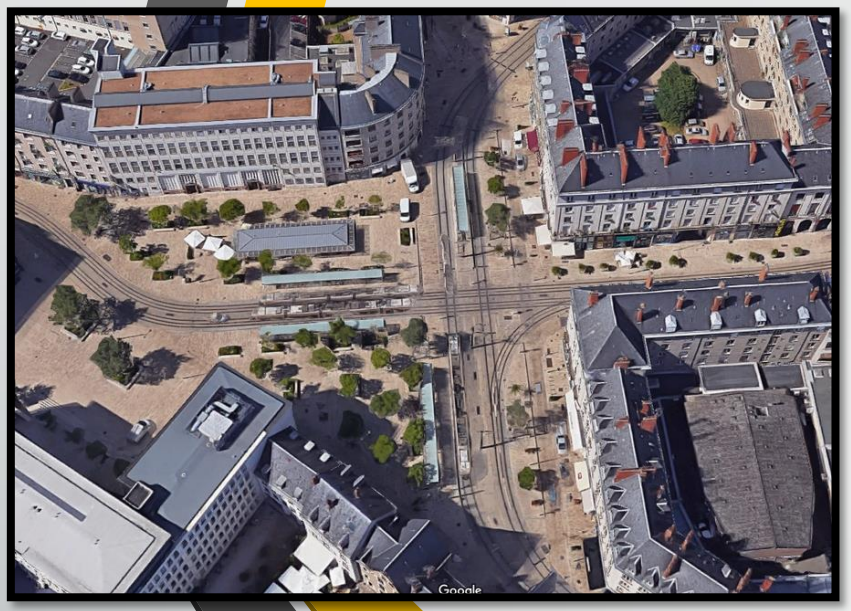


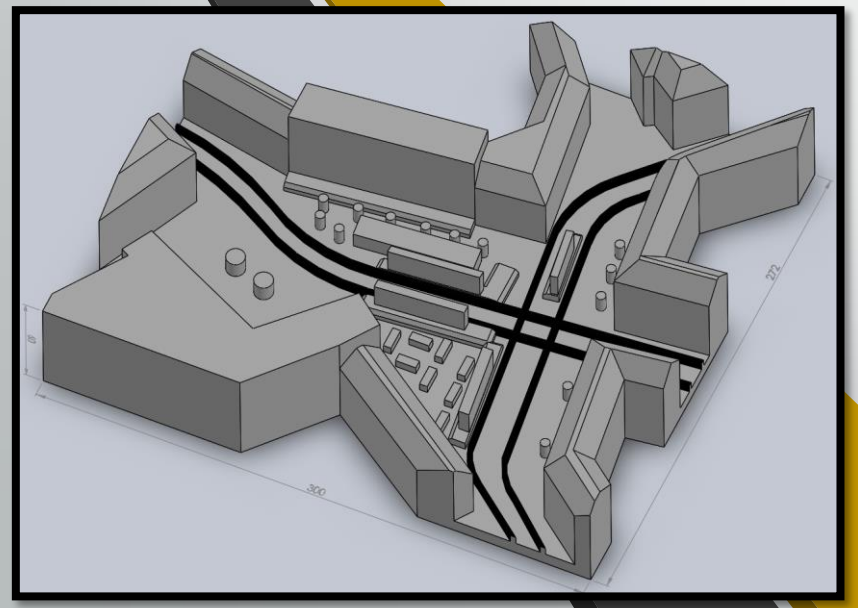
Utilisation de l'impression 3D

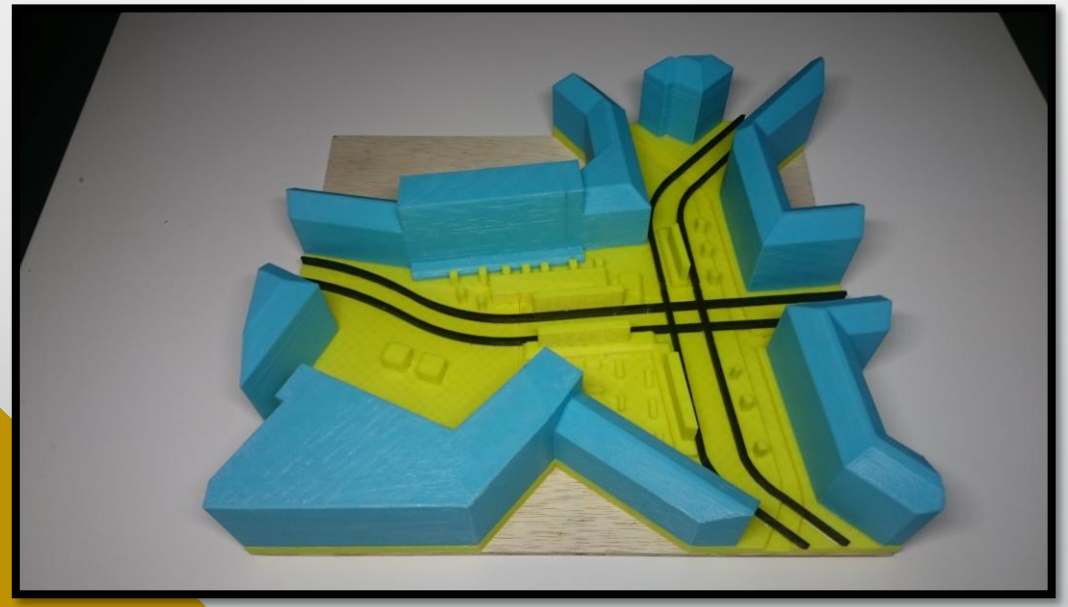
Pour l'accompagnement des usagers

Fédération des Aveugles et Handicapés Visuels de France

Thibaud FRICHET www.tfrichet.fr – Octobre 2018

Licence CC BY-NC 2.0 FR





FÉDÉRATION DES **AVEUGLES** DE FRANCE

Déroulé de la formation

- **18 Octobre**
  - Introduction et tour de table
  - Présentation de l'impression 3D
  - Une technologie qui se démocratise
  - L'impression 3D au service du handicap
  - La technologie et ses limites
  - Différents modèles pour différents prix
- **19 Octobre**
  - Travaux pratiques
    - Réalisation d'un objet en 3D
  - L'impression 3D au sein d'une structure d'accompagnement
  - Retour d'expérience SAVS Orléans
    - Projet Maquette Place de Gaulle
    - Supports et outils pédagogiques
    - Utilisation et valeur ajoutée dans la pratique
    - Recul, améliorations, limites, retours usagers

Tour de table

- Présentation
- Attentes vis-à-vis de la formation ?
- Connaissance de l'impression 3D ?
- Utilisation de l'informatique ?
- Besoin identifié dans votre quotidien professionnel ? Quelques idées ?

Rappel des objectifs

- Se familiariser avec la modélisation et l'impression 3D
- Mesurer les avantages et inconvénients de cette technique
  - Au regard des outils utilisés traditionnellement : plaque aimantée, maquette en carton, etc.
- Ne pas vous transformer en experts absolus de l'impression 3D
- Prise de recul
  - Une nouvelle technologie émerge, comment en bénéficier au sein d'une structure d'accompagnement ?

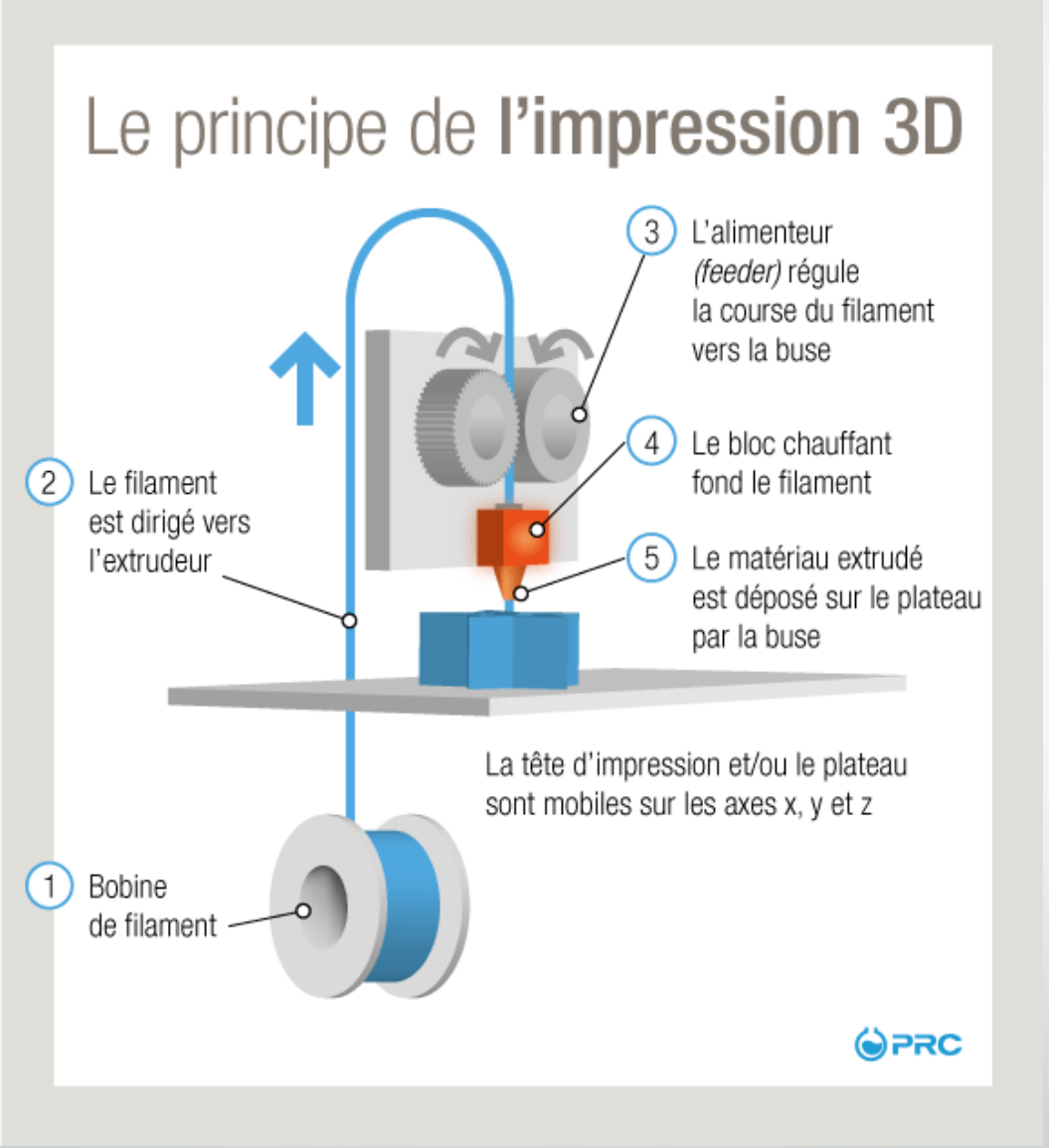
Brainstorming

- Qu'est ce que l'impression 3D ?
- Comment utiliser l’impression 3D au service du handicap ?
- Quels sont les avantages et les limites de cette technologie ?

