

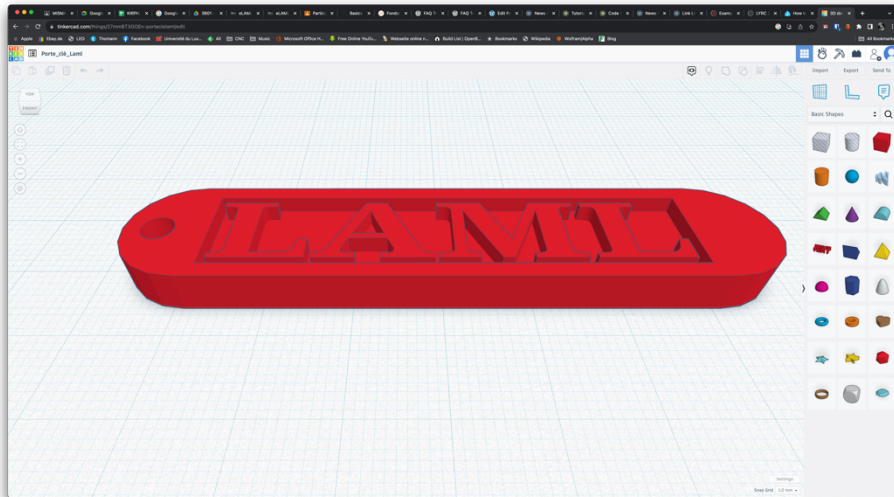


# Introduction to 3D Design and 3D Printing

**AUTHORS (NAMES /SCHOOL / COUNTRY): PHILIPPE KIRSCH / LYCÉE ALINE MAYRISCH / LUXEMBOURG**

RELATED SUBJECTS	GRADE RECOMMENDATIONS	TOTAL ACTIVITY TIME	LEARNING OBJECTIVES DURING THE LESSON SUBJECT-SPECIFIC COMPETENCIES	LEARNING OBJECTIVES AFTER THE LESSON
Mathematics, Physics, Chemistry, Material Sciences, Arts	Ages 13 -16	90 minutes	Understand the process of 3D fabrication from the first idea to a finished object.	Introduction to learning Objectives after the lessons, e.g. goals for follow-up (long term)

## OVERVIEW: TOPIC & PURPOSE



In this unit, the students will get a theoretical and practical introduction to 3D printing and the complete preceding design process. Starting from an existing keyring, students will learn how to create a basic 3D computer model of the desired object. Basic geometry knowledge, but also the ability to imagine objects in 3D are required. The use of a computer design software (Computer Aided Design, CAD) and the navigation in a 3D computer environment are necessary to achieve the proposed goal.





## ACTIVITY PREREQUISITES

/

## STEAM ELEMENTS

<p><b>ELEMENT 1:</b> context presentation</p>	<p>What are the geometrical properties of the design of a keyring? How can I use basic geometric shapes to create more complex, esthetical shapes and volumes? How to use symmetry as a design aspect?</p>
<p><b>ELEMENT 2:</b> creative design</p>	<p>Designing a geometric 3D model. Choosing dimensions for width length and thickness of the keyring. Imagining different alternatives to integrate a label (negative text, embossed text, relief text, etc.).</p>
<p><b>ELEMENT 3:</b> emotional and social learning</p>	<p>Learning through communication and exchange with other students in the group. Offering mutual help in order to learn how to manipulate the technological tools required. Staying focused from the initial idea until the point where the idea has become real and the students can hold the designed physical object in their hands. Going beyond theoretical knowledge and abstract concepts, with a physical, real-world out-come. Having the freedom to take design decisions and experiencing self-efficiency.</p>



