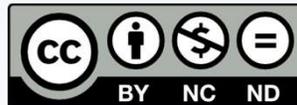


# IMPRESSION 3D

GAËTAN REY / GAETAN.REY@UNIV-COTEDAZUR.FR



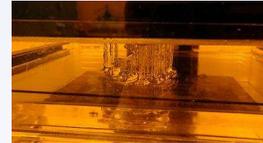
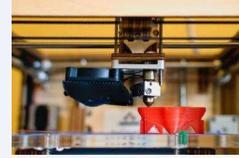
## ORIGINE

- Imaginée dans les ouvrages de fictions
  - [Arthur C. Clarke](#) évoquait une « machine à répliquer » dans les années 1960
  - Le professeur Tournesol invente une photocopieuse tridimensionnelle ([Tintin et le Lac aux requins](#))
- Juillet 1984 : 1<sup>er</sup> brevet « fabrication additive »
- Aout 1984 : brevet sur la « technique de stéréolithographie »
- Fin 1988 : 1<sup>ère</sup> imprimante 3D (la SLA-250)
- 2006 : naissance du projet RepRap



### 3 MÉTHODES COURANTES

- Impression par dépôt de matière fondue (FFF)
  - Le « Fused Filament Fabrication » repose sur l'extrusion d'un filament plastique chauffé. Cette méthode est aujourd'hui la plus utilisée dans les imprimantes 3D personnelles et professionnelles.
- Stéréolithographie (SLA)
  - Dans ce procédé, un laser ultraviolet polymérise (durcit) une résine, couche par couche.
- Frittage laser sélectif (SLS)
  - Largement utilisé en production industrielle, ce procédé s'appuie sur des lasers qui font fondre des poudres, couche par couche.



GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

[Source : [Autodesk.fr](http://Autodesk.fr)]

### DE NOMBREUSES TECHNIQUES

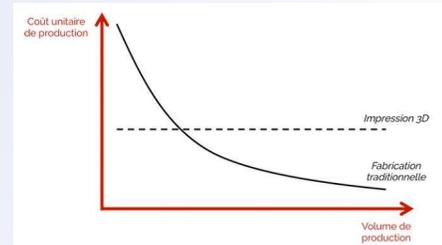
Matériaux	Dénomination française	Dénomination anglaise	Description
Bobine de fil	Dépôt de fil en Fusion	<b>FDM</b> Fused deposition modeling	Dépôt puis refroidissement d'un fil ramolli par chauffage.
Poudre	Fusion sélective par laser	<b>SLM</b> Selective Laser Melting	Réalisation par couches successives 2D grâce à un laser qui balaye chaque couche et provoque la fusion d'une fine poudre placée dans un bac.
Poudre	Frittage sélectif par laser	<b>SLS</b> Selective Laser Sintering	Réalisation par couches successives 2D grâce à un laser qui balaye chaque couche successivement et provoque le frittage d'une poudre placée dans un bac.
Poudre	Fusion par faisceau d'électrons	<b>EBM</b> Electron Beam Melting	Réalisation couche par couche par fusion de poudre de métal obtenu grâce à un faisceau d'électrons.
Liquide	Stéréolithographie	<b>SLA</b> Stereolithography Apparatus	Réalisation par couches successives 2D associée à un laser qui balaye chaque couche successivement dans un bain de liquide et le polymérise.
Poudre	photopolymérisation	<b>SLA</b> StereoLithography Apparatus	Dépôt mécanique de matière par couches successives.
Solide	Modélisation d'objets laminés	<b>LOM</b> Laminated Object Manufacturing	Collage de film avec un adhésif.

GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018 4

## POURQUOI L'IMPRESSIION 3D ?

- Un coût réduit pour les petites séries
  - Idéale pour le prototypage et la personnalisation
- Un processus de fabrication « rapide »
  - Attention, c'est rapide à l'échelle de l'industrie
- Une plus grande liberté de design
  - Optimisation topologie pour diminuer le coût de production, ...
- L'avènement de la production à la demande
  - Objet personnalisé, remplacement de pièces défectueuses, ...