Présentation de l’impression 3D

La technologie

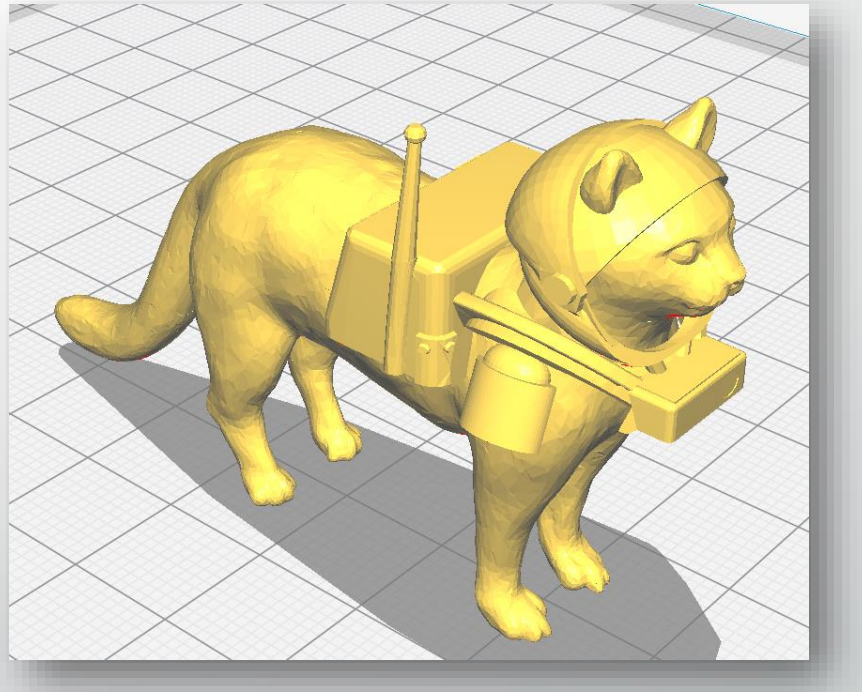
- Technique de « fabrication additive » ou d'« ajout de matière »
  - Couche par couche, de bas en haut
- Matière « extrudée » à chaud
- Le refroidissement permet de solidifier les couches

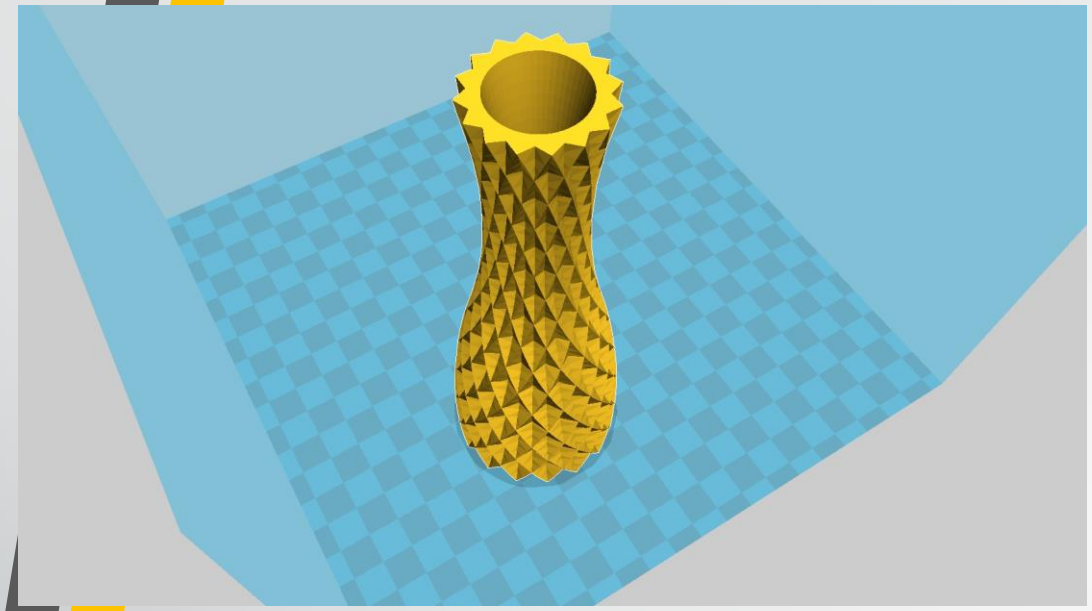


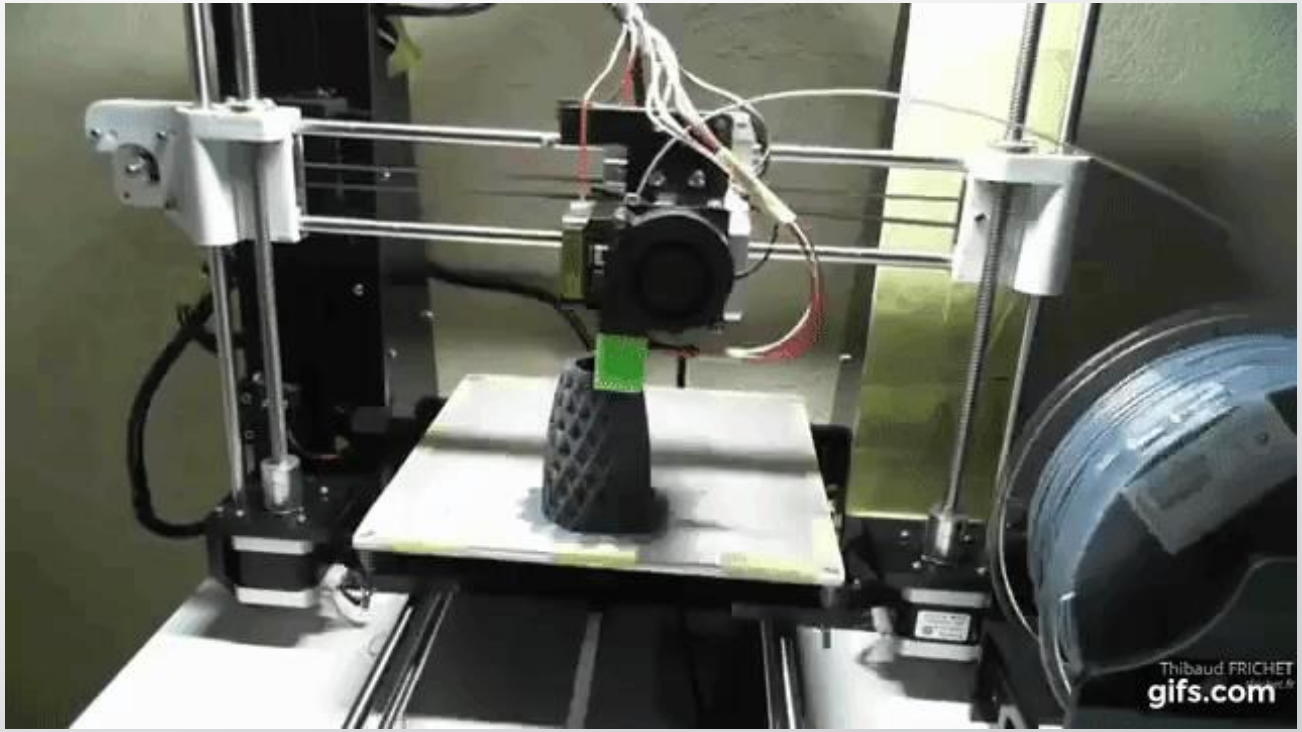
- Source : http://www.prc.cnrs.fr/spip.php?rubrique128

La technologie

- Impression de fichiers « 3D »
- Dessinés à l'aide d'un logiciel de dessin
  - CAO : Création assistée par ordinateur
- Objet réel scanné

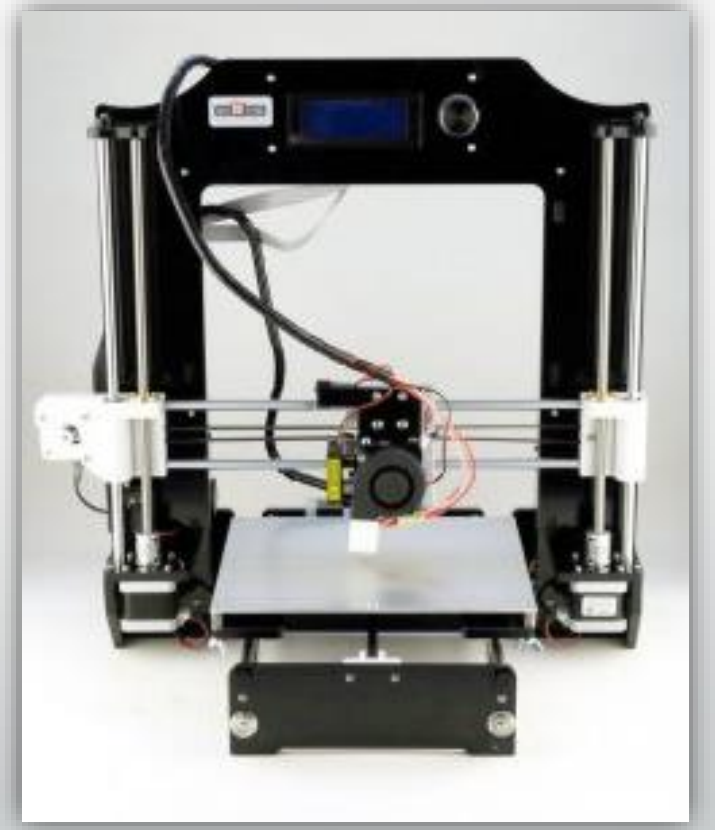





Thibaud FRICHET
gifs.com

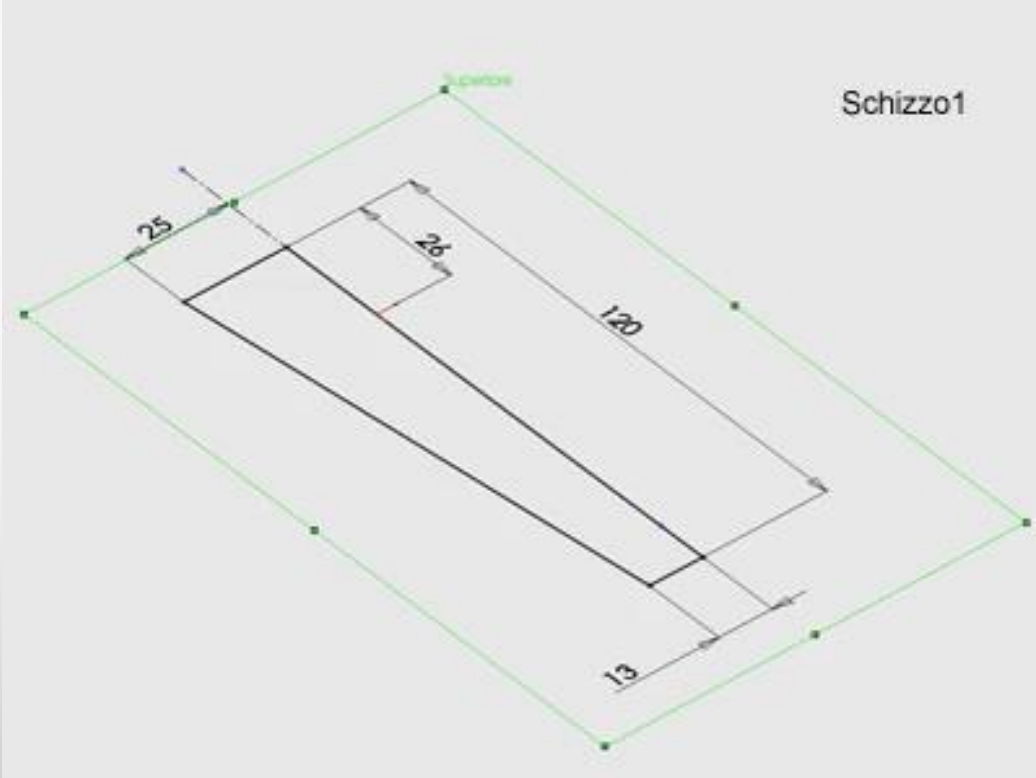
Démonstration imprimante 3D

- Modèle Weasy 3
  - Easy 3D Store à Orléans
  - Famille des « Prusa i3 »



Création assistée par ordinateur

- Conception paramétrique
  - Création de formes en 2D
    - Polygones : mesures et angles
  - « Mise en 3D » avec différentes fonctions
    - Extrusion
    - Cavité
    - Copiage par symétrie
    - Arrondi
    - Etc.



