



L'IMPRESSION 3D AU SERVICE DE L'ASTRONOMIE



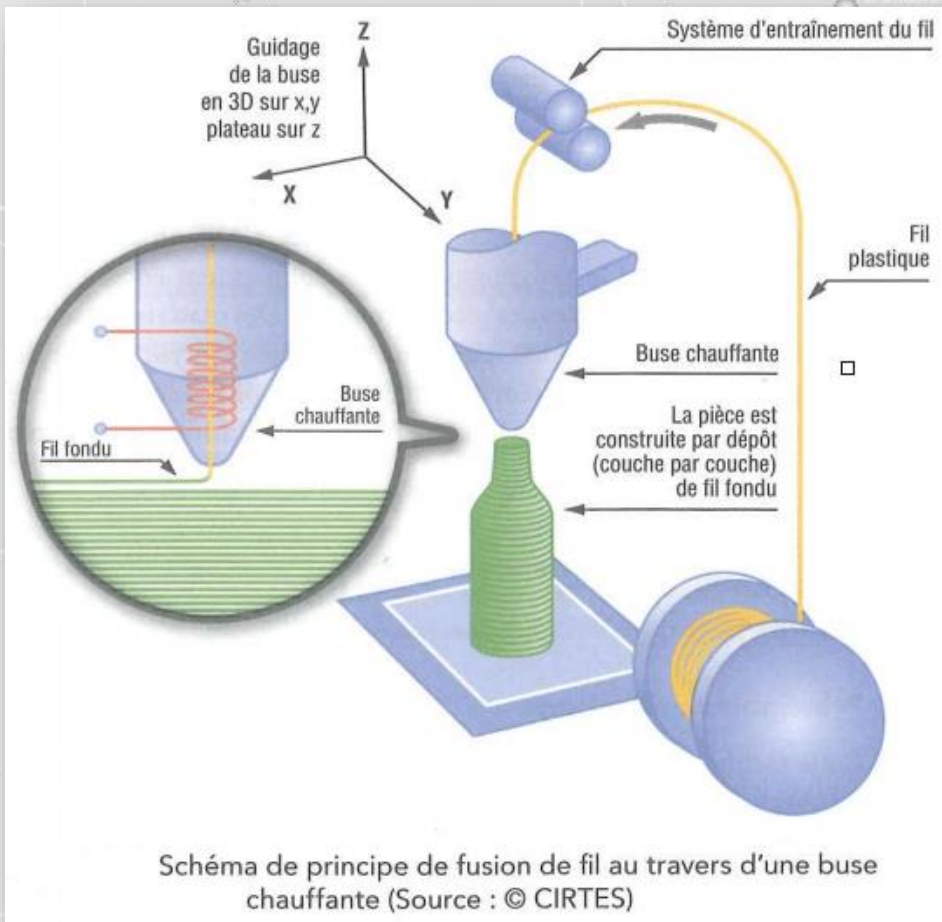
Sommaire

- Principe des imprimantes à FDM
- Logiciels
- Dessins et conceptions
- Fichiers
- Equipement
- Fil d'impression
- Remplissage
- Sens d'impression et supports
- Mise en fonctionnement
- Solution pour visserie
- Avantages
- Inconvénients
- Applications
 - Pièces statiques
 - Pièces dynamiques
 - Pièces dynamiques électroniques
- Evolutions (double tête, couleurs différentes, Stéréolithographie, frittage laser, stylos 3D...)



Principe des imprimantes à FDM

- Chauffer le fil de plastique à 210° => fusion, le liquide est ensuite déposé par la buse en couches minces ce qui construit par la dépose successive des couches la pièce.



Nom officiel FDM :

Fabrication par

Dépôt de

Matière



Logiciels

- Logiciel de conception (CAO)/dessin (DAO), ils permettent de dessiner des pièces 3D, créer des plans, tester ses pièces en forces (CAO).



- Les plus utilisés :
Fusion360/CATIA/FreeCAD*/SketchUp*/SolidWorks/Inventor/CREO

- Possibilité de télécharger des pièces déjà faites sur [thingiverse](https://www.thingiverse.com)*



- Logiciel d'impressions : Les slicers, ils découpent en couches/tranches la pièce et permettent de piloter l'impression.
Les plus utilisés : CURA*/Slic3r/GRABCAD



ZlochTeamAstro
Impression 3D

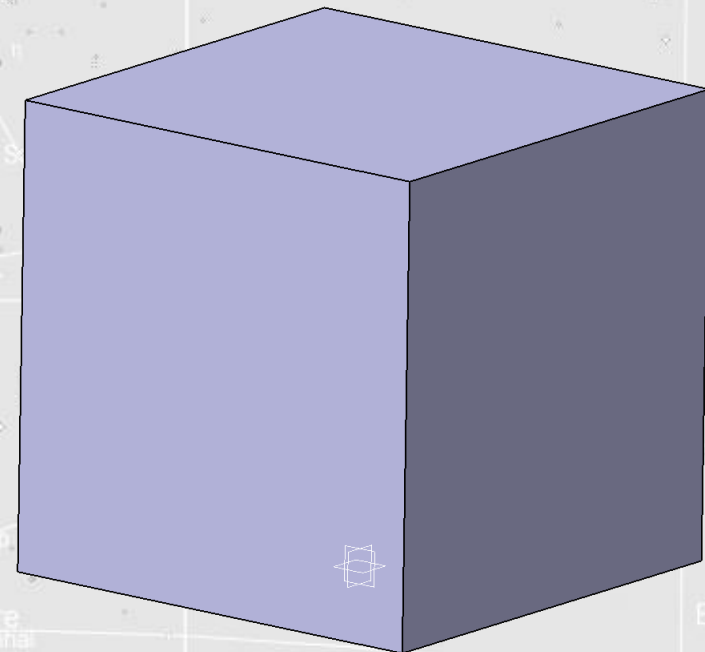
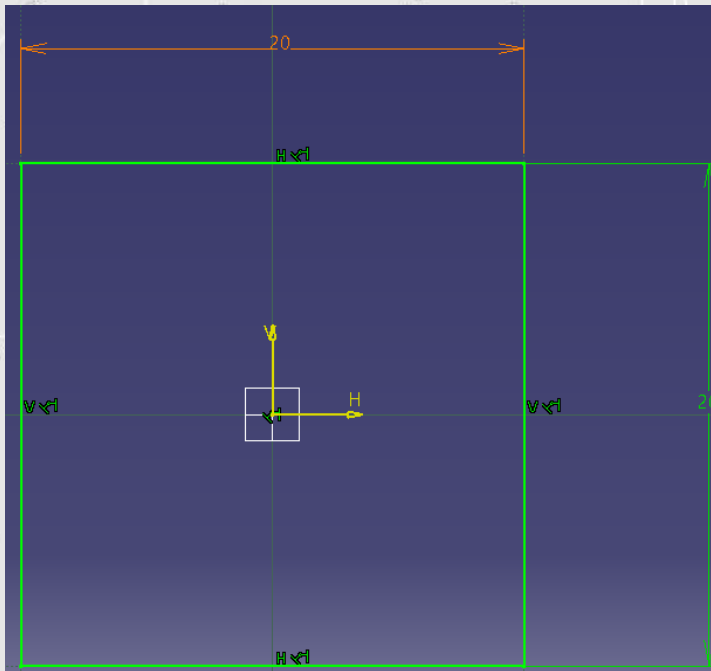


* *Gratuit*



Dessins et conceptions

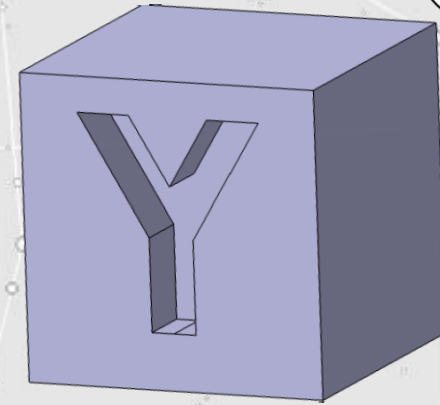
- *Philosophie* : partir d'un plan (ou croquis) (2D) ou juste d'une idée pour arriver à la pièce finale
- Au départ, c'est un dessin dans un plan (appelé esquisse), il faut faire les cotations, puis ensuite on donne de la matière à ce dessin



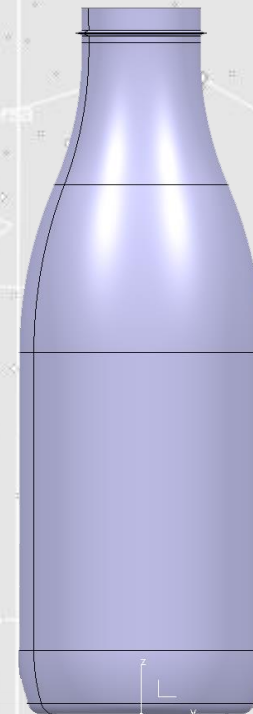
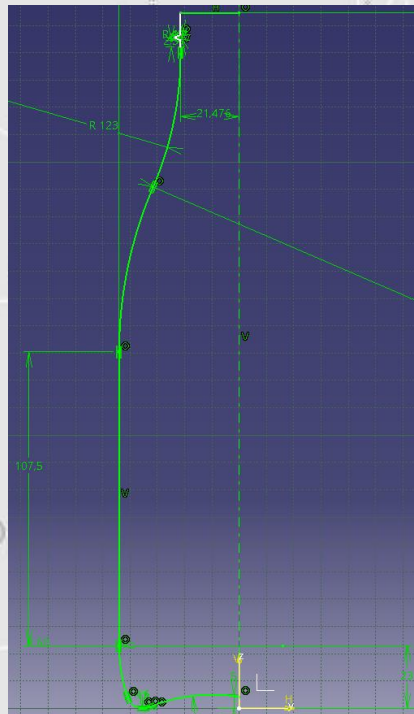


Dessins et conceptions

- Possibilité de faire des poches ou trous :

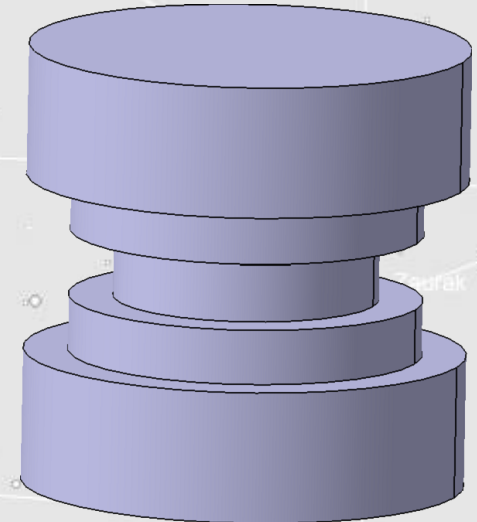
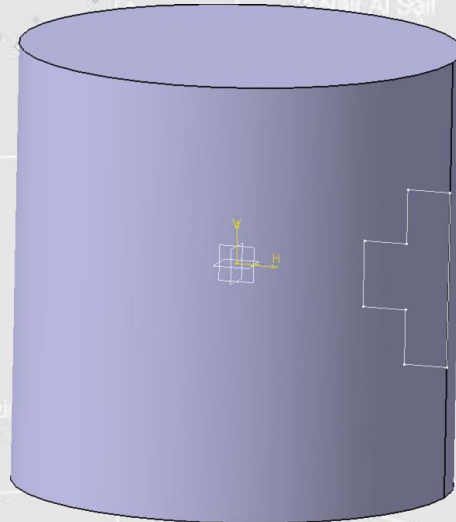
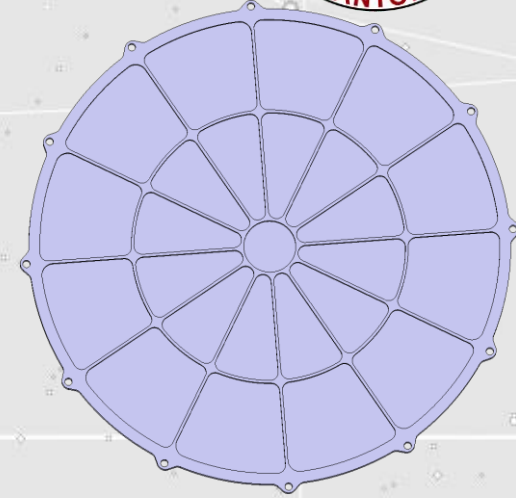
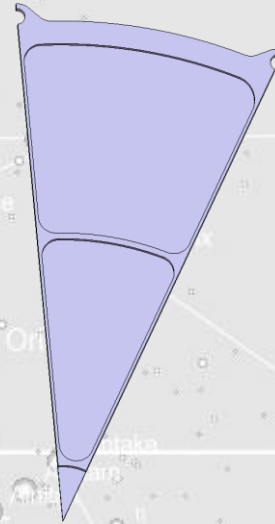


- Possibilité de faire des révolutions autour d'un axe :



Dessins et conceptions

- Des répétitions de motifs :
- Possibilité de faire une gorge :





