789372 G1 X148.886 Y92.713 E-.06132
789373 G1 X148.839 Y92.915 E-.03106
789374 G1 X148.727 Y92.953 E-.01773
789375 G1 X148.705 Y92.949 E-.00332
789376 ;WIPE_END
789377 M106 S0
789378 ;TYPE:Custom
789379 ; filament end gcode
789380 M106 P3 S0
789381 .
```

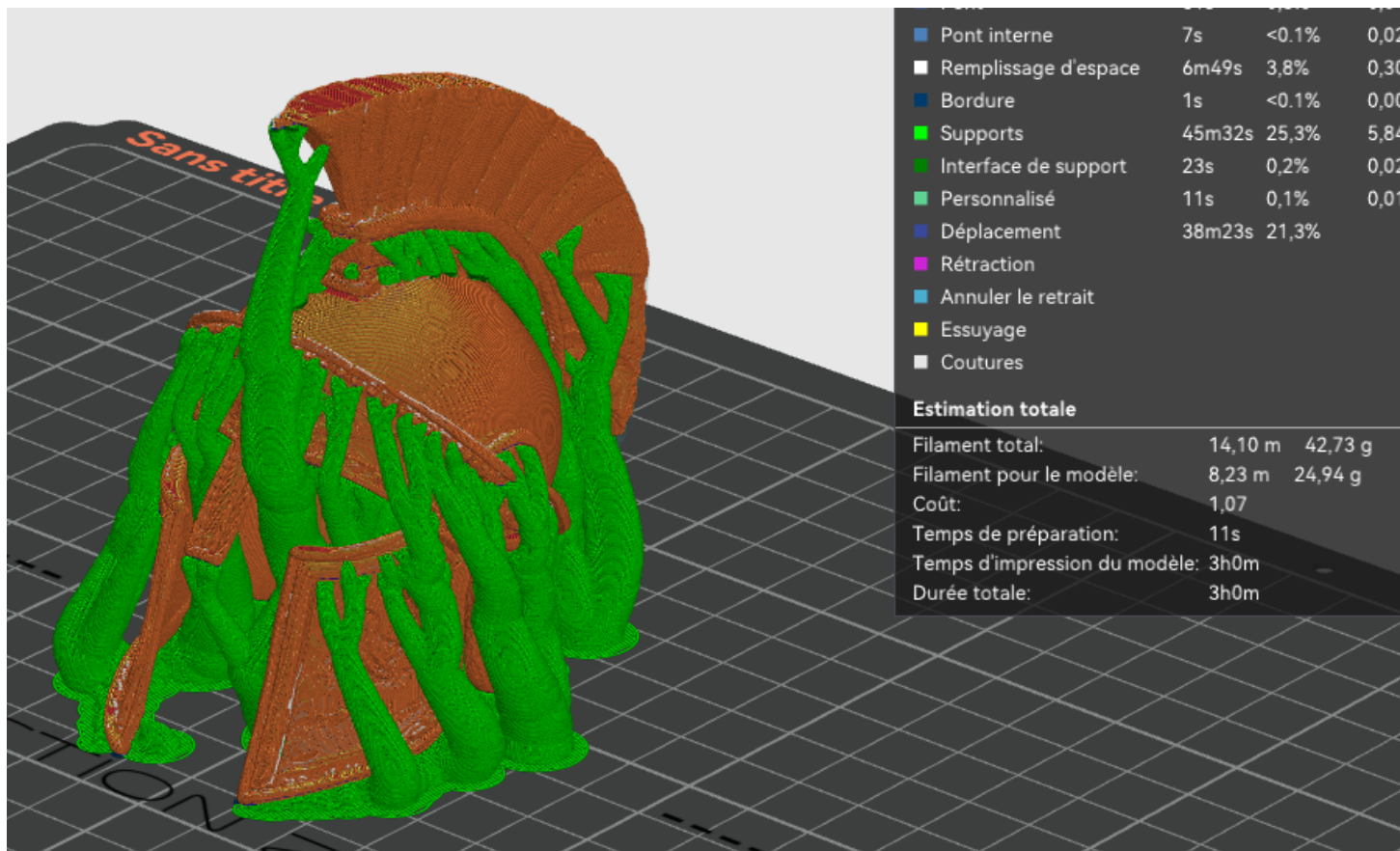
résultats supports ou pas



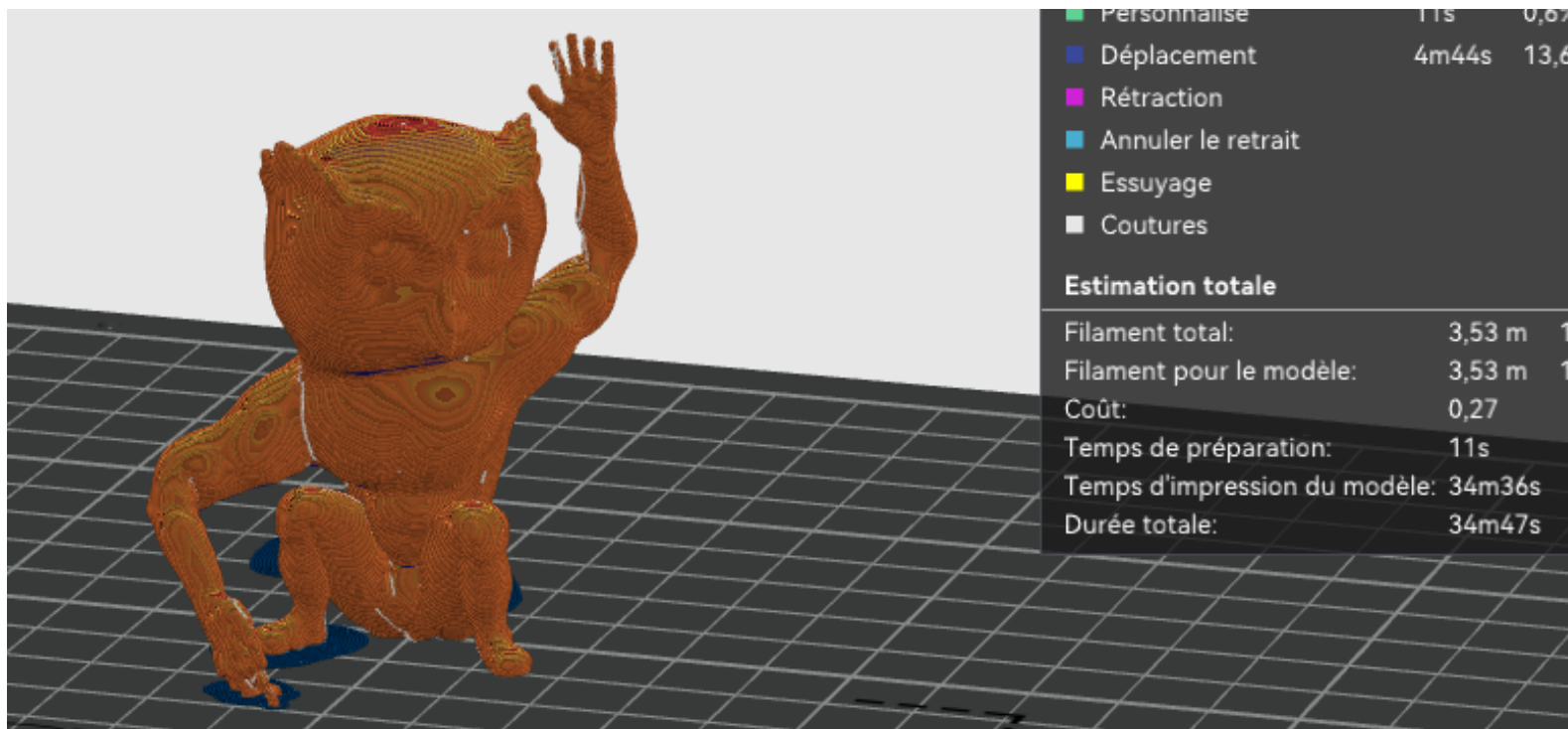
résultats supports ou pas

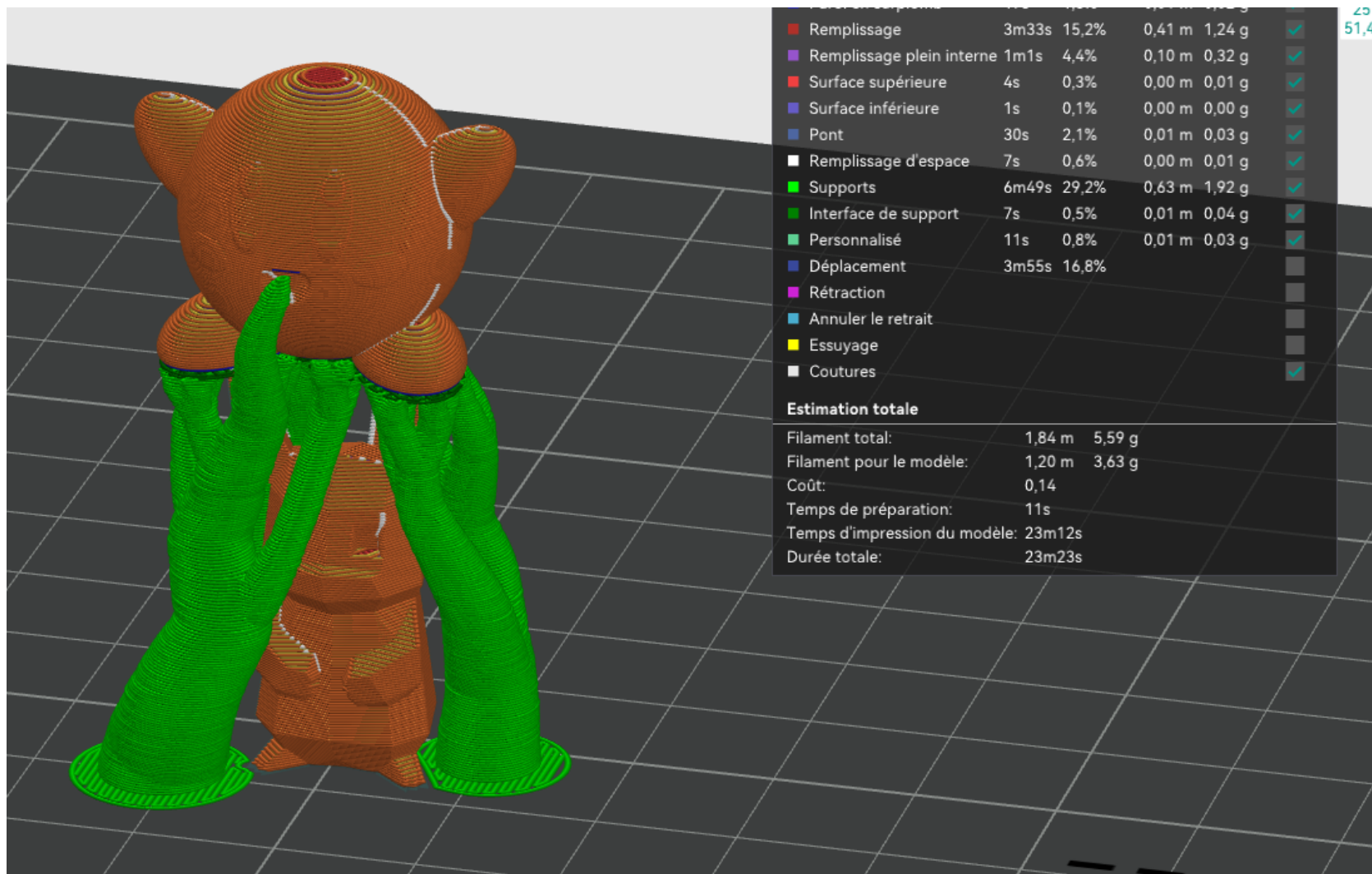


résultats supports ou pas

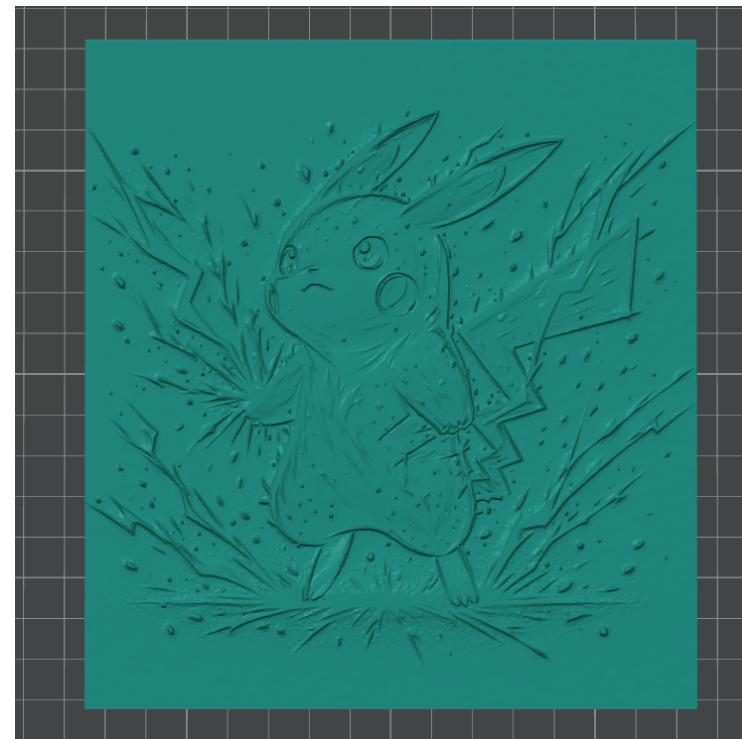