Scanner 3D

Exemple d’un scanner 3D : l’opticien

D’un fichier 3D à l’impression 3D

- Utilisation d’un logiciel spécifique
  - Conversion du fichier 3D en instructions pour l’imprimante
  - Réglages
    - Taille de l’objet
    - Mesures de l’imprimante
    - Mesures d’impression (hauteur de couche, remplissage, etc.)
    - Type de filament
    - Températures

Pour résumer

- Fichier 3D
- Scan 3D
- Création en CAO

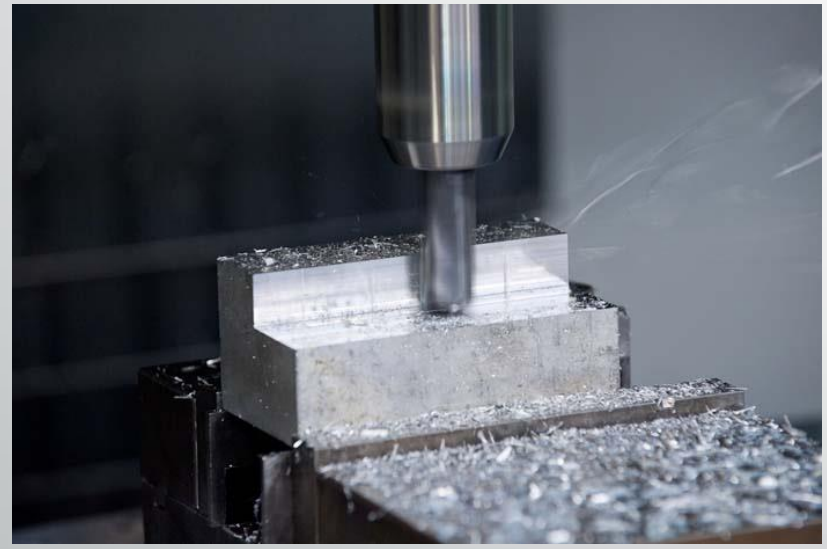
Création d'un fichier compréhensible par l'imprimante

Objet réel

Une technologie qui se démocratise

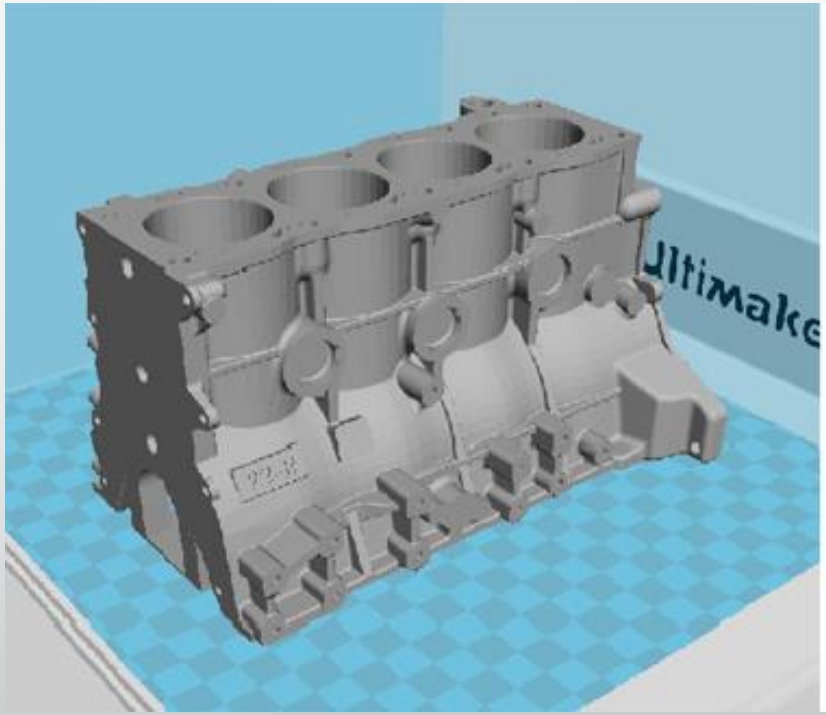
Nouvelle méthode d’usinage

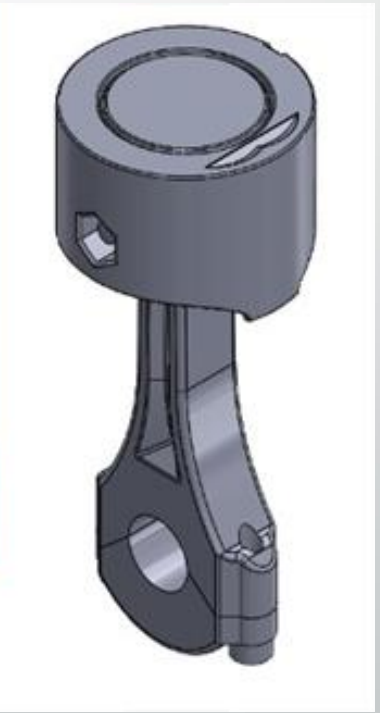
- Rompt avec les méthodes traditionnelles d’usinage de pièces



Exemple : pièce spécifique

- Long et compliqué avec des méthodes d'usinage traditionnelles
- Rapide avec l'impression 3D





Vidéo

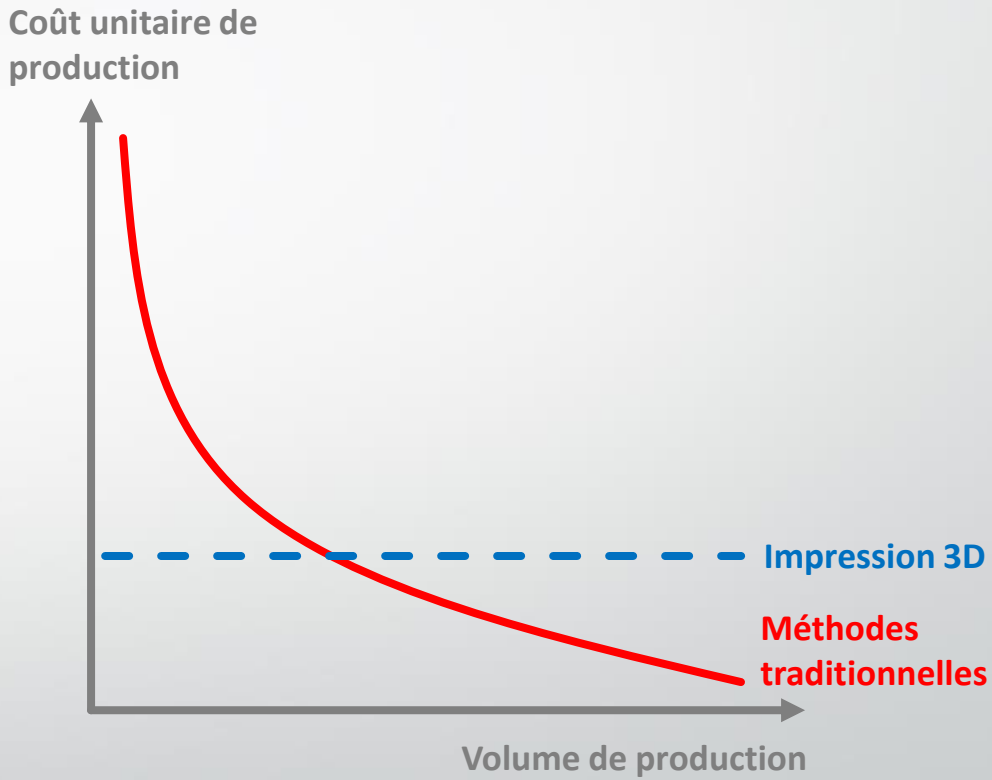
- **Des maisons en 24 heures imprimées en 3D**
- https://www.youtube.com/watch?v=_fer8suX9DA

Un procédé de fabrication comme les autres ?

- Ce n'est qu'un procédé de fabrication comme les autres ?
- Pourquoi une telle démocratisation ?
- Différence notable : accessible au grand public
  - Machines de petites tailles abordables financièrement
  - Peu de compétences requises
  - Communautés, exemple : Cults3D et Happy3D

Démocratisation

- Un coût réduit pour les petites séries de pièces
- Une plus grande liberté de design
  - Moins de contraintes mécaniques
- Création de pièce à la demande facilitée
- Matières accessibles
  - Plastiques traditionnels et écologiques, bois, métaux, résines, etc.

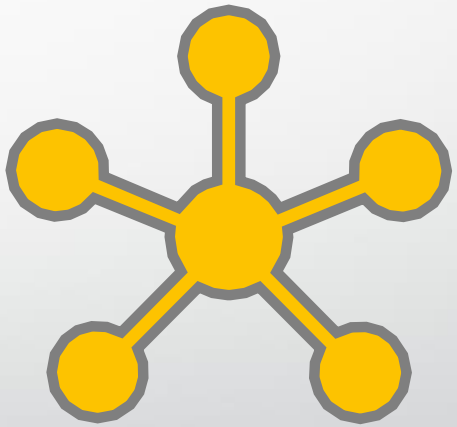


Coût de revient

- Exemple : Porte clés FAAF
- Poids
  - 8 gramme par pièce
  - Bobine 1kg à 20€ : 2ct le gramme
  - **16ct / pièce**
- Consommation électrique
  - Consommation **max** : 3500W sur une prise électrique traditionnelle
  - Prix du KW/h à 12ct
  - Impression de 4 pièces en 1h30
  - 16ct pour 4 pièces, **4ct / pièce**
- **Total : 18ct / pièce**

Toutes sortes d'utilisations

- Médical
- Industrie et construction
- Spatial, aéronautique
- Alimentaire
- Objets du quotidien, art, mode, bijoux
- Etc.



Aspect écologique

- Machines énergivores
- Utilisation de plastique
  - Plus ou moins écologiques
- Fumée potentiellement nocive

- Fabrication additive : pas de résidus
- Usinage local
- Prototypage simplifié
- Création sur mesure : seconde vie pour un objet

L’impression 3D au service du handicap

L’impression 3D au service du handicap

- Quelques exemples :
  - Prothèses
  - Fauteuil roulant (pièces détachées)
  - Maquette
  - Médical : Cœur artificiel
  - Etc.

Vidéo

- **Il fabrique sa prothèse de main avec une imprimante 3D**
- http://videos.leparisien.fr/video/il-fabrique-sa-prothese-de-main-avec-une-imprimante-3d-29-01-2018-x6dvwor

Prothèse imprimée en 3D

- Analyse de la vidéo

- Ré imprimable
  - Problème du matériau cassant à régler
- Possibilité d'essayer d'autres matières pour l'impression
- Autonomie de fabrication
- Maîtrise du coût
  - Achat imprimante : Environ 2000€
    - Modèle onéreux avec de nombreuses options
  - Impression d'une prothèse : moins de 10€

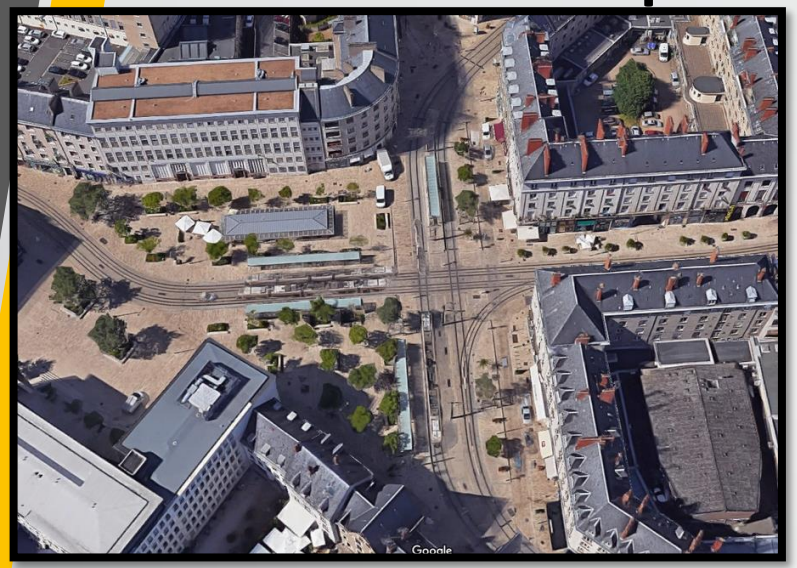
Vidéo

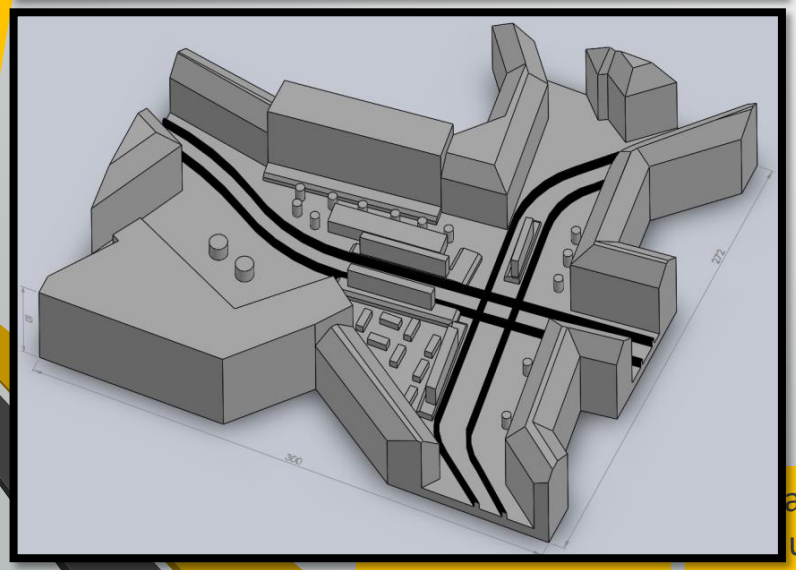
- **Testing a soft artificial heart**
- https://www.youtube.com/watch?v=YUYNXeHfTdQ