Fichiers

Listes non exhaustives

- Fichiers CAO : **F3D***, **CATpart***, CATproduct*, IGES, FCSTD*

Formats CAO portables : CGR*, NavRep, WRL

- Fichiers dessins (2D) : DXF, SVG, CGM, DWG

- Fichiers d'impressions : **STL**, STP, AMF

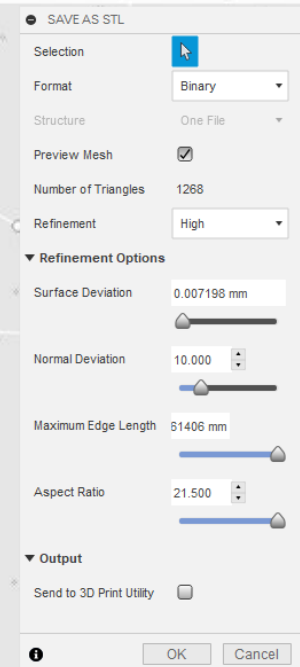
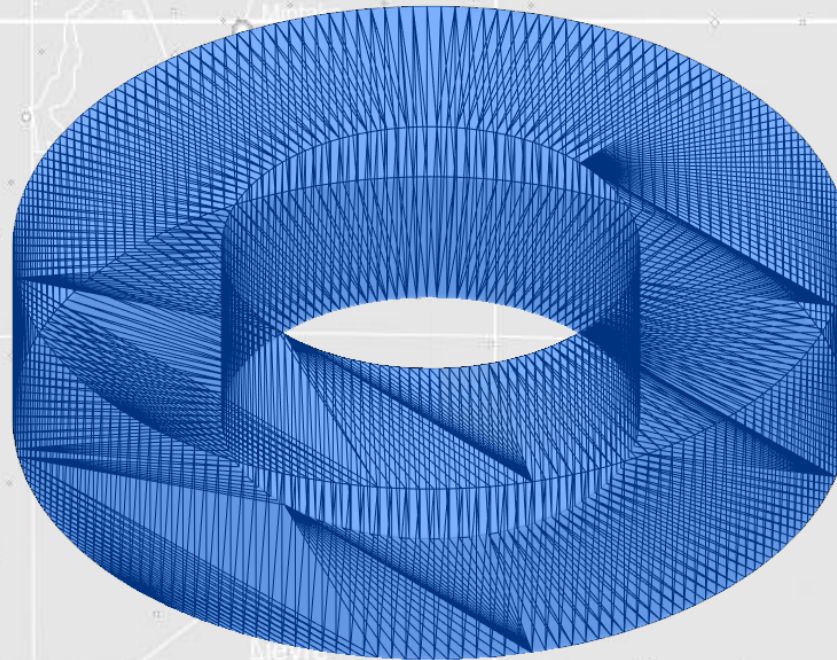
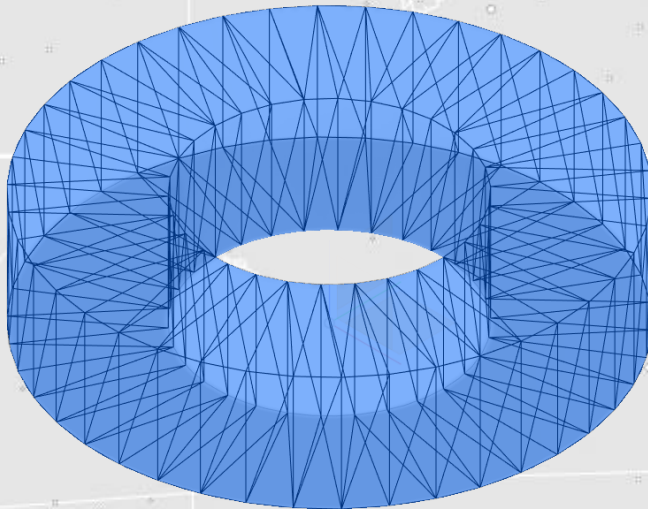
Certains fichiers d'impressions gardent en mémoire la géométrie de visualisation et peuvent donner lieu à des impressions facétisées. (voir paramètres STL)

* => *format propriétaire*



Fichiers

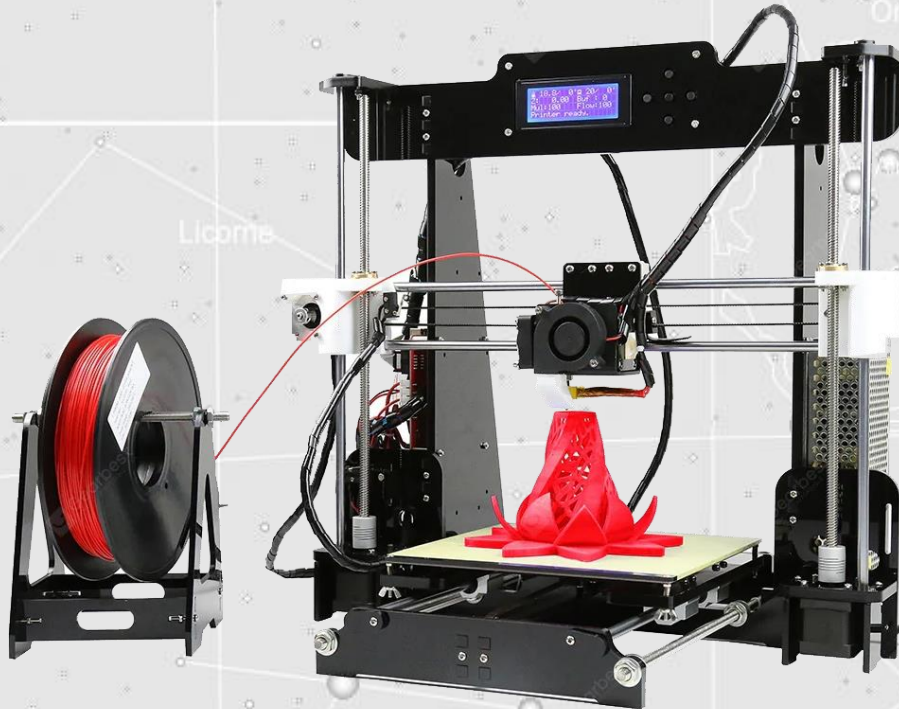
- Le fichier STL divise la pièce 3D en motifs élémentaires.
- Plus il y a de motifs, plus l'impression est fine c'est-à-dire moins facétisées :



Equipement

- Anciennement ANET A8

~100€



220x220x240mm

- Actuellement CREALITY CR10S pro

~600€



Le fil d'impression

- La matière première est du plastique de type : PLA *, PETG, ASA, ABS, ABS-PC, Nylon, TPU. Sous la forme de bobine de fil de diamètre 1.75mm (ou 2.85mm).
- Différentes couleurs : bleu, rouge, vert, doré...
- Différentes caractéristiques de résistance
- Différents matériaux : carbone, bois, métal...



~26€ Bobine
1kg PLA

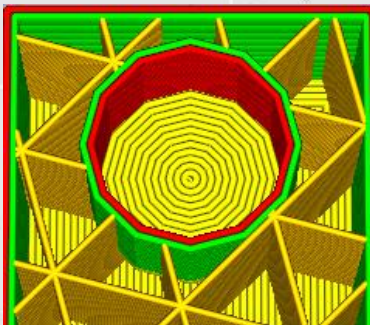


* Recyclé et non nocif

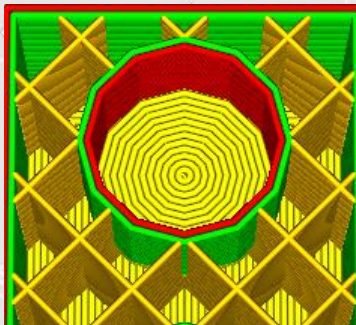


Remplissage : motif

- L'intérieur de la pièce n'est pas pleine, il y a un remplissage selon un motif et une densité
- Motifs : triangles, hexagones, carrés, losanges, ronds...
- Les motifs **Lignes et Grilles** possèdent la forme la plus simple et seront donc les plus rapides à imprimer. Les motifs **Triangles et Trihexagonal** seront quant à eux plus performants en termes de résistance finale



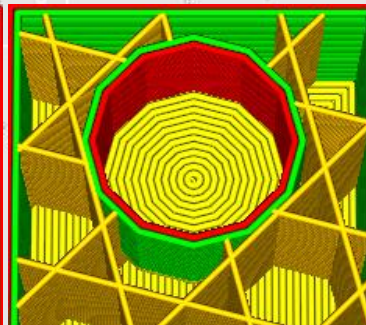
Triangles



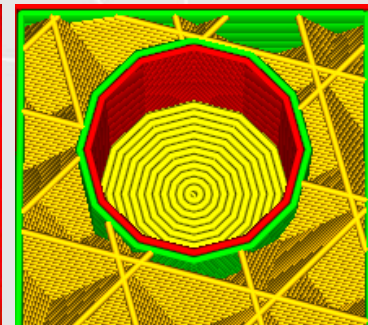
Grille



Ligne



Trihexagonale

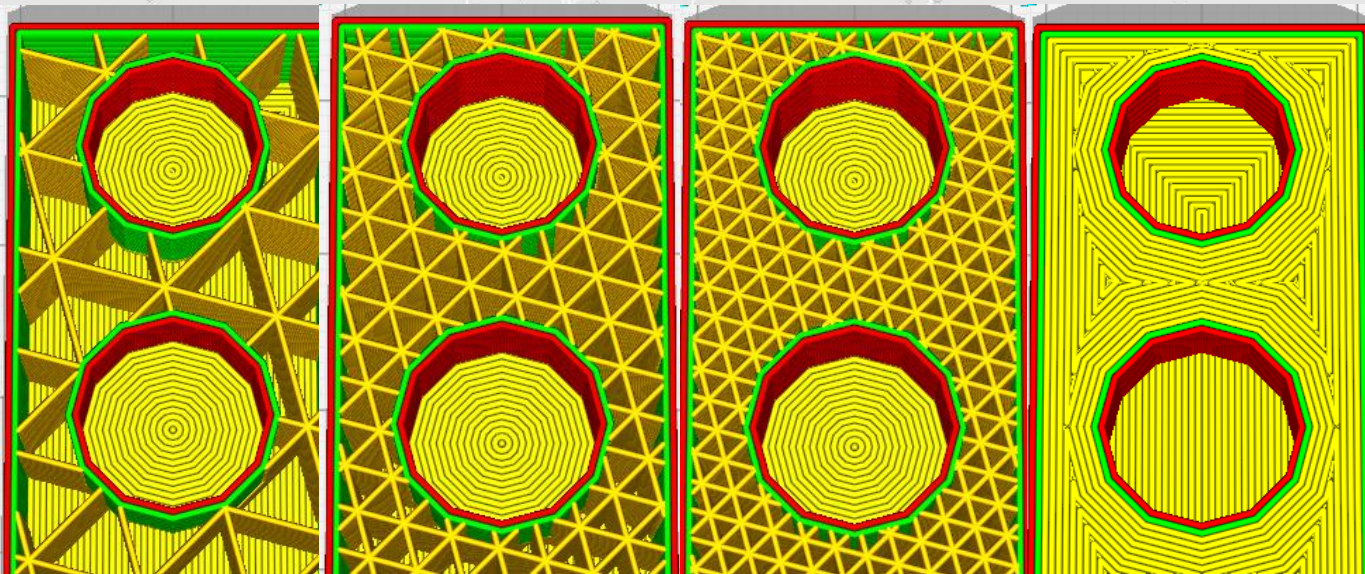


Cubique



Remplissage : densité

- Densité de remplissage est un pourcentage $\approx$ Taille du motif
- Entre 10 et 30% lorsque l'on parle de pièces dites classiques
- Entre 40 et 80% pour les pièces nécessitant une haute résistance



20%
0h51m
0.25€

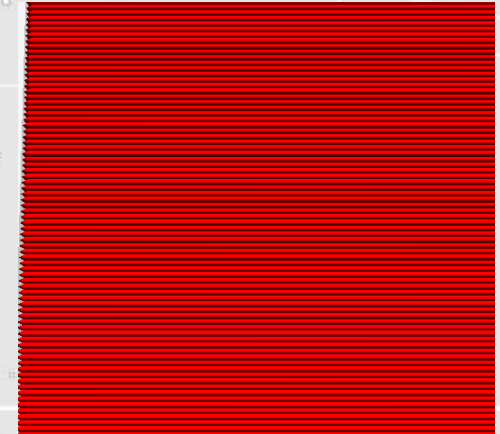
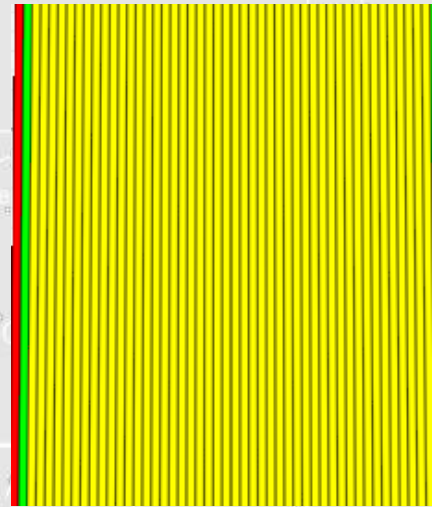
50%
1h11m
0.37€

75%
1h28m
0.47€

100%
2h14m
0.56€

Sens d'impression et supports

- Sens d'impression est important => fragilité d'une pièce
- Impression dans le vide impossible => supports
- Supports = Aide à l'extrusion
- Le support doit être accessible pour l'enlever

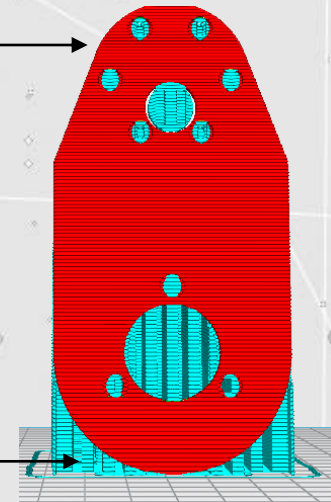


Sens vertical

Sens horizontal

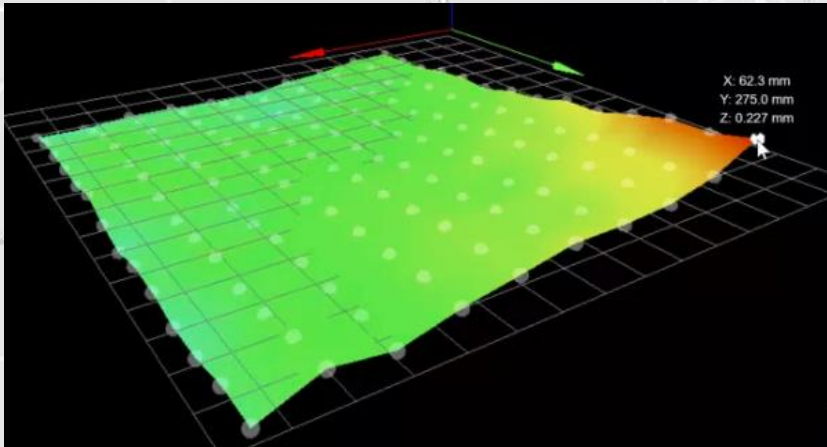
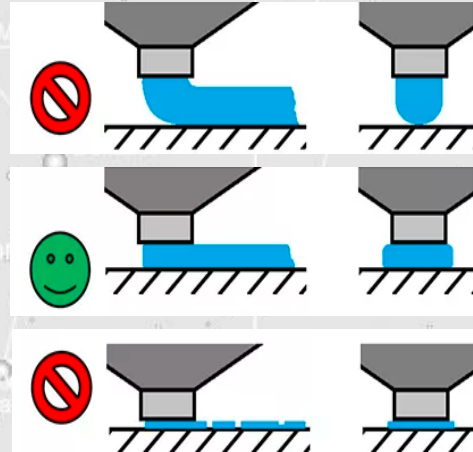
Pièce

