Introduction à la CAO 3D et à la fabrication numérique 2,5D - 3D

30 oct 2019 - B. Emery

Plan de la séance

Accueil (13h30-13h45)

CAO 3D (13h45-15h15)

- Types de logiciels et formats 3D
- Et le scan 3D ?

Pause (15h20-15h40)

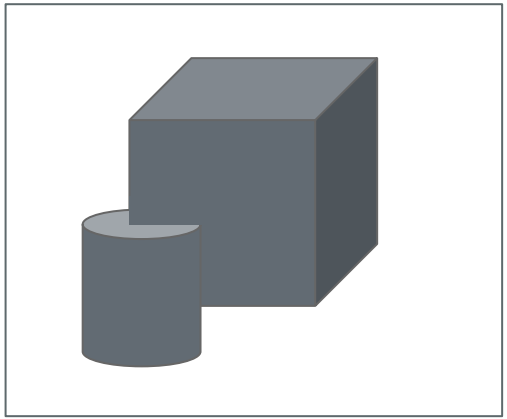
FAO 2,5D-3D (15h40-17h)

- Préparer ses fichiers
- Exemples de projets 2,5D-3D
- Discussion/Questions

Surfacique *vs* Volumique

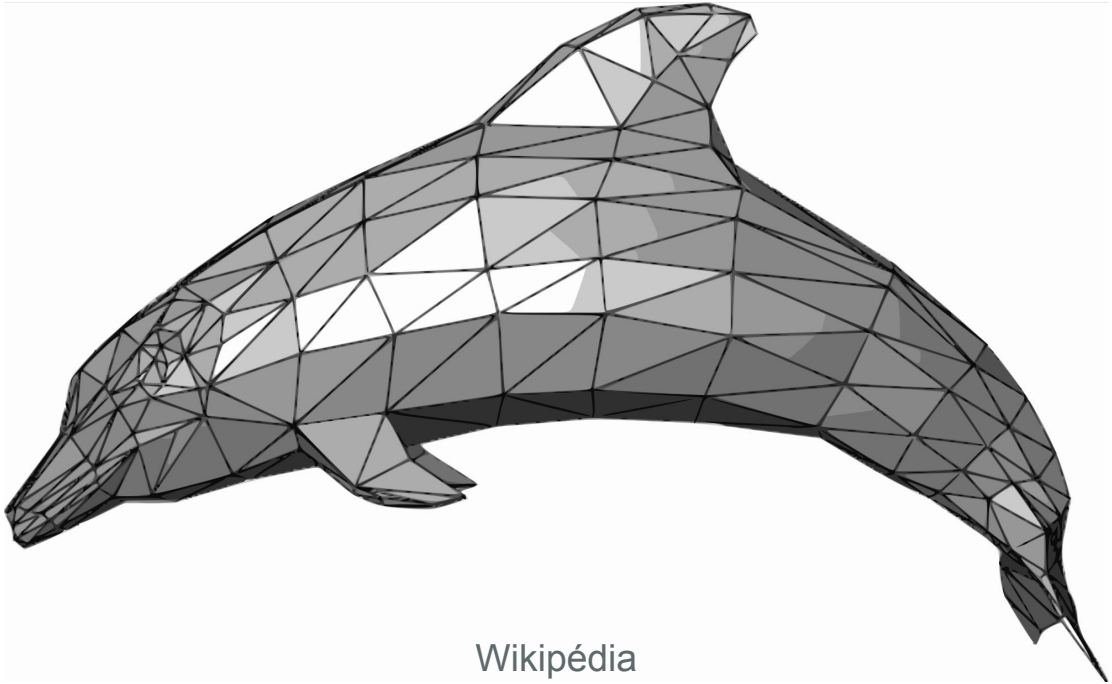
L’objet est défini par des assemblages de surfaces.

```
Surface1(vertexs, normale, couleur);
Surface2(vertexs, normale, couleur);
Surface3(vertexs, normale, couleur);
...
```



Maillage (Mesh) de polygones

Chaque polygone est défini par des sommets (vertexs) et un vecteur normal.