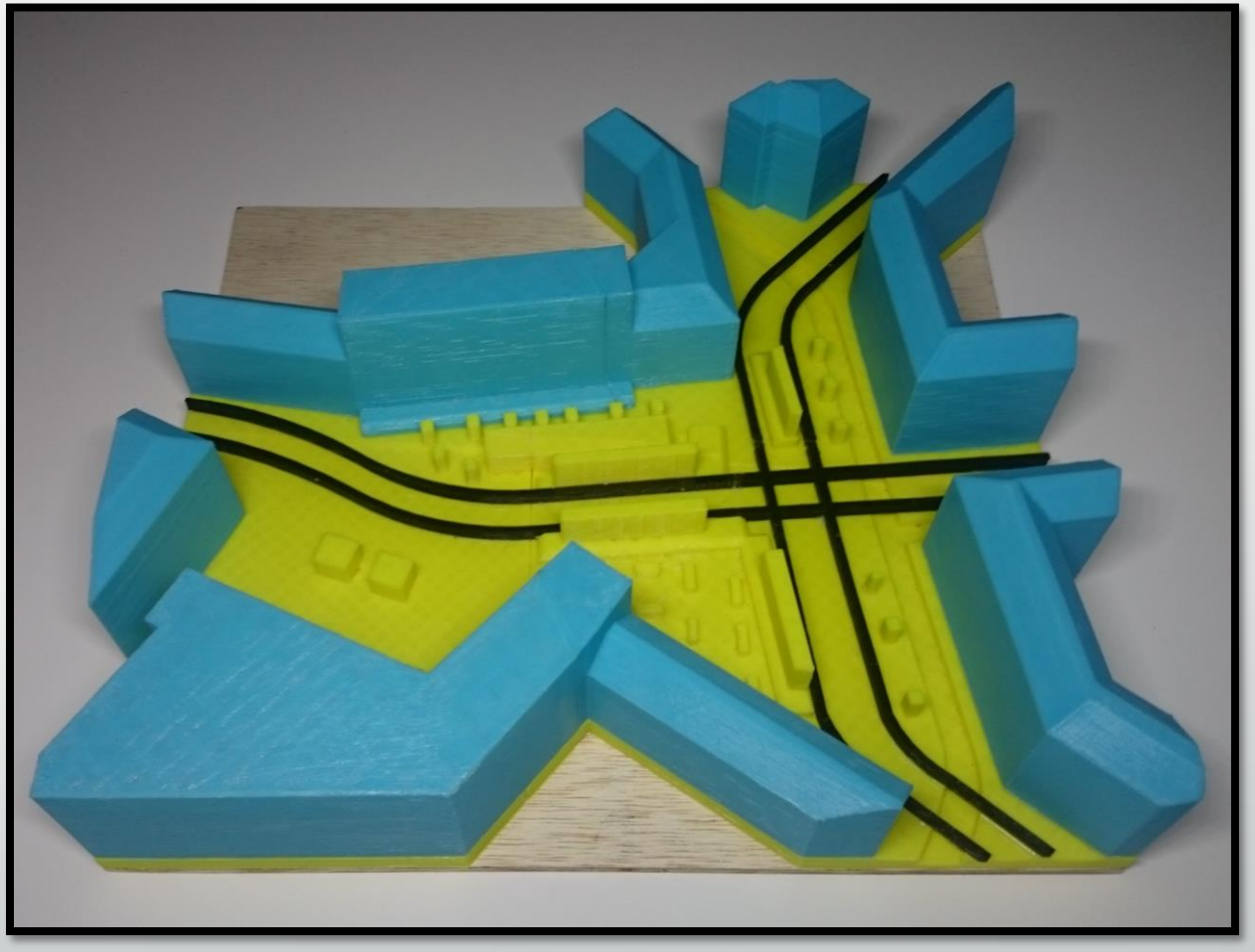
Cœur imprimé en 3D

- Analyse de la vidéo
- Prototypage accéléré
  - Le cœur ne fonctionne que 30 minutes
  - Possibilité de faire d'autres essais
- Conception très spécifique
    - 3 chambres : Logement pompe et 2 ventricules
    - Usinage compliqué avec des méthodes traditionnelles
- Matériau flexible
  - D'autres exemples : solubles, transparents, fluorescents, métalliques, consommables, etc,

Maquette pour le SAVS d'Orléans







Maquette pour le SAVS d'Orléans

- Le besoin
  - Pour que les usagers puissent se représenter la Place de Gaulle

- Réponse au besoin
  - Conception de la place en 3D (CAO)
  - Impression et fixation sur une plaque en bois

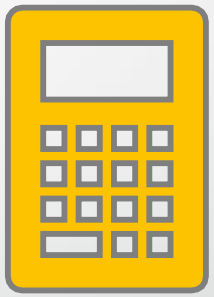
Maquette pour le SAVS d'Orléans

- Conception
  - Photos et repérage sur place
  - Utilisation de données cadastrales et de Google Maps

- Cadastre : Points GPS
  - Conversion des coordonnées GPS sur un plan de 30cm de côté

Maquette pour le SAVS d'Orléans

- Facturation
- Difficile de fixer un prix
  - Peu de concurrence, marché faible
- Décision
  - Conception CAO à facturée l'heure
  - Impression facturée au forfait selon le volume prévu de l'objet
  - Identique à Sculpteo



Maquette pour le SAVS d'Orléans

- Pour le SAVS
  - Innovation accessible
  - Coût mesuré
    - Risque de passer par un indépendant pour un premier essai minimisé
- D'autres solutions ?
  - Passer par un Fablab ?
  - Concevoir et/ou imprimer en interne ?
  - Ne pas utiliser l'impression 3D ?

La technologie et ses limites

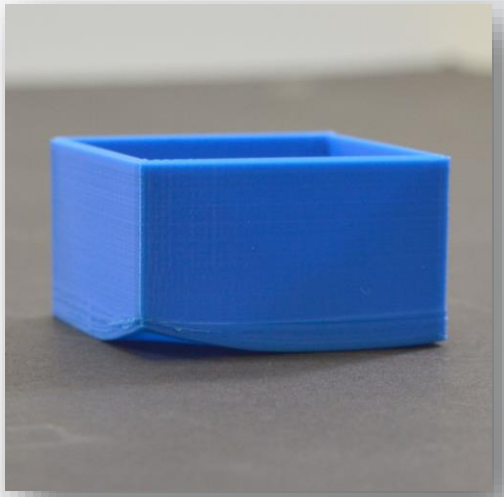
Une machine à surveiller

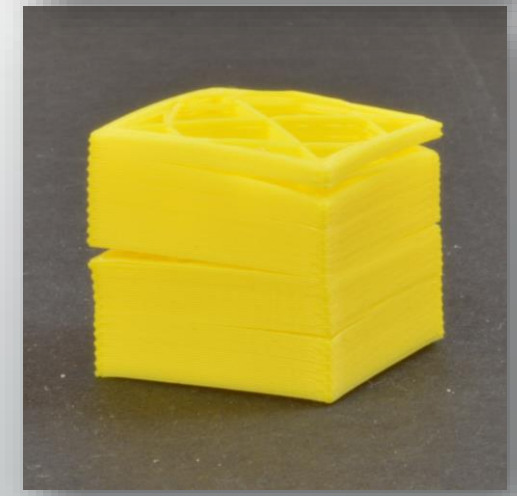
- Une impression est bruyante et dure plusieurs heures

- Buse en mouvement chauffée à 200°C
  - Peut provoquer un incendie sans surveillance

Les limites de l'impression 3D

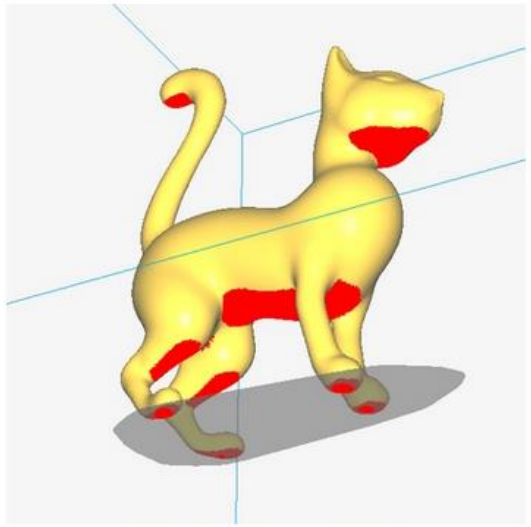
- Taille de la pièce par rapport à l'imprimante
  - En général : un cube d'une vingtaine de centimètres
- Une impression ne fonctionne pas toujours
  - La pièce peut se décoller pendant l'impression : « warping »
    - Laques, techniques d'adhérence (brim, raft), plaque en verre, etc.
- Plusieurs essais avant de trouver les bons réglages
  - Température, vitesse, etc.



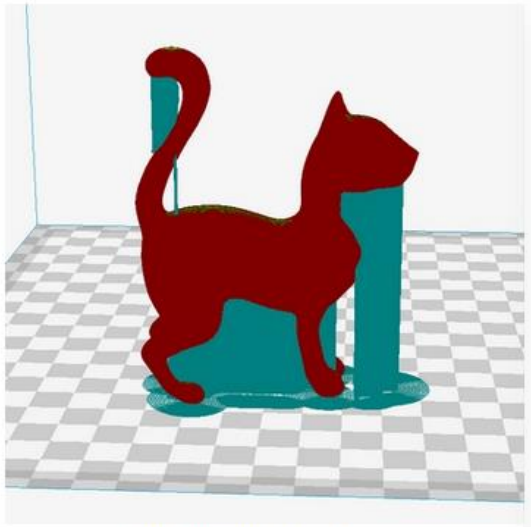


Les limites de l'impression 3D

- Limite propre à la fabrication additive
  - La matière ne peut pas être déposée dans le vide
  - Solution : les supports



Zones non imprimables en rouge



Ajout automatique de supports

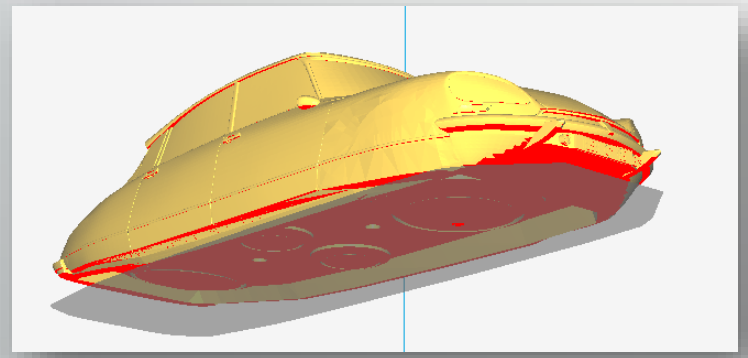
Modèle imprimé avec ses supports

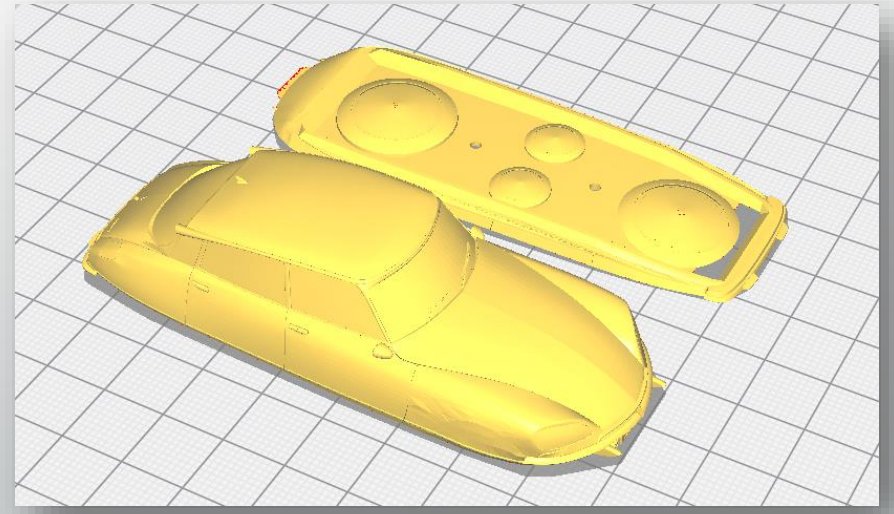
Modèle débarrassé de ses supports

Les limites de l'impression 3D

- Les supports peuvent laisser des traces

- Solutions :
  - Support avec un filament soluble, nécessite deux extrudeurs sur l'imprimante
  - Découpage de l'objet pour imprimer sans support





Réglages du plateau

- Réglage du plateau
  - Automatique sur les modèles hauts de gamme
- Plateau d'origine fragile sur les modèles d'entrée de gamme
- Revêtement : plaque en verre, revêtements spéciaux, etc.
- Adhérence : laque, jus d'ABS, etc.