Support



Mise en fonctionnement

- Mise à niveau du plateau
- **Attendre la première couche complète**
- Eviter les décollements : ajuster axe Z



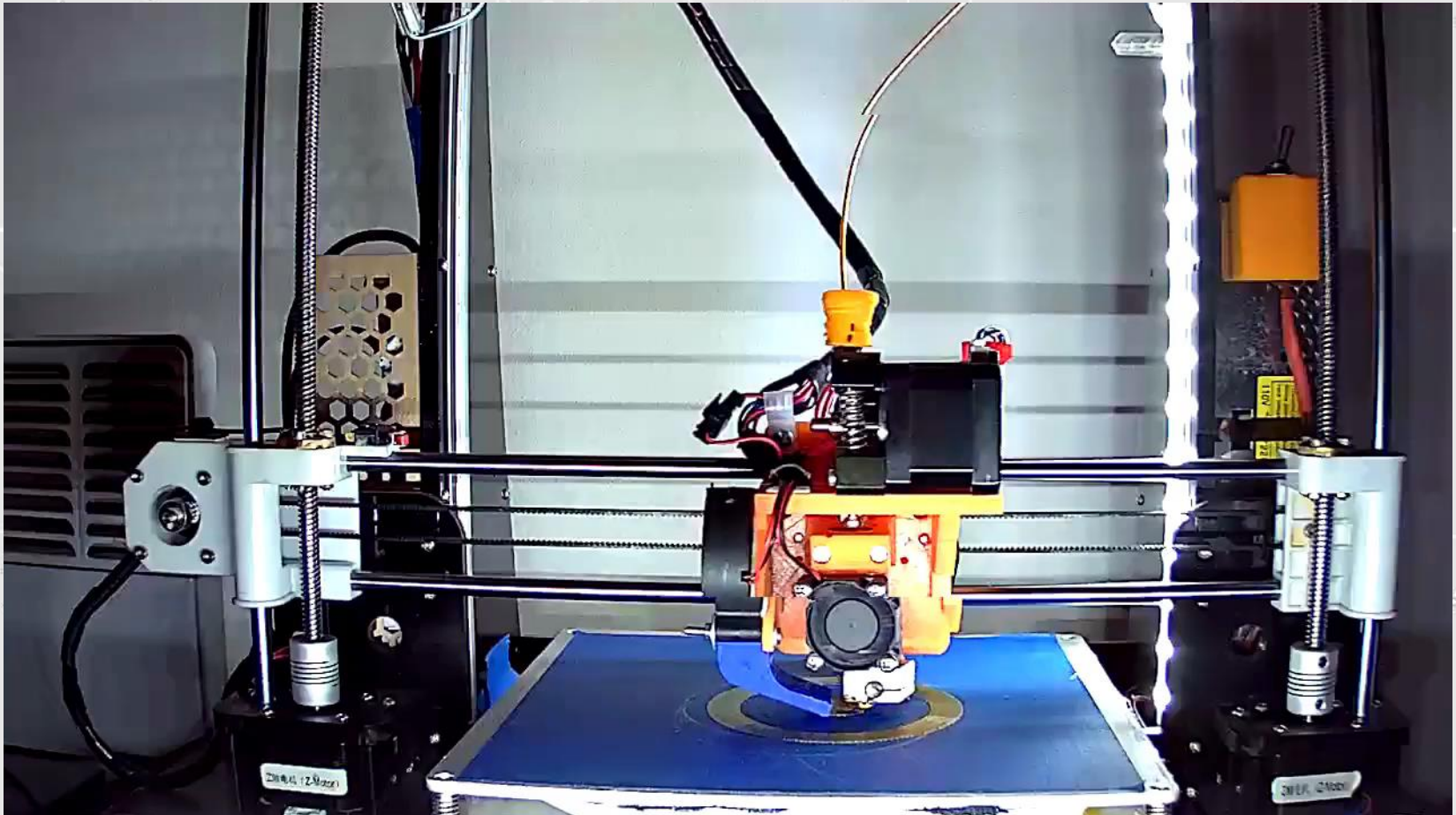
Mise en fonctionnement

- Nettoyage plateau à l'alcool
- Pré-chauffage plateau : 60°C
- Pré-chauffage buse : 210°C (pour PLA)
- Vérification du fil sur la bobine (pas de changement de fil en cours d'impression via USB)
- Jupe de démarrage
 - Amorçage et purge du filament
 - Vérification du niveau du plateau
 - Centrage pièce
 - Adhérence au plateau



Impression

- <https://www.youtube.com/watch?v=AIVzBLuFykc>



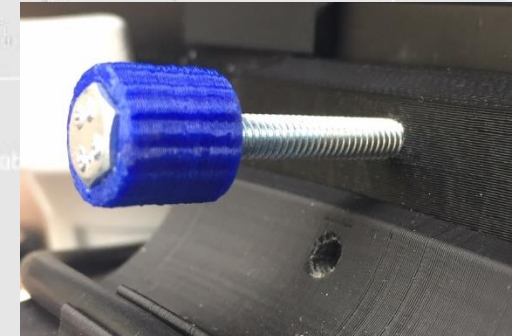
Temps d'impression : 8h

ZlochTeamAstro
Impression 3D

Solution pour visserie

- Taraudage avec vis ou taraud

- Inserts

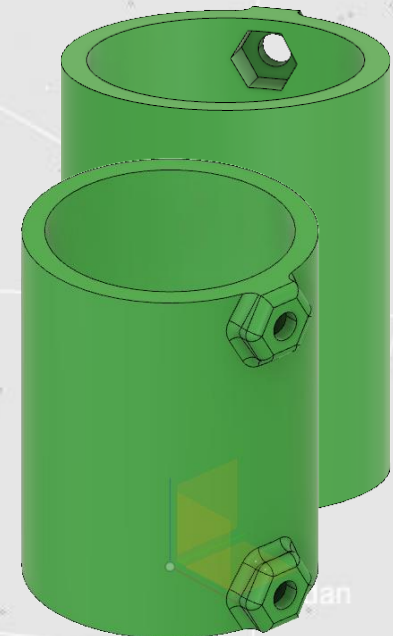


- Filés rapportés (trous borgnes uniquement)



- Sceller un boulon

- Possibilité d'imprimer du filetage pas trop fin 4mm <





Avantages

- Prototypage « facile »
- Coût de revient très faible
- Pas de contraintes mécaniques d'usages
- Relativement rapide
- Accessible à tous
- Réponse à un besoin spécifique
- Customisation (logo...)
- Assemblage de pièces imprimées
- Réparations ou re-impression
- Bibliothèque d'objets
- Favorise l'apprentissage technique





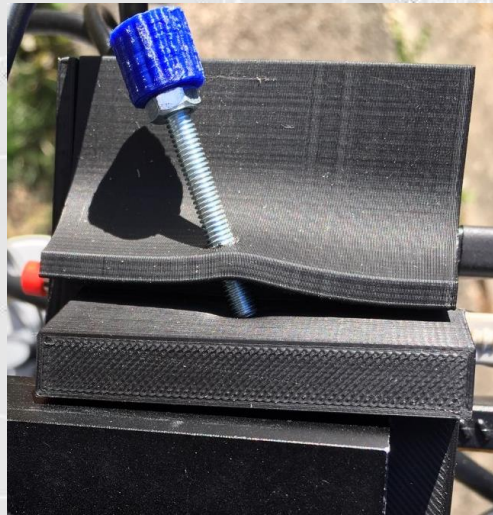
Inconvénients

- Temps et suivi d'impression
- **Faiblesse des pièces face à la chaleur (PLA)**
- Fragilité des pièces
- Taraudage quasi impossible (fragile)
- Précision des cotations
- Couleur unique
- Réglage de l'imprimante
-  Nocivité d'impression (sauf PLA)
- Limites matérielles :
 - Taille du plateau
 - Fin de bobine
 - Décollement
 - Décalage



Inconvénients

- Le plus gros inconvénient reste la faiblesse face à la chaleur :





Bonto Solaire



Applications statiques

- Bahtinov pour TS80/480, RC10, RASA8, Samyang, etc...

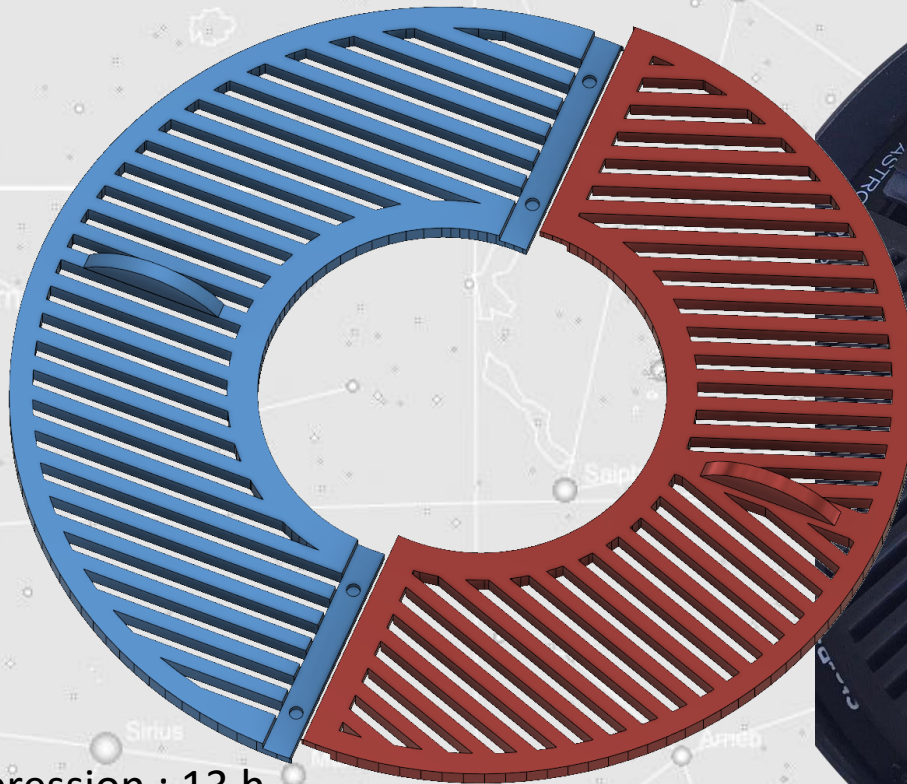


Temps d'impression : 5h
Prix d'impression : 0,80€
Prix réelle : 40€



Applications statiques

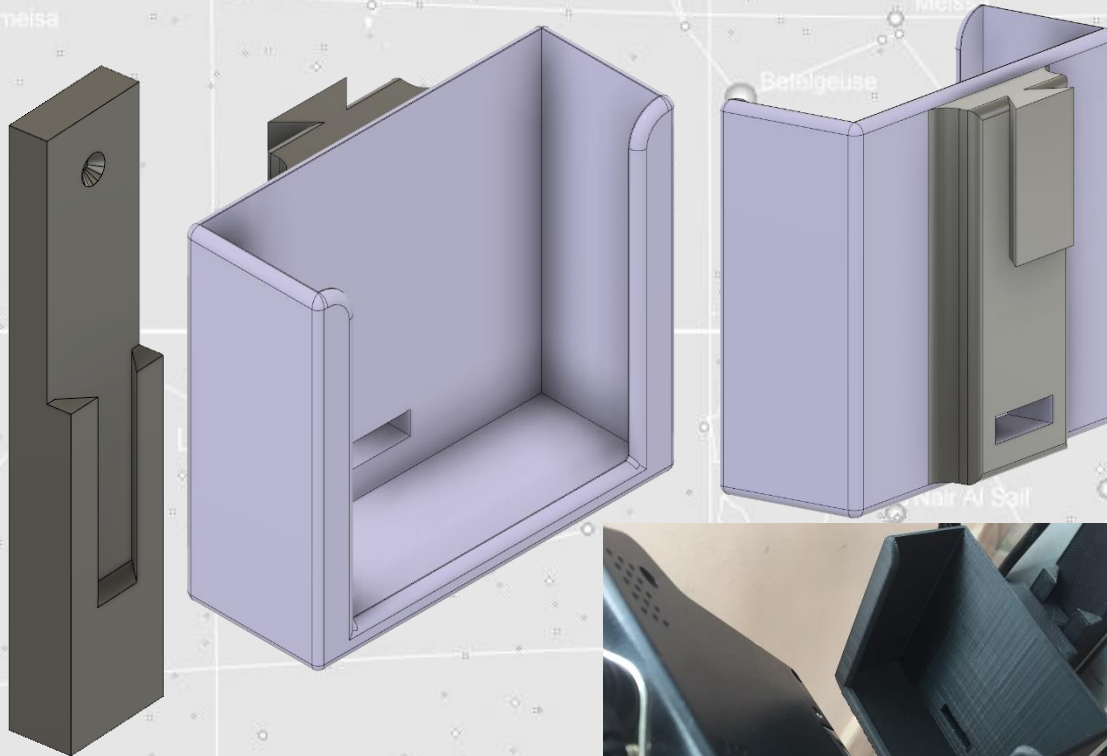
- Bahtinov pour TS80/480, RC10, RASA8...