**STEAM SUBJECT ELEMENTS**

STEAM SUBJECTS	SCIENCE	TECHNOLOGY	ENGINEERING	ARTS	MATHEMATICS
<p><b>SHORT INTRODUCTION TO RELATED SUBJECT ELEMENTS</b></p>	<p>Physics-Chemistry (Material Sciences): different types of plastics with different properties (melting point, resistance to UV, acids, etc.)</p>	<p>3D manufacturing using FDM printers.</p> <p>Geometry in 3D: orientation</p> <p>Use of CAD software to design a 3D computer model.</p> <p>Use of CAM software to translate the 3D model into program code the 3D printer can use to produce the actual part.</p>	<p>Interaction of dimensions in the keyring, e.g. where to put the hole for the metal ring, so that it can freely move even with keys attached to the ring.</p>	<p>Design aesthetics</p> <p>Color of the finished part</p> <p>Elements of symmetry or asymmetry</p> <p>Size and aspect ratio of the keyring</p>	<p>Geometry: parallelism, shapes, aspect ratios</p> <p>Calculating dimensions base on constraints</p>





**SYLLABUS**

LESSONS	SUBJECTS	TOPIC OF THE UNIT	LEARNING OBJECTIVES DURING THE LESSON: SUBJECT SPECIFIC COMPETENCIES	LEARNING OBJECTIVES AFTER THE LESSON: STEAM COMPETENCIES
1	Mathematics, Physics-Chemistry	Introduction to 3D printing	<p>Understand the whole design and fabrication process in order to be able to take the necessary design decisions at the right moment.</p> <p>Which materials are suited for which applications?</p>	<p>The students are able to produce more complex structures and objects by themselves through understanding the whole process.</p> <p>They are able to model their ideas using a combination of basic geometric shapes.</p>
2	CAD-CAM software, 3D printer manipulation & control	Do you own design in 45 minutes!	<p>The students learn how to use the required computer tools to produce their own personal design of a keyring.</p> <p>Changing and adapting the design on the computer will let them decide about the aesthetics of the final product.</p>	<p>The students will be capable of designing a 3D object from A to Z, by considering all different aspects (size, design, material properties and choices, function) of another object by transferring the learned skills to a new creation.</p>





## INSTRUCTIONAL PLAN BY LESSON (COPY AS MANY TIMES AS NEEDED)

### LESSON 1

TIME PLAN	TEACHING & LEARNING ACTIVITIES	MATERIALS	LEARNING OBJECTIVES
<b>INTRODUCTION</b> (10 minutes)	Quick presentation of the complete 3D design and production process	Presentation (PDF attachment, slides 1 to 8)	Understanding the overall process and the order of the different steps
<b>LEARNING ACTIVITIES</b> (35 minutes)	Details about each step of the design process. Which decisions must be made at what point? What are their implications?	Presentation (PDF attachment, slides 9 to 23)	Understanding the process more in detail and the importance of the different steps with their impact on the final result

### LESSON 2

TIME PLAN	TEACHING & LEARNING ACTIVITIES	MATERIALS	LEARNING OBJECTIVES
<b>HANDS-ON ACTIVITIES</b> (35 minutes)	Use the learned guidelines to design and produce a physical object	A computer, a CAD software (TinkerCAD), a CAM software (PrusaSlicer), a 3D Printer (Prusa i3 MK3S+ & OctoPrint)) and filament in different colors	Manipulate the technology (computer software, 3D printer) to produce the desired output
<b>WRAP-UP &amp; EVALUATION</b> (10 minutes)	Optical inspection of the produced parts (keyrings), comparison of the students' work and discussing the differences (aesthetics, function, etc.)	3D-printed keyrings	Critical analysis of the preceding choices for the final product, changing different aspects in order to get a better (smaller, nicer, lighter(?), etc.) product in the next iteration cycle. Self-improvement.





## EVALUATION PLAN BY LESSON

LESSON	EVALUATION CRITERIA	EVALUATION METHOD
1	Does the student understand / know the basic ideas of 3D design and printing?	Questions & Answers
2	Did the student make the desired product?	Observation, comparing products, highlighting differences

## NOTES

/

## ACTIVITY SHEETS TO BE LINKED

As attachment

## EVALUATION MATERIALS TO BE LINKED

/

## REFERENCES / SUPPORTING MATERIALS TO BE LINKED

TinkerCAD: <https://www.tinkercad.com/>

PrusaSlicer: [https://www.prusa3d.com/de/page/prusaslicer\\_424/](https://www.prusa3d.com/de/page/prusaslicer_424/)

Prusa i3 MK3S+: <https://www.prusa3d.com/product/original-prusa-i3-mk3s-3d-printer-kit/>



# LAML Makerspace 3D Printing

Une introduction à l'impression 3D en 100 minutes.

