

# Creation de kits constructifs avec une imprimante 3D

Daniel K. Schneider (ed.)

# Contenus

## Articles

Objets pédagogiques avec une imprimante 3D 1

## Conception d'objets 3D 5

Tutoriel OpenSCAD 5

Autodesk 123D Beta 9 57

Meshlab pour impression 3D 72

## Impression 3D 76

Fabrication avec une imprimante 3D 76

Configuration imprimante 3D Felix 2.0 83

Filament pour impression 3D 96

Traitement d'impressions polymériques 3D 112

## Projets 124

STIC:STIC IV (2015)/Productions finales 124

STIC:STIC IV (2015)/Aires cérébrales 129

STIC:STIC IV (2015)/Animaux du monde 135

STIC:STIC IV (2015)/Carte Suisse 3D 140

STIC:STIC IV (2015)/COX et ses drugs 142

STIC:STIC IV (2015)/Cubricks 148

STIC:STIC IV (2015)/Jeu d'engrenages 158

STIC:STIC IV (2015)/Kit ADN 162

STIC:STIC IV (2015)/Kit de chimie 164

STIC:STIC IV (2015)/Kit pour étudier la table de multiplication 180

STIC:STIC IV (2015)/Le Jeu DD 186

STIC:STIC IV (2015)/Les os de la main 195

STIC:STIC IV (2015)/La pyramide labyrinthe 200

STIC:STIC IV (2015)/Mini-golf de table 203

STIC:STIC IV (2015)/Morpion 207

STIC:STIC IV (2015)/Pictos3D 215

STIC:STIC IV (2015)/Pyramide alimentaire constructible 218

STIC:STIC IV (2015)/Tangram 222

STIC:STIC IV (2015)/La portée musicale 225

STIC:STIC IV (2015)/Le jeu des panneaux de signalisation routière 230

STIC:STIC IV (2015)/Form-idable	232
<b>Aspets conceptuels</b>	<b>242</b>
Kit de construction	242
Objet d'apprentissage constructionniste	244
<b>Références</b>	
Sources et contributeurs de l'article	250
Source des images, licences et contributeurs	251
<b>Licence des articles</b>	
Licence	256

# Objets pédagogiques avec une imprimante 3D

---

**Cet article est incomplet.**

Il est jugé trop incomplet dans son développement ou dans l'expression des concepts et des idées. Son contenu est donc à considérer avec précaution.

## Introduction

Cet article recense quelques objets qu'on peut ou qu'on pourrait fabriquer avec une imprimante 3D ou une découpeuse laser. On catégorise ces différents exemples selon leurs diverses finalités pédagogiques.

## Usages

### Rendre accessible le non-visible

Dans l'enseignement, la modélisation 3D permet de représenter des éléments en changeant leur échelle. Ainsi, il devient possible de représenter aisément le système solaire ou, à l'inverse, d'illustrer la construction de molécules, de virus ou d'organes pour des étudiants en biologie.

### Décomposer des objets complexes

Dans le domaine de l'horlogerie ou de la microtechnique, les éléments sont tellement imbriqués les uns dans les autres qu'ils forment un tout très difficile à appréhender pour un néophyte. Rendre dissociable et préhensible les différentes parties d'un mécanisme en permet une compréhension plus approfondie.

### Exemples concrets

- L'objet Cathédrale gothique <sup>[1]</sup>, crée par Skimbal <sup>[2]</sup> est un objet intéressant par sa complexité et les détails architecturaux fidèlement reproduits : pinacles, arc-boutants, culées, arcs brisés, contreforts, flèche de transept. Il ne manque que les vitraux, les sculptures sur le tympan et les gargouilles ! Cet objet pourrait trouver sa place dans un cours d'architecture gothique décomposant les différentes parties d'une cathédrale.
- Ce Rubber Band Gear Mechanism <sup>[3]</sup> créé par Skimbal <sup>[2]</sup> est un système d'engrenage comme on en trouve dans les horloges. Si chaque pièce prise séparément semble a priori simple à réaliser, l'ensemble a dû demander une grande précision pour in fine obtenir un mécanisme qui marche.

Une vidéo <sup>[4]</sup> montrant le fonctionnement de l'objet est disponible.

### Faire comprendre des concepts

la modélisation 3D permet aussi la représentation de concepts difficilement compréhensibles. En modulant les couleurs et les volumes, on permet une représentation plus pointue qu'en s'aidant d'un simple schéma. Ainsi, on représente aisément en géographie une carte comprenant la topographie et des indices démographique, par exemple. Ou encore peut-on plus facilement représenter des modèles mathématiques quand ils traitent de l'espace.

### Reproduire des objets inaccessibles

Dans l'enseignement de l'art ou de l'histoire, il n'est pas rare de mentionner ou de vouloir illustrer des objets qui ne sont pas accessibles physiquement. La modélisation 3D a pour avantage de pouvoir extraire des illustrations en 2D d'objets dégradés depuis des siècles, tout comme il est possible de reconstituer des oeuvres détruites par le temps.

---

## Compenser des handicaps

On retrouve de nombreux exemples d'outils pour pallier à des handicaps physiques sous forme d'outils thérapeutiques. On trouve dans la littérature des exemples d'illustrations en 3D pour des élèves aveugles, ou encore l'utilisation d'éléments pour compenser l'utilisation de certaines parties du corps.

### Exemples concrets

- Cet objet est une sorte de lutrin <sup>[5]</sup> destiné à faciliter la lecture. Ce genre d'objet est particulièrement utile aux personnes qui présentent un handicap moteur ou un trouble du regard (dyspraxie visuo-spatiale par exemple, qui entraîne des saccades oculaires et empêche une lecture linéaire adéquate).
- Dans le même ordre d'idée, le Laser Cut Page Opener <sup>[6]</sup> permet la tenue d'un livre avec une seule main.
- Encore, le Tube Squeezer <sup>[7]</sup> permet aux personnes souffrant de troubles de la motricité fine et/ou musculaire d'extraire le contenu d'un tube de manière autonome avec un instrument ergonomique.

## Concrétiser des apprentissages

La concrétisation est l'aboutissement des apprentissages d'un apprenant à travers la production d'un objet tangible, concret. Ainsi, produire la modélisation d'un travail de design pour un étudiant en art ou la création de moules à pâtisseries pour un étudiant en cuisine peut tout autant produire un élément tangible utile à l'autoévaluation de l'apprenant que valoriser ses apprentissages.

### Exemple concret

On retient ce "Field Notes Pen Clip" <sup>[8]</sup> créé par MatthewLaBerge <sup>[9]</sup> pour sa simplicité et son ingéniosité, et pour montrer qu'il est possible de fabriquer des petits objets simples et pratiques, utilisables de suite. Il s'agit d'un porte stylo qui s'accroche autour d'un cahier. C'est l'exemple d'un projet axé sur la créativité qu'on pourrait proposer à des étudiants pour qu'à la fin, chacun ait son propre outil personnalisé.

## Réaliser un kit constructif

La réalisation d'un kit constructif n'est, en soi, pas nécessairement formateur pour l'apprenant s'il ne le produit pas lui-même. En revanche, ce dispositif une fois produit a pour vertu de nécessiter de la créativité de la part de son utilisateur et, à travers l'adoption de la logique du dispositif, nécessite une part de réflexion pour une utilisation correcte.

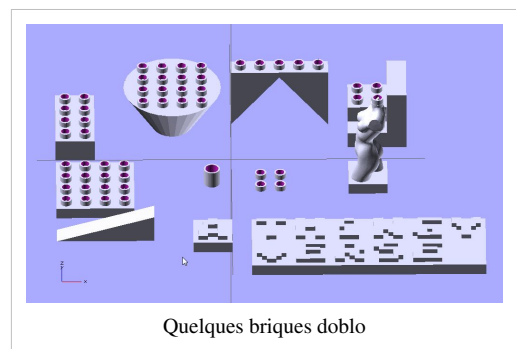
### Doblo factory

Doblo Factory (publié comme thing 2106 <sup>[10]</sup> sur thingiverse) est une "usine" pour fabriquer des designs pour des Duplos/Legos sous forme de routines OpenScad.

Elle permet de générer à la fois des pièces simples, des structures composées et des briques qui incluent du STL importé.

Quelques exemples:

- pièces de type Lego Dacta pour jeunes enfants ou adultes. Pour les derniers on pense à des outils de gestion de projet par exemple.
- Châteaux thématiques
- Figurines Duplo 3D pour organiser des "jeux" de rôle pour les petits (en y greffant des créations STL par dessus)



## Un projet en 3D

### Introduction

Un exemple très intéressant c'est celui de l'intégration de l'impression 3d à l'aide des sujets handicapés visuellement et qui aiment la musique. C'est une méthode de partition en 3d développé par une pianiste appelé Yeaji Kim <sup>[11]</sup> du Corea du sud qui a fait son doctorat à l'Université of Winconsin-Madison School of Music, aux États Units. Elle a perdu sa vision depuis son enfance et a commencé à jouer au piano, ayant de grandes difficultés pour comprendre le solfège musical.

### Méthode

Elle a inventé une méthode qui utilise des partitions en 3D. Les partitions et les notes sont en relief en 3d pour que les personnes aveugles puissent les lire. La grande différence avec le système braille c'est que le sujet devait lire la musique avec l'alphabet braille, car il n'existe pas des symboles musicaux en braille. En plus il devait lire une main et après l'autre, ensuite la personne devait lier l'information dans son cerveau. La complexité de l'écriture musicale ne pouvait pas être représentée de cette façon. Yeaji Kim vise sa méthode spécialement aux enfants aveugles pour qu'ils puissent se favoriser de cette méthode.

Ici un lien où la pianiste explique son project vidéo <sup>[12]</sup>

### Références

- Ackermann Edith; David Gauntlett and Cecilia Weckstrom (2009). Defining Systematic Creativity, LEGO Learning Institute, Summary, PDF download <sup>[13]</sup>
- Andersen, Frans Ørsted (2004), Optimal Learning Environments at Danish Primary Schools, LEGO Learning Institute Abstract/PDF download <sup>[14]</sup>
- Claxton, Guy (1997). Hare Brain, Tortoise Mind, Fourth Estate, London.
- Claxton, Guy, What's the Point of School, One World Publications, Oxford, 2008.
- LEGO Group (2004), *The whole child development guide*, LEGO Group, PDF dowload <sup>[15]</sup>. Also can be found through Lego Learning Institute <sup>[16]</sup> Research Page.
- McMenamin, P.G., Quayle, M.R., McHenry, C.R., Adams, J.W. (2014). The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology: 3D Printing in Anatomy Education. *Anatomical Sciences Education* 7, 479–486.
- Winnicott, D.W. (1989) *Playing and Reality*. London, New York: Routledge.
- Scalfani, V.F., Vaid, T.P. (2014). 3D Printed Molecules and Extended Solid Models for Teaching Symmetry and Point Groups. *Journal of Chemical Education* 91, 1174–1180.
- 10 Ways 3D Printing Can Be Used In Education [Infographic] [WWW Document], n.d. URL <http://www.teachthought.com/technology/10-ways-3d-printing-can-be-used-in-education/>(accessed 10.30.15).

## Références

- [1] <http://www.thingiverse.com/thing:2030>
  - [2] <http://www.thingiverse.com/Skimbal>
  - [3] <http://www.thingiverse.com/image:25577>
  - [4] <http://www.youtube.com/watch?v=3WyimknueMQ>
  - [5] <http://www.thingiverse.com/thing:2947>
  - [6] <http://www.thingiverse.com/thing:2545>
  - [7] <http://www.thingiverse.com/thing:1009>
  - [8] <http://www.thingiverse.com/thing:3560>
  - [9] <http://www.thingiverse.com/MatthewLaBerge>
  - [10] <http://www.thingiverse.com/thing:2106>
  - [11] <https://blindmusicianuwmadison.wordpress.com/home/full-story/>
  - [12] <https://www.youtube.com/watch?v=55AF8zoFkuw>
  - [13] <http://learninginstitute.lego.com/en-gb/Research/Systematic%20Creativity.aspx>
  - [14] <http://learninginstitute.lego.com/en-gb/Research/Optimal%20Learning%20Environments.aspx>
  - [15] <http://cache.lego.com/upload/contentTemplating/ParentsChildDevelopment/otherfiles/1033/download840A296790B3E0127078DAEAB734A88C.pdf>
  - [16] <http://learninginstitute.lego.com/en-gb/Research/>
-

---

# Conception d'objets 3D

---

## Tutoriel OpenSCAD

---

### Introduction

"OpenSCAD est un logiciel pour créer des objets CAD solides 3D. C'est un logiciel gratuit et disponible pour Linux / UNIX, MS Windows et Apples OS X. Contrairement à la plupart des logiciels libres pour créer des modèles 3D (comme Blender), il ne se concentre pas sur les aspects artistiques de la modélisation 3D, mais plutôt sur les aspects CAD. Ainsi, il pourrait être le logiciel à envisager pour créer des modèles 3D de pièces de machines, mais pas lorsque vous êtes plus intéressés par la création de films animés par ordinateur. OpenSCAD n'est pas un programme de modélisation interactif. Il est plus comme un compilateur 3D qui lit dans un fichier de script une description de l'objet et modélise le modèle 3D à partir de ce fichier de script (voir exemples ci-dessous). Cela permet de donner le contrôle total sur le processus de modélisation à l'utilisateur et permet de changer facilement toutes les étapes du processus de modélisation ou de faire du design qui soit défini par des paramètres configurables."(<http://openscad.org/>, récupéré 22h58 17 Mars 2010 (UTC))

**Attention, ce tutoriel se base sur la version "2015.03", certaines choses sont donc sujettes à ne plus correspondre avec de prochaines versions**

Voir aussi: l'usine Doblo (en) <sup>[1]</sup>, un ensemble de modules pour créer des structures, des briques et des mashups compatibles duplos, .