Temps d'impression : 13 h
Prix d'impression : 2€
Prix réelle : 40€

Applications statiques

- Réparation/amélioration bloc moteur EQ3



Temps d'impression : 6h41m
Prix d'impression : 1€75
Prix réelle : 15€99



Applications statiques

- Anti aigrettes



Temps d'impression : 2h44m

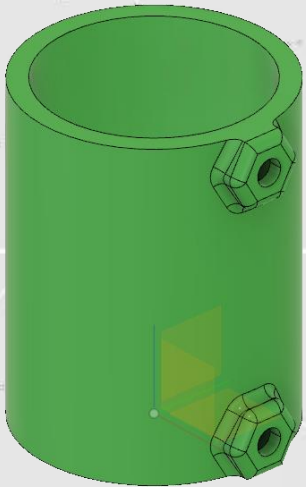
Prix d'impression : 0€68

Prix réelle : N/A



Applications statiques

- Porte oculaire pour chercheur 6x30 sky-watcher



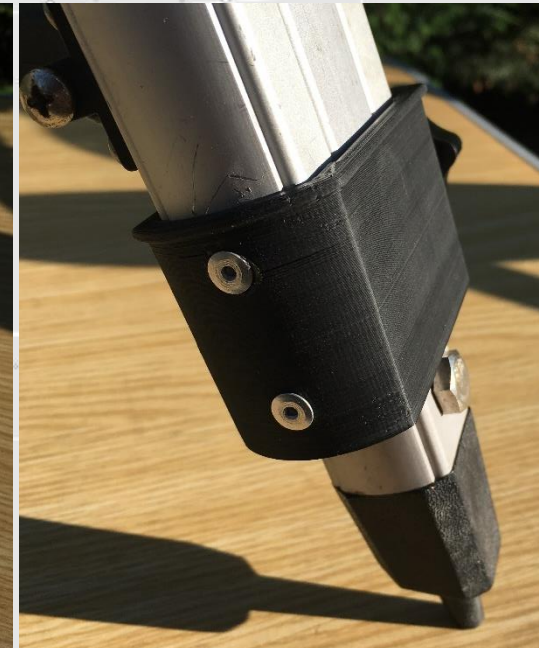
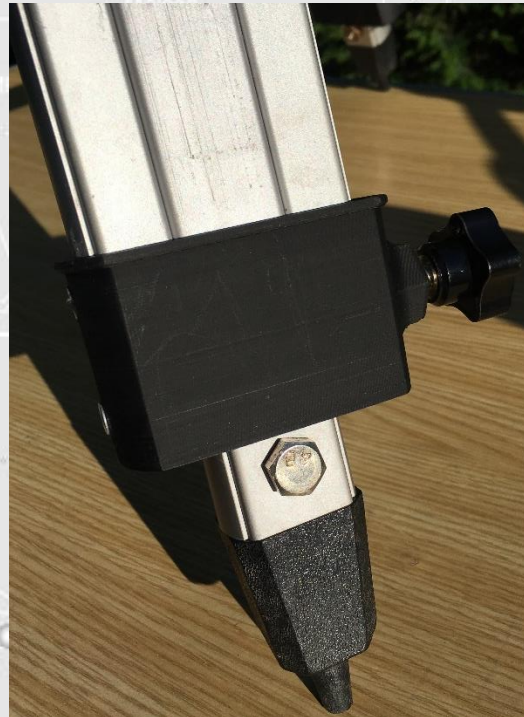
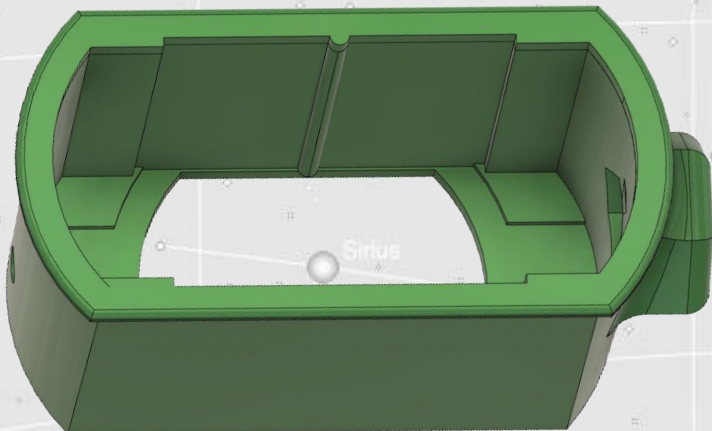
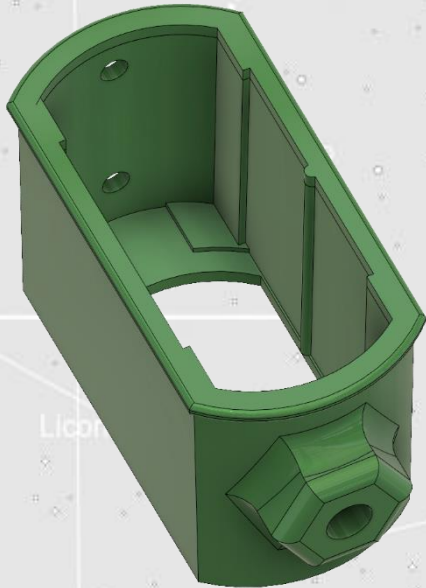
Temps d'impression : 2h36

Prix d'impression : 0,44€

Prix réelle : N/A

Applications statiques

- Réparation trépied EQ3



Temps d'impression : 11h03(x3)

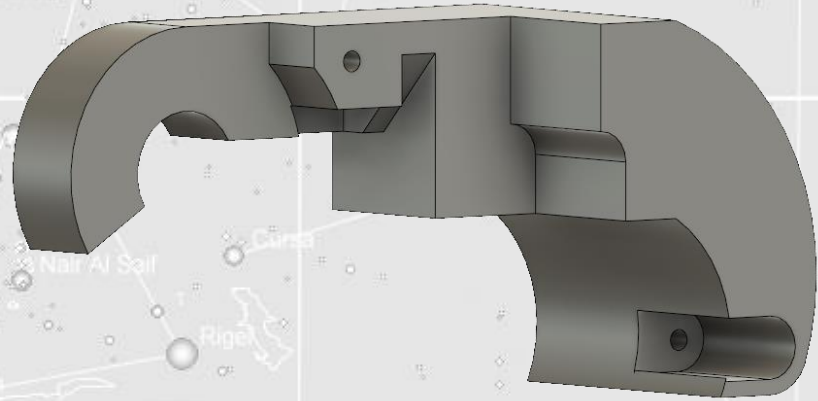
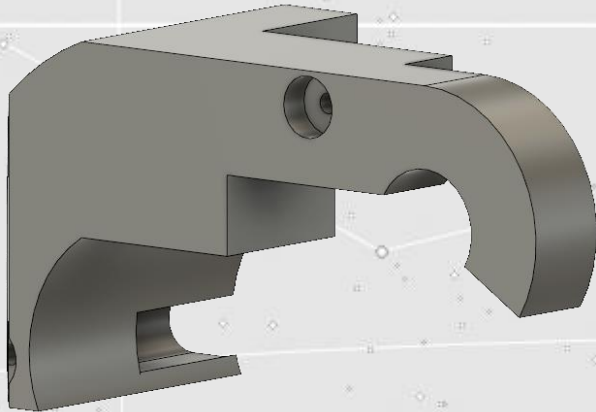
Prix d'impression : 2€79

Prix réelle : 119€



Applications statiques

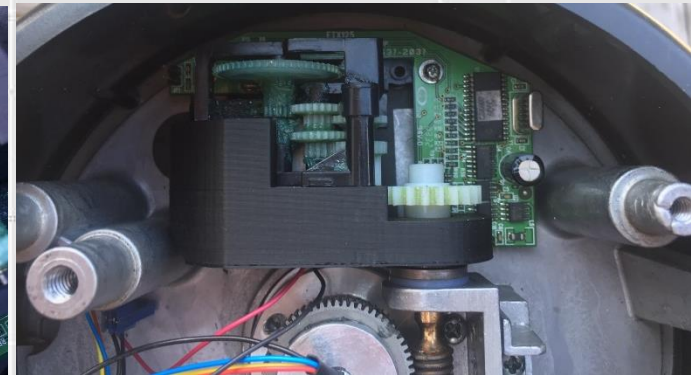
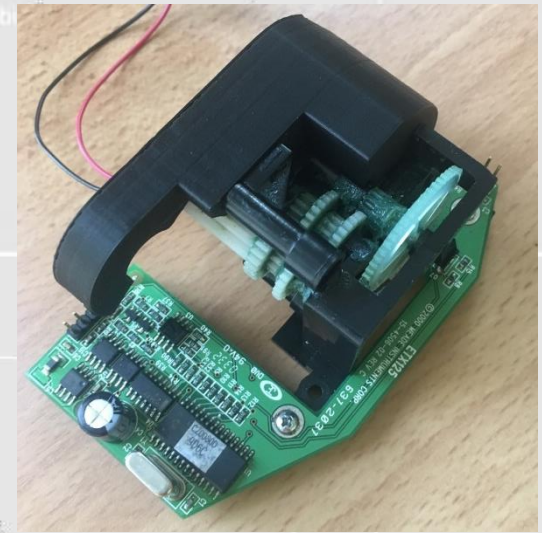
- Réparation Meade 90/1250 UHTC ETX du club



Temps d'impression : 1h24m
Prix d'impression : 0€45
Prix réelle : 659€

Applications statiques

- Réparation Meade 90/1250 UHTC ETX du club



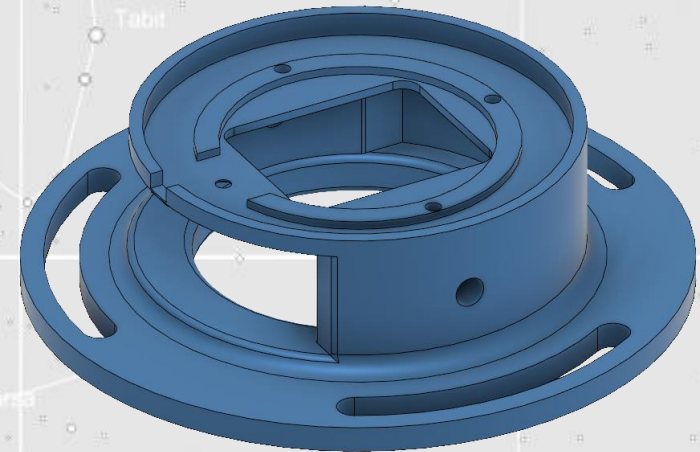
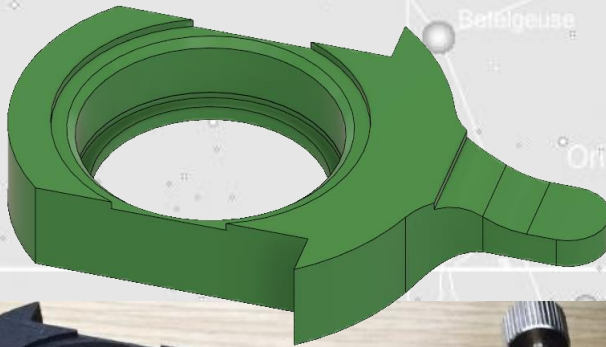
Temps d'impression : 1h24m