Philippe KIRSCH  
([philippe.kirsch@education.lu](mailto:philippe.kirsch@education.lu))

Lycée Aline Mayrisch Luxembourg

13 novembre 2023



LAML

0. Déroulement

1. Introduction

2. Généralités

3. Principe

4. Création

5. Slicing

6. Impression 3D

7. Questions

That's all folks...

# 0. Déroulement





0. Déroulement

1. Introduction

2. Généralités

3. Principe

4. Création

5. Slicing

6. Impression 3D

7. Questions

That's all folks...

## Déroulement de l'atelier

- 1 Introduction : The LAML Makerspace
- 2 Généralités sur l'impression 3D
- 3 Principe du processus complet
- 4 Création d'un objet 3D - Design
- 5 (P)réparation des données - Slicing
- 6 Impression 3D
- 7 Questions ?



LAML

0. Déroulement

**1. Introduction**

2. Généralités

3. Principe

4. Création

5. Slicing

6. Impression 3D

7. Questions

That's all folks...

# 1. Introduction



## The LAML Makerspace

- Belle salle pour projets S32
- 8 imprimantes 3D Prusa i3 MK3/MK3S+
- 1 laser cutter Glowforge
- 1 foil cutter Brother Cameo4
- 4 stations de soudage
- 12 ordinateurs Mac mini
- Raspberry Pi's, Arduino's, Circuit Playgrounds, Kniwwelino's
- divers outils, pièces mécaniques et électroniques
- ...et notre propre page web :  
<http://makerspace.laml.lu>

## Attention :

*Le LAML Makerspace est ouvert tous les mercredis  
de 12 :00 à 13 :50 !*



LAML

- 0. Déroulement
- 1. Introduction
- 2. Généralités**
- 3. Principe
- 4. Création
- 5. Slicing
- 6. Impression 3D
- 7. Questions
- That's all folks...

## 2. Généralités sur l'impression 3D



## Fabrication soustractive

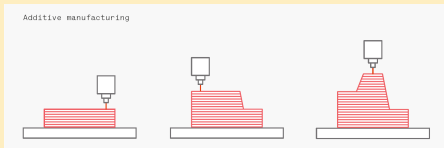
L'usinage CNC est une technologie de fabrication soustractive courante.

Contrairement à l'impression 3D, le processus commence généralement par un bloc de matériau solide et enlève de la matière pour obtenir la forme finale requise, à l'aide d'une variété d'outils rotatifs tranchants ou de fraises.



## Fabrication additive

Les procédés de fabrication additive ou d'impression 3D permettent de fabriquer des pièces en ajoutant de la matière couche par couche. Les procédés de fabrication additive ne nécessitent pas d'outillage ou d'installations spéciales, de sorte que les coûts d'installation initiaux sont réduits au minimum.



## Types d'impression 3D

- Stereolithography (SLA)
- Selective Laser Sintering (SLS)
- **Fused Deposition Modeling (FDM)**
- Digital Light Process (DLP)
- Direct Metal Laser Sintering (DMLS)
- Electron Beam Melting (EBM)

## Matériaux utilisables <sup>1</sup>

- ABS
- TPE, TPU <sup>2</sup>
- **PLA <sup>3</sup>**
- HIPS, PVA <sup>4</sup>
- PETG <sup>5</sup>
- ASA <sup>6</sup>
- PC, PP
- PEEK <sup>7</sup>

---

1. <https://www.simplify3d.com/support/materials-guide/>

2. flexible
3. facile à imprimer, bon marché
4. solubles dans l'eau
5. convient pour la nourriture
6. résiste aux températures élevés et aux UVs
7. aussi résistant que de l'aluminium



LAML

- 0. Déroulement
- 1. Introduction
- 2. Généralités
- 3. Principe**
- 4. Création
- 5. Slicing
- 6. Impression 3D
- 7. Questions
- That's all folks...