## Création de notre premier modèle et l'interface

### Premier modèle

Pour notre premier modèle, nous créerons un simple parallélépipède de 2 x 3 x 4. Dans l'éditeur OpenScad, tapez la commande suivante sur une ligne :

```
cube ([ 2, 3, 4 ] );
```

Ceci va définir un simple cube de taille x=2, y=3 et z=4.

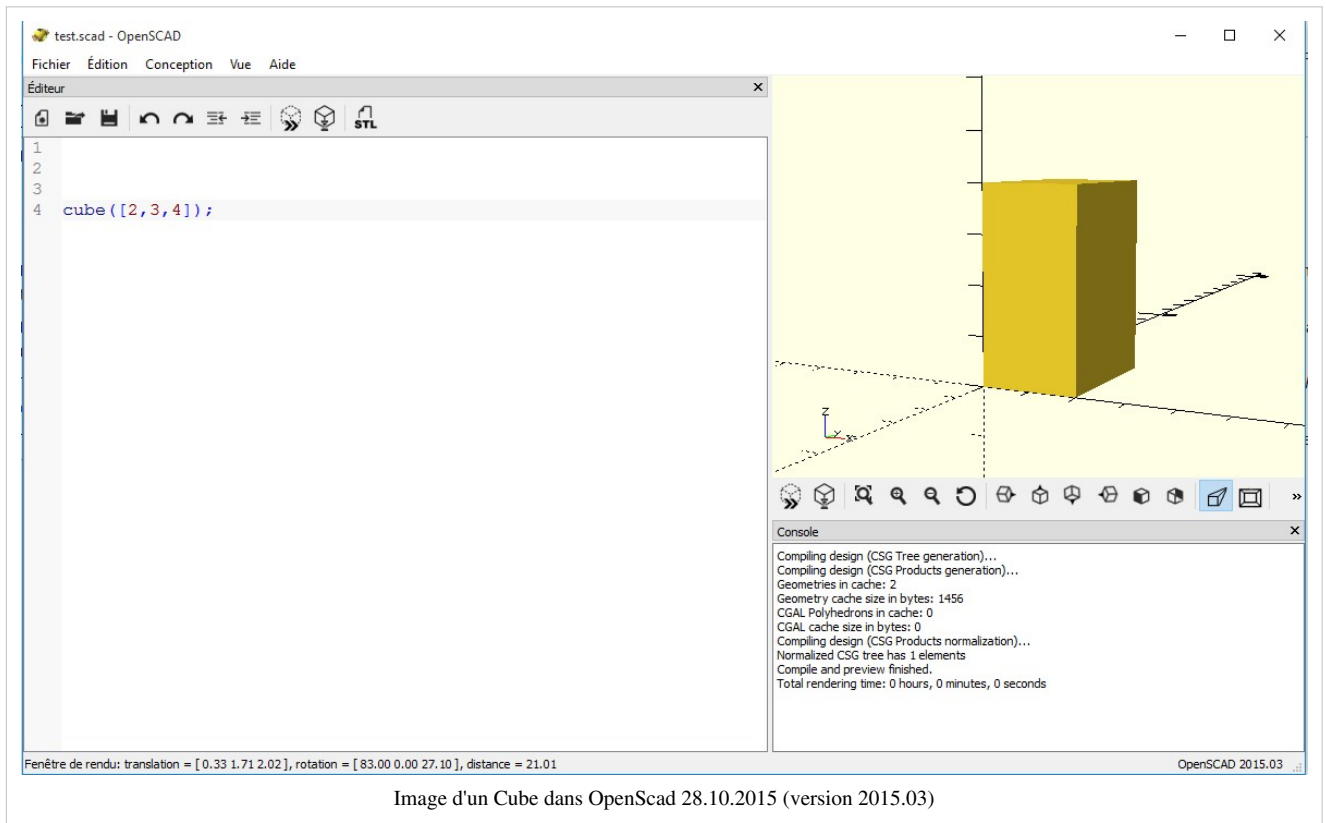


Image d'un Cube dans OpenScad 28.10.2015 (version 2015.03)

Le parallélépipède peut maintenant être compilé et rendu comme nous allons le montrer ci-dessous

## Le logiciel - Compiler le code Scad

L'interface ressemble à cela :

- A gauche, il y a une fenêtre d'édition. Bien sûr, vous pouvez aussi utiliser un éditeur externe.
- A droite, il y a la fenêtre de rendu

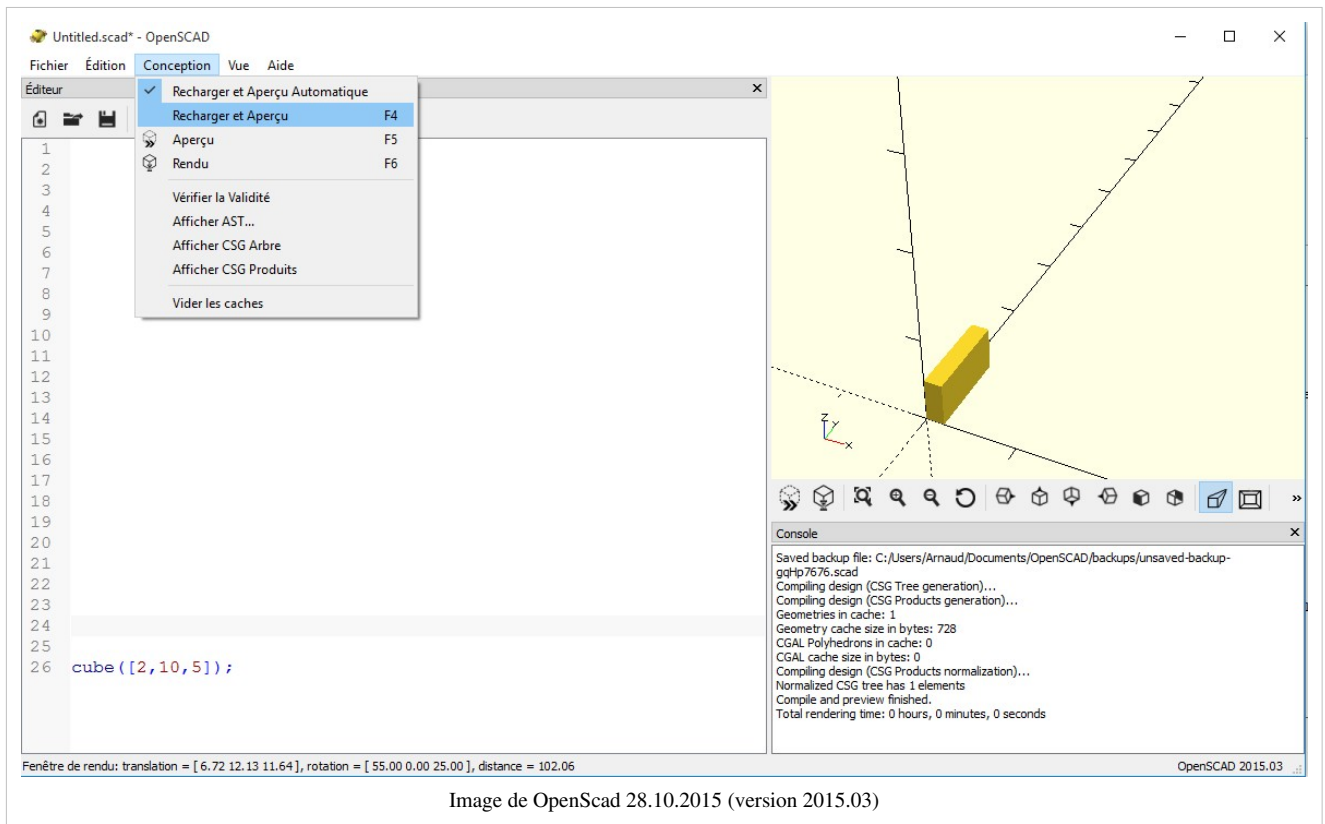


Image de OpenScad 28.10.2015 (version 2015.03)

Pour ouvrir un fichier .scad

- menu: Fichier->Ouvrir

Pour avoir un aperçu du résultat

- menu: Conception->Aperçu ou F5
- Utiliser *menu: Conception->Recharger et aperçu* ou F4. Si vous préférez utiliser un éditeur externe pour éditer du code .scad, le programme va détecter le changement de date du fichier et va automatiquement le recharger.

Pour compiler et pour exporter

1. menu: Conception -> Rendu (CGAL)ou F6 .... cela peut prendre plusieurs minutes. Cependant, les différentes parties sont mises en cache et le prochain rendu pourrait être beaucoup plus rapide.
2. menu: Fichier -> Exporter --> Exporter comme un .STL

Une fois que vous avez compilé et fait le rendu (CGAL)

- Vous pouvez consulter uniquement la grille CGAL (Menu: Vue->Wireframe ou F11)

Le menu Vue

- Cochez "Afficher Axe"
- Vous pouvez basculer entre le mode "Open CSG"? et "Thrown together"? pour regarder le résultat
- Une fois qu'un objet est rendu (pas seulement compilé), vous pouvez explorer les autres options. Dans le même menu, vous trouverez différentes options à regarder comme compiler *ou* compiler modèles rendus. Explorez ceux-ci et rappelez-vous des raccourcis.

## Des principes 3D

Il est bon de comprendre certaines terminologies du domaine de la 3D, afin d'être en mesure de suivre les instructions ou de comprendre pourquoi les choses peuvent mal se passer...

Modélisation polygonale : le modèle est assimilé à un ensemble de polygones : ce polyèdre est donc décrit par la liste des sommets et des arêtes. Si les polygones sont orientés, on pourra différencier l'extérieur et l'intérieur du modèle. Si l'on veut lever l'ambiguïté apportée par des polygones non plans, on utilisera uniquement des triangles : cette triangulation peut être forcée par le modèleur. Sans effet de lissage, l'objet apparaîtra anguleux, si la définition en facettes est faible. En général, le lissage de Gouraud, réalisé par la carte graphique 3D, est suffisant pour donner un aspect plus lisse au modèle. La modélisation polygonale se sert d'outils de base identiques sur tous les logiciels 3D, ainsi que certains outils spécifiques aux logiciels génériques, aux logiciels spécialisés et aux plug-ins et scripts. Parmi ces outils, les plus répandus sont l'extrusion, la coupe (cut, split...), la soudure/rétractation (weld/collapse) et la révolution. L'extrusion consiste à surélever une ou plusieurs faces (adjacentes ou non) ou un profil 2D le long d'une trajectoire et de créer les faces venant combler le vide occasionné par le déplacement de l'élément de départ. Par exemple, extruder un cercle donne un cylindre ouvert ou un tuyau qui suit la trajectoire. La coupe consiste à créer des arêtes (edges) sur un maillage, ainsi que les points correspondants aux intersections des arêtes déjà existantes et celles nouvellement créées. On peut ainsi affiner un modèle, en ajoutant des détails sur certaines régions, notamment par l'ajout de boucles d'arêtes (edgeloops) extrêmement utilisées en modélisation organique. La soudure/rétractation consiste à souder les sommets (vertices) entre eux, pour simplifier un maillage, boucher des trous ou faire converger des arêtes. La révolution consiste à faire tourner un profil 2D autour d'un axe 3D : on obtient ainsi un volume de révolution. C'est la technique majoritairement utilisée dans le jeu vidéo, et le cinéma d'animation. La modélisation polygonale induit une marge d'erreur de proportions et de dimensions le plus souvent invisible à l'œil nu. Dans le cinéma d'animation, les modèles 3D organiques sont le plus souvent lissés. Le lissage consiste à subdiviser un maillage (une itération correspond à une subdivision de chaque arête, soit dans le cas de face à quatre côtés, une subdivision en quatre faces) et arrondir les faces obtenues selon différents algorithmes, afin de gommer l'effet anguleux des modèles obtenus par modélisation polygonale." (Modélisation polygonale <sup>[2]</sup>, Wikipedia, récupéré le 28 Octobre 2015)

"En géométrie, un sommet est un type spécial de point qui décrit les coins ou les intersections de formes géométriques. Les sommets sont couramment utilisés en infographie pour définir les coins de surfaces (triangles généralement) dans des modèles 3D, où chaque point est donné comme un vecteur. Un sommet d'un polygone est le point d'intersection entre deux bords, un sommet d'un polyèdre est le point d'intersection de trois ou plusieurs bords ou faces." (Vertex geometry <sup>[3]</sup>, Wikipedia, récupéré à 17h25, le 23 Mars 2010 (UTC))

Les faces ou facettes définissent la surface d'un objet en 3 dimensions, à savoir ce qui est entre "l'extérieur" et "l'intérieur".