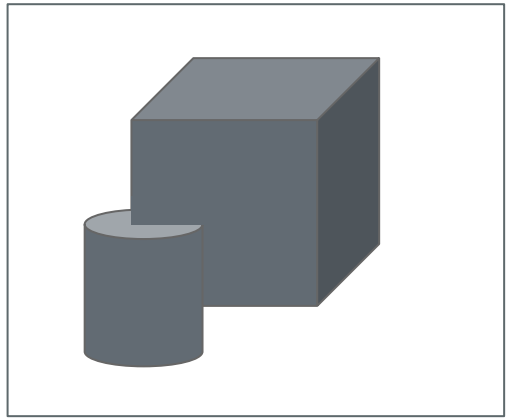


Wikipédia

Surfacique *vs* Volumique

L'objet est défini par des assemblages de surfaces.

```
Surface1(vertexs, normale, couleur);
Surface2(vertexs, normale, couleur);
Surface3(vertexs, normale, couleur);
...
```



L'objet est défini par des opérations sur des volumes simples.

```
Union de {
        cube1(dimensions, position, couleur);
        cylindre2(dimensions, position, couleur);
}
...
```

CAD *Volumique* ?



Intersection d'une sphère et d'un cube sous OpenScad - Wikipédia

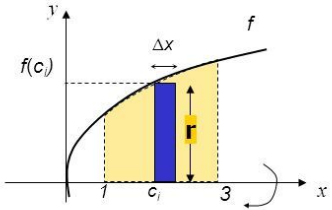
… plutôt ~~mathématique~~ paramétrique

Les mathématiques permettent de déterminer des volumes complexes y compris à partir de leur surface.

Exemple

Soit la rotation autour de l'axe des *x* de la surface bornée par:

$y = \sqrt{x}$ *et* $y = 0$ et entre les droites x=1 et x=3.



$$r = f(x) = \sqrt{x} \qquad dE = \mathrm{d}x$$

$$dV = \pi \cdot r^2 \cdot \mathrm{d}x = \pi \cdot (\sqrt{x})^2 \cdot \mathrm{d}x$$

$$= \pi \cdot x \cdot \mathrm{d}x$$

$$V = \int_1^3 \mathrm{d}V = \int_1^3 \pi \cdot x \, \mathrm{d}x = \pi \frac{x^2}{2}\Big|_1^3$$

$$= \pi\left(\frac{9}{2} - \frac{1}{2}\right) = 4\pi \ \mathrm{u}^3$$

$$V = \int_a^b \pi r^2 \, dE$$

CAD “Surfacique” *vs* CAD paramétrique

L’objet est défini par des assemblages de surfaces.

Modélisation par déformation (subdivision et déplacement) des surfaces. Approche “artistique”.

Modèles 3D “virtuels” (films, jeux vidéo, etc.)

~images matricielles

L’objet est défini par des opérations sur des surfaces/volumes.

Modélisation paramétrique à partir de formes/opérations imposées. Approche “scientifique”.

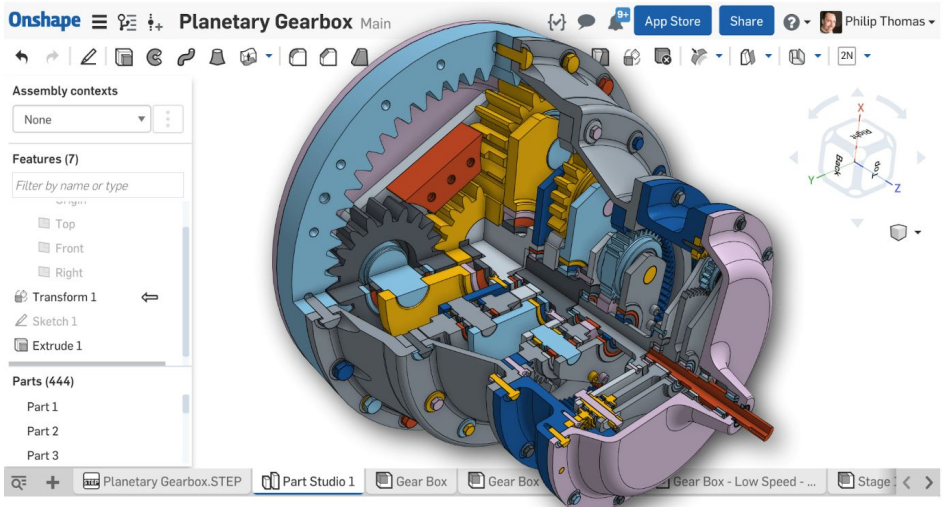
Modèles 3D “réels” (manufacture, calculs physiques, etc)

~images vectorielles

CAD “Surfacique” *vs* CAD paramétrique



Rendu 3D réalisé avec Blender - Pixabay.com



Onshape

STereo**L**ithography

Format développé par 3D Systems (mais ouvert).

Le plus répandu pour l'impression 3D

Compatible avec la majorité des CAD "surfaciques".