résultats supports ou pas





150MM X 160MM HUEFORGE
IMPRIMER À 100 % DE REMPLISSAGE AVEC UNE HAUTEUR DE
COUCHE DE 0,08 MM ET UNE COUCHE DE BASE DE 0,16 MM
FILAMENTS UTILISÉS :
PLA+ IIID MAX NOIR DISTANCE DE TRANSMISSION : 0,5
PLA+ ELEGOO ROUGE DISTANCE DE TRANSMISSION : 5,2
PLA+ INLAND JAUNE DISTANCE DE TRANSMISSION : 6
PLA+ IIID MAX BLANC DISTANCE DE TRANSMISSION : 5,6
INSTRUCTIONS DE PERMUTATION :
COMMENCER PAR LE NOIR
À LA COUCHE N° 7 (0,64 MM), PASSER AU ROUGE
À LA COUCHE N° 9 (0,8 MM), PASSER AU JAUNE
À LA COUCHE N° 19 (1,6 MM), PASSER AU BLANC POUR LE RESTE.





Description

Le contenu a été traduit automatiquement. [Afficher l'original](#)

Évolution Gastly teinte forge
100% de remplissage
.08 hauteur de couche
.16 hauteur de couche initiale
commencer avec du noir
violet à la couche #11 (0.96)
rose à la couche #18 (1.52)
blanc à la couche #21 (1.56)



Description

Le contenu a été traduit automatiquement. [Afficher l'original](#)

150mm X 150mm Hueforge

Imprimer avec un remplissage de 100% avec une hauteur de couche de 0,08mm avec une couche de base de 0,16mm

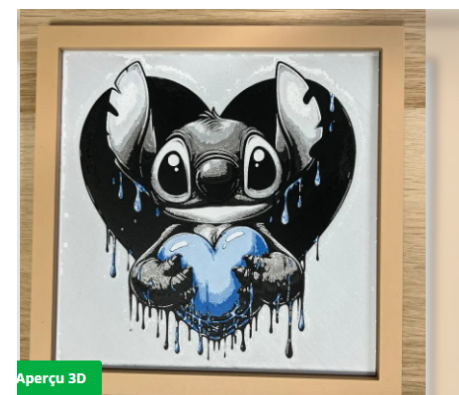
Filaments utilisés :

PLA+ IIID Max Noir Distance de transmission : 0,5
PLA+ IIID Max Orange Distance de transmission : 3,2
PLA+ Inland Jaune Distance de transmission : 6
PLA+ IIID Max Blanc Distance de transmission : 5,6

Instructions d'échange :

Commencer par le Noir
À la couche n° 6 (0,56 mm), passer à l'Orange
À la couche n° 12 (1,04 mm), passer au Jaune
À la couche n° 16 (1,36 mm), passer au Blanc pour le reste.