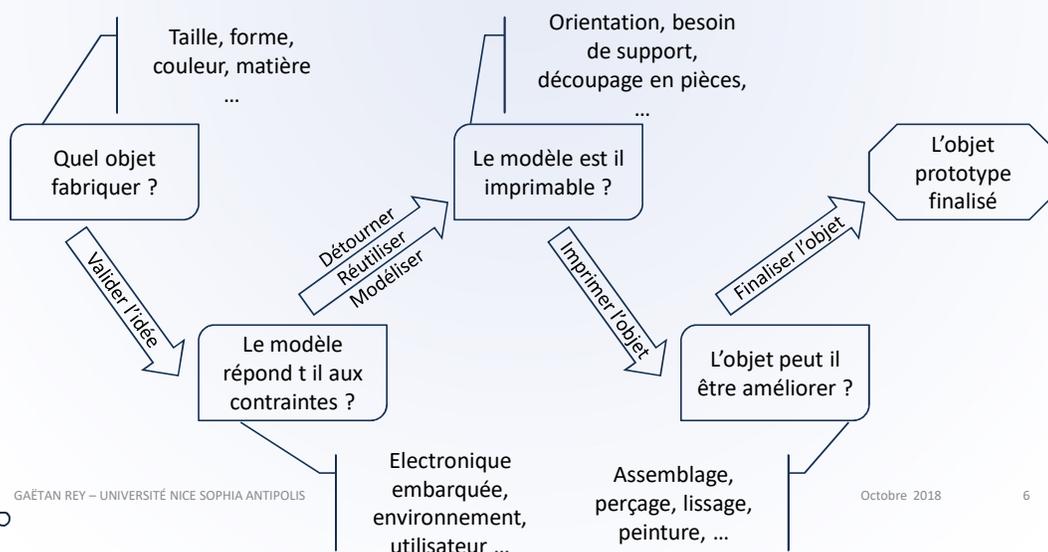
GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

5

[Source : [3dnatives.com](http://3dnatives.com)]

## DE L'IDÉE À L'OBJET



GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

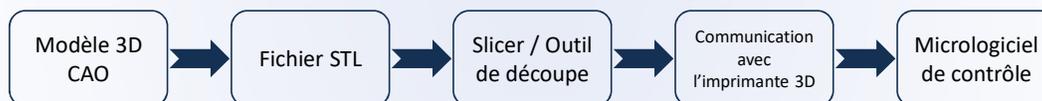
Octobre 2018

6

## MODÉLISER OU RÉUTILISER UN MODÈLE

- Logiciels
  - [SolidWorks](#), [SketchUp](#), [Blender](#), [AutoCAD](#), [Maya](#), ...
- Sites d'objets 3D
  - 3D Warehouse (~4M) : <https://3dwarehouse.sketchup.com/>
  - Grabcad (~3M) : <https://grabcad.com/library>
  - STFinder (~2,5M) : <https://www.stfinder.com/>
  - Yeggi (~1,6M) : <https://www.yeggi.com/>
  - Thingiverse (~1,1M) : <https://www.thingiverse.com/>
  - D'autres sites identifiés sur [aniwaa](#) pour les objets 3D imprimables ou non

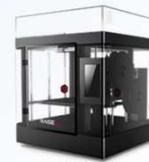
## DU MODÈLE 3D À L'OBJET IMPRIMÉ



- Les étapes de l'impression 3D
  - Design 3D, CAO
  - Visualisation, Vérification, Modification et Réparation des fichiers STL
    - STL est le format standard (STL pour STéréoLithographie)
    - Le STL décrit uniquement la géométrie d'un objet 3D (pas de couleur, ni de texture, ...)
  - Slicer
    - Découpe le modèle en tranche/couche (layer) 2D
    - Génération de G-Code : le code décrivant les ordres de fabrication d'une couche
  - Contrôle à distance