STandart for the **E**xchange of **P**roduct model

Format standardisé ISO (10303) ouvert

Lourd mais complet

Compatible avec la majorité des CAD 3D paramétriques.

CAD “Surfacique” *vs* CAD paramétrique

Blender (WML - vf)

Maya (WML - vo)

SculptGL/SculptFab (I - vf/vo)

Zbrush (WM - vf) - Sculptris* (vo)

Wings3D (WML - vf)

3DS Max (W - vf)

Rhino (WM - vf)

SketchUp (WM / I - vf)

TinkerCAD (I - vf)

AutoCAD (WM - vf)

FreeCAD (WML - vf)

Fusion360 (WM - vo)

OnShape (I - vo)

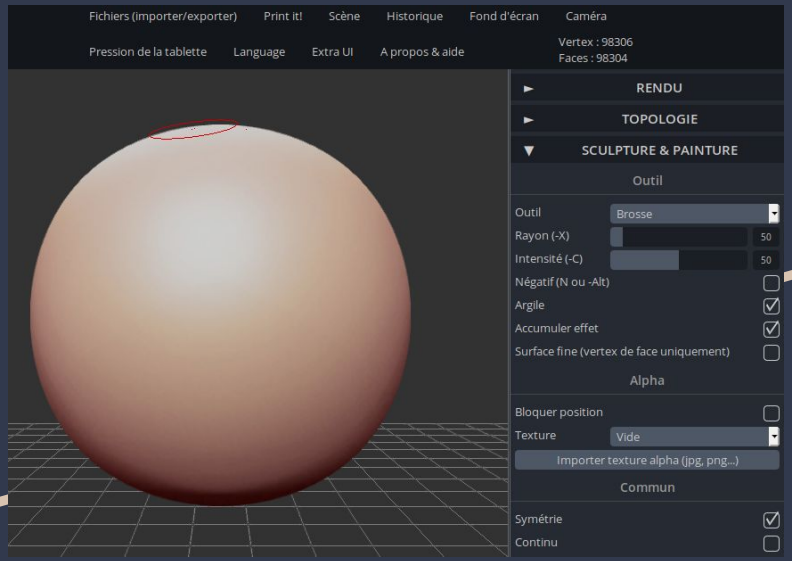
OpenSCAD (WML - vf*)

Solidworks (W - vf)

Légende : Windows, Mac, Linux, sur Internet, vo (anglais), vf (français), Gratuit, Gratuit pour EDU, Payant

SculptGL / SculptFab

https://stephaneginier.com/sculptgl/
https://labs.sketchfab.com/sculptfab/



Tourne sur un navigateur internet (disponible toutes plateformes mais performances limitées).

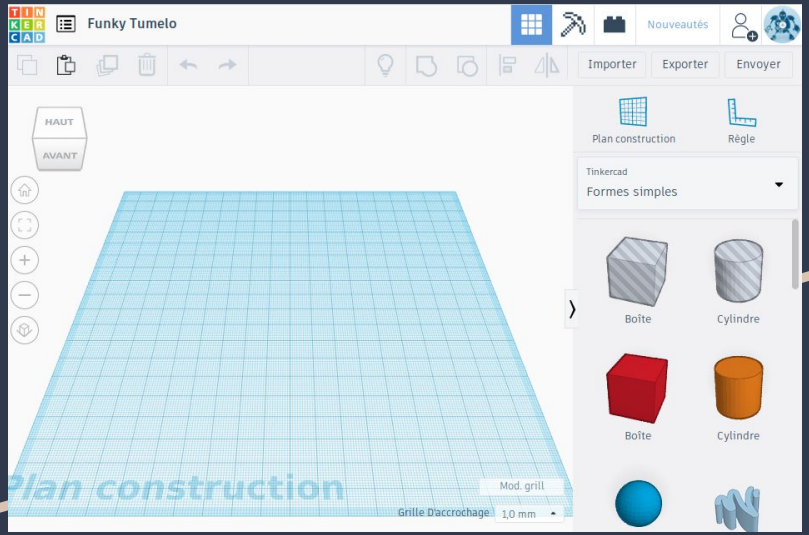
Complètement gratuit (sans enregistrement).

CAO surfacique -> projets artistiques à base de courbes (surfaces planes et dimensions précises à oublier).

Prise en main rapide (mais risque de fichier non imprimable).

TinkerCAD

https://www.tinkercad.com/



Tourne sur un navigateur internet (disponible toutes plateformes mais performances limitées).

Complètement gratuit (mais enregistrement nécessaire) avec options de gestion des élèves.