Prix d'impression : 0€45

Prix réelle : 659€

Applications statiques

- Bague et 9 tiroirs à filtres pour télescope Celestron RASA8



Temps d'impression : 8h24m

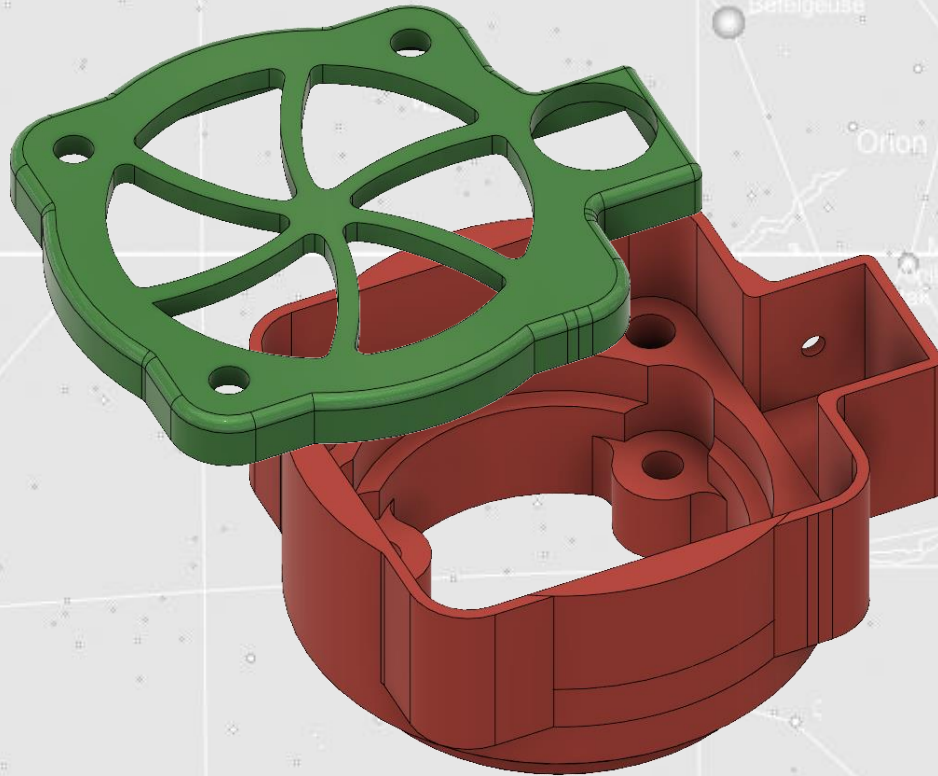
Prix d'impression : 2€49

Prix réelle : 189\$



Applications statiques

- Système de ventilation pour télescope Celestron RASA8

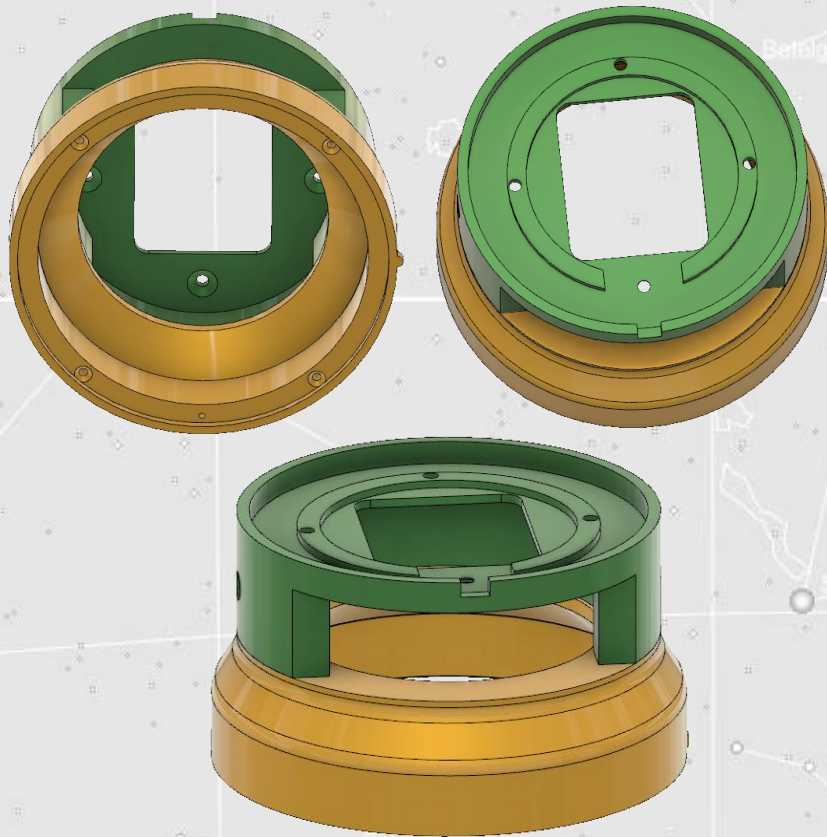


Temps d'impression : 2h50m
Prix d'impression : 0€66 (18€)
Prix réelle : N/A



Applications statiques

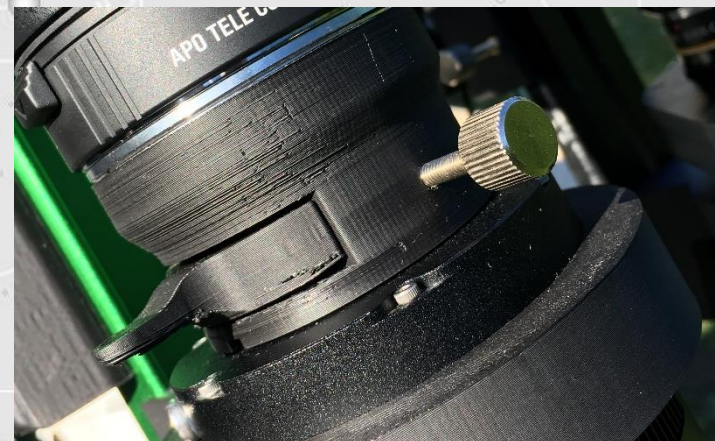
- Bague EOS et tiroir à filtres pour QHY183m



Temps d'impression : 3h11m

Prix d'impression : 0€97

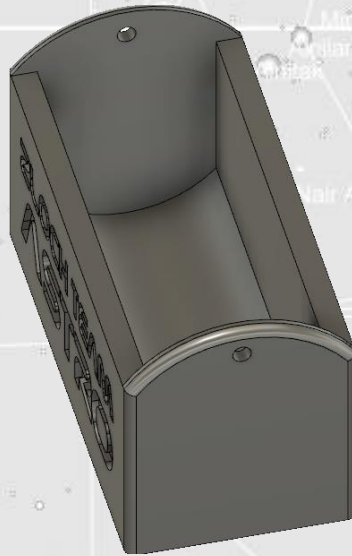
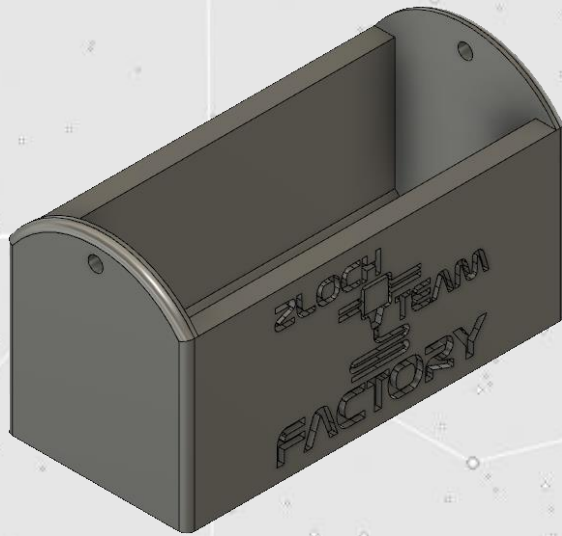
Prix réelle : 89€





Applications statiques

- Boîte de rangement pour tiroir à filtres



Temps d'impression : 5h57m

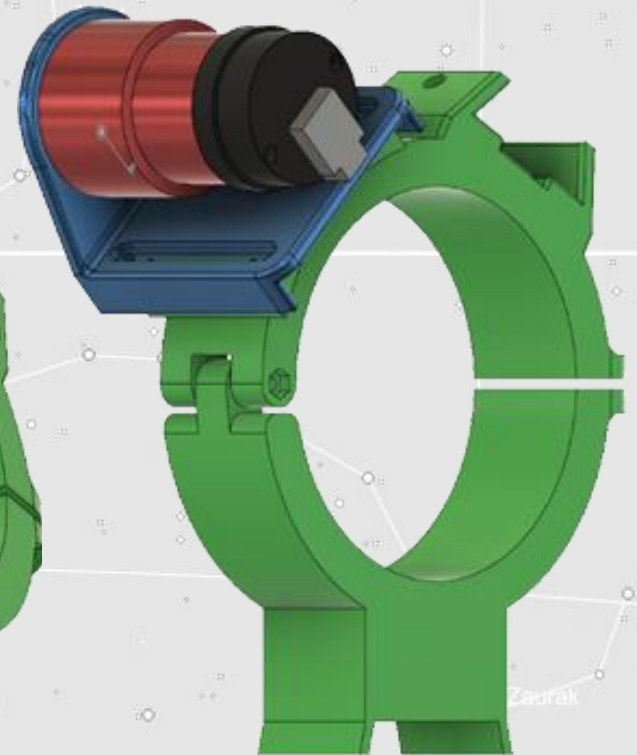
Prix d'impression : 1€64

Prix réelle : N/A



Applications statiques

- Anneaux pour tous les objectifs photos avec support MAP et chercheur





Applications statiques

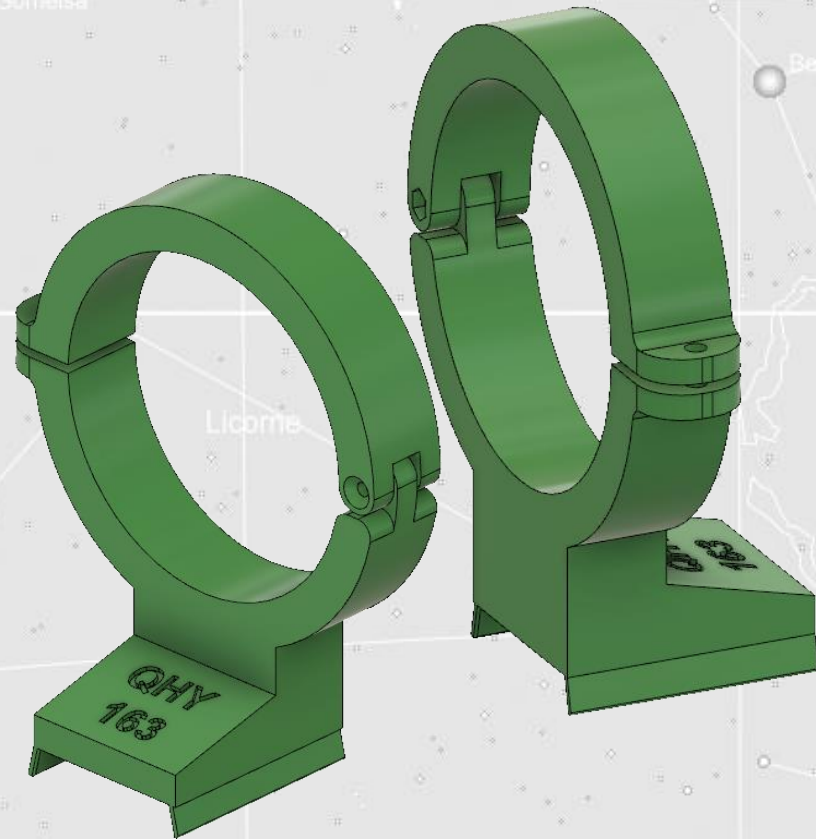
- Anneaux pour tous les objectifs photos avec support MAP et chercheur



Temps d'impression : 8h13/objectif
Prix d'impression : 2€78/objectif
Prix réelle : ~100€/objectif

Applications statiques

- Anneaux pour la camera utilisation avec objectifs photos



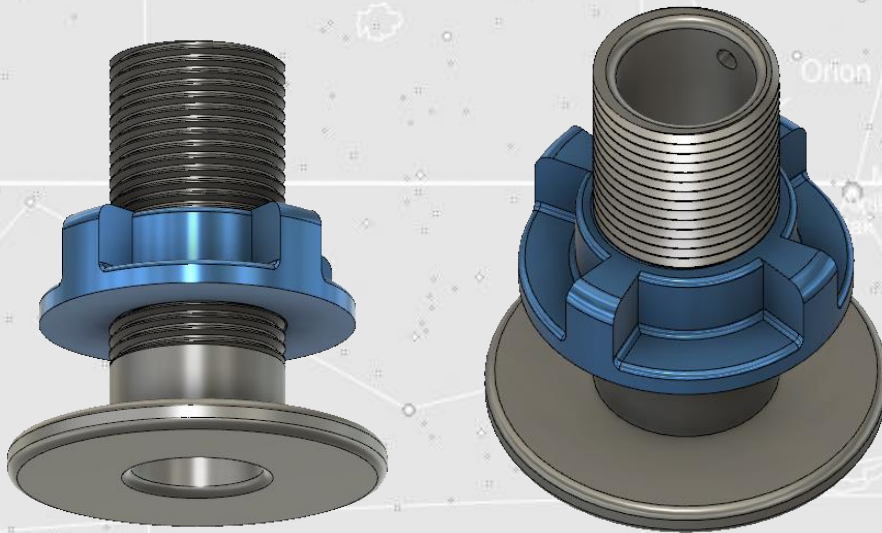
Temps d'impression : 5h32m

Prix d'impression : 1€91

Prix réelle : N/A

Applications statiques

- Système d'accroche contre-poids à base de 2 haltères de musculation de 2kg, (1ère impression d'un filetage)



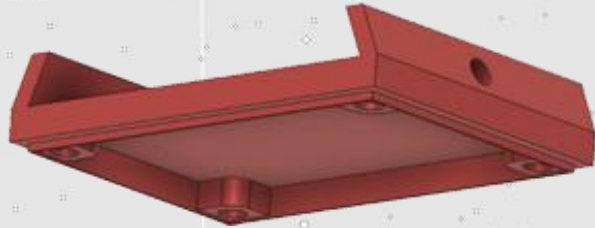
Temps d'impression : 3h28m

Prix d'impression : 0€96

Prix réelle : 36€

Applications statiques

- Boitier d'alimentation avec 3 RCA



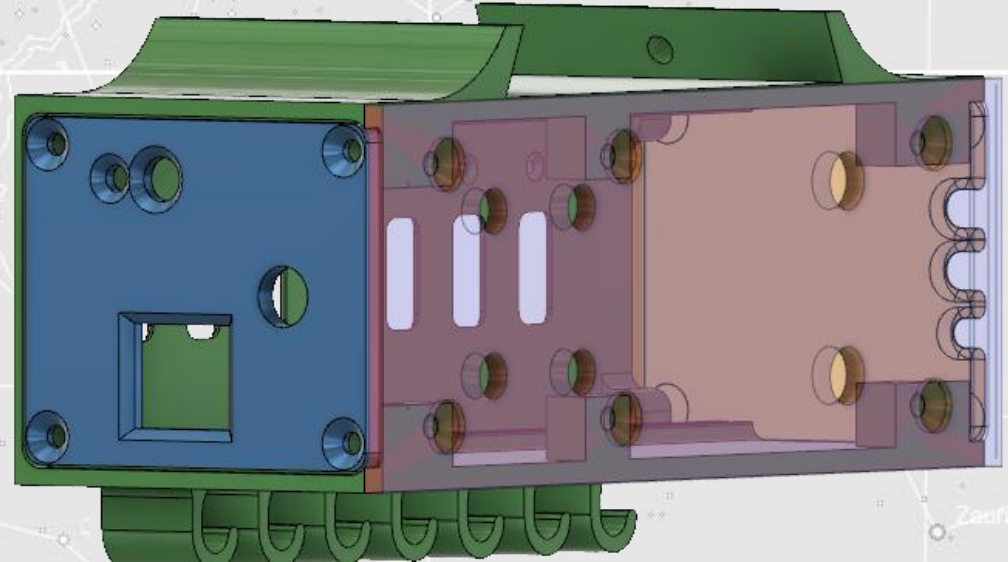
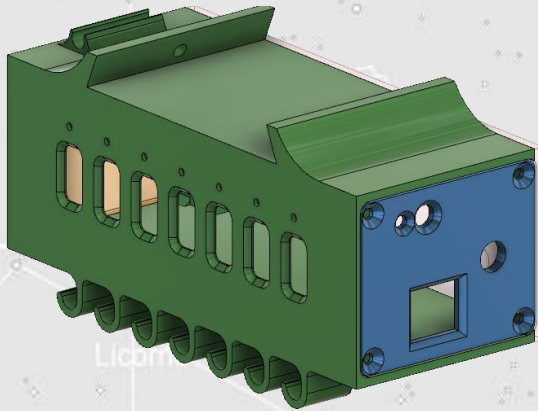
Temps d'impression : 5h19m