## LES MOYENS DE PRODUCTION ACCESSIBLES

- En partenariat / sous-traitance à l'IMREDD
  - Ultimaker extended 2+
    - FMD simple extrusion (223 x 223 x 305 mm)
  - Raise 3D N2 PLUS
    - FMD double extrusion (305 x 305 x 610 mm)
  - Omni 3d Factory 2.0
    - FMD double extrusion (500 x 500 x 500 mm)
    - Imprimante industrielle de micro production
    - Espace d'impression fermé et chauffé
- Dans le bâtiment templier 1, laboratoire I3S (en prêt)
  - Raise 3D N2
    - FMD double extrusion (305 x 305 x 305 mm)



GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

9

## LES MATÉRIAUX

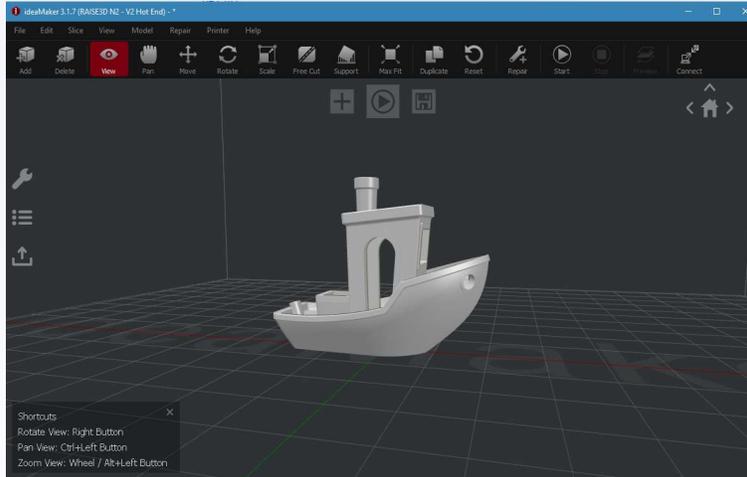
- Le PLA - acide polylactique
  - Bio dégradable, issu de matériaux recyclés ou d'amidon de maïs
  - Se ramollit autour de 50 °C et fond à partir de 160 °C (travaillé au dessus de 180 °C)
  - Sensible à l'humidité
  - Ne se plie pas bien et casse facilement
- L'ABS - Acrylonitrile butadiène styrène
  - Polymère thermoplastique
  - Se ramollit autour de 90 °C et fond à partir de 180 °C (travaillé au dessus de 230 °C)
  - Plie facilement
- De nombreux autres matériaux existent
  - ASA, PC, Nylon, PETG, HIPS, ...

GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

10

# IDEAMAKER

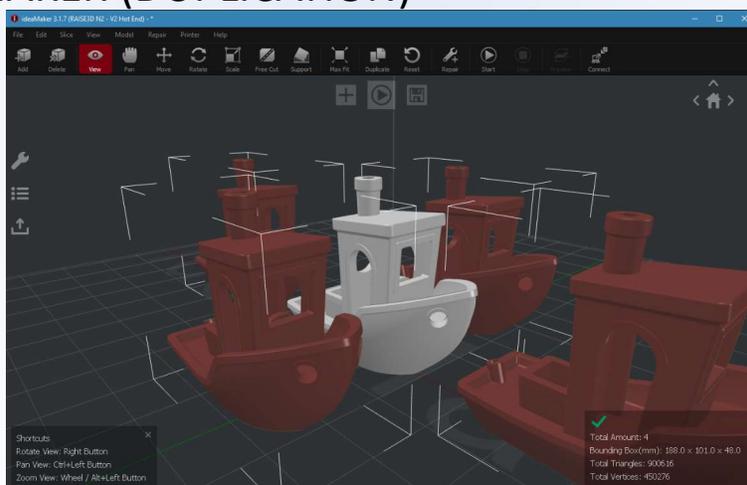


GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

11

# IDEAMAKER (DUPLICATION)



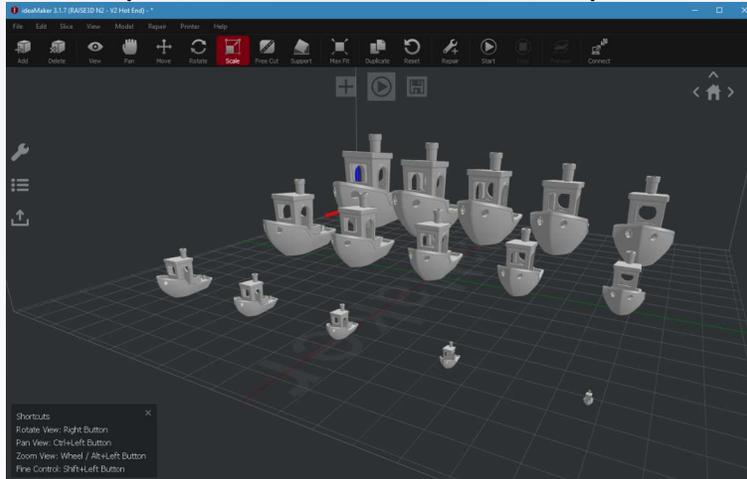
GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

12

## IDEAMAKER (REDIMENSIONNEMENT)

DEMO



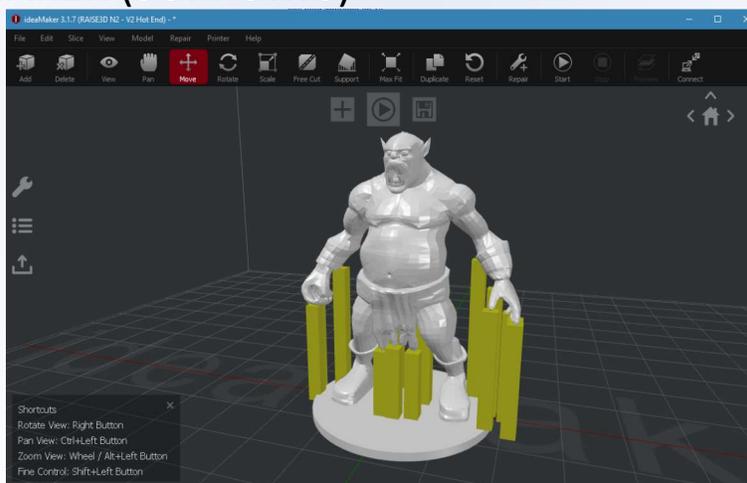
GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