Buse d’impression

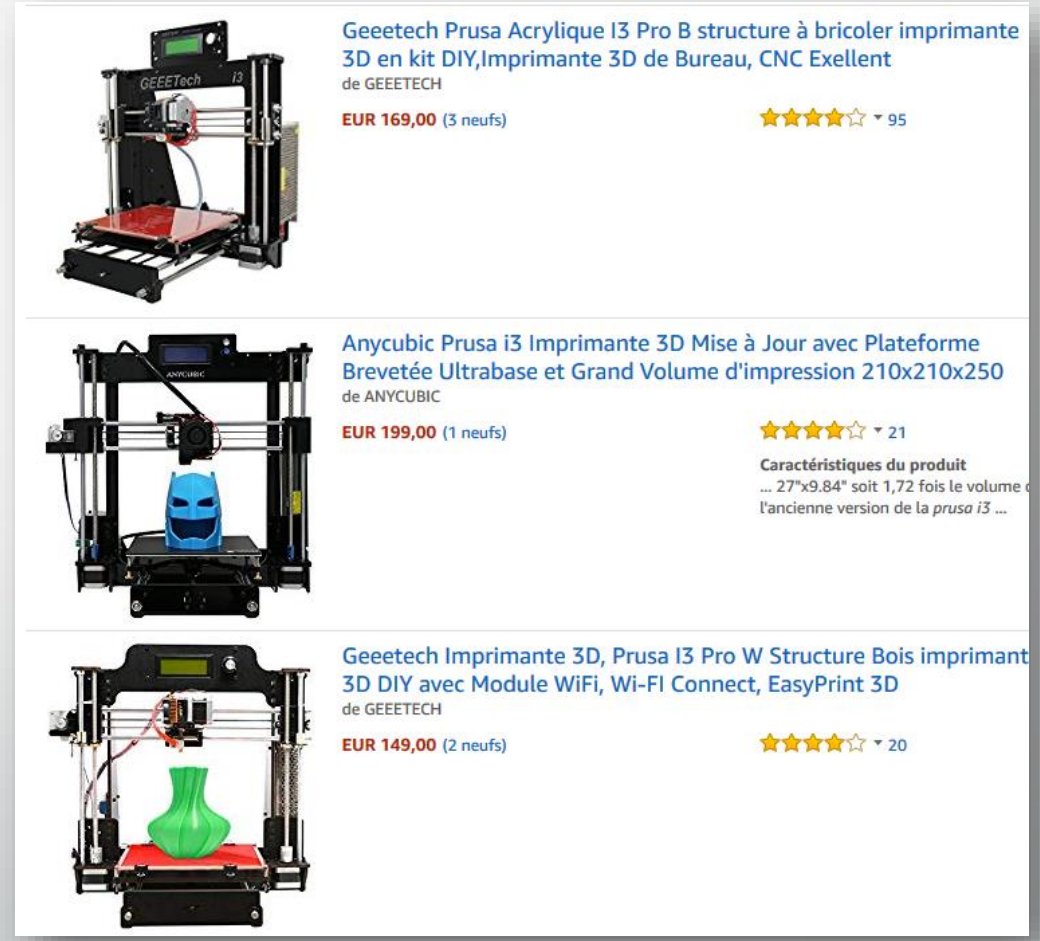
- Choix du diamètre de la buse
  - Qualité ou vitesse d’impression
- Buse plus grosse : impression plus rapide

Différents modèles pour différents prix

Gammes de prix

- Modèles d'entrée de gamme
- Entre 100€ et 500€

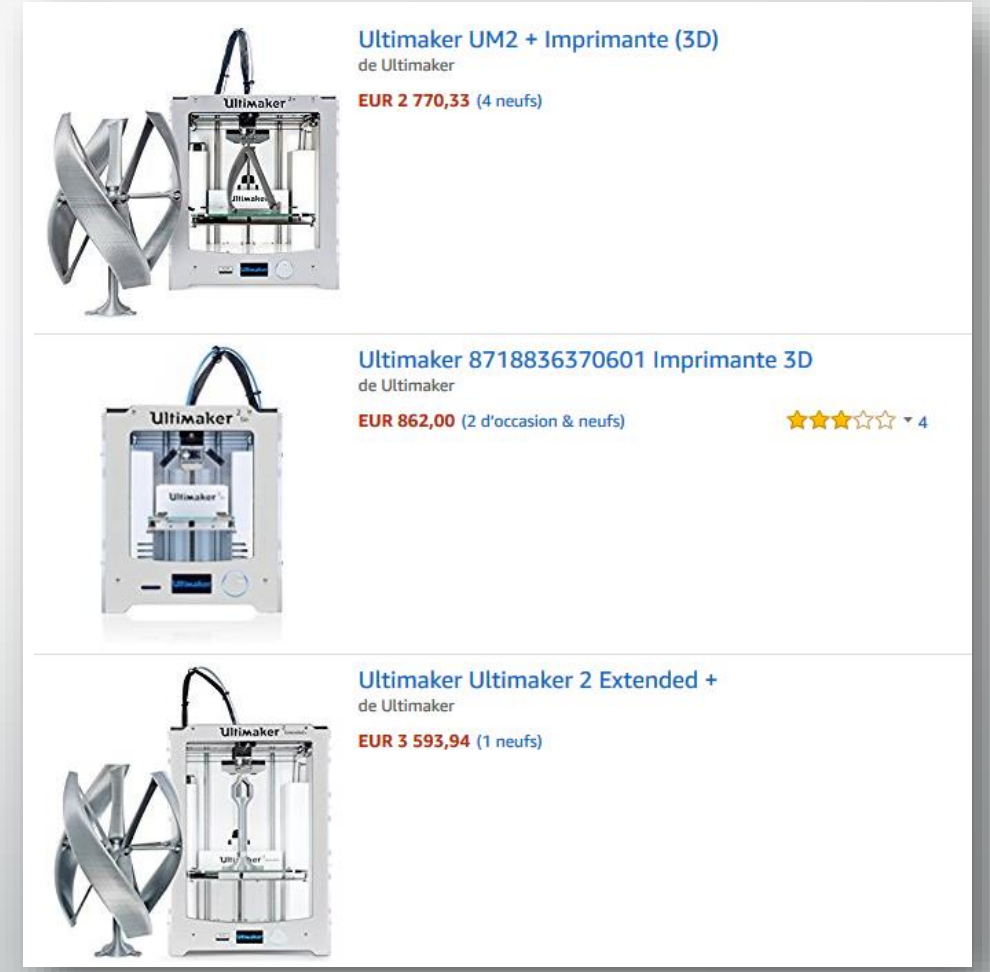
- Imprimantes en kit
- Bricolage et expérimentation



Gammes de prix

- Modèles hauts de gammes
- Entre 1000€ et 5000€

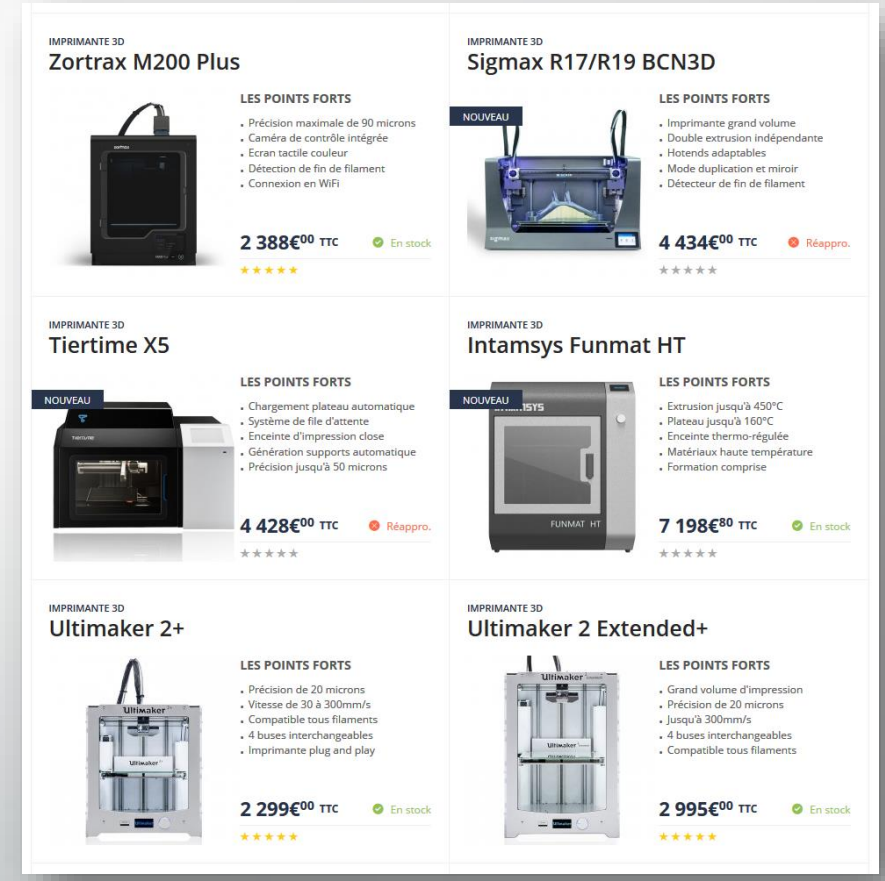
- Prêtes à l'emploi
- Coffret de protection
- Plus fiables
- Plus précises



Gammes de prix

- Modèles professionnels
- Plusieurs milliers d'euros

- Grandes tailles
- Autres technologies d'extrusion



Les filaments

- 2 plastiques très utilisés
  - PLA : Bio plastique (amidon de maïs, cannes à sucre, betterave, etc,)
  - ABS : Plastique issu du pétrole, plus résistant aux chocs et à la chaleur
  - Propriété d'impression différentes (température, warping, etc.)
  - Plusieurs coloris
  - D'autres matériaux existent
- Prix : entre 15€ et 25€ le Kg

Les étapes de réalisation d'une maquette

Travaux pratiques

Modélisation avec Freecad

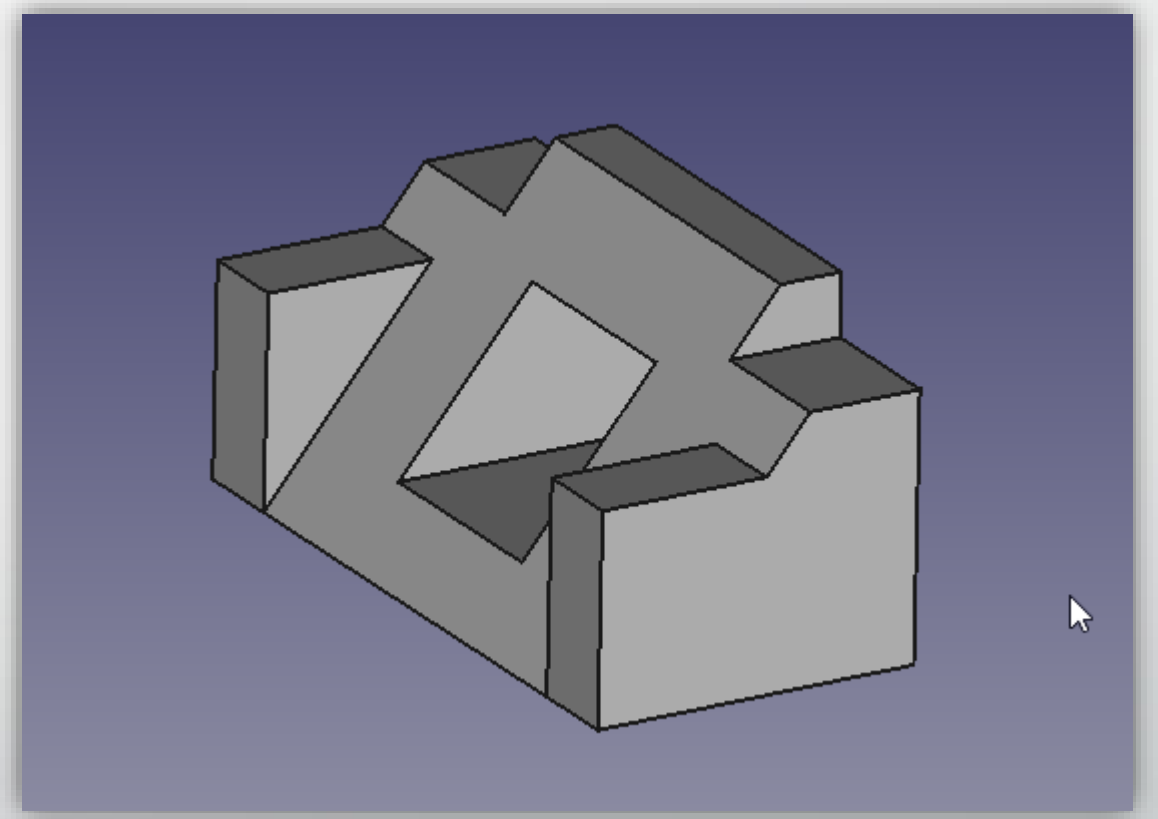
- D’autres logiciels de CAO ?
  - Sketchup, TopSolid, SolidWorks, etc.
- Logiciel libre
- Documentation
- Communauté