"De nombreux programmes de modélisation ne respectent pas strictement la théorie géométrique; par exemple, il est possible pour deux sommets d'avoir deux bords distincts qui les relie, occupant la même position spatiale. Il est également possible pour deux sommets d'exister dans les mêmes coordonnées spatiales, ou à deux faces d'exister au même endroit. De telles situations ne sont généralement pas souhaités et de nombreux logiciels 3D possèdent une fonction d'auto-nettoyage. Si l'auto-nettoyage est pas présent, ils doivent être supprimés manuellement." (Vertex geometry <sup>[3]</sup>, Wikipedia, récupéré à 17h25, le 23 Mars 2010 (UTC))

"Un groupe de polygones qui sont reliés entre eux par des sommets partagés sont désignés par une maille. Pour avoir un bon maillage lors du rendu, il est souhaitable que ce soit une non auto-intersection, ce qui signifie qu'aucun bord passe par un polygone. Une autre façon de voir les choses est que le maillage ne peut pas se percer. Il est également souhaitable que le treillis ne contienne pas d'erreurs tel que des sommets, des arêtes ou des faces doublés. Pour certaines applications, il est important que le maillage soit un "manifold" c'est à dire qu'il ne contient pas de trous ou de singularités (endroits où deux sections distinctes de la maille sont reliés par un seul sommet)" (Vertex geometry <sup>[3]</sup>, Wikipedia, récupéré à 17h25, le 23 Mars 2010 (UTC))

"Dans de nombreux formats, par exemple STL et OpenSCAD, le principe est le suivant: "(i) La normale et chaque sommet de chaque facette sont spécifiées par trois coordonnées chacun, donc il y a un total de 12 numéros mémorisés pour chaque facette. (ii) Chaque facette fait partie de la frontière entre l'intérieur et l'extérieur de l'objet. L'orientation des facettes (où est le `` sortir et où est le `` dedans) est spécifié redondante de deux manières qui doivent être conformes. En premier lieu, la direction de la normale est vers l'extérieur. Deuxièmement, les sommets sont répertoriés dans l'ordre dans le sens antihoraire quand on regarde l'objet de l'extérieur (règle de la main droite). (iii) Chaque triangle doit partager avec deux sommets de chacun de ses triangles adjacents. Ceci est connu comme règle sommet à sommet. (iv) L'objet représenté doit être situé dans l'octant tout-positive (toutes les coordonnées des sommets doivent être positifs)." (Daniel Ryp, Zdenek Bittnar 2004, récupéré Avril de 2010.

"La normale ou la surface normale est un vecteur qui est perpendiculaire à une face." Surface normale <sup>[4]</sup>, Wikipedia, récupéré 15h07, le 20 Novembre 2011 (UTC)

## Exemples de code

### Utilisant des modèles existants

Il est préférable d'apprendre d'abord comment utiliser les modules OpenSCAD "ready-made". Télécharger à partir d'un endroit comme thingiverse <sup>[5]</sup>.

La plupart de ces fichiers définissent des modules (fonctions aka) que vous ne pouvez pas exécuter avec ou sans paramètre afin de faire un rendu d'un modèle.

#### Modules sans paramètre:

Les exemples "bloqueurs de porte" de Thingiverse que vous pouvez télécharger ici chose 2,154 <sup>[6]</sup> sont définis comme deux modules en un seul fichier \*.scad, *porte-bouchon-2.scad*. Télécharger ou copier / coller le code à partir d'ici. Bien sûr, ces modules d'arrêt de porte peuvent être paramétrés, mais cela peut être fait avec des variables comme vous pouvez le voir.

#### Modules avec paramètres:

Le bloc paramétrique Lego / Duplo, d'autre part, (chose 2014 <sup>[7]</sup>) peut inclure des paramètres, par exemple, vous pourriez l'appeler comme cela pour une petite brique de 2x2x3 avec des "nibbles".

```
Duplo (1,1,3, true);
```

ou comme cela pour une plus grande brique sans "nibbles".

```
Duplo (2,2,4, false);
```

Juste essayer: compiler et modifier les paramètres s'ils ne vous conviennent pas. Nous avons également créé une usine de Doblo <sup>[1]</sup> plus sophistiquée qui peut aussi être étudiée.

#### Modules avec des paramètres nommés:

Vous pouvez également utiliser des noms de paramètres plutôt que de simplement utiliser des positions. L'exemple suivant peut être fait avec l'usine de Doblo <sup>[1]</sup>.

```
doblo    (col=0,  
         row=4,  
         up=0,  
         width=4,  
         length=2,  
         height=FULL,  
         nibbles_on_off=true,  
         diamonds_on_off=false,
```

```
scale=LUGO);
```

Si les paramètres par défaut sont définis, vous pouvez taper simplement

```
doblo ();
```

afin d'obtenir une hauteur typique des briques Lego compatible 4x2.

**Si vous préférez apprendre plus sur OpenSCAD avant d'essayer, ignorez ces exemples et revenez y plus tard.**

## Un simple bloqueur de porte

Le code suivant va créer un butoir de porte. Au lieu d'essayer de comprendre cet exemple, vous pouvez aussi le sauter et lire le reste de cet article en premier.

Pour utiliser ce module, vous devrez ajouter la ligne suivante dans le code. C'est à dire que cela va appeler le module "door\_stopper\_simple":

```
door_stopper_simple ();
</ source>

<source lang="javascript">

// To use it, uncomment
// door_stopper_simple ();

module door_stopper_simple ()
{
    height = 20 ;
    length = 125 ;
    width= 40 ;
    half_width = width / 2;

    borders = 10; // 1 cm on each side

    top_cube_length = length - 4 * borders;
    top_cube_width = width - 2 * borders;
    top_cube_height = height ; // make it big enough
    top_z = height/2 + 4 ; // adjust manually ;)

    tip_cut_pos = length/2 - 0.5;

    difference() {
        translate ([-length/2.0, 0, 0]) {
            polyhedron (
                points = [[0, -half_width, height], [0,
half_width, height], [0, half_width, 0], [0, -half_width, 0], [length,
-half_width, 0], [length, half_width, 0]],
                triangles = [[0,3,2], [0,2,1], [3,0,4], [1,2,5],
[0,5,4], [0,1,5], [5,2,4], [4,2,3], ]);
        }
    }
}
```

```

// top inset
translate ([-1 * borders, 0, top_z]) {
    # cube ([top_cube_length,
            top_cube_width,
            top_cube_height],
            center=true) ;
}
// cut of the tip a bit

translate ([tip_cut_pos, 0, 0]) {
    # cube ([20,
            width + 1,
            height],
            center=true) ;
}
}
}

```

## Bloqueur de porte

Le modèle suivant est un peu plus sophistiqué.

Pour l'utiliser: `door_stopper ()`;

```

// To use it, uncomment
// door_stopper ();

module door_stopper ()
{
    height = 25 ;
    length = 120 ;
    width = 60 ;
    half_width = width / 2;

    borders = 10; // 1 cm on each side

    // params for bottom inset
    bottom_cube_length = length - 4 * borders;
    bottom_cube_width = width - 2 * borders;
    bottom_cube_height = 6.0 ; // 3mm in / 3mm outside
    bottom_z = 0;

    // params for top inset
    top_cube_length = length - 4 * borders;
    top_cube_width = width - 2 * borders;
    top_cube_height = height ; // make it big enough // 25
    top_z = height/2 + 7.5 ; // 12.5 + 7.5 = 20 ; 20 - 2.5 = 17.5

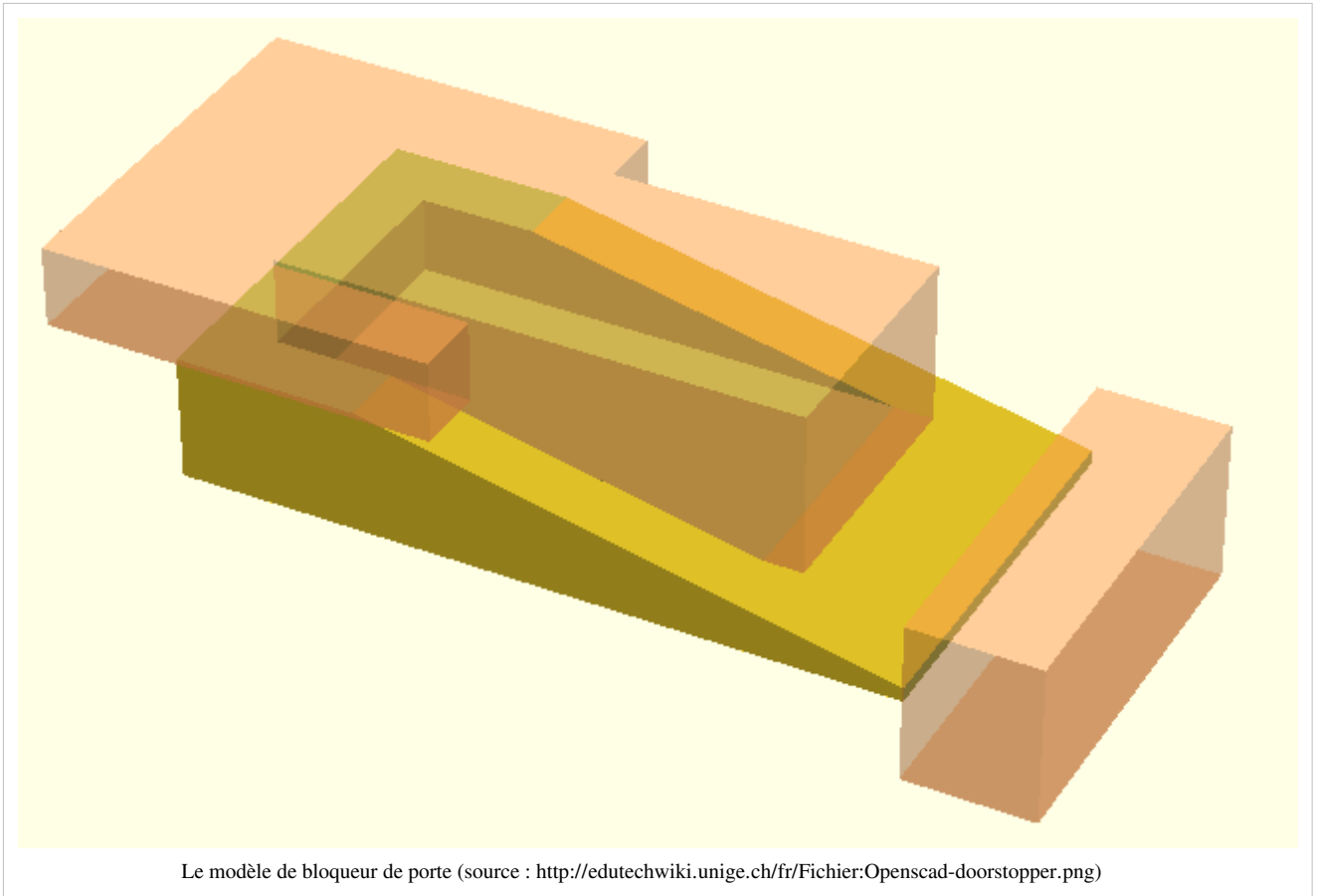
    // param for tip