13

## IDEAMAKER (SUPPORTS)

DEMO

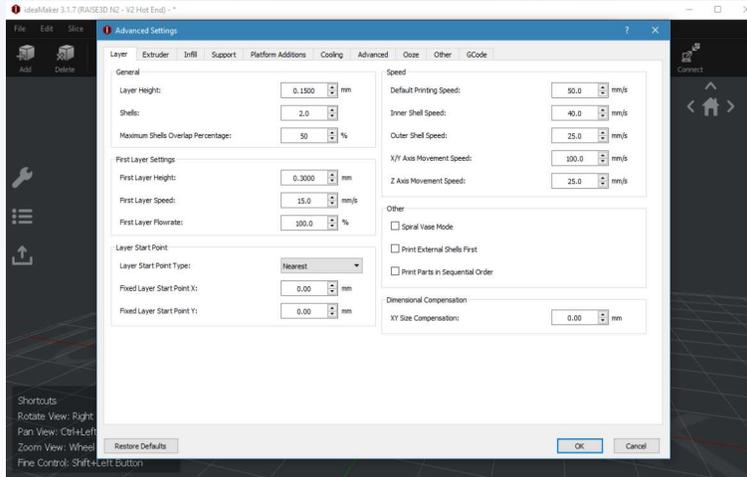


GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

14

# IDEAMAKER (PARAMÈTRES DU SLICER)

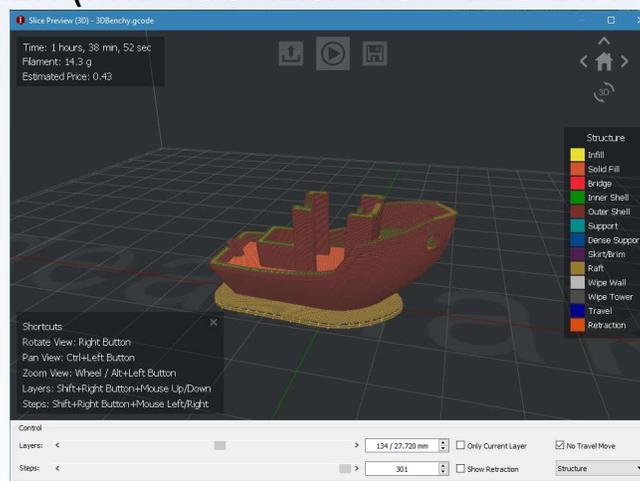


GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

15

# IDEAMAKER (PRÉVISUALISATION DES ÉTAPES)



GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

Octobre 2018

16

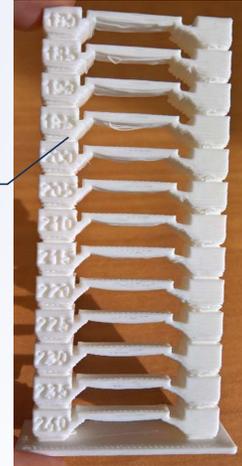
## MAIS TOUT N'EST PAS SI SIMPLE !!



Défauts sur le cou s'évasant

Aile rognée sans raison

GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

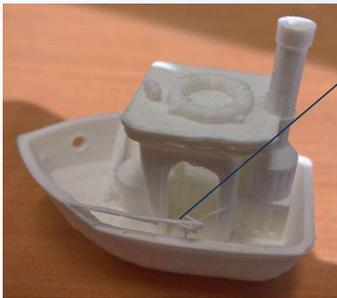


Les différences sont uniquement dues à la température

Octobre 2018

17

## MAIS TOUT N'EST PAS SI SIMPLE !!



Les petits éléments s'impriment souvent mal

GAËTAN REY – UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS

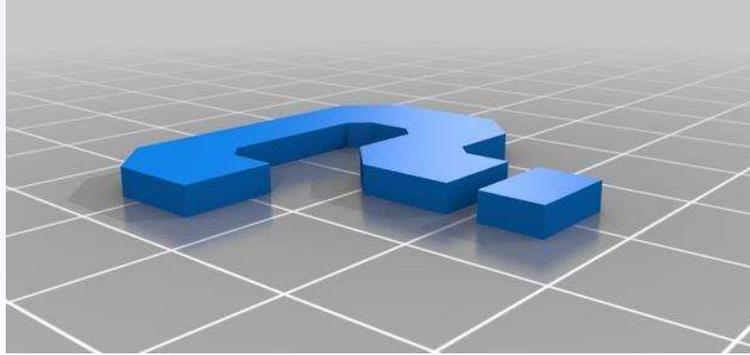


Impression depuis un autre logiciel

Octobre 2018

18

MERCI DE VOTRE ATTENTION,  
AVEZ-VOUS DES QUESTIONS ?



## BIBLIOGRAPHIE SUR L'IMPRESSION 3D

- Les logiciels de modélisation 3D : [la liste de 3dnatives](#)
- Le tutoriel SolidWorks e [Sculpteo](#)
- La liste des 20 meilleurs logiciels gratuits de 2018 par [All3DP](#)
- Les chaînes Youtube : [la liste des 86 chaînes d'aniwaa](#)
- Les communautés web : [33 groupes facebook et forum](#)
- Le lissage d'objets imprimés en ABS ou PLA : [les conseils d'additiverse](#)