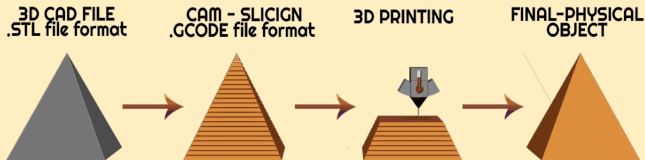
# 3. Principe de l'impression 3D



## Étapes d'une impression 3D

- 1 Création (concevoir, numériser ou télécharger)
- 2 Exportation du fichier généré (.STL ; .OBJ ; .3MF ;)
- 3 Slicing (CAM - Computer Aided Manufacturing)
- 4 Impression
- 5 Enlèvement des supports, post-processing

## Schéma





LAML

- 0. Déroulement
- 1. Introduction
- 2. Généralités
- 3. Principe
- 4. Création
- 5. Slicing
- 6. Impression 3D
- 7. Questions
- That's all folks...

# Imprimeur 3D

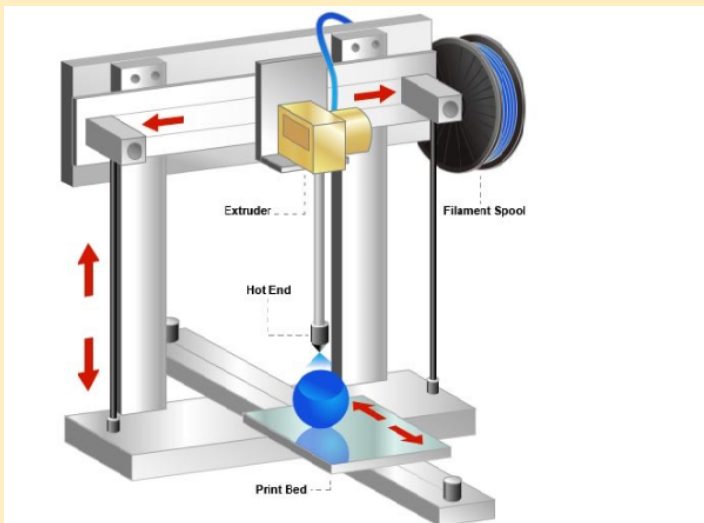


Figure – Schéma d'une imprimante 3D.



- 0. Déroulement
  - 1. Introduction
  - 2. Généralités
  - 3. Principe
  - 4. Création
  - 5. Slicing
  - 6. Impression 3D
  - 7. Questions
- That's all folks...

## Tête d'extrusion

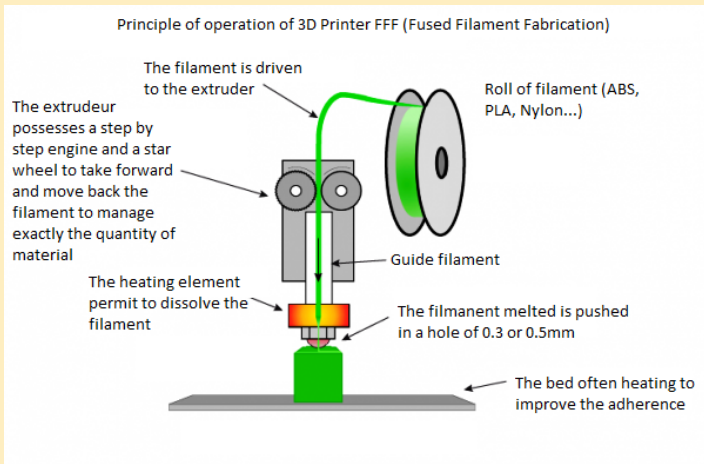


Figure – Schéma d'une tête d'extrusion (extruder).



LAML

- 0. Déroulement
- 1. Introduction
- 2. Généralités
- 3. Principe
- 4. Création**
- 5. Slicing
- 6. Impression 3D
- 7. Questions
- That's all folks...