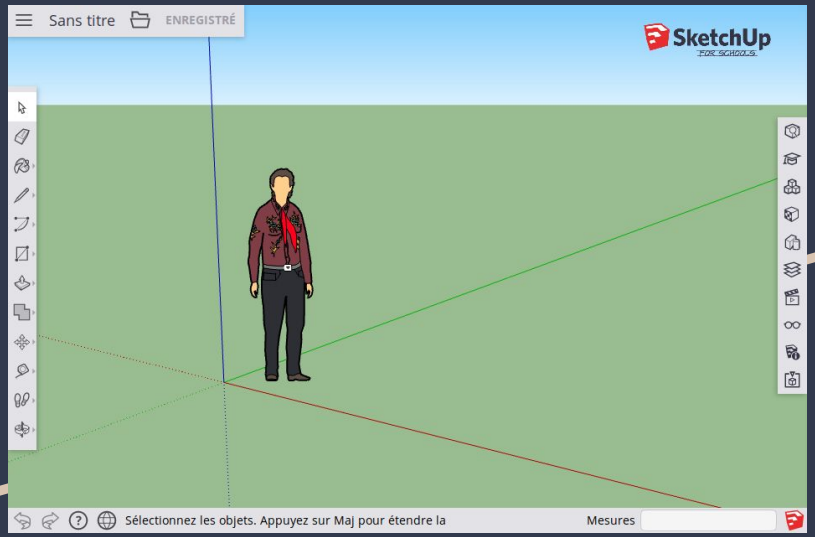
CAO hybride -> projets à base de volumes simples (dimensions précises à oublier)

Prise en main rapide.

-> FC Impression 3D

SketchUp for School

https://edu.sketchup.com/app



Tourne sur un navigateur internet (disponible toutes plateformes mais performances limitées).

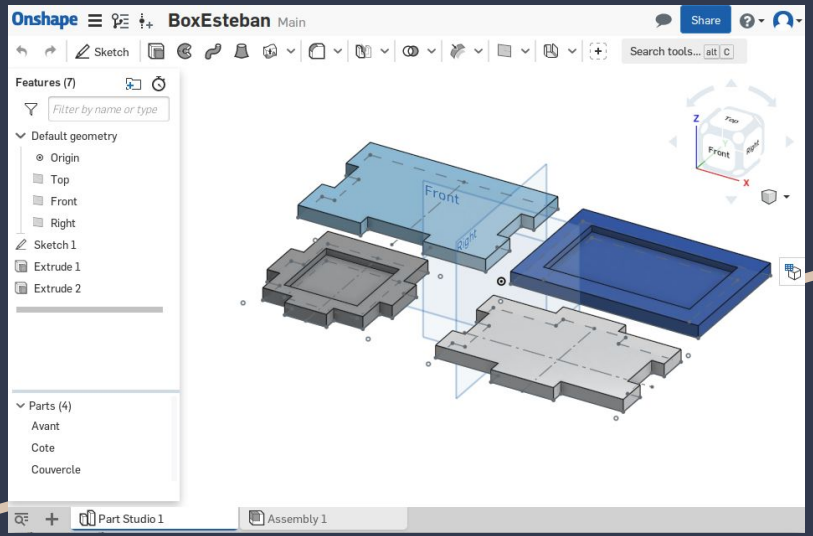
Complètement gratuit (mais enregistrement nécessaire) avec options de gestion des élèves (via EDUGE).

CAO hybride -> Paramétrique simplifié et limité

Prise en main normale.

OnShape

https://www.onshape.com/



Tourne sur un navigateur internet (disponible toutes plateformes mais performances limitées).

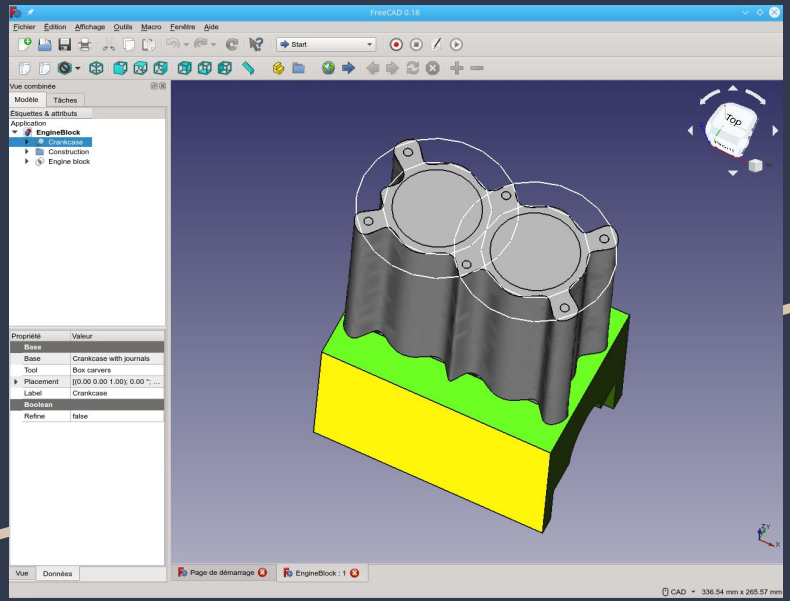
Gratuit pour les écoles (mais enregistrement nécessaire) avec options de gestion des élèves.