```

```
tip_cut_pos = length/2 - 0.5;

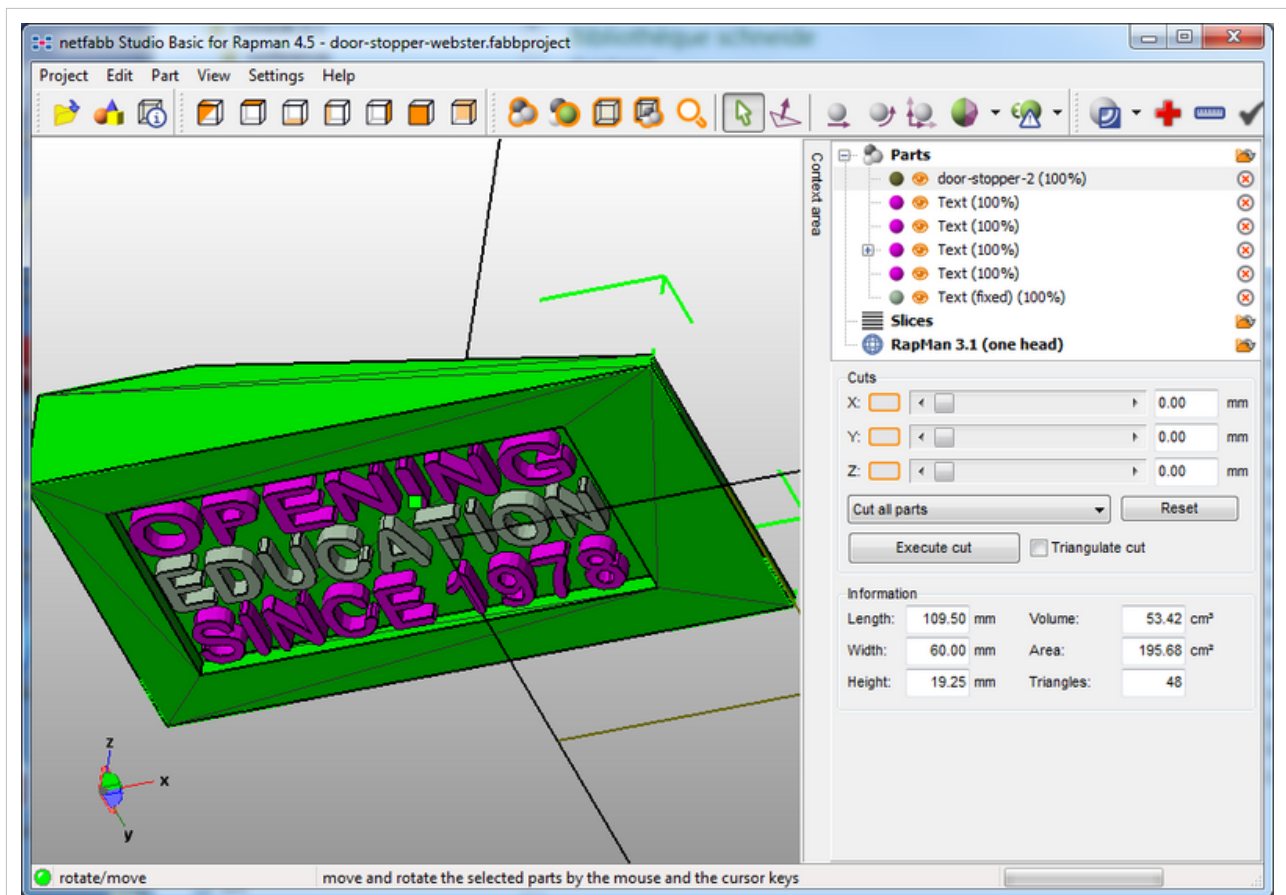
// param for top tip
top_tip_pos = height + 0.5;

difference() {
  translate ([-length/2.0, 0, 0]) {
    polyhedron (
      points = [[0, -half_width, height], [0,
half_width, height], [0, half_width, 0], [0, -half_width, 0], [length,
-half_width, 0], [length, half_width, 0]],
      triangles = [[0,3,2], [0,2,1], [3,0,4], [1,2,5],
[0,5,4], [0,1,5], [5,2,4], [4,2,3], ]);
  }
  // bottom inset
  translate ([-1 * borders, 0, bottom_z]) {
    # cube ([bottom_cube_length,
bottom_cube_width,
bottom_cube_height],
center=true) ;
  }
  // top inset
  translate ([-1 * borders, 0, top_z]) {
    # cube ([top_cube_length,
top_cube_width,
top_cube_height],
center=true) ;
  }
  // cut of the top tip a bit
  translate ([- length/2 + 10, 0, top_tip_pos]) {
    # cube ([length / 2,
width+2,
height / 2],
center=true) ;
  }
  // cut of the front tip a bit
  translate ([tip_cut_pos, 0, 0]) {
    # cube ([20,
width + 1,
height],
center=true) ;
  }
}
}
```



Vous pourriez alors aussi ajouter un texte comme celui-ci. Je l'ai fait en utilisant Netfabb Pro. Il permet de créer du texte en 3D et à assembler les différentes parties en un seul .STL.





Le modèle de bloqueur de porte imprimé avec PLA (source : <http://edutechwiki.unige.ch/en/File:Doorstopper-webster-netfabb.png>)

Le résultat une fois imprimé :



Le modèle de bloqueur de porte imprimé avec PLA (source : <http://edutechwiki.unige.ch/fr/Fichier:800px-Doorstopper-webster.jpg>)

## Le bloc paramétrique Lego Duplo

Ce code est un dérivé du bloc Lego Duplo paramétrique <sup>[8]</sup>. C'est le code OpenSCAD le plus compliqué avec lequel nous ayons joué jusqu'ici. Domonoky <sup>[9]</sup>. Nous l'avons également uploadé sur Thingiverse <sup>[7]</sup>. Les personnes ayant une bonne formation en mathématiques peuvent obtenir beaucoup plus hors du logiciel OpenSCAD ....

```
//the duplo itself
// parameters are:
// width: 1 =standard 4x4 duplo with.
// length: 1= standard 4x4 duplo length
// height: 1= minimal duplo height
// nibbles: true or false

duplo(1,1,3,true);

module duplo(width,length,height,nibbles)
{
    //size definitions

    ns = 8.4; //nibble start offset
    no = 6.53; //nibbleoffset
    nbo = 16; // nibble bottom offset
```



```

duplobottomnibble(height*duploheight);
    translate([(i-1)*-nbo,(j-1)*nbo,0])
duplobottomnibble(height*duploheight);
    translate([(i-1)*nbo,(j-1)*-nbo,0])
duplobottomnibble(height*duploheight);
    }
}
//little walls inside[http://www.thingiverse.com/Domonoky
Domonoky]
difference()
{
    union()
    {
        for(j=[1:length])
        {
            for(i=[1:width])
            {
                translate([0,j*ns+(j-1)*no,0 ])
cube([width*duplowidth,1.35,height*duploheight],true);
                translate([0,j*-ns+(j-1)*-no,0 ])
cube([width*duplowidth,1.35,height*duploheight],true);
                translate([i*ns+(i-1)*no,0,0 ])
cube([1.35,length*duplolenhth,,height*duploheight],true);
                translate([i*-ns+(i-1)*-no,0,0 ])
cube([1.35,length*duplolenhth,height*duploheight],true);
            }
        }
    }
    cube([width*duplowidth -
4*duplowall,length*duplolenhth-4*duplowall,height*duploheight+2],true);
}

module duplonibble()
{
    difference() {
        cylinder(r=4.7,h=4.5,center=true,$fs = 0.01);
        cylinder(r=3.4,h=5.5,center=true,$fs = 0.01);
    }
}

module duplobottomnibble(height)[http://www.thingiverse.com/Domonoky
Domonoky]
{
    difference() {
        cylinder(r=6.6,h=height,center=true,$fs = 0.01);
    }
}

```

```
        cylinder(r=5.3,h=height+1,center=true,$fs = 0.01);
    }
}
```

## Le langage OpenScad

### Modules

Les modules peuvent être grossièrement comparés aux fonctions, macros ou à des sous programmes dans un langage de programmation. Avec ces modules vous pouvez définir du code réutilisable.

Exemple:

- Le module appelé "thing" est appelé par le module appelé "demo\_proj".

Source: Example021.scad livré avec la distribution du logiciel

```
module thing()
{
    $fa = 30;
    difference() {
        sphere(r = 25);
        cylinder(h = 62.5, r1 = 12.5, r2 = 6.25, center = true);
        rotate(90, [ 1, 0, 0 ]) cylinder(h = 62.5,
            r1 = 12.5, r2 = 6.25, center = true);
        rotate(90, [ 0, 1, 0 ]) cylinder(h = 62.5,
            r1 = 12.5, r2 = 6.25, center = true);
    }
}

module demo_proj()
{
    linear_extrude(center = true, height = 0.5) projection(cut =
false) thing();
    thing();
}

demo_proj();
```

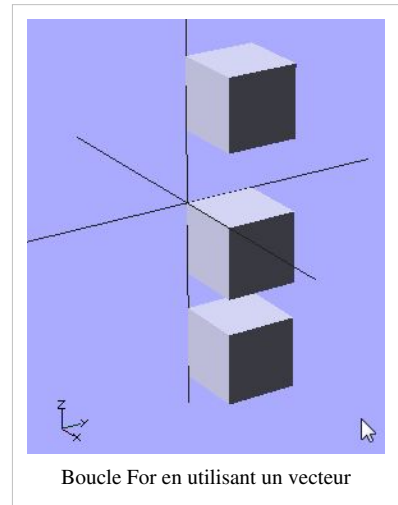
- Les modules peuvent être embarqués à l'intérieur d'autres modules et peuvent bien évidemment avoir des paramètres.

## Contrôle du flux

### Boucle For

Une boucle for itère sur les valeurs d'un vecteur ou sur un intervalle.

**Syntaxe:**



```
for (loop_variable_name = range or vector) {
    .....
}
```

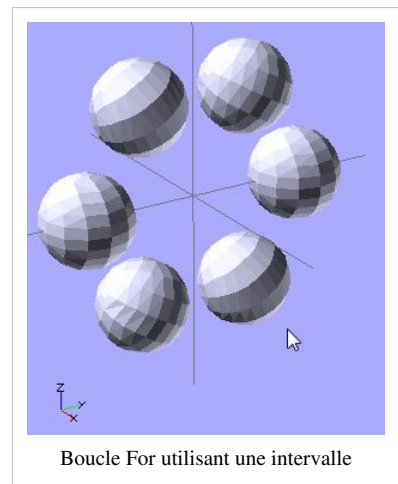
### Paramètres

loop\_variable\_name = Nom de la variable à utiliser dans la boucle For.

range: [low : high]. Low et high peuvent être tout aussi bien des nombre ou des variables.

vector: Un vecteur comme [1,2,10,40.5]

**Exemples d'utilisation:** Une boucle For utilisant un vecteur.



```
for ( z = [-1, 1, -2.5]) {
    translate( [0, 0, z] )
    cube(size = 1, center = false);
}
```

Une boucle For utilisant un intervalle

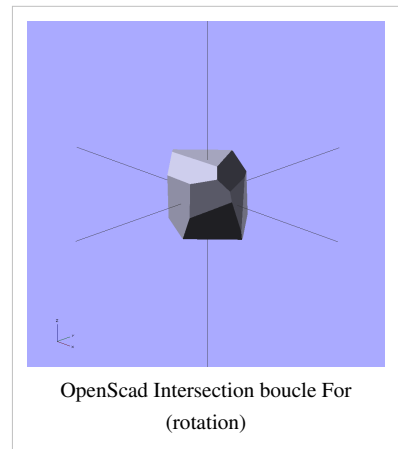
```
for ( i = [0:5] ) {
    rotate( i*360/6, [1, 0, 0])
```

```
translate( [0, 10, 0] ) sphere(r = 1);
}
```

### Intersection boucle For

Une intersection boucle for itère sur un vecteur de vecteurs, entraînant une intersection/chevauchement de tous les objets générés.

**Syntaxe:**



```
intersection_for (loop_variable_name = vector_of_vectors) {
    .....
}
```

### Paramètres

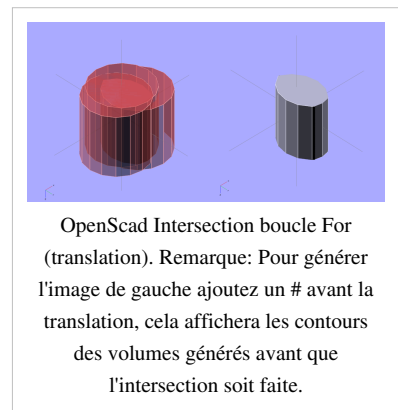
loop\_variable\_name = Nom de la variable à utiliser dans la boucle For.

vector\_of\_vectors: Un vecteur comme [ [1,2,10],[14,-20.3,40.5] ]

### Exemple d'utilisation 1 - rotation :

```
intersection_for(i = [
    [0, 0, 0],
    [10, 20, 300],
    [200, 40, 57],
    [20, 88, 57]
])
rotate(i) cube([100, 20, 20], center = true);
```

### Exemple d'utilisation 2 - translation



```
intersection_for(i = [
    [0, 0, 0],
```

```

    [2, 1, 1],
    [-2, 1, 0]
  ])
  translate (i) cylinder(r=5, h=10, center = true);

```

### La condition If

La condition if permet d'évaluer conditionnellement une sous-arborescence.