Prix d'impression : 1€49

Prix réelle : N/A

Applications statiques

- Boitier alimentation 4 RCA et hub USB alimenté 7 ports USB3.0



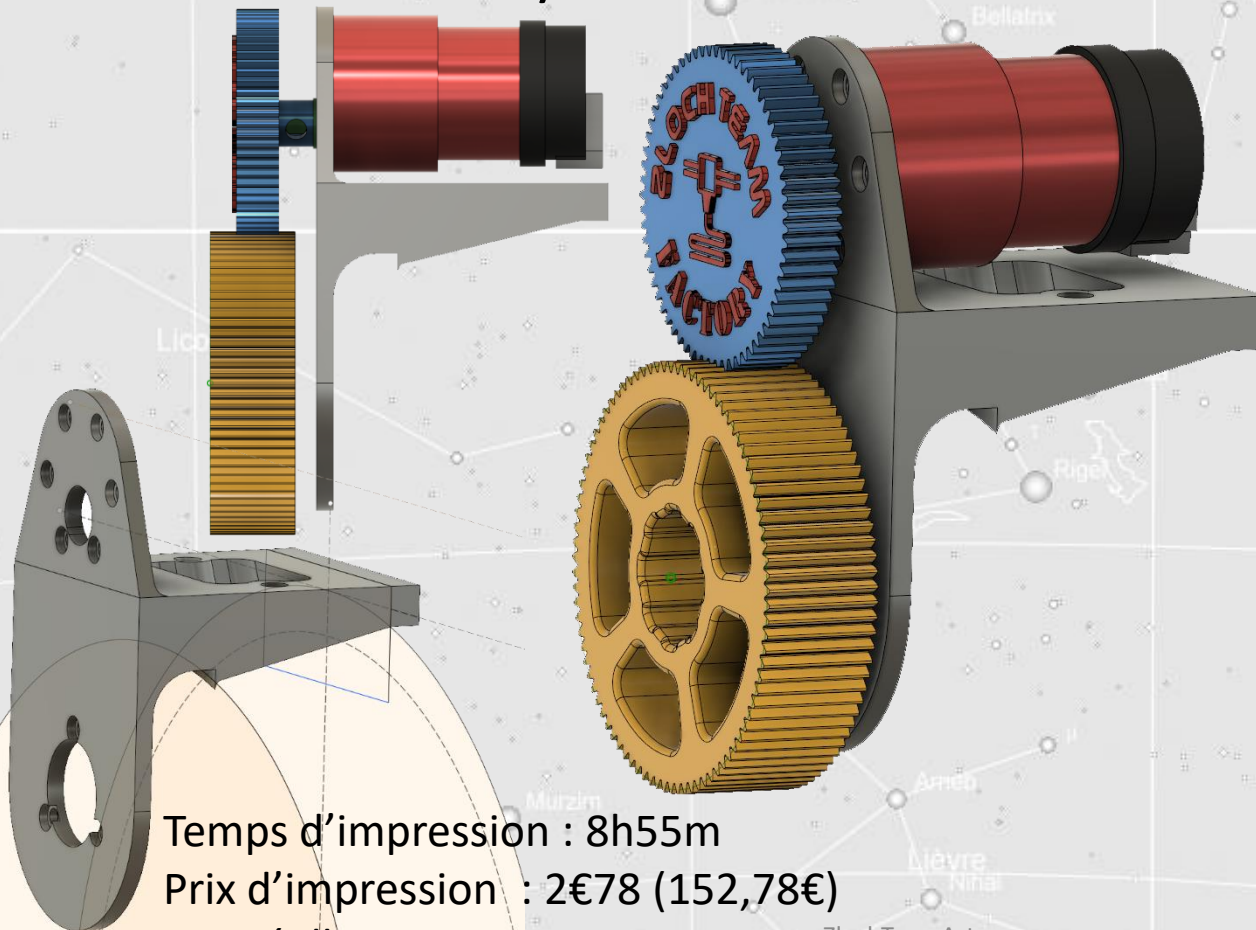
Temps d'impression : 11h30m

Prix d'impression : 2€95 (26€95)

Prix réelle : ~100€

Applications dynamiques

- Système de mise au point pour télescope Celestron RASA8 avec moteur sky-watcher et Hitec Astro DC focus



Temps d'impression : 8h55m

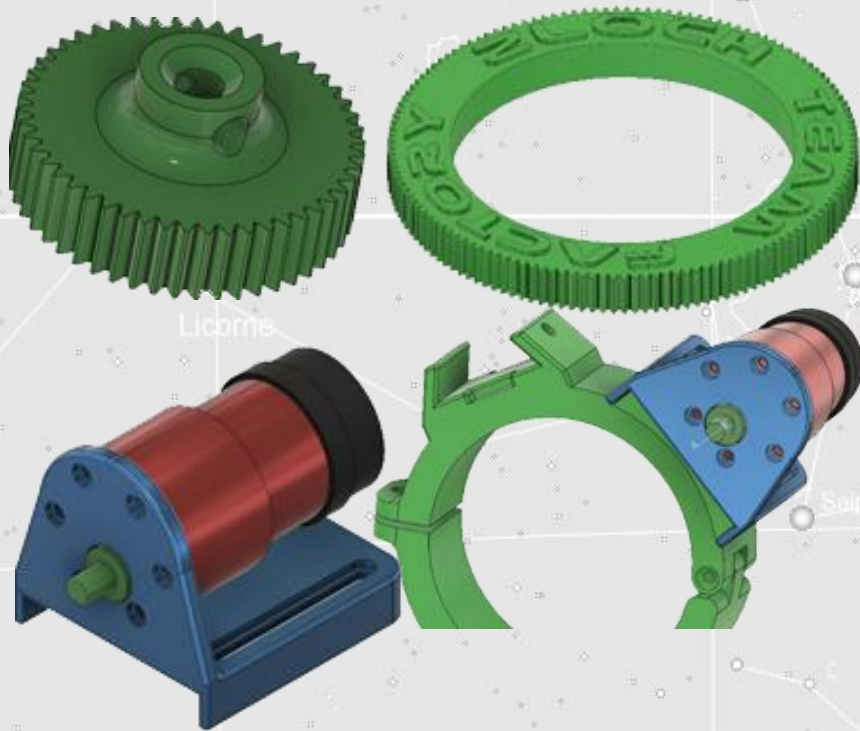
Prix d'impression : 2€78 (152,78€)

Prix réelle : 289€



Applications dynamiques

- Système de mise au point pour objectifs photo avec moteur USB focus V2 pilotable ASCOM/moteur sky watcher DC

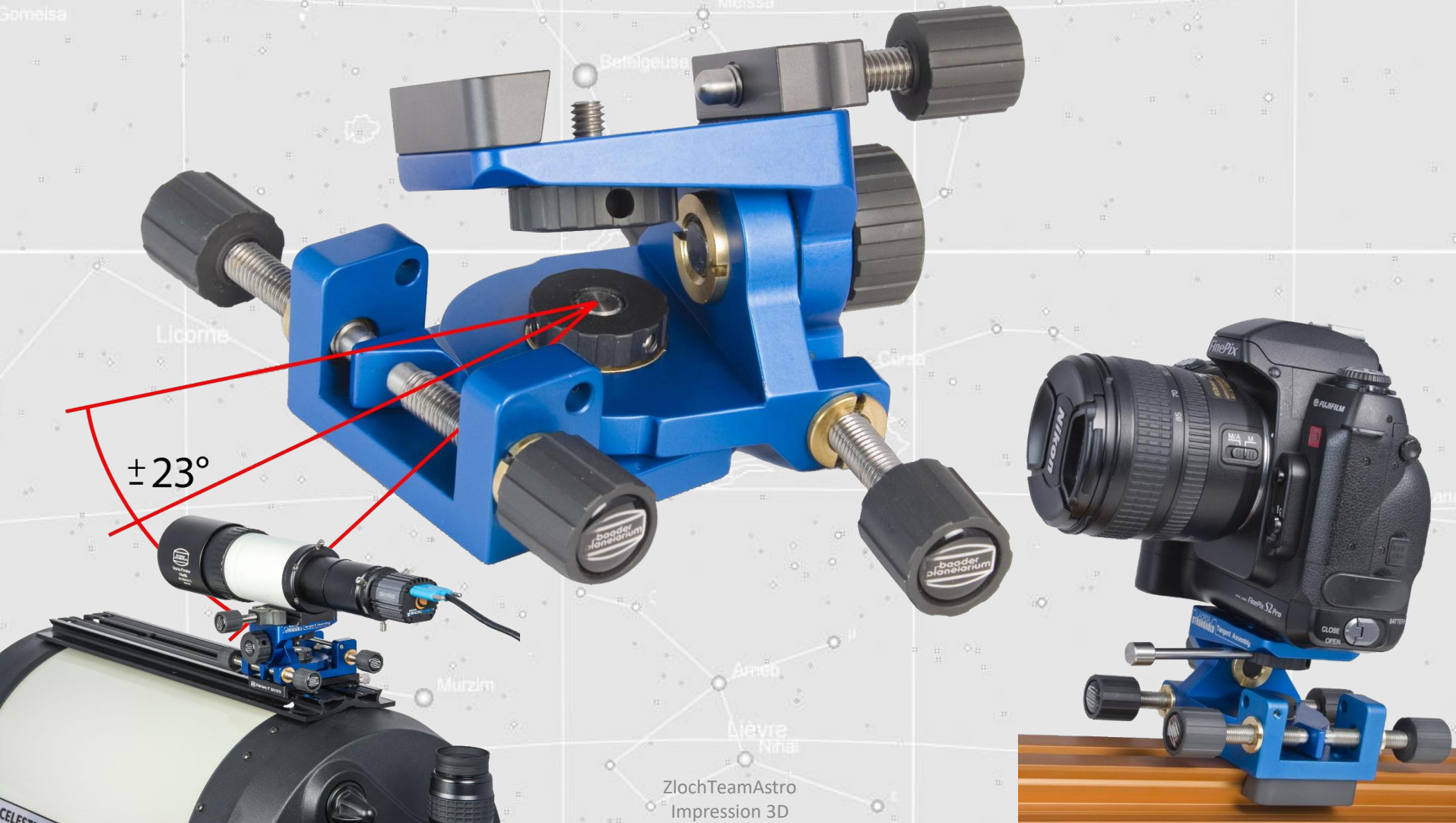


Temps d'impression : 6h36m
Prix d'impression : 1€99 (101€99)
Prix réelle : 349\$



Applications dynamiques

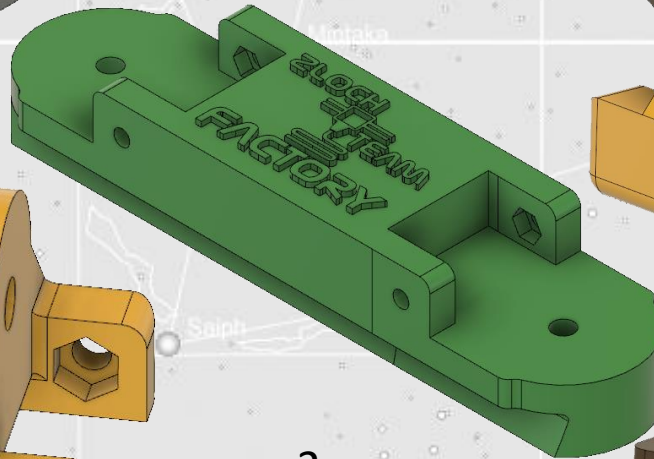
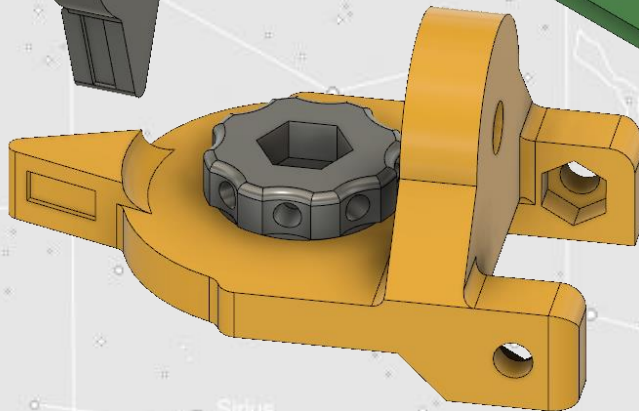
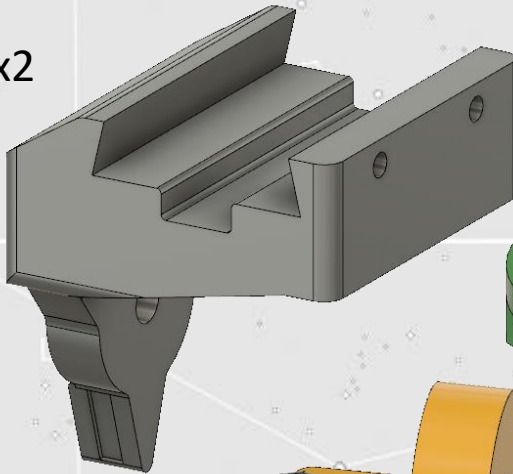
- Queue d'aronde double avec Stronghold baader x2



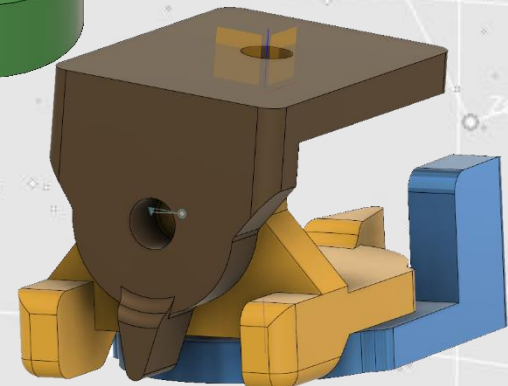
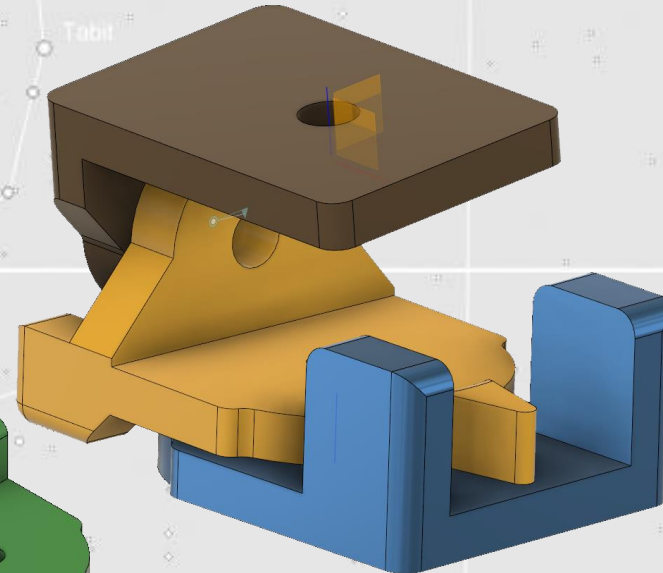
Applications dynamiques