CAO paramétrique -> projets technique de précision (mais sculpture à oublier).

Prise en main lente, mais nombreux tutoriels (en anglais) et une aide contextuelle.

FreeCAD

https://www.freecadweb.org/?lang=fr



Installé sur les configurations linux ES (installable sur toutes les plateformes).

Complètement gratuit

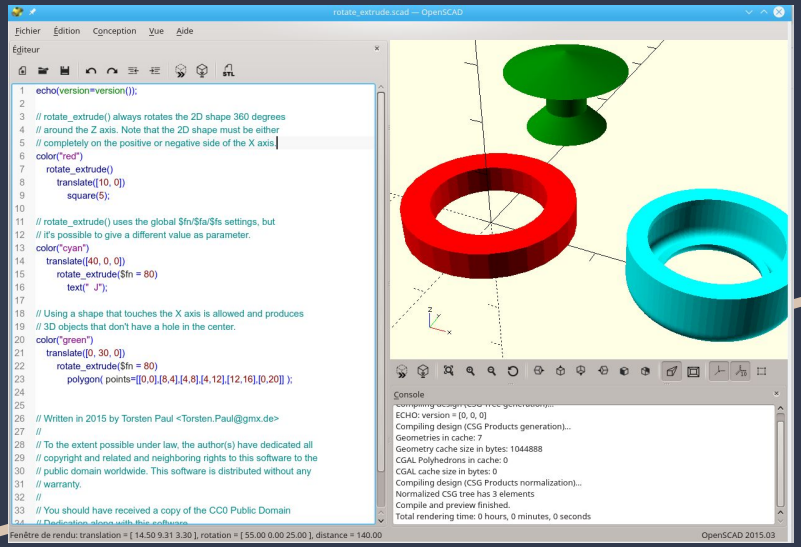
CAO paramétrique -> projets technique de précision (mais sculpture à oublier).

Prise en main lente, mais nombreux tutoriels et une documentation en français :
http://www.juggling.ch/gisin/impression3d/freecad/freecad.html

-> FC Impression 3D

OpenSCAD

https://www.openscad.org/index.html



Installé sur les configurations linux ES (installable sur toutes les plateformes).

Complètement gratuit

CAO paramétrique -> projets par “programmation”

Langage de programmation, mais nombreux tutoriels et une documentation en français : https://www.openscad.org/documentation.html

-> FC Impression 3D

Testez

Liste sur le fichier joint.

Reprise à 15h10 avec la photogrammétrie

Scan 3D - Aperçu

Appareil dédié

Portable ou “de bureau”