# 4. Création d'un objet 3D



## Création - 3 possibilités

- concevoir un objet 3D soi-même à l'aide d'un logiciel sur ordinateur ou tablette (**TinkerCAD**, **Shapr3D**, **Blender**, **OpenSCAD**, **Fusion 360**)
- numériser un objet existant pour en faire une copie (**Qlone**, **ScandyPro**)
- télécharger un objet réalisé par une autre personne (**Thingiverse**, **Thangs**, etc.)

## Exportation, sauvegarde - STL, OBJ, 3MF

- Une fois terminé la conception CAO/CAD<sup>8</sup>, il sauvegarder/exporter l'objet dans un format approprié. Le format de fichier le plus courant pour l'impression 3D est appelé STL<sup>9</sup>.
- Les alternatives plus performantes à STL sont .OBJ et .3MF.
- Ces formats de fichier ne contiennent pas d'informations sur les couleurs. Pour l'impression 3D en couleur, vous devez utiliser des formats de fichier tels que .X3D, .WRL, .DAE, .PLY, etc.

8. Conception Assisté par Ordinateur / Computer Aided Design

9. STL signifie STereoLithography, du nom du tout premier procédé d'impression 3D. ☰ ▶ ☰ 🔍 ↻



LAML

0. Déroulement

1. Introduction

2. Généralités

3. Principe

4. Création

5. Slicing

6. Impression 3D

7. Questions

That's all folks...

# 5. Préparation des données - Slicing



# Slicing

C'est le processus qui consiste à traduire le fichier 3D en instructions que l'imprimante 3D doit suivre à l'aide d'un logiciel spécial pour faire cela ! En gros, le découpage consiste à diviser ou à découper le modèle 3D en centaines ou milliers de couches horizontales, indiquant à la machine exactement ce qu'elle doit faire, étape par étape. Une fois les fichiers découpés en tranches, un nouveau format de fichier est généré, appelé G-code, avec l'extension `.GCODE`<sup>10</sup>.

## Logiciels de Slicing

- Slic3r<sup>11</sup>
- **PrusaSlicer**<sup>12</sup>, dérivé de Slic3r
- SuperSlicer<sup>13</sup>, dérivé de PrusaSlicer
- Cura<sup>14</sup>
- *Simplify3D*<sup>15</sup>

10. Le code G est le langage de programmation principalement utilisé pour contrôler les machines-outils automatisées comme les imprimantes 3D et les CNC (Computer Numerical Controls). En un mot, le code G est le langage de la machine et ce que nous utilisons pour communiquer avec elle !

11. <https://slic3r.org/>

12. <https://help.prusa3d.com/en/downloads/>

13. <https://github.com/supermerill/SuperSlicer>

14. <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>

15. <https://www.simplify3d.com/>



- 0. Déroulement
  - 1. Introduction
  - 2. Généralités
  - 3. Principe
  - 4. Création
  - 5. Slicing
  - 6. Impression 3D
  - 7. Questions
- That's all folks...

## PrusaSlicer : Importation

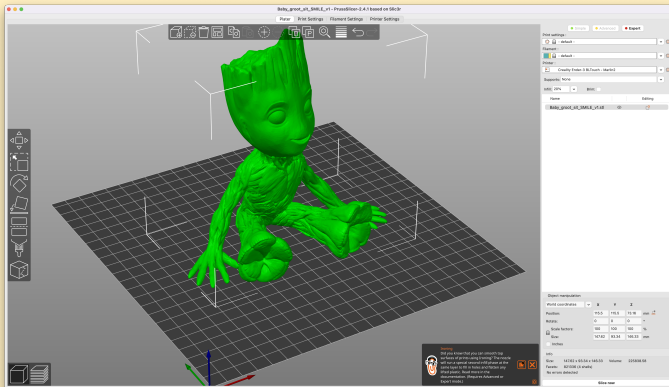


Figure – Fichier STL importé dans PrusaSlicer.