- Queue d'aronde double avec Stronghold baader x2

x2



x2



Temps d'impression : 1j15h56m = 39h56m

Prix d'impression : 15€84

Prix réelle : 650€



Applications dynamiques

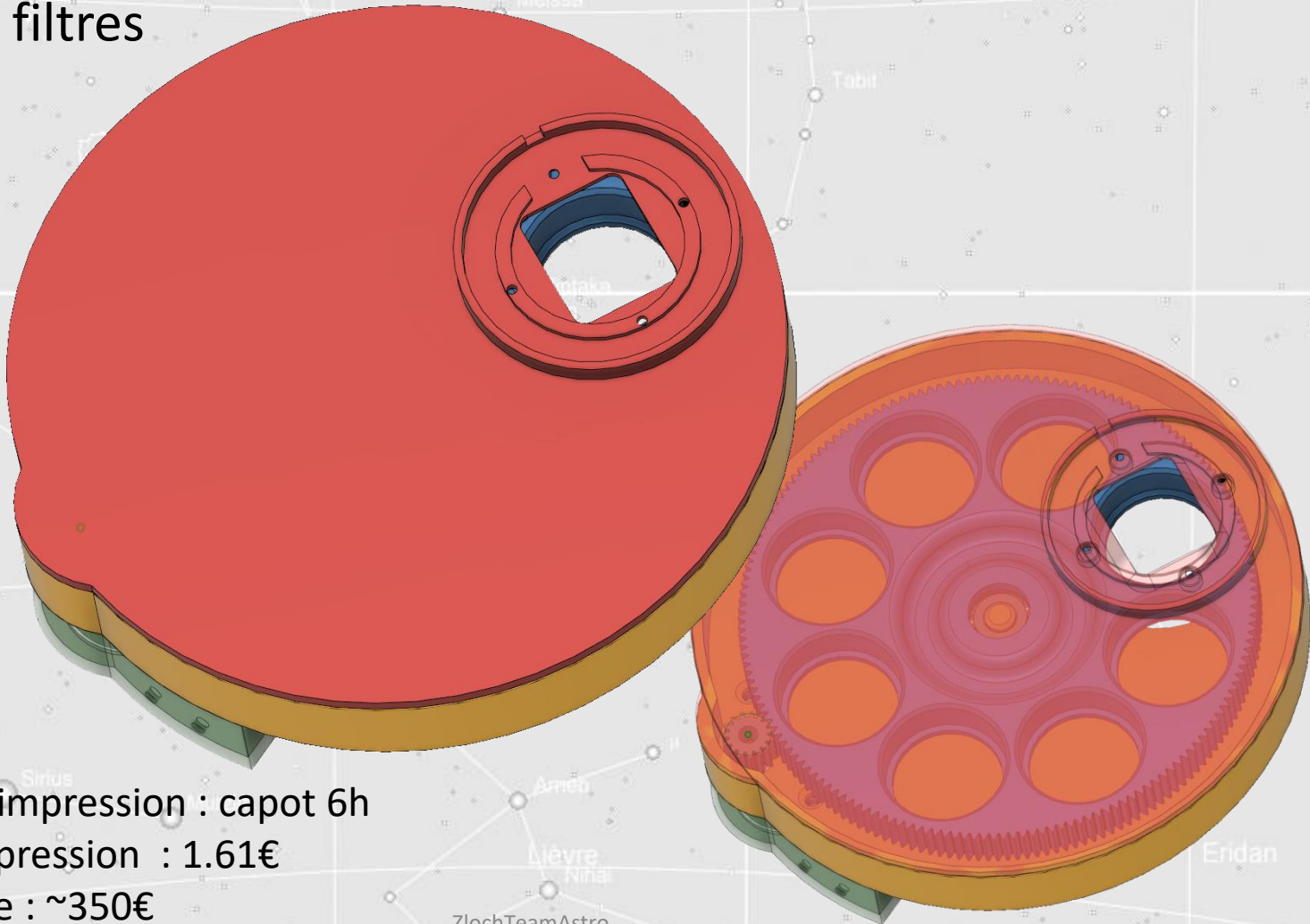
- Queue d'aronde double avec Stronghold baader x2





Applications dynamiques électroniques

- Roue à filtres



Temps d'impression : capot 6h

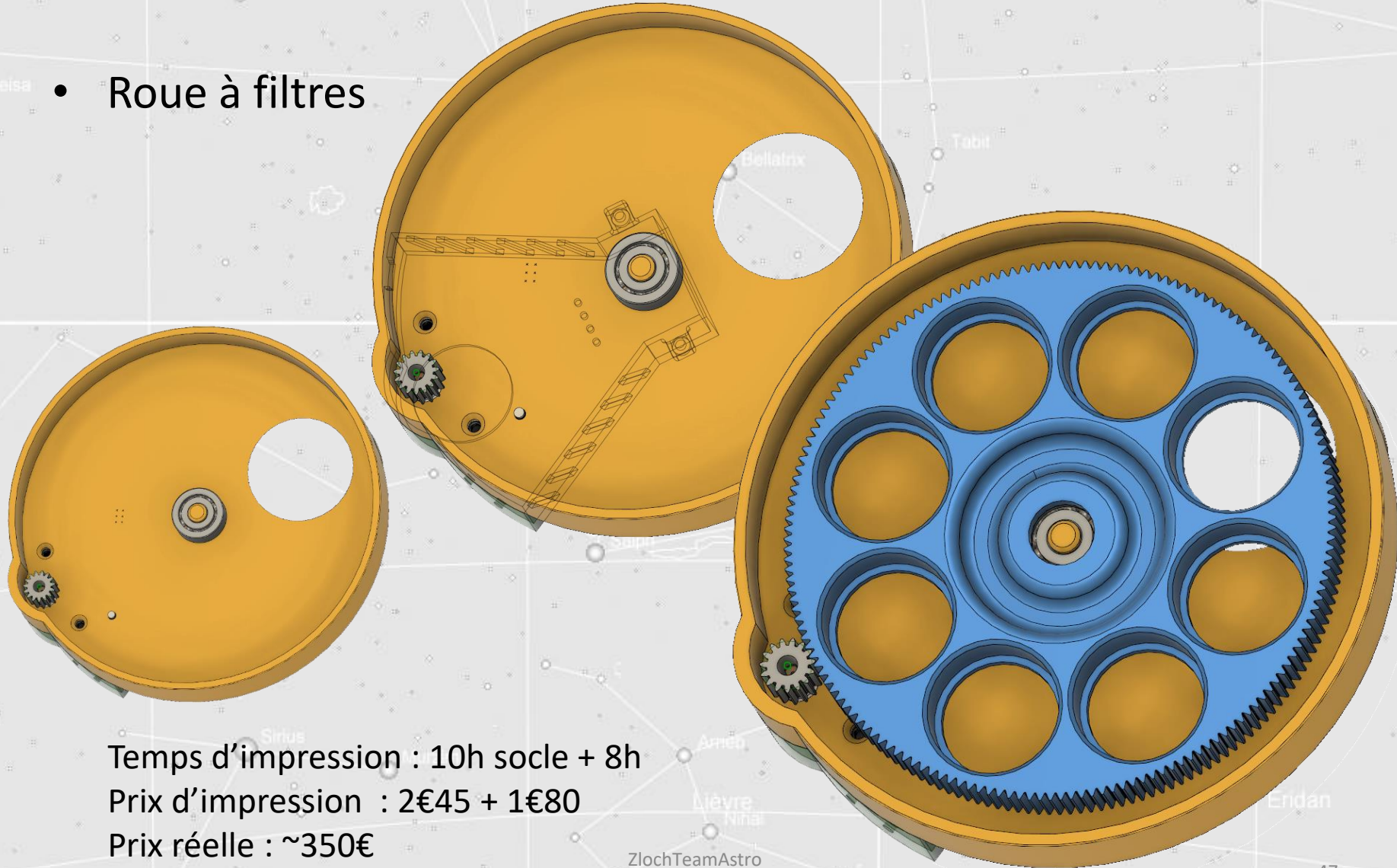
Prix d'impression : 1.61€

Prix réelle : ~350€



Applications dynamiques électroniques

- Roue à filtres



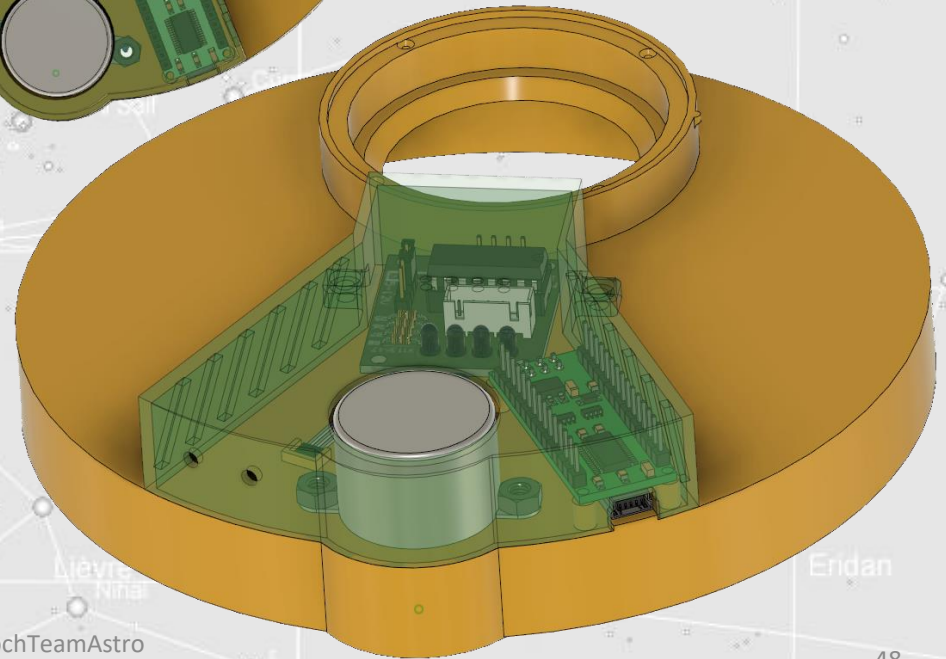
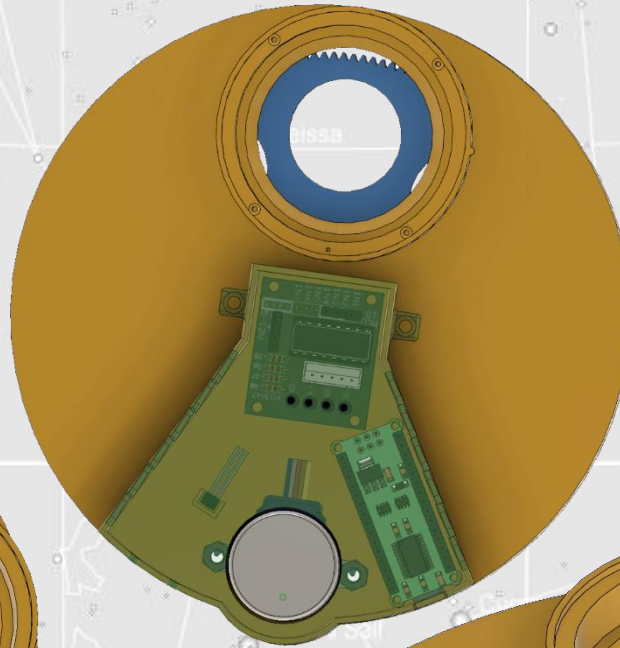
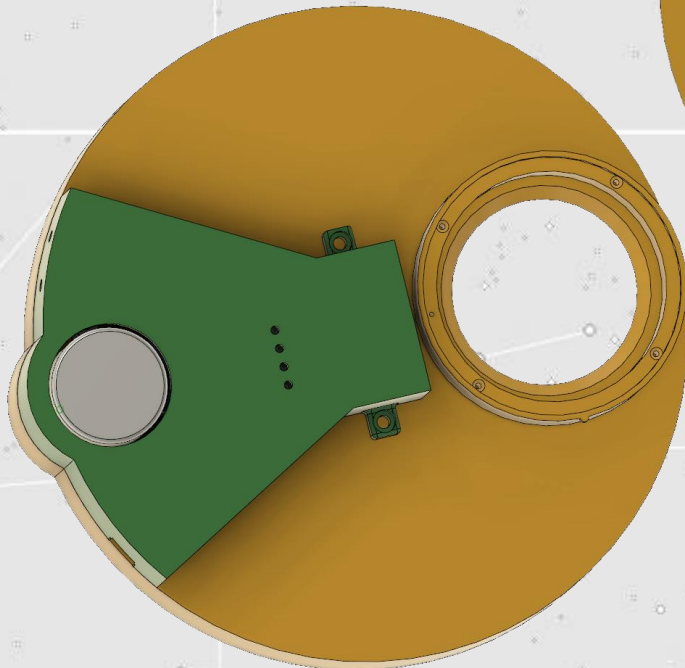
Temps d'impression : 10h socle + 8h