Cher ou peu efficace

Disponible au SDG
Solution Space

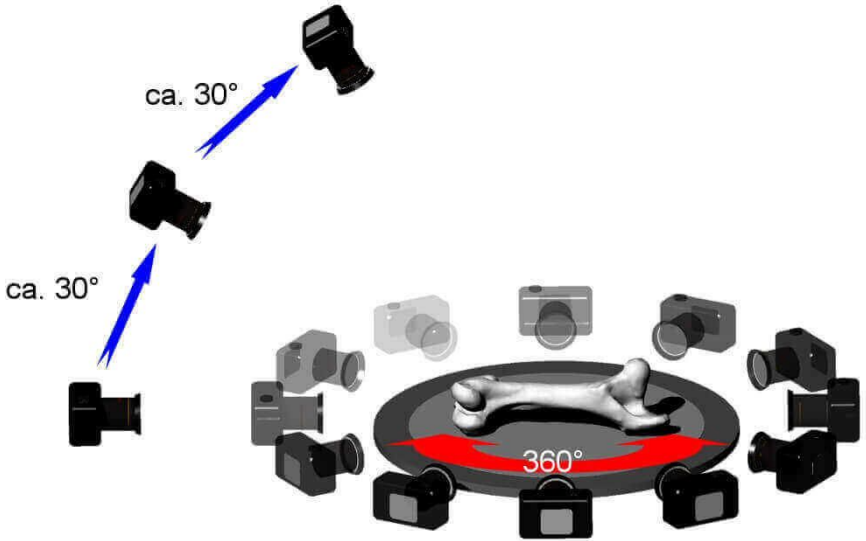


Einscan SP



Go!Scan 20

Scan 3D - Aperçu



Photogrammétrie

Utilise des photos numériques

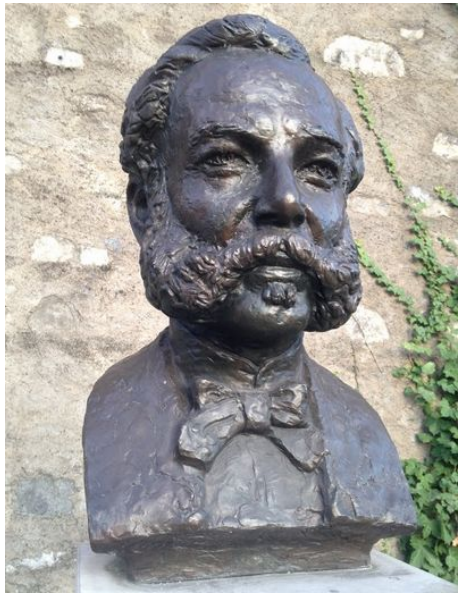
Divers logiciels gratuits (y compris Apps)

avec carte graphique : MeshRoom

sans carte graphique : VisualSFM

Scan 3D - Photogrammétrie

Réel



Numérique



Reproduction



Pause

Reprise à 15h40 avec la fabrication numérique en 2,5D-3D

Fabrication numérique en 2,5D et 3D

Ensemble des procédés visant la fabrication (d'une partie) d'un objet par des machines pilotées par ordinateur.

2D : gravure ou découpe de matériaux plats, sans exploitation de l'épaisseur

2,5D : découpe de matériaux globalement plats en exploitant plusieurs épaisseurs
ou
réalisation d'un objet en 3D par l'assemblage d'éléments fabriqués en 2D.

3D : fabrication additive : ajout de matériel
ou
fabrication soustractive : élimination de matériel.

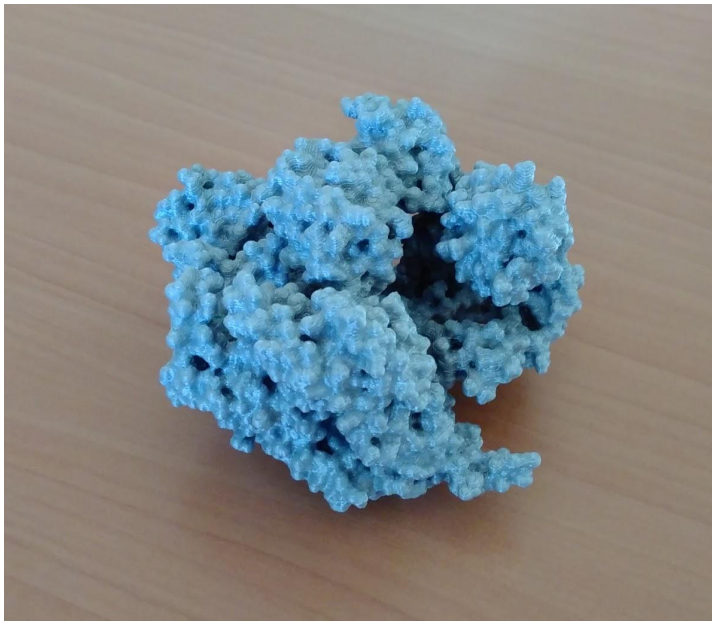
SEMLab

Imprimantes 3D (FDM)

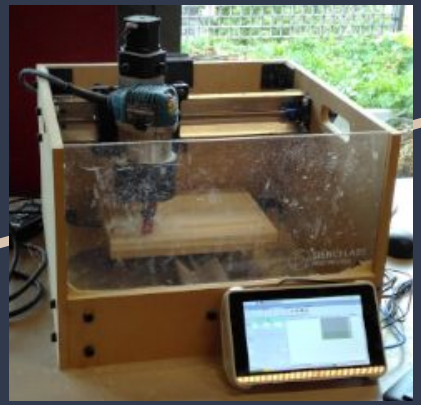
Makerbot Replicator
Ultimaker 3
Creality Ender 3

Fabrication additive en 3D

Plastiques et bioplastiques



SEMLab
Fraiseuses numériques 3 axes
Shapeoko 3 XXL
Sienci Mill One v3



Fabrication soustractive

- Matières plastiques
- Bois
- Métaux tendres
- etc.