pikachu hue forge pokemon Hue Forge



Aperçu 3D

Imprimez à 100 % de remplissage avec une hauteur de couche de 0,08 mm avec une couche de base de 0,16 mm

Le modèle mesure 180 x 180 mm

Vous pouvez imprimer à des hauteurs de couche plus élevées en dessous de la profondeur minimale de 0,48 mm

La profondeur maximale est de 2,2 mm et la profondeur réelle est de 2 mm

Filaments utilisés :

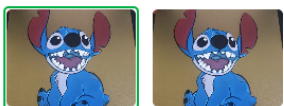
PLA BambuLab Matte Charcoal Transmission Distance: 0.1
PLA BambuLab Basic Silver Transmission Distance: 0.5
PLA BambuLab Matte Ivory White Transmission Distance: 1.7
PLA BambuLab Matte Marine Blue Transmission Distance: 0.1
PLA BambuLab Matte Ice Blue Transmission Distance: 1.9

Cette impression utilise 5 filaments uniques

Instructions d'échange :

Commencer avec du charbon de bois
À la couche n° 8 (0,72 mm), passer à l'argent
À la couche n° 11 (0,96 mm), passer à l'ivoire blanc
À la couche n° 16 (1,36 mm), passer au bleu marine
À la couche n° 20 (1,68 mm), passer au bleu glacier
À la couche n° 21 (1,76 mm), passer à l'ivoire blanc pour le reste.

hueforge



Description

Le contenu a été traduit automatiquement. [Afficher l'original](#)

Projet: Stitch

Imprimer à 100% de remplissage avec une hauteur de couche de 0.08mm et une couche de base de 0.16mm

Le modèle mesure 150x207.38mm

Vous pouvez imprimer à des hauteurs de couche supérieures en dessous de la profondeur minimale de 0.48mm

La profondeur maximale est de 2.2mm et la profondeur réelle est de 2.2mm

Instructions d'échange:

Commencez avec du Noir

À la couche #10 (0.88mm) changez pour du Bleu

À la couche #17 (1.44mm) changez pour du Rouge

À la couche #19 (1.6mm) changez pour du Blanc pour le reste.

point de couture

disney

multicolore

dessin animé

enfants

Lilo et Stitch

huefogre



Imprimer à 100 % de remplissage avec une hauteur de couche de 0,08 mm et une couche de base de 0,16 mm

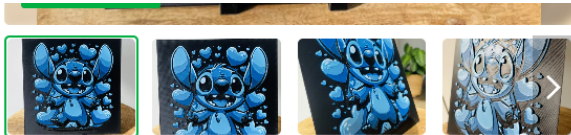
Filaments utilisés : PLA BambuLab Basic Noir Distance de transmission : 0,6 PLA BambuLab Basic Bleu

Distance de transmission : 4 PLA BambuLab Basic Cyan Distance de transmission : 4,8 PLA Sovol PLA Blanc

Distance de transmission : 8,8

Instructions de permutation : Commencer par le noir À la couche n° 14 (1,2 mm), passer au bleu À la couche n° 17 (1,44 mm), passer au cyan À la couche n° 23 (1,92 mm), passer au blanc pour le reste.

****INFORMATIONS IMPORTANTES****



Description

Le contenu a été traduit automatiquement. [Afficher l'original](#)

Ne modifiez pas la taille !

Ceci modifiera la configuration des couches.

Filaments utilisés :

PLA BambuLab Basic Noir

PLA Geetech Bleu

PLA Geetech Bleu d'eau

PLA BambuLab Basic Jade Blanc

Instructions de changement :

Commencer avec le Noir

À la couche n° 8 (0,72 mm), changer pour le Bleu

À la couche n° 17 (1,44 mm), changer pour le Bleu d'eau

À la couche n° 25 (2,08 mm), changer pour le Blanc pour le reste.