Prix d'impression : 2€45 + 1€80

Prix réelle : ~350€

Applications dynamiques électroniques

- Roue à filtres



Temps d'impression : 3h

Prix d'impression : ,80€

Prix réelle : ~350€



Applications dynamiques électroniques

- Station météo

Cloud Watcher

luminosité

Girouette

Anémomètre

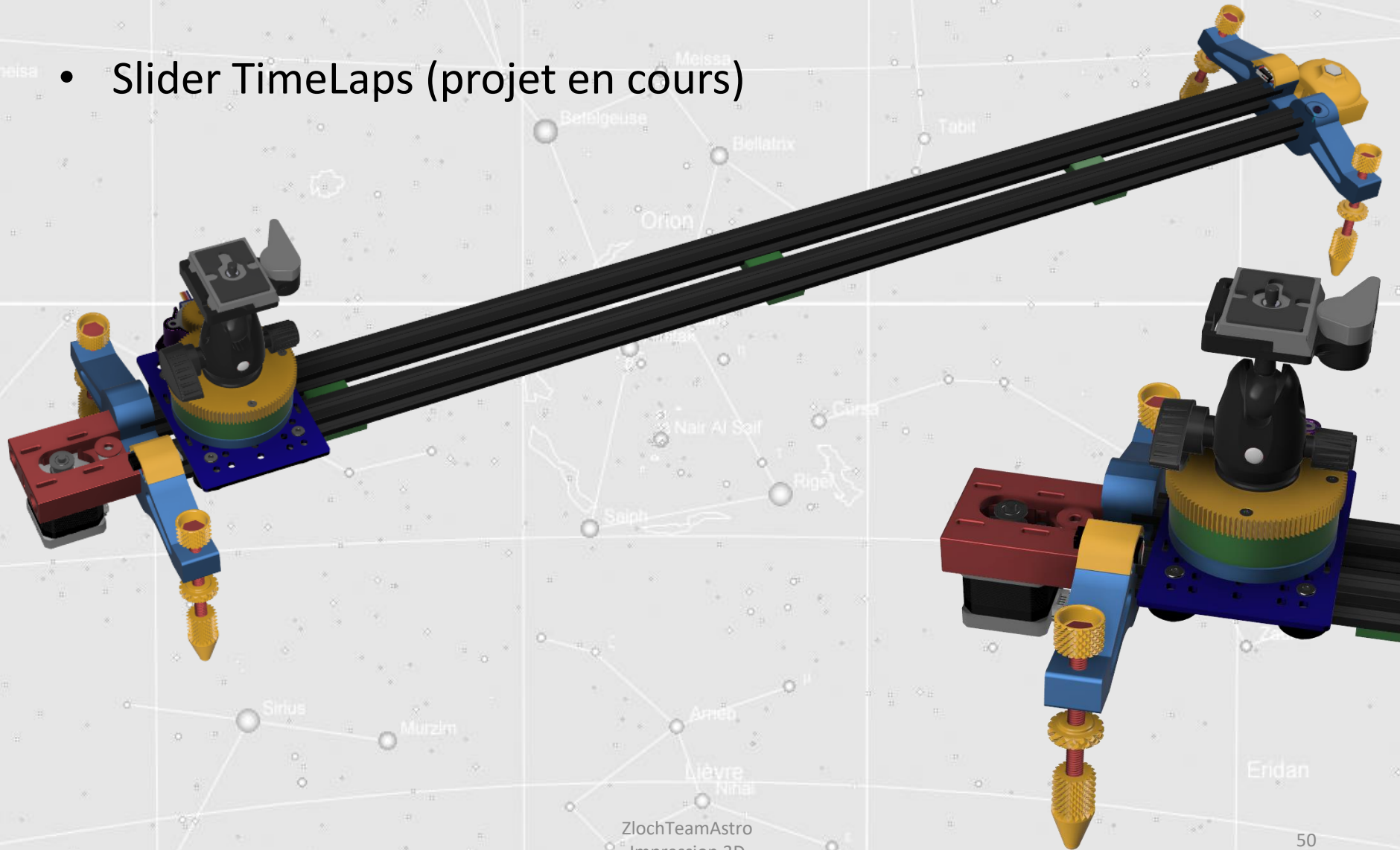
Pression

Température /
Humidité



Applications dynamiques électroniques

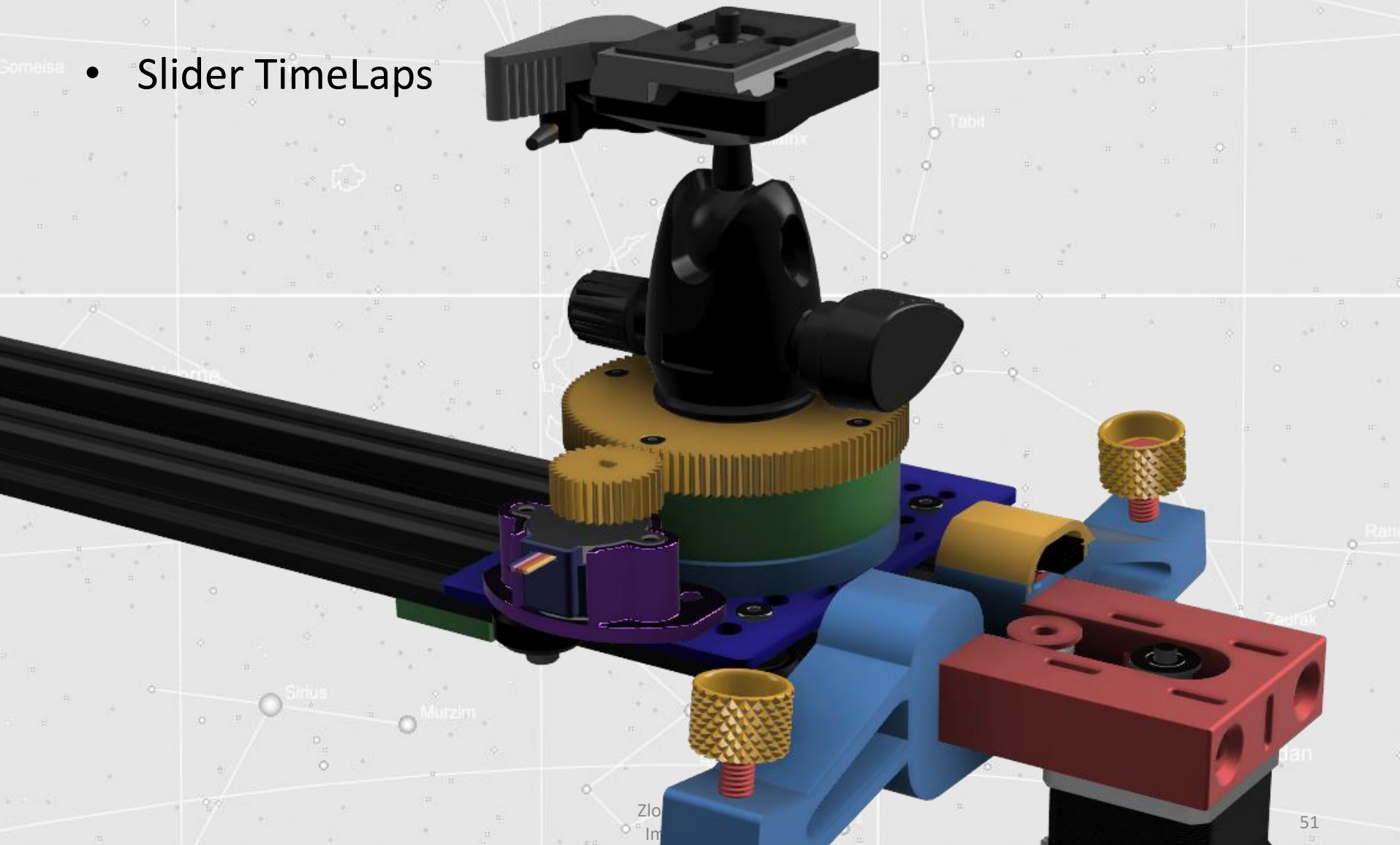
- Slider TimeLaps (projet en cours)





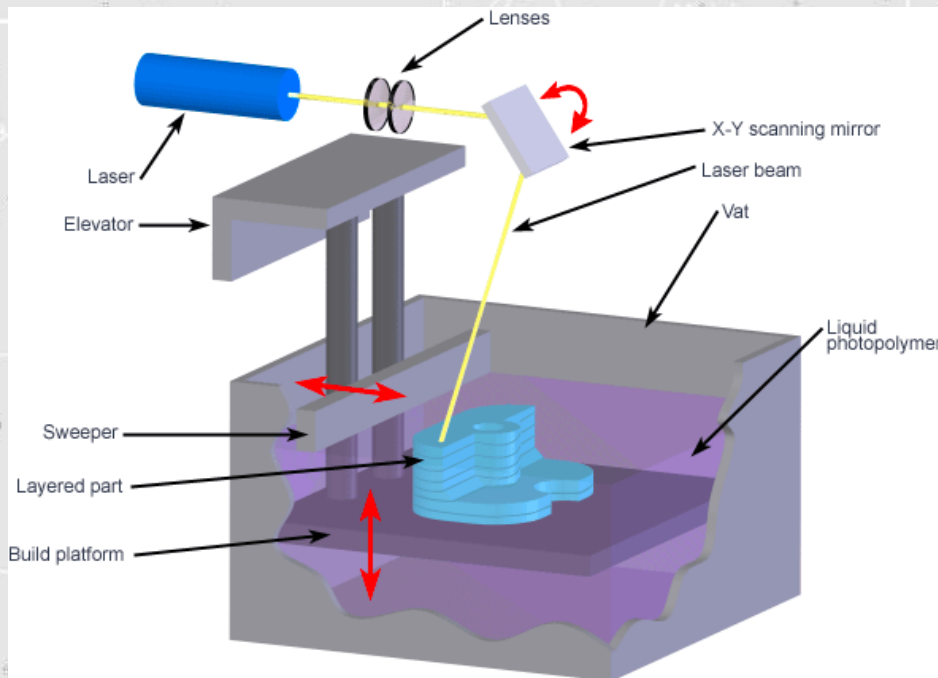
Applications dynamiques électroniques

- Slider TimeLaps



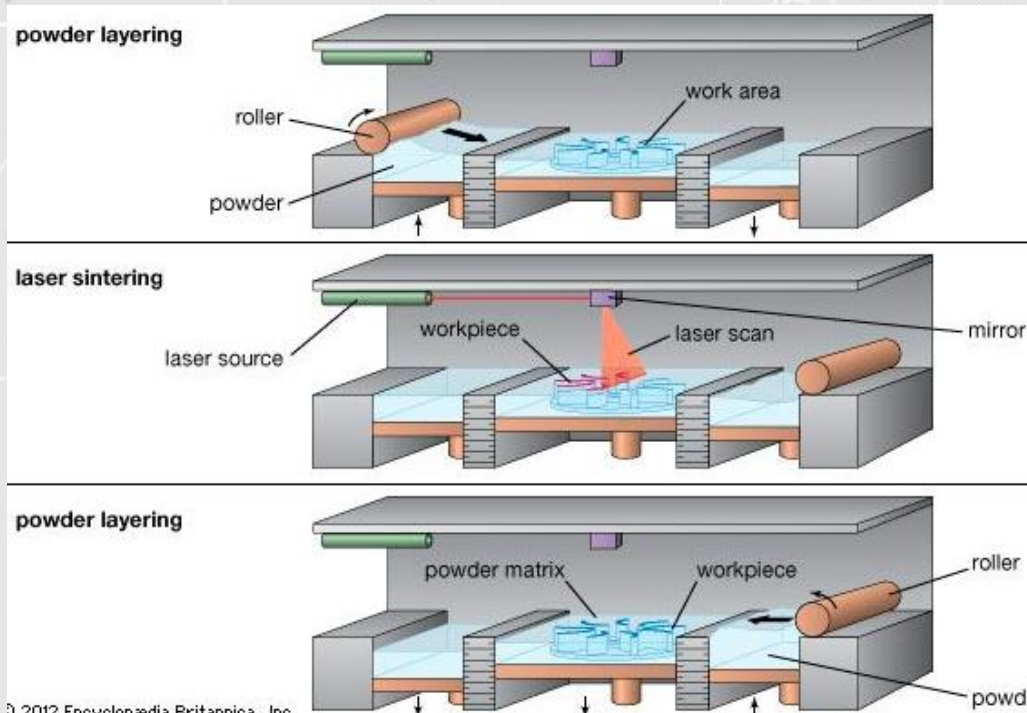
Evolutions

- Stéréolithographie : Le laser frappe le liquide qui se solidifie sous l'effet des ultra-violets. Un plateau immergé dans le bac de photopolymère liquide supporte le matériau ainsi solidifié et descend afin de faire couche par couche



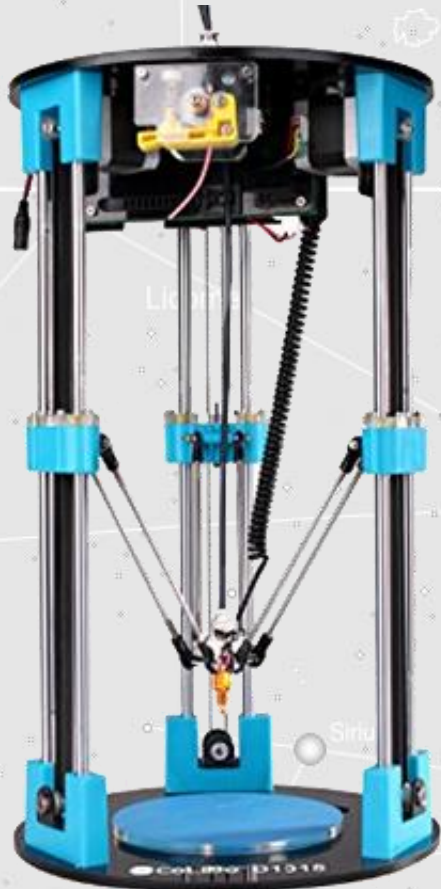
Evolutions

- Frittage laser : Un rouleau qui vient déposer une fine couche (0,1 mm) sur la plateforme d'impression la poudre. Le laser permet de solidifier la première couche, puis l'opération se répète pour chaque couche



Evolutions

- Imprimante 3D verticale (axe $\neq$ XYZ)



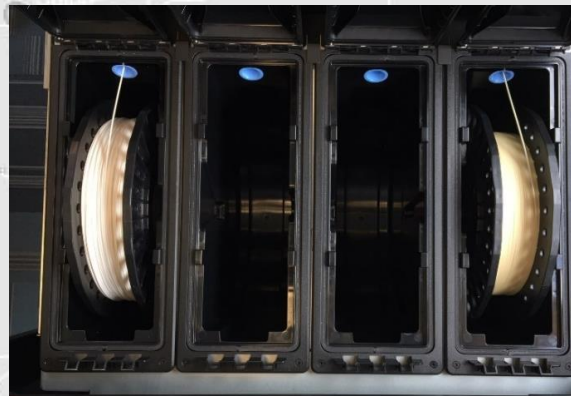
- Imprimante 3D à 2 têtes => 2 couleurs





Evolutions

- Stylo 3D à base de PLA pour des réparations types soudures (idéal pour finir les bobines 😊)
- Imprimante 3D à 2 têtes, une pour les supports fil en hydrosoluble



ZlochTeamAstro
Impression 3D



53000€



Merci pour votre participation