Préparer ses fichiers pour la fabrication

Les logiciels de CAO n'assurent pas toujours la possibilité de FAO

-> Réparations et corrections des maillages parfois nécessaire

Volume non clos (trous)

Erreurs "Non-Manifold"

Trop de polygones inutiles

Meshlab (WML) - http://www.meshlab.net/

Meshmixer (WM) - http://www.meshmixer.com/

Remaillage obligatoire pour la photogrammétrie.

Préparer ses fichiers pour la fabrication

Adaptation des fichiers numériques à la FAO

-> Logiciels CAM : **la génération du G-code.**

Impression 3D (FDM) : Le Slicer

Cura (WML) :
https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura

Slic3r (WML) : https://slic3r.org/

Simplify 3D (WML) :
https://www.simplify3d.com/

Fabrication soustractive :

CAM-BAM (WL) :
http://www.cambam.info/

Fab Modules (I) :
http://kokompe.cba.mit.edu/

Kiri:Moto (I) : https://grid.space/kiri

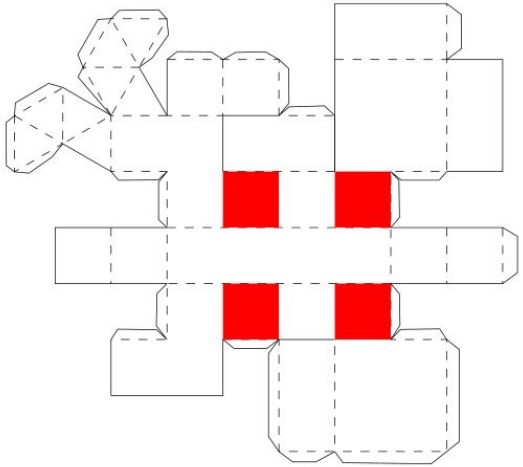
Pliage (2,5D)

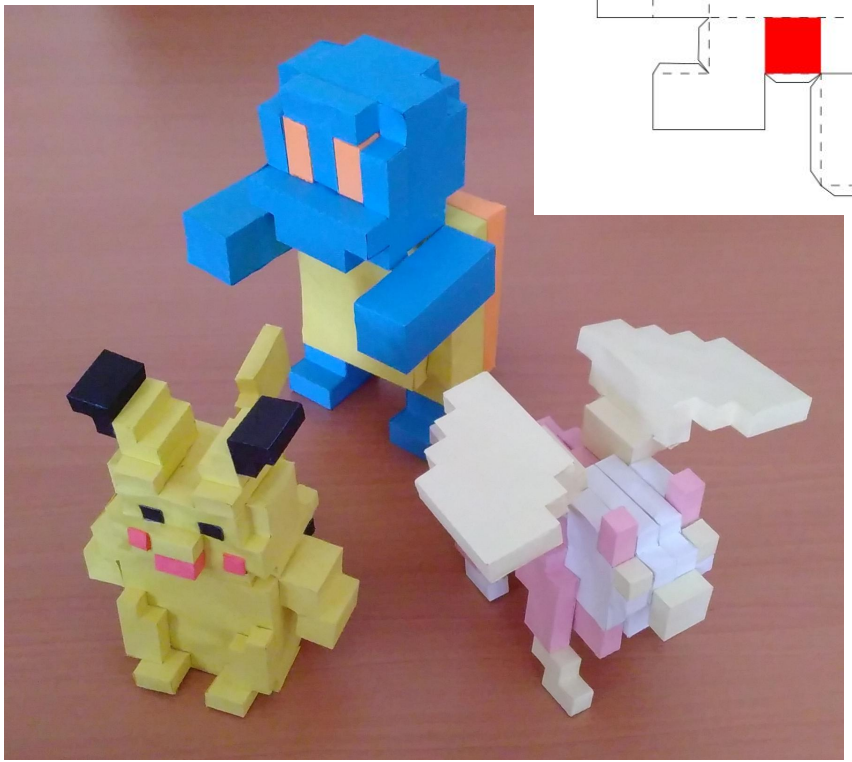
Papier et carton

Matières plastiques

Métaux

Slicer for Fusion 360 : https://apps.autodesk.com/FUSION/en/Detail/Index?id=8699194120463301363





“Slices” (2,5D)