#### Syntaxe

```

if (boolean_expression) { ..... }
if (boolean_expression) { ..... } else {..... }
if (boolean_expression) { ..... } else if (boolean_expression) {..... }
if (boolean_expression) { ..... } else if (boolean_expression) {..... }
else {.....}

```

#### Paramètres

- L'expression booléenne qui devrait être utilisée en tant que condition.

#### Exemple d'utilisation 1:

```

if (x > y) {
  cube(size = 1, center = false);
}

```

#### Exemple d'utilisation 2:

```

SCALE = 0.5 ;
... autres variables .....

module doblonibble() {
  // Les Lego redimensionnés n'ont pas de trous dans les tétines
  if (SCALE < 0.6) {
    cylinder(r=NB_RADIUS, h=NH, center=true, $fs = 0.05);
  } else {
    difference() {
      cylinder(r=NB_RADIUS,h=NH, center=true, $fs = 0.05);
      cylinder(r=NB_RADIUS_INSIDE,h=NH+1,center=true, $fs = 0.05);
    }
  }
}

```



## Variables et instructions d'affectation

### Variables

L'affectation des variables prend la même syntaxe qu'en C. Exemple:

```
SCALE = 1;
```

ou

```
PART_HEIGHT = ((SCALE < 0.6) && LEGO_DIV) ? 3.2 * LEGO_SCALE : 4.8 * SCALE ;
```

### Cependant et n'oubliez pas ça:

- OpenScad calcule ses variables **au moment de la compilation**, et pas au moment de l'exécution du code, **ce qui veut dire que la dernière affectation de la variable sera appliquée partout où la variable est utilisée.**
- Cela devrait aider si on les considère plutôt comme des constantes dont la valeur est modifiable que des variables. Ceci veut dire que vous pouvez fixer des variables dans une librairie et ensuite les modifier dans le fichier qui chargera la librairie. Vous ne pouvez pas affecter deux valeurs différentes à la même variable quand vous calculez un model!

### Assign

Fixe une nouvelle valeur à une variable dans une sous-arborescence. Cela peut être utilisé dans un module pour stocker des valeurs intermédiaires. Dans l'exemple

Syntaxe:

```
assign (var1= expr1, var2= expr2, ....)
```

Exemple démontrant que les variables sont (re)affectables:

```
for (i = [10:50])
  assign (angle = i*360/20, distance = i*10, r = i*2) {
    rotate(angle, [1, 0, 0])
      translate( [0, distance, 0] ) sphere(r = r);
  }
```

La variable "angle" local, "distance" and "r" sont modifiées à chaque cycle de la boucle.

Remarque: La fonction assign sera supprimés dans les prochaines version d'OpenScad. Il est donc conseillé de faire une affectation classique: var1= expr1; var2= expr2; ...

et for (i = [10:50], angle = i\*360/20, distance = i\*10, r = i\*2)

```
{
  rotate(angle, [1, 0, 0])
    translate( [0, distance, 0] ) sphere(r = r);
}
```

## Opérateurs mathématiques et fonctions

Les opérateurs OpenScad semblent fonctionner comme dans les autres langages se basant sur C. Regardez les détails dans la manuel officiel:

- Mathematical Operators <sup>[10]</sup>
- Mathematical Functions <sup>[11]</sup>
- String Functions <sup>[12]</sup>

Les conditions sont aussi implémentées. Exemple: `condition ? if_true_expression : if_false_expression`

Exemple:

```
HEIGHT = (SCALE < 0.5) ? 3 : 6*1/1 ;
```

If Ceci veut dire que si `SCALE==0.6`, alors `HEIGHT` vaudra 6. Si `SCALE` est plus petite que 0.5 alors `HEIGHT==3`.

## Fonctions

Les fonctions peuvent être utilisées pour définir des modules utilitaires simples. À ne pas confondre avec les "modules".

## Variables spéciales

Comme expliqué dans le wiki d'OpenScad <sup>[13]</sup>, les variables commençant par un '\$' sont des variables spéciales.

Avis pour les programmeurs: La sémantique des variables spéciales est similaire à celle des variables spéciales en lisp: Elles ont une portée dynamique plutôt qu'une portée lexicale. Ce qui veut dire que leur valeur est définie au moment de l'exécution du code. Par exemple, imaginons que vous commencez un code avec `$fa = 5`, puis vous appelez un module A dans lequel vous définissez `$a = 7`. Alors quand le module A appelle encore un autre module B, la seconde affectation (`$a==7`) sera utilisée.

Les variables spéciales `$fa`, `$fs` et `$fn` contrôlent le nombre de facettes utilisées pour générer un arc. Comme expliqué au-dessus, vous pouvez les modifier dans chaque module.

`$fa`

`$fa` est l'angle du fragment. Cela fixe l'angle minimum pour un fragment. Même un grand cercle n'a pas plus de fragments que 360 divisé par ce nombre. La valeur par défaut est de 12 (ce qui donne 30 fragments pour un cercle entier).

`$fs`

`$fs` est la taille du fragment and définit la taille minimum pour un fragment. À cause de cette variable, de très petits cercles ont un plus petit nombre de fragments que ceux qui sont spécifiés en utilisant `$fa`. Les valeur par défaut est 1.

`$fn`

`$fn` est le nombre de fragments. C'est souvent 0. Quand cette variable a une valeur plus grande que 0, les deux autres variables sont ignorées et un cercle entier est construit en utilisant ce nombre de fragments. La valeur par défaut est 0.

La forme d'un cercle peut être améliorée en fixant une des variables spéciales `$fn`, `$fs` et `$fa`. Lorsque `$fa` et `$fs` sont utilisées pour déterminer le nombre de fragments pour un cercle alors OpenScad n'utilisera jamais moins de 5 fragments.

Si vous voulez accélérer la construction pour un test, une bonne astuce est de fixer un nombre de facettes très bas au début du script. Tant que `$fn` est une variable spéciale, cela affectera tous les objets sauf si elle est remodifiée par la suite.

Exemple avec une basse résolution \$fn=10; Exemple avec une haute résolution

```
$fn=100;
```

Haute résolution veut dire plus de triangles donc plus d'attente :) Dans la plus part des cas, 20-50 devrait être suffisant pour une impression 3D.

## Solides primitifs

OpenScad a les primitives "habituelles", comme par exemple les cubes, les cylindres et les sphères.

Les coordonnées sont définies sous forme de tableaux. Par exemple [2,3,4] veut dire x = 2, y = 3 et z = 4.

### Cube

La primitive cube permet de créer un cube à l'origine du système de coordonnées. Quand le paramètre "center" vaut true, alors le cube sera centré à l'origine, autrement il est créé dans le premier octant. Les noms des paramètres sont facultatifs si les paramètres sont donnés dans le même ordre qu'il est spécifié sous "paramètres".

Paramètres:

size

Décimale ou 3 valeurs sous forme de tableau. Si un seul nombre est donné, le résultat sera un cube avec tous les côtés ayant cette longueur. Si 3 valeurs sous forme de tableau sont données, alors les valeurs correspondront aux longueurs des côtés X, Y et Z. La valeur par défaut est 1.

center

Booléen. Cela détermine le positionnement de l'objet. Si ce paramètre prend la valeur true, l'objet sera alors centré à (0, 0, 0). Autrement, le cube est placé dans le quadrant positif avec un coin sur (0, 0, 0). La valeur par défaut est false.

Exemple 1:

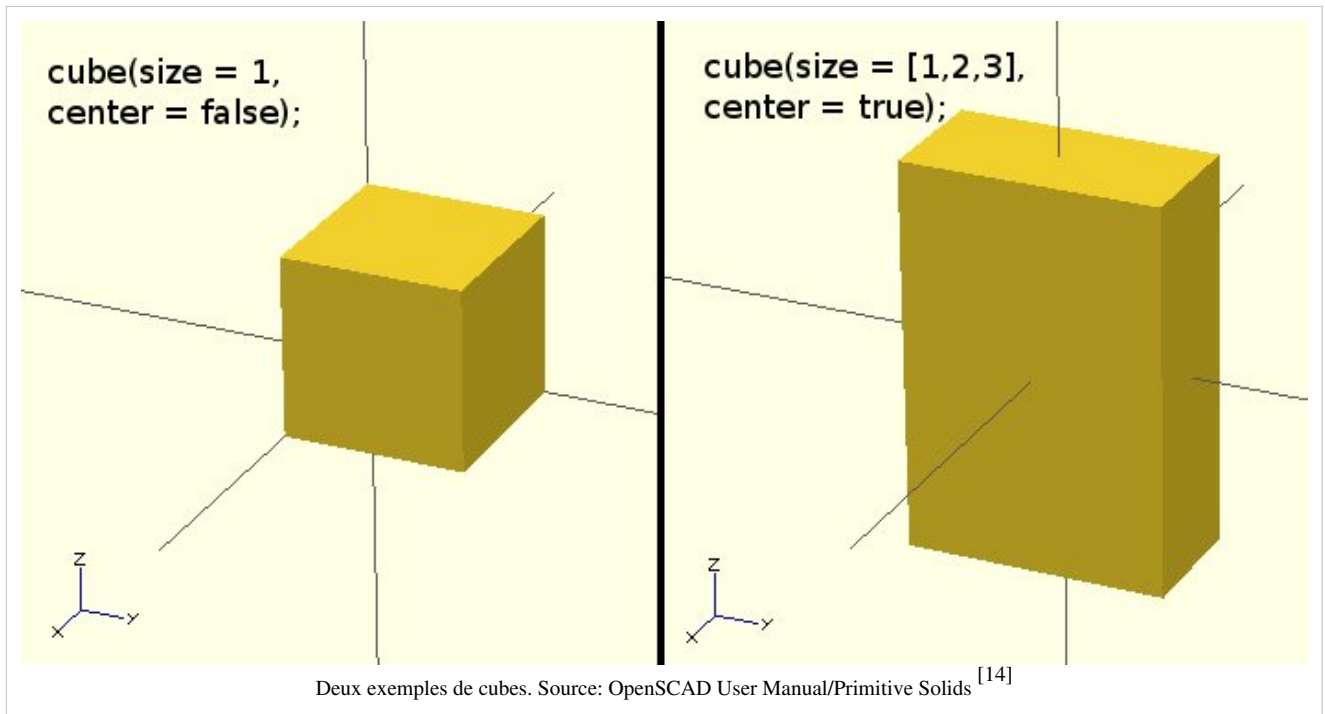
```
cube ([2,3,4])
```

Exemple 2:

```
bottom_cube_length = 2;
bottom_cube_width = 3;
bottom_cube_height = 2;
cube ([bottom_cube_length,
      bottom_cube_width,
      bottom_cube_height],
      center=true) ;
```

Exemple 3:

```
cube(size = 1, center = false);
cube(size = [1,2,3], center = true);
```



## Sphere

La primitive sphere crée une sphère à l'origine du système de coordonnées. Les noms des paramètres sont optionnels.