Modélisation avec Freecad

- Navigation à la souris
- Interface
  - Panneau latéral
  - Vue 3D
  - Barres d'outils
- Ateliers
- Conception paramétrique : Esquisses et fonctions
  - Atelier Part

Modélisation avec Freecad – TP1

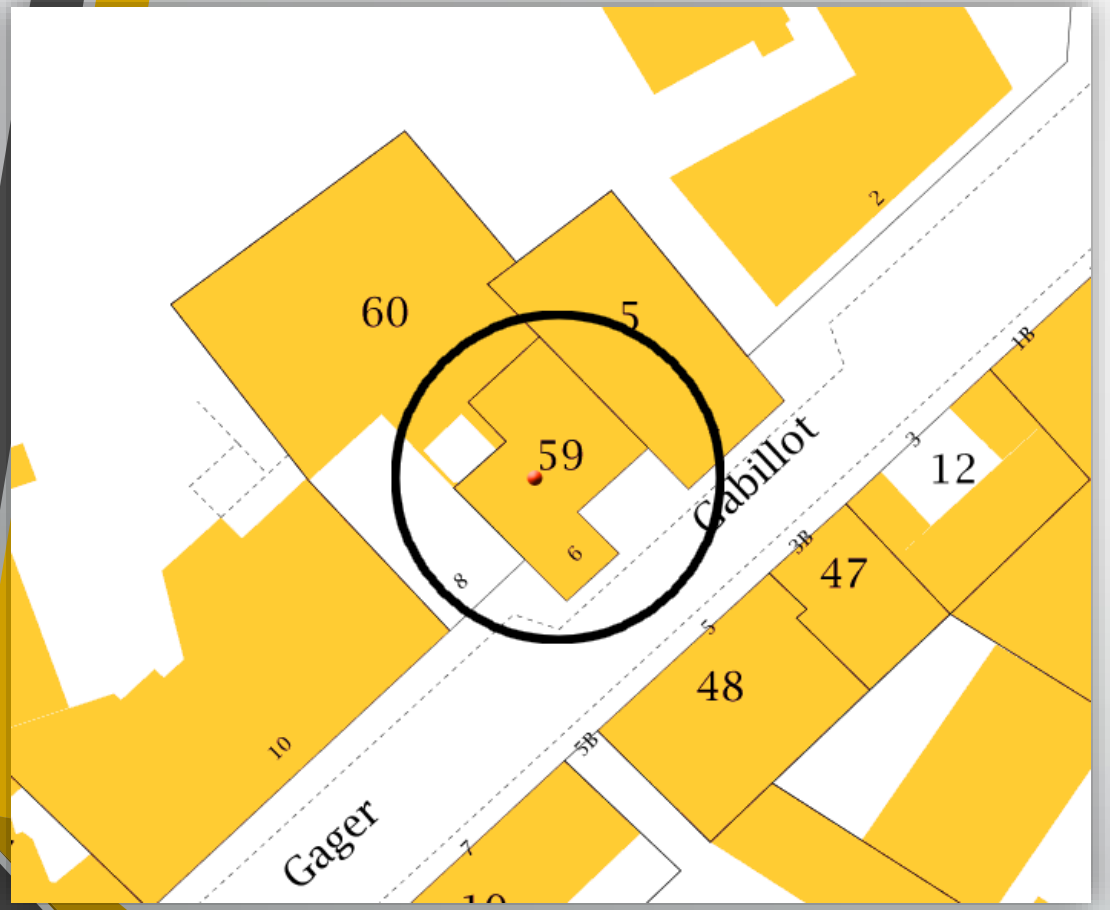
- Tutoriel d'introduction

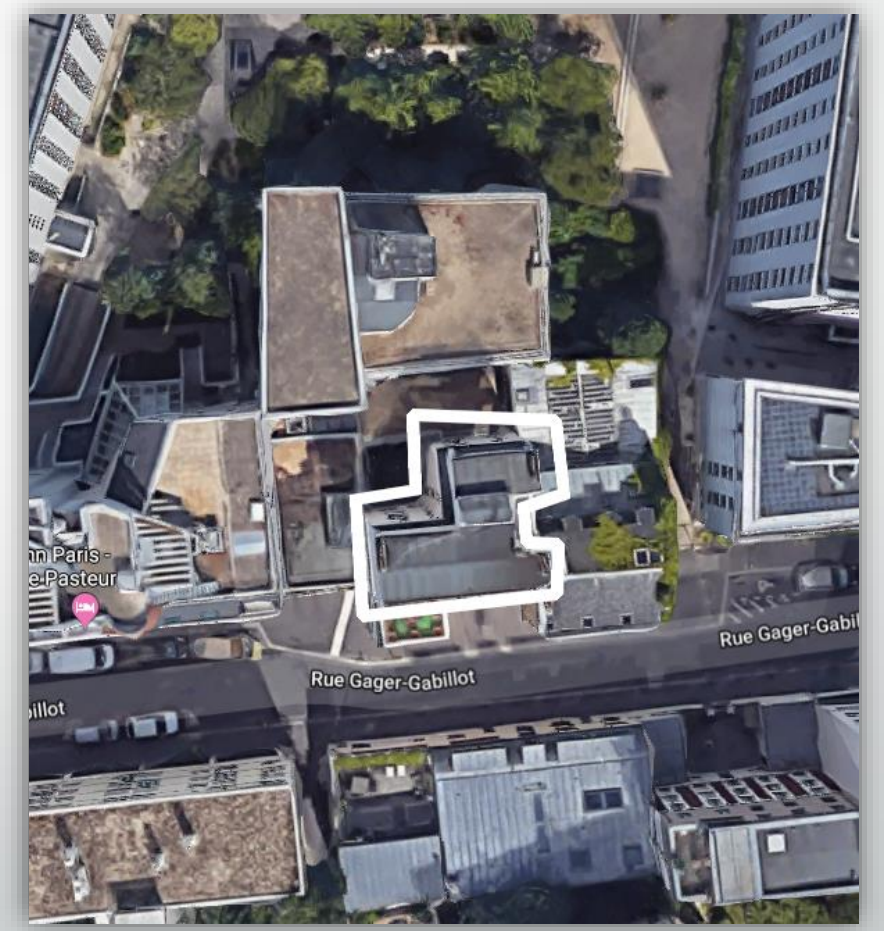


Modélisation avec Freecad – TP2

- Immeuble Fédération des Aveugles
  - 6 Rue Gager-Gabillot, 75015 Paris
  - Google Maps, Cadastre
- Simplification
  - Respect des proportions : mesures en mètres, modélisation en millimètres
  - Mise à l'échelle lors de l'impression