Commencer en noir

Couche 7 0,64mm bleu

Couche 13 1,12mm gris

Couche 18 1,52mm jaune

Couche 23 1,92mm blanc



Description

Le contenu a été traduit automatiquement. [Afficher l'original](#)

Point de couture de Noël, point de couture du Père Noël - hueforge

Si vous souhaitez mettre l'image à l'échelle, ne mettez à l'échelle que X et Y, PAS Z.

Imprimer à 100 % de remplissage avec une hauteur de couche de 0,08 mm et une couche de base de 0,16 mm

Le modèle mesure 150 x 150 mm

Filaments utilisés :

PLA 123Inkt Noir Transmission Distance: 0.3

PLA 123Inkt Rouge Transmission Distance: 4

PLA 123Inkt Bleu d'eau Transmission Distance: 3.4

PLA R3D Blanc Transmission Distance: 6.5

Cette impression utilise 4 filaments uniques

Instructions d'échange :

Commencer par le noir

À la couche n° 7 (0,64 mm), passer au rouge

À la couche n° 13 (1,12 mm), passer au bleu d'eau

À la couche n° 19 (1,6 mm), passer au blanc pour le reste.

point de couture

Noël

Noël

hueforge

hueforge 150x150

père Noël

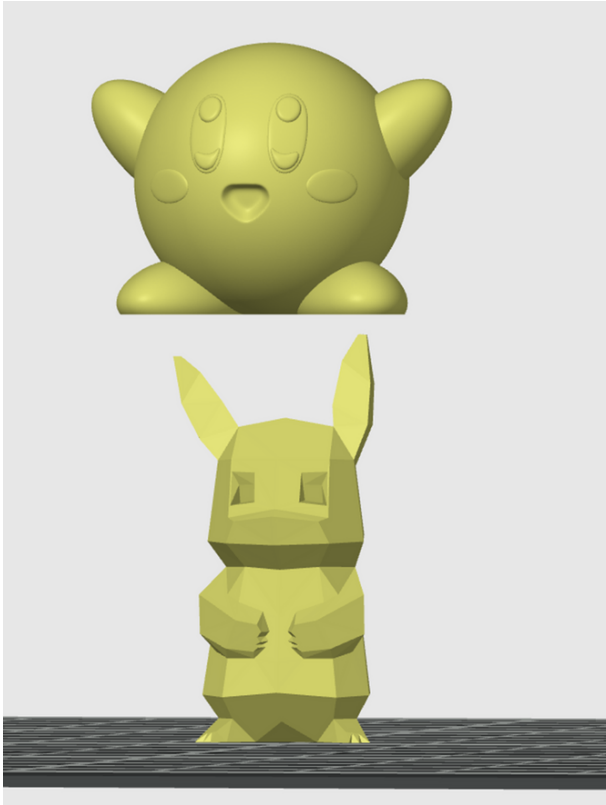
wallart

Art 3D

décoration

peinture

peinture 3D



A 3D model of a Pokémon with a red head and a yellow body is shown. The model is rendered in a smooth, red material. To the right of the model is a detailed settings panel with various options and a color gradient bar. The panel includes a table with material properties, a section for time estimation, and a list of choices with checkboxes. A color gradient bar is visible on the right side of the panel, with a red-to-yellow gradient. The bottom of the panel shows a page number '23' and a small icon.

■ 2	0,72 m	0,02 m	0,74 m	257
	2,17 g	0,06 g	2,23 g	51,40
Total	1,20 m	0,65 m	1,84 m	
	3,63 g	1,96 g	5,59 g	
Temps de changement de filament: 1				
Coût: 0,14				
G-code personnalisé		Couche	Durée	
Changement d'outil		154	14m28s	
Estimation de temps				
Temps de préparation:			11s	
Temps d'impression du modèle:			23m39s	
Durée totale:			23m51s	
Choix				Afficher
■ Déplacement				
■ Rétraction				
■ Annuler le retrait				
■ Essuyage				
■ Coutures				