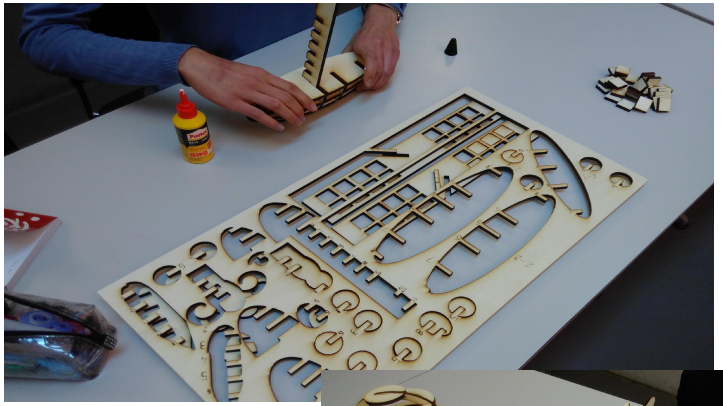
Carton

Matières plastiques

Bois, etc.

Slicer for Fusion 360 : https://apps.autodesk.com/FUSION/en/Detail/Index?id=8699194120463301363







Lithophanes (2,5D) (+ ou -)

Matières plastiques

Directement dans le Slicer

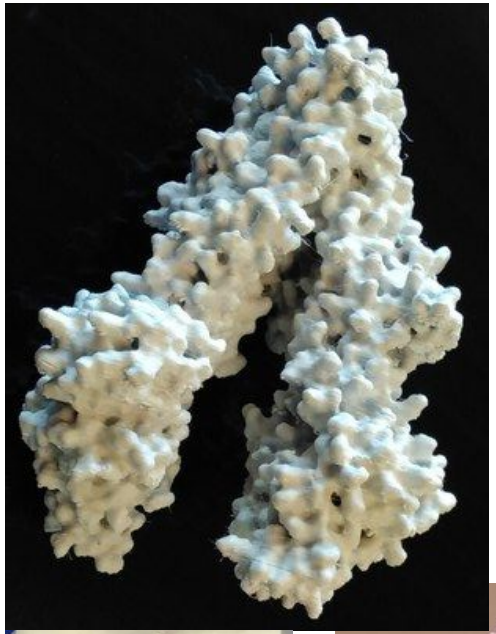
ou via site internet p.ex.
https://imagetostl.com/

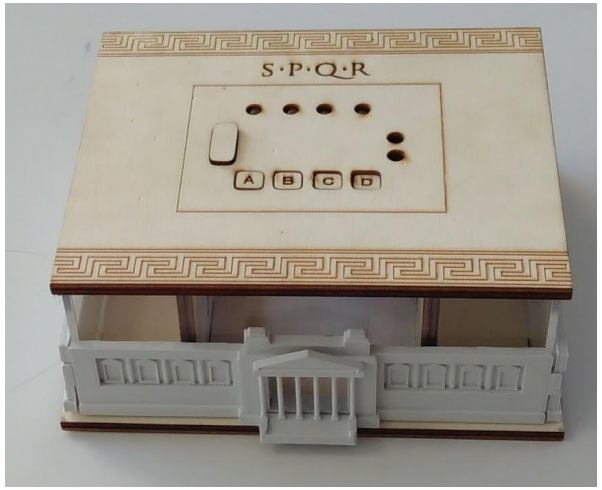


Volume complet (2,5D ou 3D)

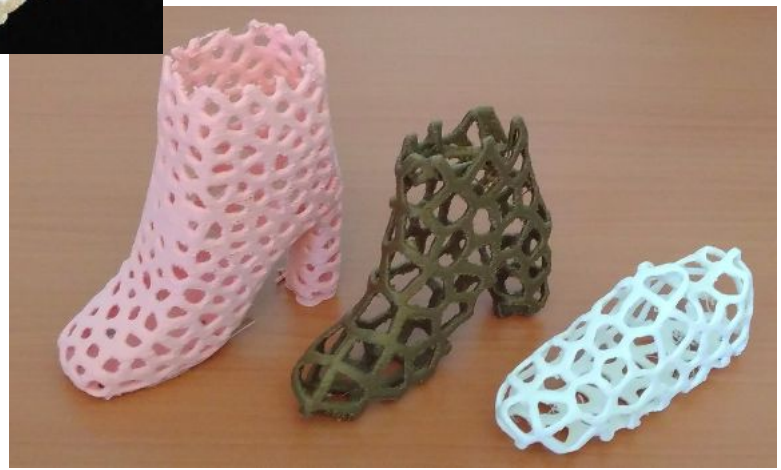
Matières plastiques (impression 3D)

Bois, etc. (fraisage 2,5D)









Questions ?

Merci de votre participation.