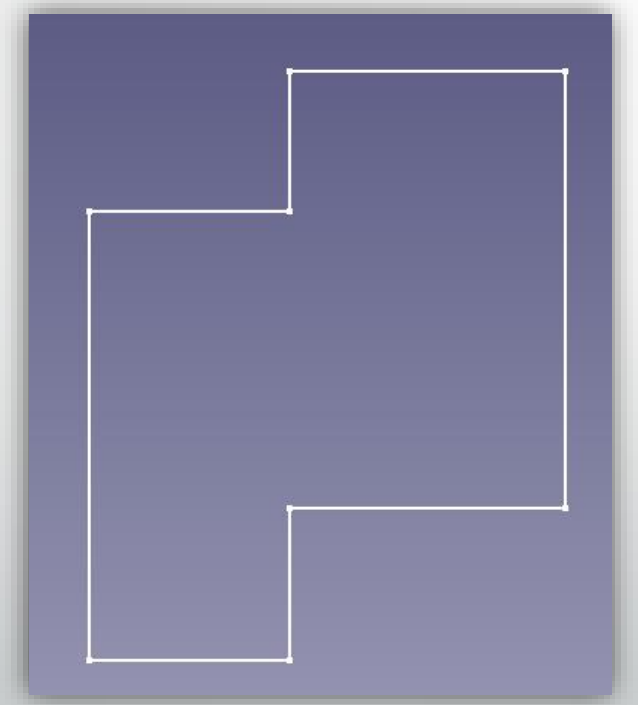
Modélisation avec Freecad – TP2

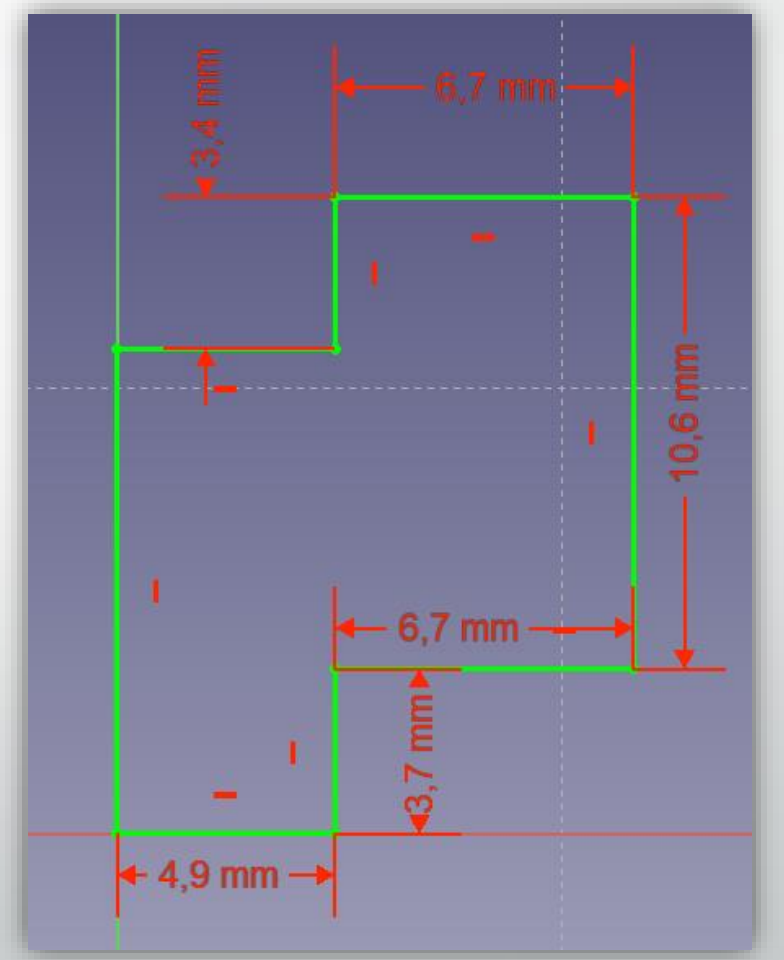




Modélisation avec Freecad – TP2

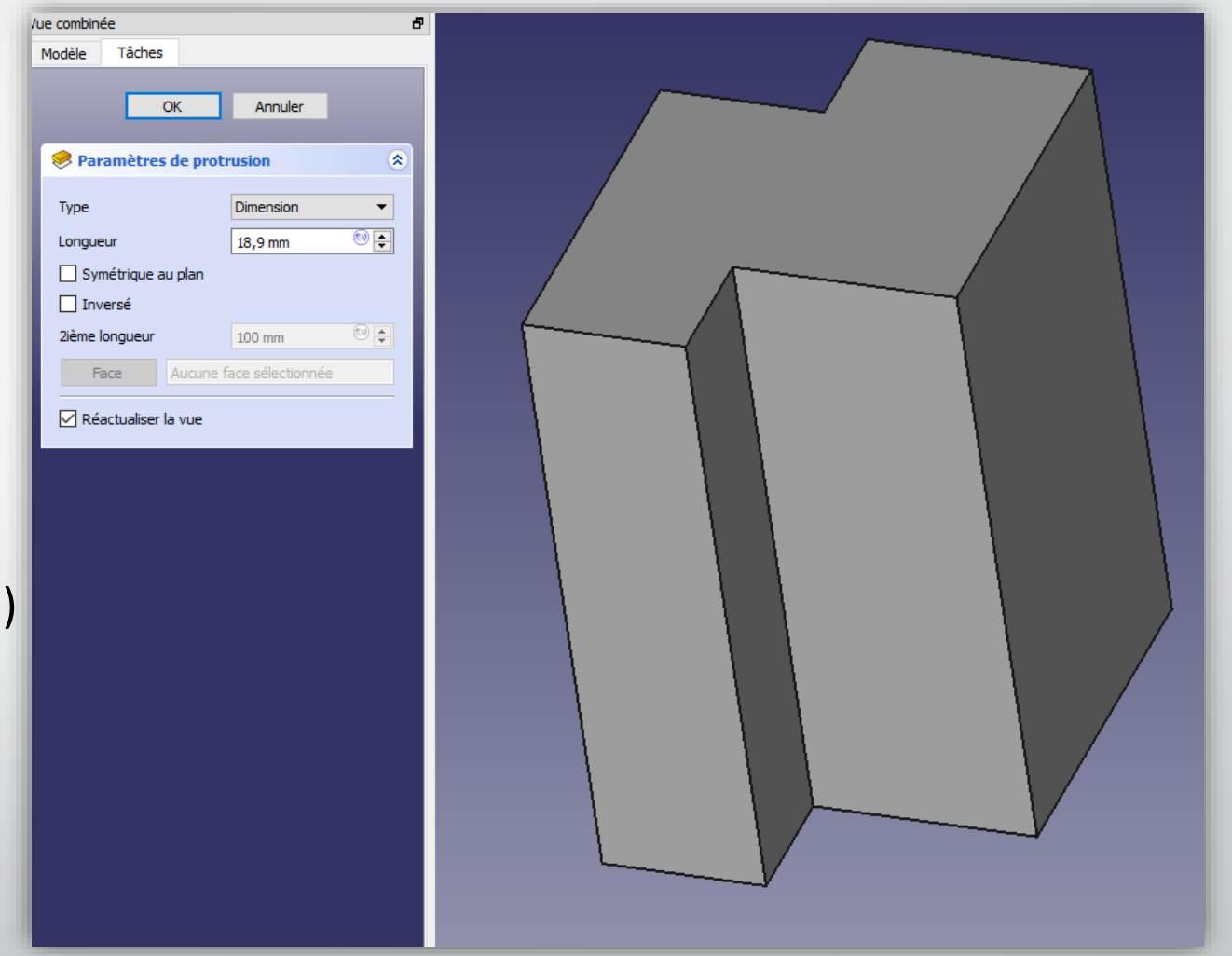
- Première étape : esquisse base du bâtiment





Modélisation avec Freecad – TP2

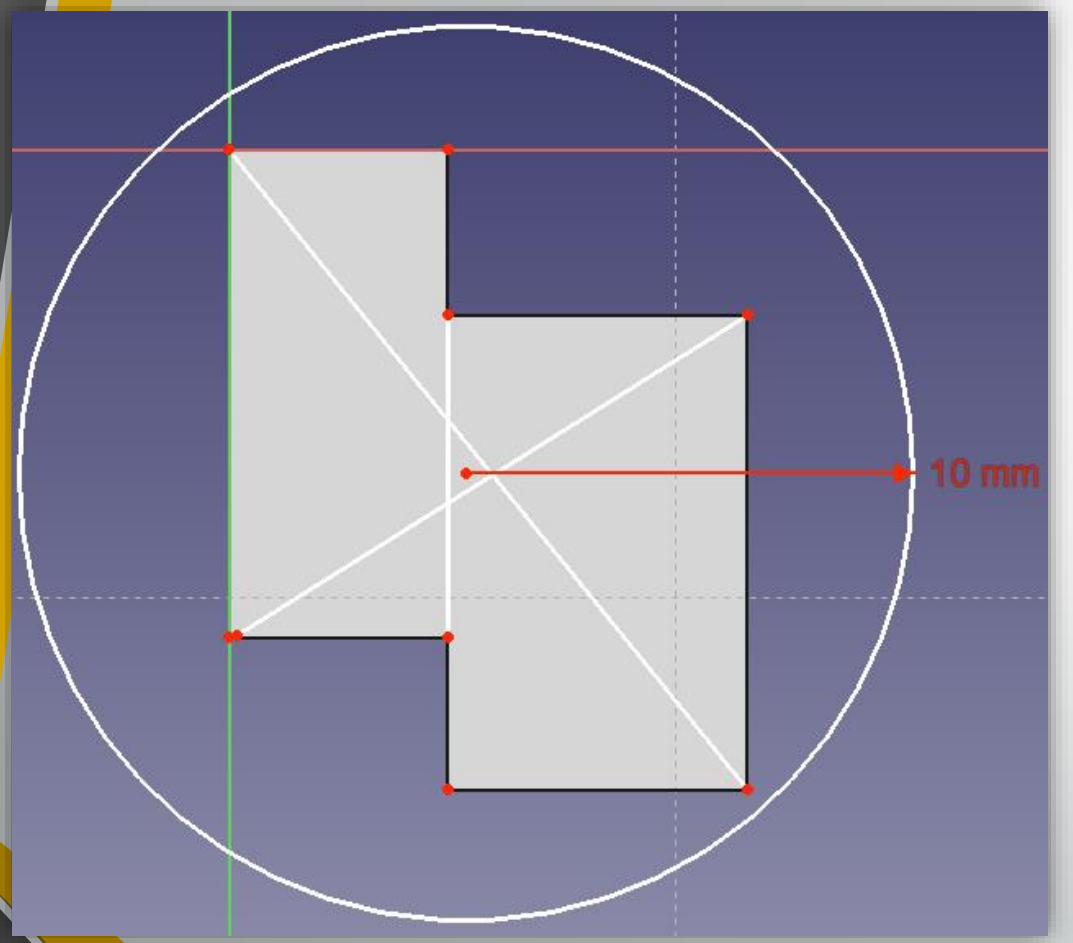
- Hauteur du bâtiment
  - RDC + 6 étages
  - Un niveau : 2,70m
  - Hauteur de protrusion (extrusion)
    - 7x2,70mm = 18,9mm

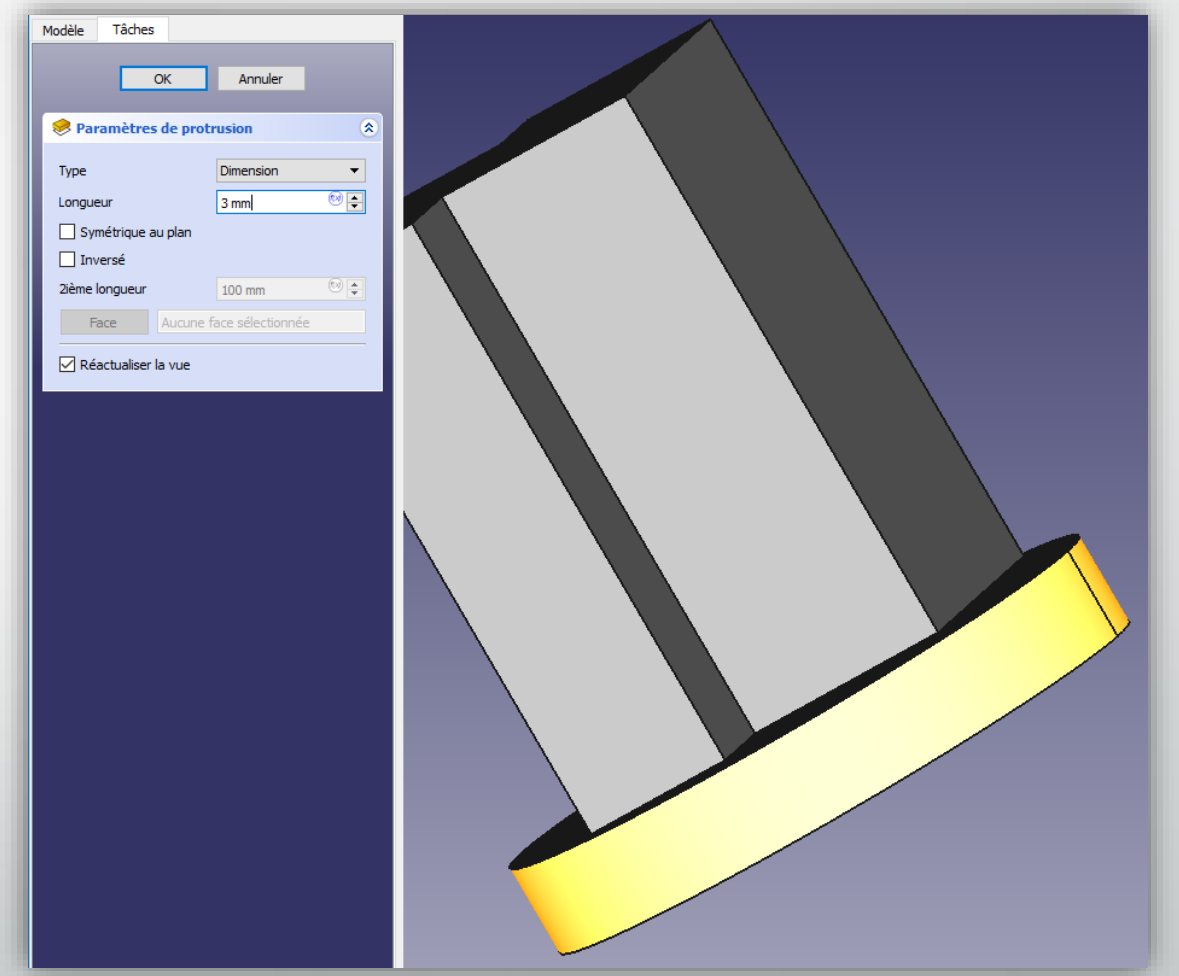


Utilisation de Freecad – TP2

- Base ronde du modèle 3D
  - Esquisse sur le dessous de la forme
  - Trouver le centre de la forme
    - 3 lignes
    - Cercle au milieu du triangle
  - Cercle autour du centre de la forme
    - 10mm de rayon
  - Supprimer les lignes
  - Protrusion du cercle, 3mm