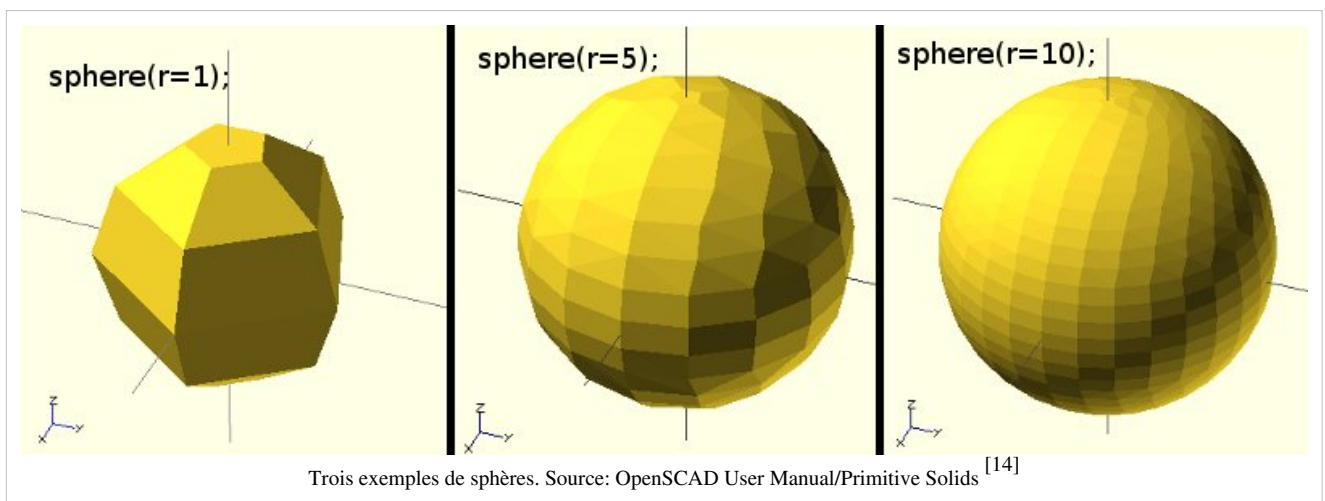
Paramètres

r

Décimal. C'est le rayon de la sphère. La résolution de la sphère sera basée sur la taille de la sphère et sur les variables spéciales \$fa, \$fs et \$fn.

### Exemple d'utilisation

```
sphere(r = 1);
sphere(r = 5);
sphere(r = 10);
sphere(2, $fn=100); // Sphère avec 2mm de rayon en haute résolution
sphere(2, $fa=5, $fs=0.1); // Sphère avec 2mm de rayon en (moins) haute résolution
```



## Cylinder

La primitive cylinder créé un cylindre à l'origine du système de coordonnées. Quand les deux rayons du cylindre sont égaux il est aussi possible de spécifier un seul rayon en spécifiant "r" comme nom de paramètre. Les noms des paramètres sont facultatifs si les valeurs sont données dans le même ordre qu'il est spécifié ci-dessous.

### Paramètres

h

Décimal. C'est la hauteur du cylindre. La valeur par défaut est 1.

r1

Décimal. C'est le rayon de la partie haute du cylindre/cône. La valeur par défaut est 1.

r2

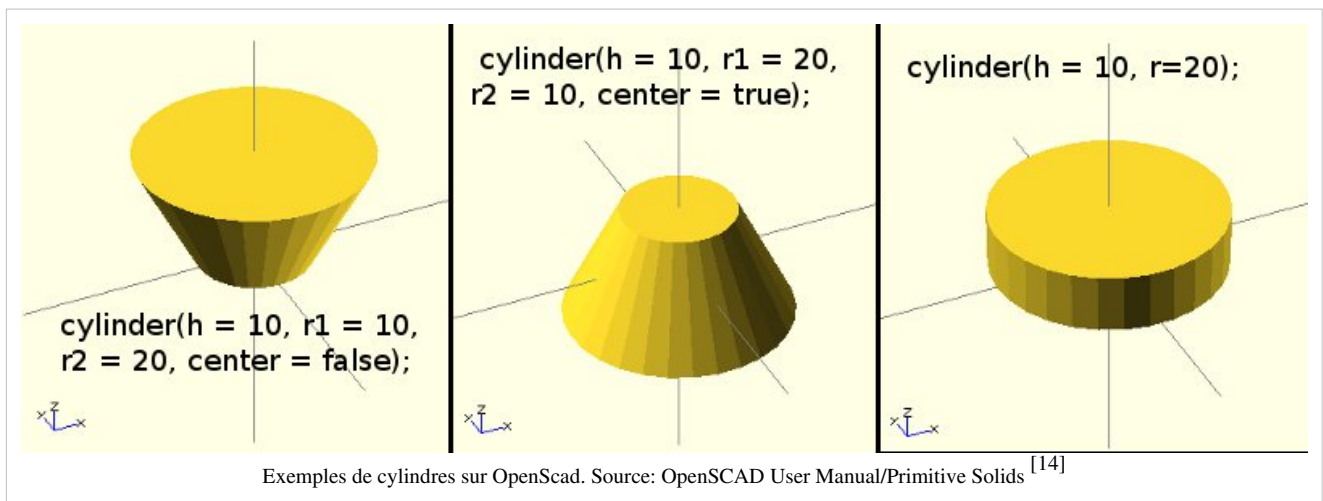
Décimal. C'est le rayon de la partie basse du cylindre/cône. La valeur par défaut est 1.

r

Décimal. C'est le rayon de la partie haute et la partie basse du cylindre. Utilisez ce paramètre si vous voulez un cylindre qui ressemble à un pilier et non pas à un cône. La valeur par défaut est 1.

### Exemples d'utilisation

```
cylinder(h = 10, r1 = 10, r2 = 20, center = false);
cylinder(h = 10, r1 = 20, r2 = 10, center = true);
cylinder(h = 10, r=20);
```



## Polyhedrons

Les polyèdre sont les formes les plus difficiles à traiter. A la place d'utiliser cette fonction, vous devriez (a) penser à comment vous pourriez combiner des formes simples pour arriver au même résultat ou (b) regarder sous l'extrusion 2D.

- Un polyèdre est souvent défini comme étant un solide géométrique avec des faces plates et des côtés droits. (Wikipedia <sup>[15]</sup>, 17:25, 23 mars 2010 (UTC)).

Tout polyèdre peut être construit à partir de différentes sortes d'éléments ou entités, chacune associée avec différents nombres de dimensions.

- 3 dimensions: Le corps est limité par les faces, et est a normalement le volume enfermé dans ces surfaces.
- 2 dimensions: Une face est un polyèdre délimité par le contour des bords, et normalement inclut les régions plates (plan) dans la limite. Ces faces polygonales, ensembles forment la surface du polyèdre.

- 1 dimension: Un bord rejoint un sommet à un autre et une face à une autre. Il s'agit normalement d'un segment. Les bords ensemble forment le squelette du polyèdre.
- 0 dimensions: Un sommet (plural vertices) est un point.

(Wikipedia <sup>[15]</sup>, 17:25, 23 mars 2010 (UTC)).

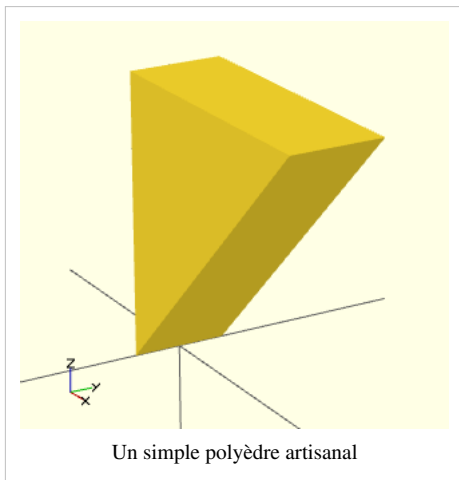
Syntaxe:

```
polyhedron(points = [ [x, y, z], ... ], triangles = [ [p1, p2, p3..], ... ], convexity = N);
```

La primitive polyhedron crée un polyèdre avec des points et triangles spécifiques. (Les composants des vecteurs des triangles 'pN' sont 0-indexés faisant référence aux éléments des points du vecteur.)

Exemple (voir l'image en dessous)

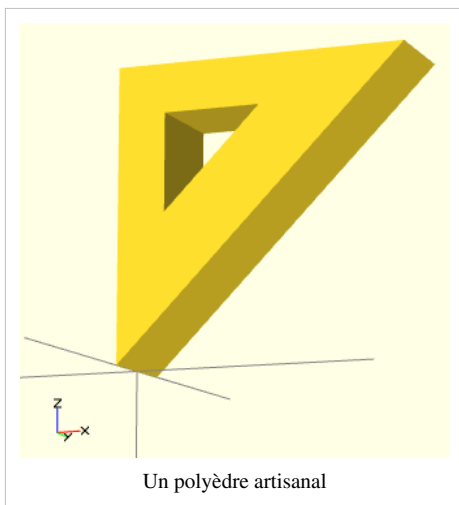
```
polyhedron ( points = 0, -10, 60], [0, 10, 60], [0, 10, 0], [0, -10, 0], [60, -10, 60], [60, 10, 60,
triangles = [[0,3,2], [0,2,1], [3,0,4], [1,2,5], [0,5,4], [0,1,5], [5,2,4], [4,2,3], ]);
```



Remarquez qu'OpenSCAD crash si vos polygones ne sont pas orientés de la même façon. Faites attention à l'ordre des sommets (Ne comprenez pas ça!) Exemple:

```
polyhedron(points=0,0,0],[100,0,0],[0,100,0],[0,100,100, triangles=0,1,2],[0,1,3],[0,2,3],[1,2,3]); //Crash
polyhedron(points=0,0,0],[100,0,0],[0,100,0],[0,100,100, triangles=0,1,2],[1,0,3],[0,2,3],[2,1,3]); //Fonctionne
```

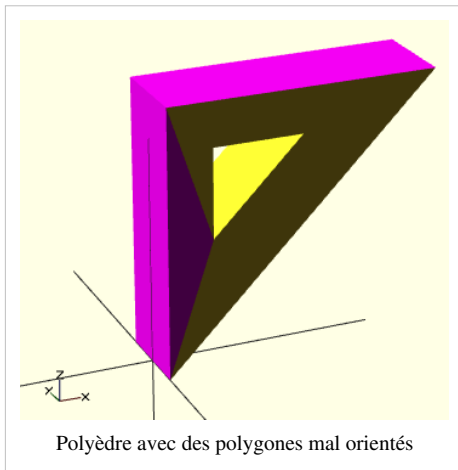
Un autre exemple:



Voyons maintenant comment réparer des polyèdres avec des polygones mal orientés. Quand vous sélectionnez 'Jeté ensemble' dans le menu Vue et que vous compilez le design (**pas** le compilé et rendu!) vous allez voir un aperçu avec les polygones mal orientés mis en évidence. Malheureusement cette mise en évidence n'est pas possible avec l'aperçu du mode OpenCSG parce que cela ferait une interférence avec la façon dont l'aperçu dans le mode OpenCSG est implémenté.

Ci-dessous vous pouvez voir un polyèdre problématique. Les mauvais triangles sont en violet.

```
// Mauvais polyèdre
polyhedron
  (points = [
    [0, -10, 60], [0, 10, 60], [0, 10, 0], [0, -10, 0], [60,
-10, 60], [60, 10, 60],
    [10, -10, 50], [10, 10, 50], [10, 10, 30], [10, -10, 30],
[30, -10, 50], [30, 10, 50]
  ],
  triangles = [
    [0,2,3], [0,1,2], [0,4,5], [0,5,1], [5,4,2],
[2,4,3],
    [6,8,9], [6,7,8], [6,10,11], [6,11,7], [10,8,11],
[10,9,8], [0,3,9], [9,0,6], [10,6,0], [0,4,10],
    [3,9,10], [3,10,4], [1,7,11], [1,11,5], [1,7,8],
    [1,8,2], [2,8,11], [2,11,5]
  ]
);
```

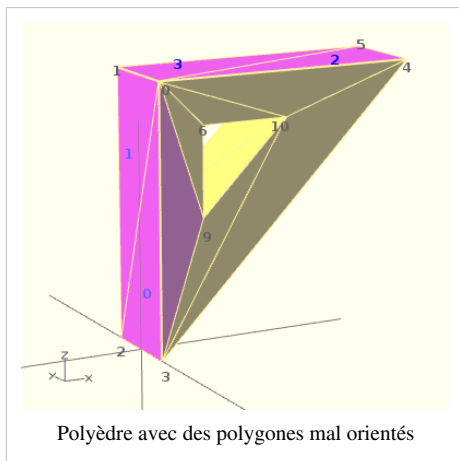


Un polyèdre correcte serait le suivant:

```
polyhedron
  (points = [
    [0, -10, 60], [0, 10, 60], [0, 10, 0], [0, -10, 0], [60,
-10, 60], [60, 10, 60],
    [10, -10, 50], [10, 10, 50], [10, 10, 30], [10, -10, 30],
[30, -10, 50], [30, 10, 50]
  ],
  triangles = [
    [0,3,2], [0,2,1], [4,0,5], [5,0,1], [5,2,4],
```

```
[4,2,3],
        [6,8,9], [6,7,8], [6,10,11],[6,11,7], [10,8,11],
    [10,9,8], [3,0,9], [9,0,6], [10,6,0],[0,4,10],
        [3,9,10], [3,10,4], [1,7,11], [1,11,5], [1,8,7],
        [2,8,1], [8,2,11], [5,11,2]
    ]
);
```

Astuces pour les débutants: Si vous ne comprenez pas vraiment l'"orientation", alors identifiez simplement les triangles mal orientés puis permutez l'ordre correspondant des triangles et les sommets jusqu'à ce que vous arriviez au résultat correct. Par exemple dans l'exemple en dessus, le troisième vecteur de triangle ([0, 4, 5]) était mauvais et nous l'avons réparé en mettant [4, 0, 5]. De plus vous devriez sélectionner "Afficher les arêtes" dans le menu "Vue", faire une capture d'écran, l'imprimer et numéroté les sommets (points) et les triangles. Dans notre exemple, les points sont en noir et les triangles sont en bleu. Ensuite, tournez autour de l'image sur OpenScad et faites une seconde copie du dos si besoin.