# PrusaSlicer : Découpage

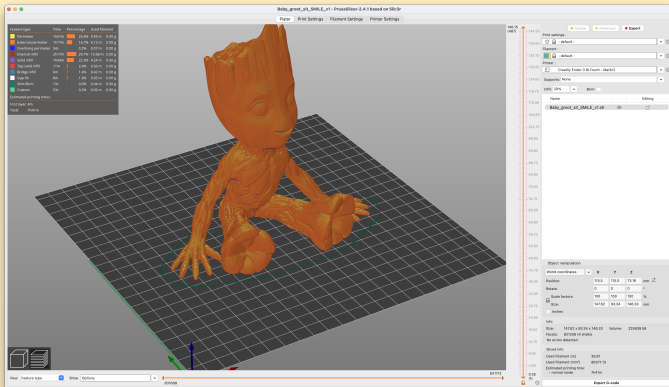


Figure – Fichier STL découpé par PrusaSlicer.





# Prusaslicer : Vue en coupe

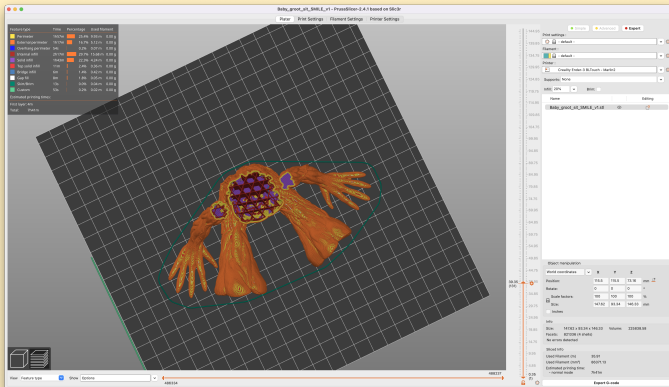


Figure – Coupe à travers le découpage.



LAML

0. Déroulement

1. Introduction

2. Généralités

3. Principe

4. Création

5. Slicing

**6. Impression 3D**

7. Questions

That's all folks...

# 6. Impression 3D



# Impression via OctoPrint (Interface Web)

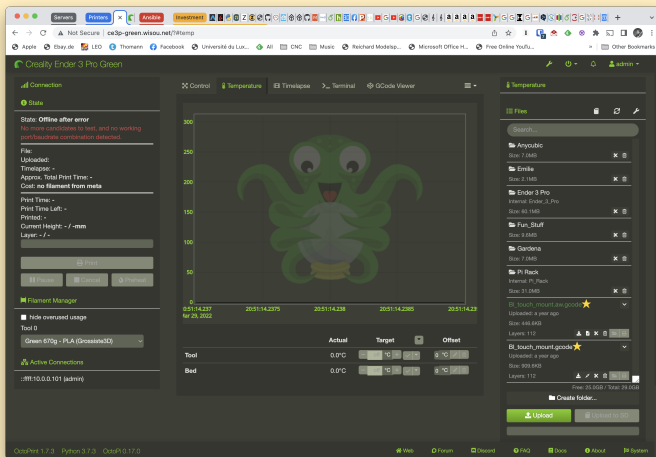


Figure – Interface web de OctoPrint.



## Nos imprimantes 3D

- Prusa 01 : Prusa i3 MK3S+ (<http://prusa01.local/>)
- Prusa 02 : Prusa i3 MK3 (<http://prusa02.local/>)
- Prusa 03 : Prusa i3 MK3 (<http://prusa03.local/>)
- Prusa 04 : Prusa i3 MK3 (<http://prusa04.local/>)
- Prusa 05 : Prusa i3 MK3S+ (<http://prusa05.local/>)
- Prusa 06 : Prusa i3 MK3S+ (<http://prusa06.local/>)
- Prusa 07 : Prusa i3 MK3S+ (<http://prusa07.local/>)
- Prusa 08 : Prusa i3 MK3S+ (<http://prusa08.local/>)

## Données de connexion

- Login : prusa
- Mot de passe : prusa



LAML

- 0. Déroulement
- 1. Introduction
- 2. Généralités
- 3. Principe
- 4. Création
- 5. Slicing
- 6. Impression 3D
- 7. Questions**

That's all folks...

## 7. Questions - Divers



LAML

- 0. Déroulement
- 1. Introduction
- 2. Généralités
- 3. Principe
- 4. Création
- 5. Slicing
- 6. Impression 3D
- 7. Questions
- That's all folks...



Merci pour votre participation !