Utilisation de Freecad – TP2



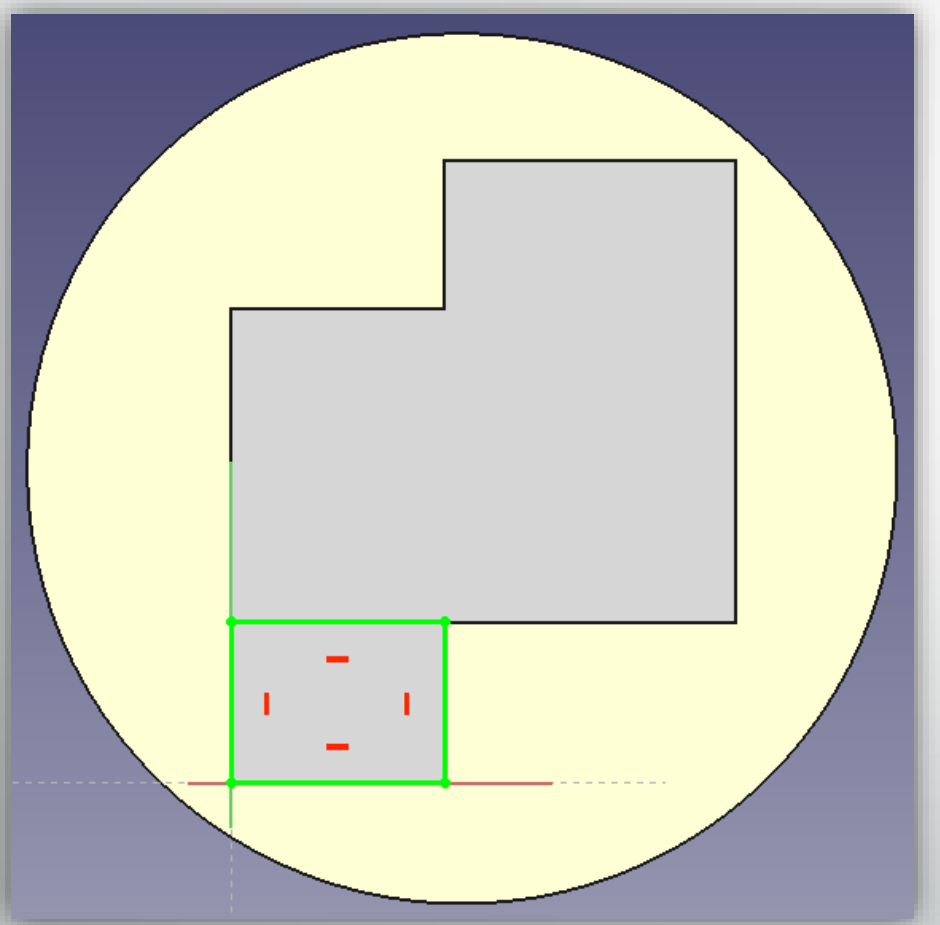


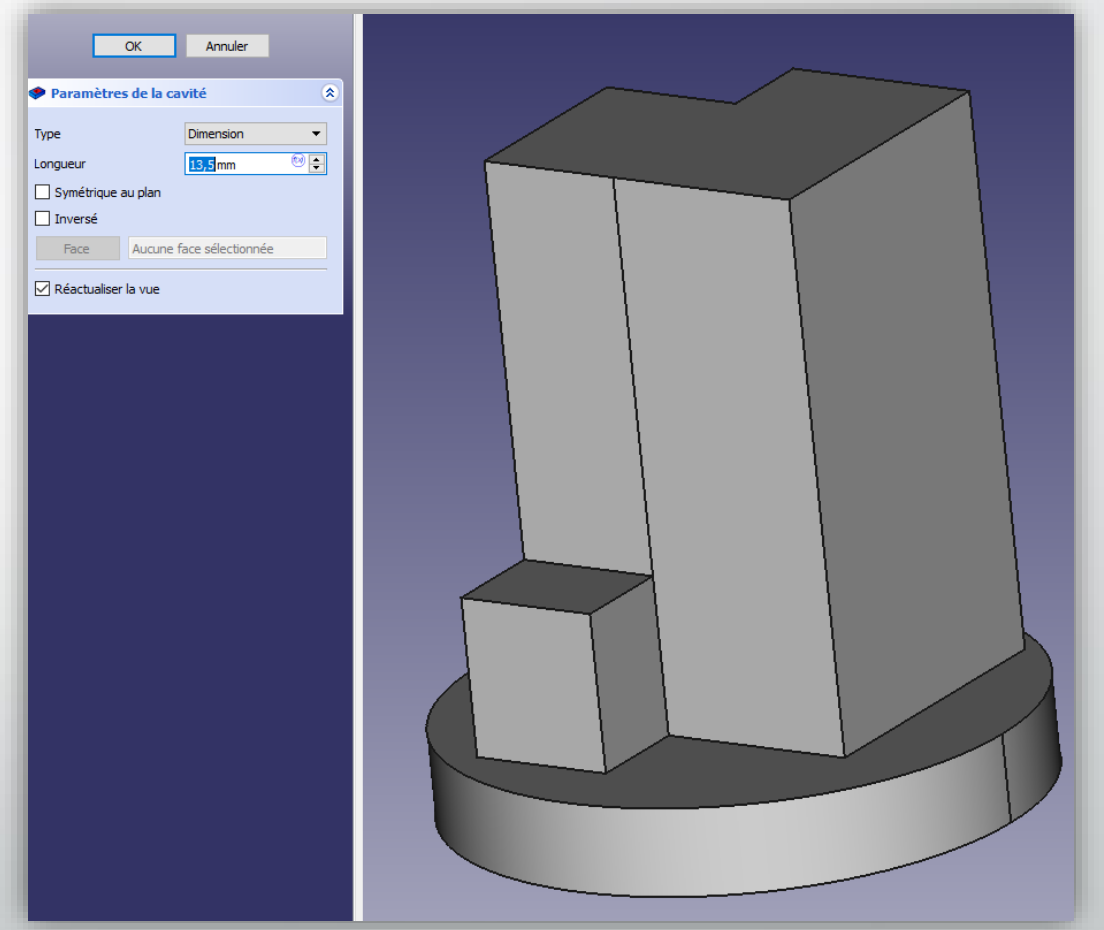
Formation Impression 3D – Fédération des Aveugles et Handicapés Visuels de France
Thibaud FRICHET www.tfrichet.fr – Octobre 2018 – Licence CC BY-NC 2.0 FR

Utilisation de Freecad – TP2

- Face avant (entrée) de l'immeuble : 2 étages seulement
  - Esquisse sur le dessus du modèle
  - Rectangle correspondant à l'entrée de l'immeuble
  - Suppression (cavité) de 5 niveaux : 13,5mm

Utilisation de Freecad – TP2



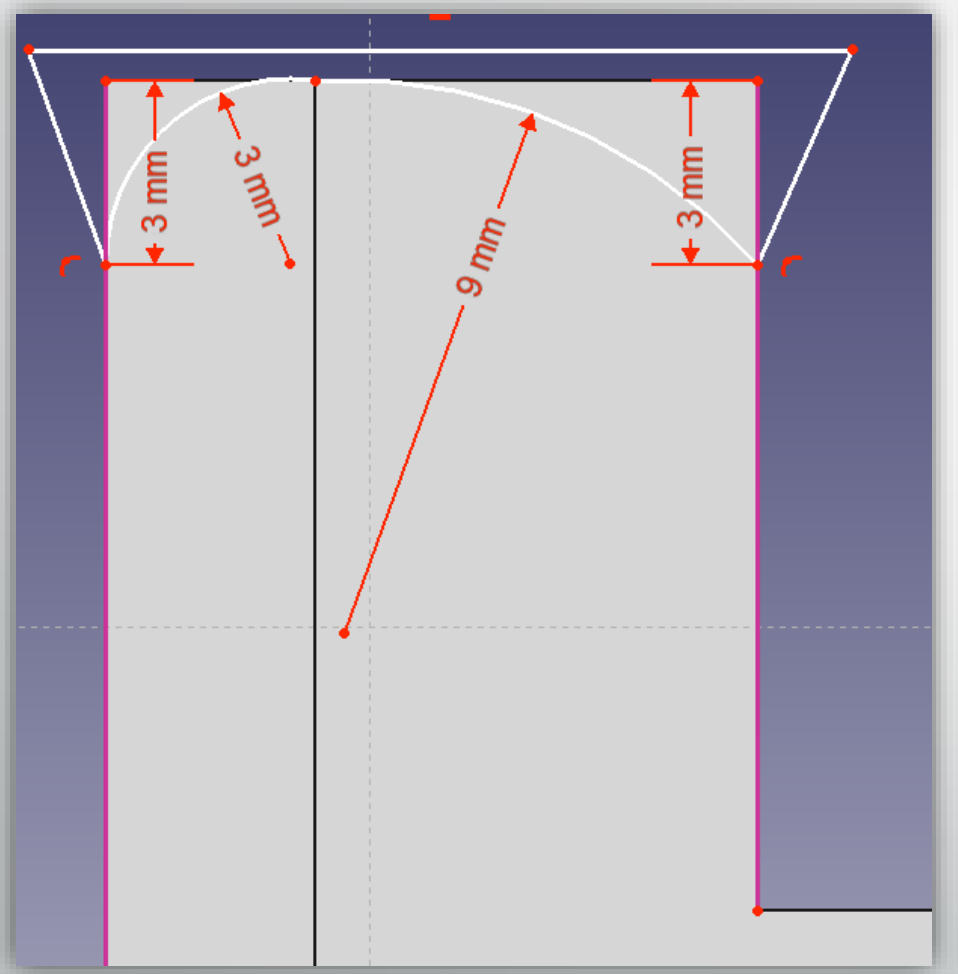


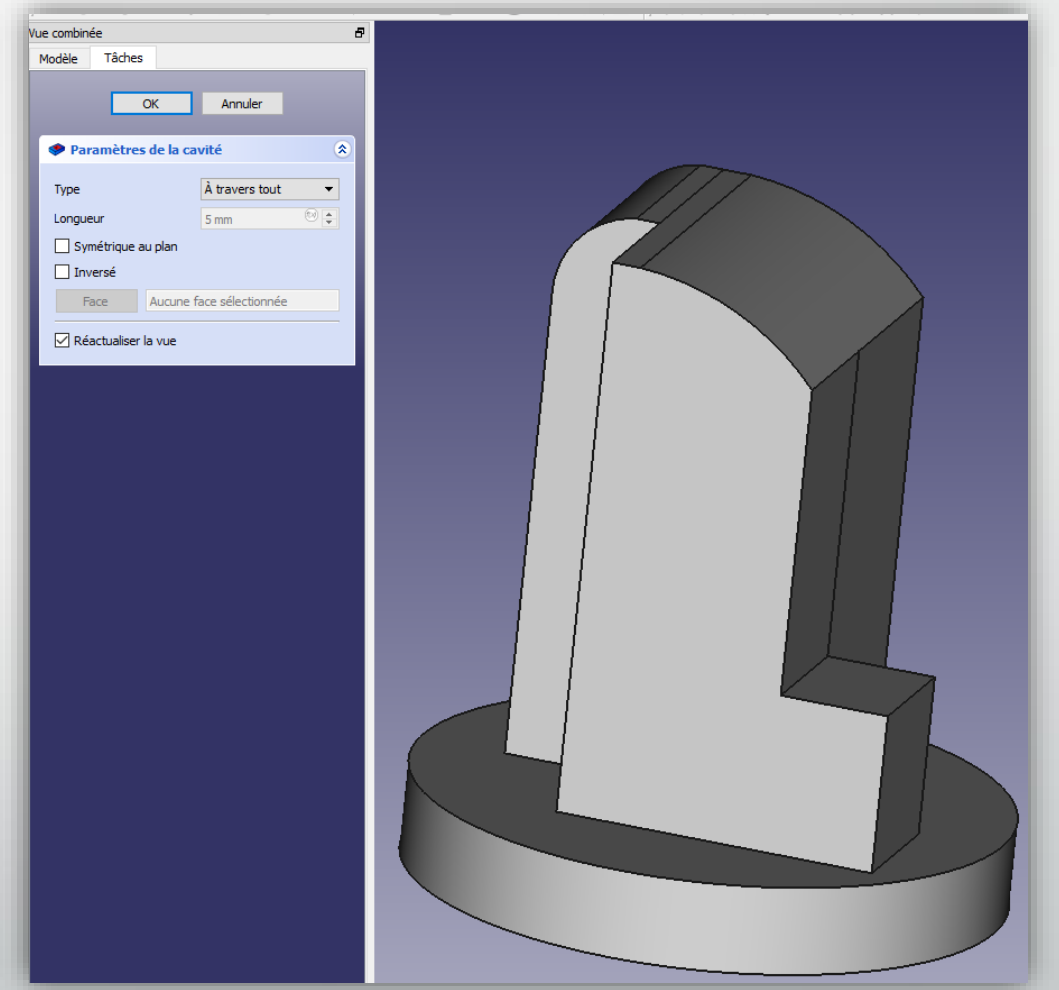
Utilisation de Freecad – TP2

- Toit du bâtiment

- Esquisse sur le côté de l'immeuble
- Arc de cercle en haut de la structure
- Cavité

Utilisation de Freecad – TP2





Utilisation de Freecad – TP2

- Préparation du fichier avec Cura
  - Première utilisation de Cura : paramétrage de l'imprimante
  - A chaque impression : paramètres personnalisés
    - Hauteur de couche
    - Remplissage
- Impression

L’impression 3D au sein d’une structure d'accompagnement

L’impression 3D au sein d’une structure d'accompagnement

- Imprimer au sein d’une structure ?
  - Choix de l’imprimante ? Entrée de gamme ? Haut de gamme ?
- Un service mutualisé au sein de la FAAF ?
- Fablabs, prestataires ?

L’impression 3D au sein d’une structure d'accompagnement

Solution	Avantages	Inconvénients
Création d’un service dédié mutualisé au sein de la fédération	Possibilité de produire beaucoup Partage d’idées Compétence centralisée	Communication à faire Nécessité d’harmoniser les manières de faire
Modélisation en interne Achat imprimante 3D	Économique Modélisation au plus près du besoin Liberté de créer de nouveaux projets	Temps et compétence Besoin d’un référent en interne
Modélisation en interne Impression par un prestataire	Modélisation au plus près du besoin	Compétence en interne et achat de compétence
Modélisation et impression Par un prestataire	Rapide et simple	Coûteux Accord de la direction pour chaque projet
Ne pas utiliser l’impression 3D	Moins complexe, pas besoin de rentrer dans le sujet	Privation de valeur ajoutée et d’outils facilitateurs

Quelques liens

- Tutoriels
  - Documentation Freecad FR
    - « Point de départ » documentation utilisateur

- Retours d'expérience
  - Débuter avec l'impression 3D : mon retour d'expérience avec une Prusa i3
  - TOP 5 des meilleurs moyens de déclencher un incendie avec une imprimante 3D sans surveillance

Quelques liens

- Communautés
  - Cults3D, Happy3D, Thingiverse
- Magasins et services d'impression en ligne
  - Sculpteo
  - Easy 3D Store
  - Makershop
  - Sovb3d