Remarque: Le paramètre `triangle` sera supprimé dans les prochaines versions d'OpenScad. Il est donc conseillé de mettre `faces` à la place. Exemple:

```
polyhedron
  (points = [
    [0, -10, 60], [0, 10, 60], [0, 10, 0], [0, -10, 0], [60,
-10, 60], [60, 10, 60],
    [10, -10, 50], [10, 10, 50], [10, 10, 30], [10, -10, 30],
    [30, -10, 50], [30, 10, 50]
  ],
  faces = [
    [0,3,2], [0,2,1], [4,0,5], [5,0,1], [5,2,4],
    [4,2,3],
        [6,8,9], [6,7,8], [6,10,11],[6,11,7], [10,8,11],
    [10,9,8], [3,0,9], [9,0,6], [10,6,0],[0,4,10],
        [3,9,10], [3,10,4], [1,7,11], [1,11,5], [1,8,7],
        [2,8,1], [8,2,11], [5,11,2]
    ]
);
```



## Transformations

### scale

La commande `scale` redimensionne son élément enfant en utilisant le vecteur spécifié. Le nom du paramètre `v` est facultatif.

Syntaxe

```
scale(v = [x, y, z]) { ... }
```

Exemple

Créé un ovale de longueur = 40 dans la direction de x; y et z restent pareils.

```
scale (v=[2,1,1]) cylinder(h = 10, r=20);
```

### rotate

La commande `rotate` accepte plusieurs versions de paramètres.

Syntaxe pour une rotation 2D autour de l'axe Z

```
rotate (deg)
```

Exemple:

```
rotate(45) square(10);
```

Syntaxe pour des rotations sur plus d'un axe

```
rotate(a = deg, v = [x, y, z]) { ... }
```

Effectue une rotation à son élément enfant de `a` degrés autour du vecteur `v` spécifié enraciné sur l'origine du système des coordonnées.

Paramètres:

a

Degrés

v

Un tableau de [x,y,z]

Exemple: Effectue une rotation sur l'objet produit par le module `8bit_char` de 270 degrés autour de l'axe z.

```
rotate (a=270, v=[0,0,1]) {
  8bit_char(char, size_mm, height);
}
```

Syntaxe alternative

```
rotate(a = [deg_x,deg_y,deg_z]) { ... }
```

Paramètres:

a

Vecteur de trois degrés. Dans ce cas les nœuds enfants effectuent une rotation autour de l'axe positif x, y et z (dans cet ordre) par les nombres spécifiés en degrés.

Par exemple, pour basculer un objet d'en haut à en bas, vous devriez faire cela:

```
rotate(a=[0,180,0]) { ... }
```

Astuce: Le nom des paramètres sont facultatifs s'ils sont donnés dans le même ordre qu'il est spécifié en dessus.

## translate

### Syntaxe

```
translate(v = [x, y, z]) { ... }
```

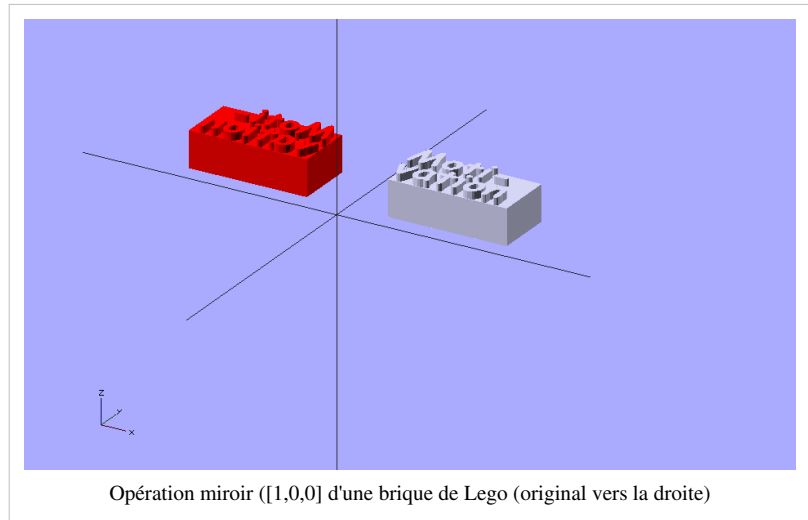
La commande translate applique une translation (déplace) à son élément enfant le long du vecteur spécifié. Le nom du paramètre est facultatif.

## mirror

### Syntaxe

```
mirror([ 1, 0, 0 ]) { ... }
```

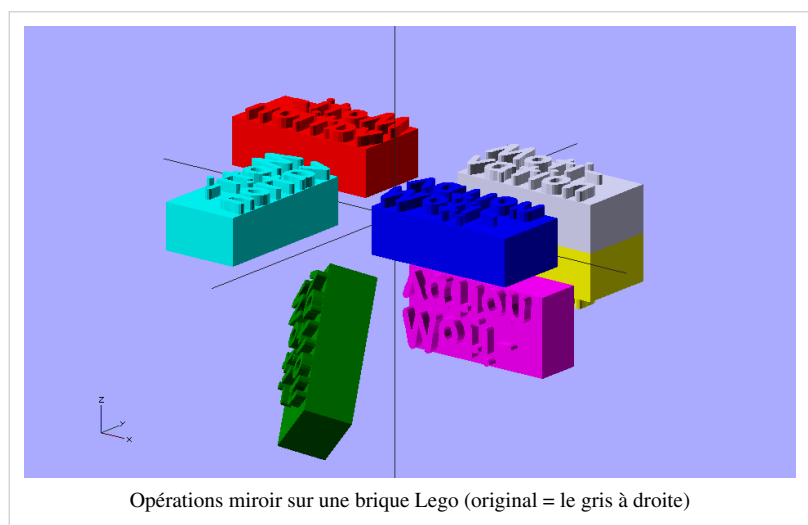
La commande mirror effectue un miroir sur son élément enfant au travers de l'origine. Le paramètre pour effectuer la commande mirror() est le vecteur normal sur ce plan.



```
translate ([-100,0,0]) import ("motivation.stl");

color ("red") {
  mirror ([1,0,0]) {
    translate ([-100,0,0]) import ("motivation.stl");
  }
};
```

Imaginez un plan orthogonal à l'axe X qui passe au travers de l'origine. Ce sera le miroir.



```
translate ([-100,0,0]) import ("motivation.stl");
```

```
color ("red") {
  mirror ([1,0,0]) {
    translate ([-100,0,0]) import("motivation.stl");
  }
};

color ("blue") {
  mirror ([0,1,0]) {
    translate ([-100,0,0]) import("motivation.stl");
  }
};

color ("cyan") {
  mirror ([1,1,0]) {
    translate ([-100,0,0]) import("motivation.stl");
  }
};

color ("yellow") {
  mirror ([0,0,1]) {
    translate ([-100,0,0]) import("motivation.stl");
  }
};

color ("magenta") {
  mirror ([0,1,1]) {
    translate ([-100,0,0]) import("motivation.stl");
  }
};

color ("green") {
  mirror ([1,1,1]) {
    translate ([-100,0,0]) import("motivation.stl");
  }
};
```

## multmatrix

### Syntaxe

```
multmatrix(m = [...]) { ... }
```

Exemple (translate par [10, 20, 30]):

```
multmatrix(m = [ [1, 0, 0, 10],
                  [0, 1, 0, 20],
                  [0, 0, 1, 30],
                  [0, 0, 0, 1]
```

```
    ]) cylinder();
```

Multiplie la géométrie de tous les éléments enfant avec la matrice de transformation donnée 4x4.

## color

Exemple d'utilisation:

```
color([r, g, b, a]) { ... }
```

La commande `color` affiche les éléments enfant en couleur en utilisant la couleur RGB spécifiée + la valeur alpha. C'est simplement utilisé pour le OpenCSG et le mode d'affichage jeté ensemble. La valeur d'alpha sera par défaut à 1.0 (opaque) si elle n'est pas spécifiée.

Notez bien que les valeurs `r`, `g`, `b` et `a` sont limitées à des valeurs décimales dans l'intervalle { 0.0 ... 1.0 } plutôt qu'aux entiers traditionnels { 0 ... 255 }. Cependant, si vous voulez mettre les entiers traditionnels, vous pouvez contourner cette contrainte en spécifiant vos valeurs dans des fractions. Par exemple pour les entiers `R`, `G`, `B` compris dans { 0 ... 255 } vous pouvez utiliser:

```
color([ R/255, G/255, B/255 ]) { ... }
```

Si vous avez juste besoin de couleurs simples, utilisez quelque chose comme (Toutes les CSS2/X11 devraient faire):

```
color("red") cube ();
```

Regardez la table CSS3 des noms de couleur <sup>[16]</sup>

## minkowski

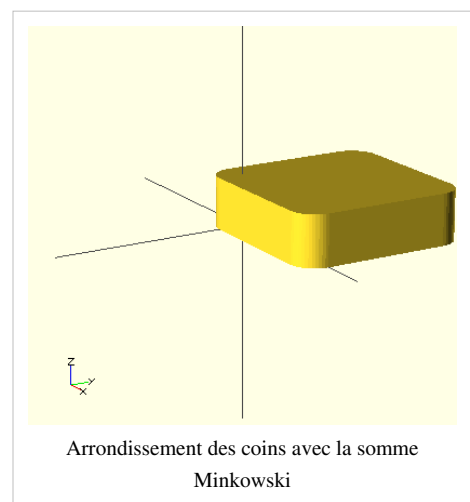
Les sommes Minkowski <sup>[17]</sup> permettent d'ajouter chaque élément de `A` à chaque élément de `B`. Ce n'est pas facile à comprendre. Vous devriez aussi lire somme minkowski <sup>[18]</sup> sur [cgal.org](http://cgal.org).

Provenant du Manuel OpenScad <sup>[19]</sup>:

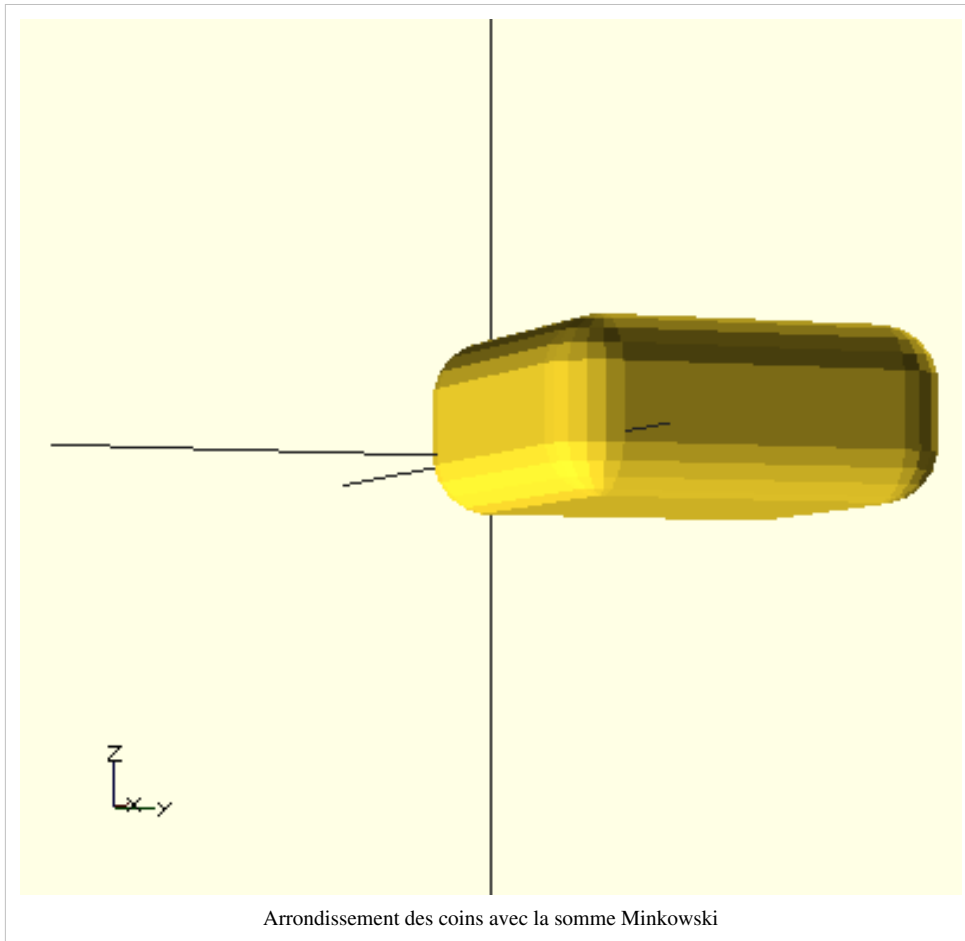
```
$fn=50;
minkowski() {
    cube([10,10,2]);
    // coins arrondis
    cylinder(r=2,h=2);
}
```

Pour avoir des coins arrondis partout, on pourrait utiliser une sphère.

Si vous fixez `$fn=50`, cela prendra du temps à calculer.



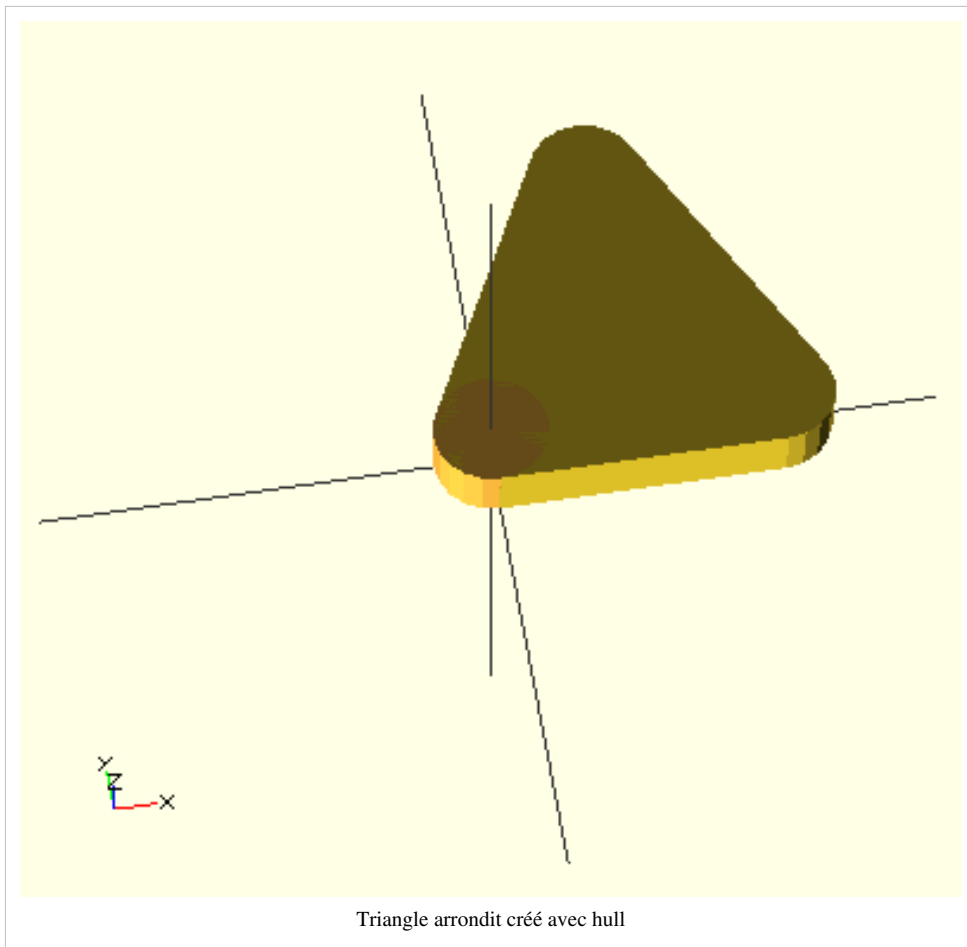
```
$fn=20;  
minkowski() {  
  cube([10,10,2]);  
  // coins arrondis  
  sphere(2);  
}
```



## hull

La commande `hull` va créer une coque à partir des objets qui se trouvent à l'intérieur. Lisez `convex hull` <sup>[20]</sup> sur `cgal.org` si vous voulez comprendre le principe.

```
$fn = 20;  
hull () {  
  # translate([0,0,0]) cylinder(r=2,h=2);  
  translate([10,0,0]) cylinder(r=2,h=2);  
  translate([5,10,0]) cylinder(r=2,h=2);  
}
```



## Modélisation CSG

### Principe

CSG veut dire **Constructive solid geometry**.

Il est possible de créer un modèle 3D complexe en combinant de simples objets 3D primitifs, comme des cubes, des cylindres ou des sphères.

### Fusion d'objets

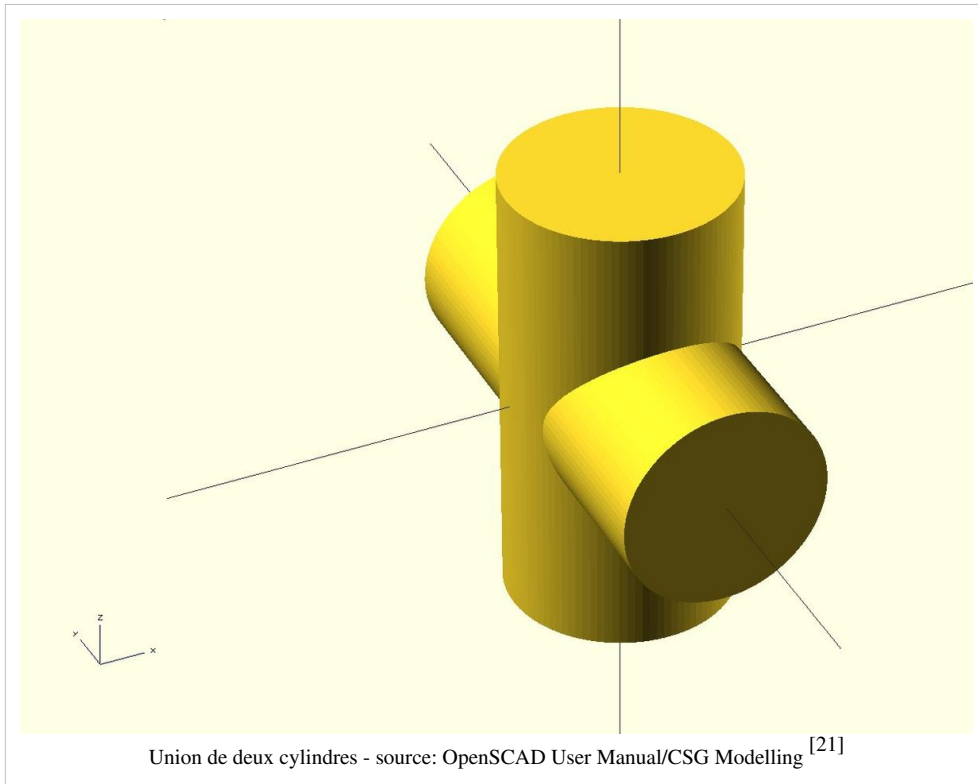
Le résultat de l'union donnera une seule forme. Par exemple, si vous entassez des cubes alignés les uns contre les autres, le résultat donnera une forme (sans murs internes). C'est le comportement idéal pour une imprimante rapman. Notez cependant, que la juxtaposition d'objets peut se passer mal. Par exemple, deux cubes ne peuvent pas partager un seul même coin comme expliqué plus tard.

Exemple 1:

```
union() {  
  translate(0,0,x) import_stl("duck.stl");  
  duplo(2,2,1.5, false);  
}
```

Exemple 2 (voir l'image ci-dessous)

```
union() {  
  cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);  
  rotate ([90,0,0]) cylinder (h = 4, r=0.9, center = true, $fn=100);  
}
```

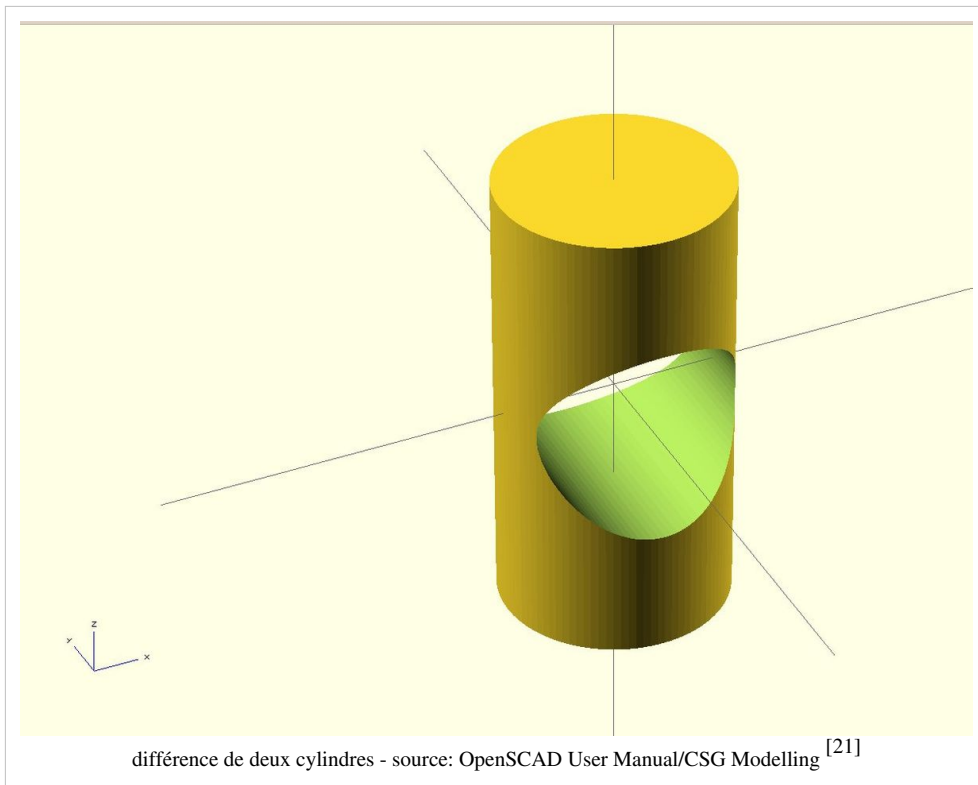


## Difference

La commande `difference` soustrait le deuxième ( et les suivants) nœuds enfant à partir du premier

Exemple 1:

```
difference() {  
  cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);  
  rotate ([90,0,0]) cylinder (h = 4, r=0.9, center = true, $fn=100);  
}
```



### Exemple 2:

```

difference() {
    // start objects
    cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);
    // first object that will substracted
    rotate ([90,0,0]) cylinder (h = 4, r=0.9, center = true,
    $fn=100);
    // second object that will be substracted
    rotate ([90,90,0]) cylinder (h = 4, r=0.9, center = true,
    $fn=100);
}

```

Vous devriez toujours vous assurer que **l'objet qui extrait** est *plus long* ou *plus court* que l'objet qui subira les extractions. Sinon vous pouvez aller sous "problèmes d'objets non 2-manifold" décrits sous la section de dépannage.

*Manifold* veut dire que c'est "étanche à l'eau et qu'il n'y a pas de trous dans la géométrie". Dans un valide 2-manifold chaque coin doit connecter exactement deux facettes. Cela veut dire que le programme doit être capable de connecter une face avec un objet. Par exemple si vous utilisez un cube avec une hauteur de 10 pour extraire quelque chose d'un cube plus large que celui qui a 10 de hauteur, ce n'est pas évident de savoir à qui des deux cubes le sommet ou le bas appartient. Alors faites le petit cube *d'extraction* un peu plus grand.

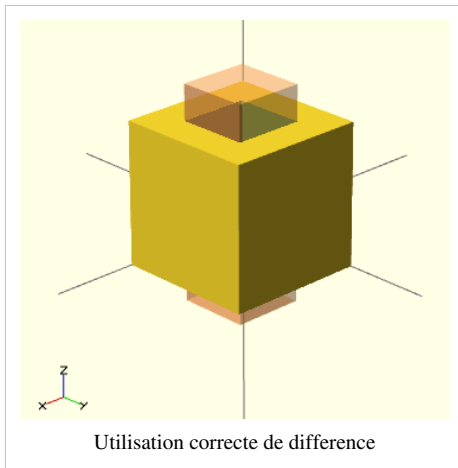
```

difference() {
    // original
    cube (size = [2,2,2]);
    // objet qui extrait
    # translate ([0.5,0.5,-0.5]) {
        cube (size = [1,1,3]);
    }
}

```



```
}
```

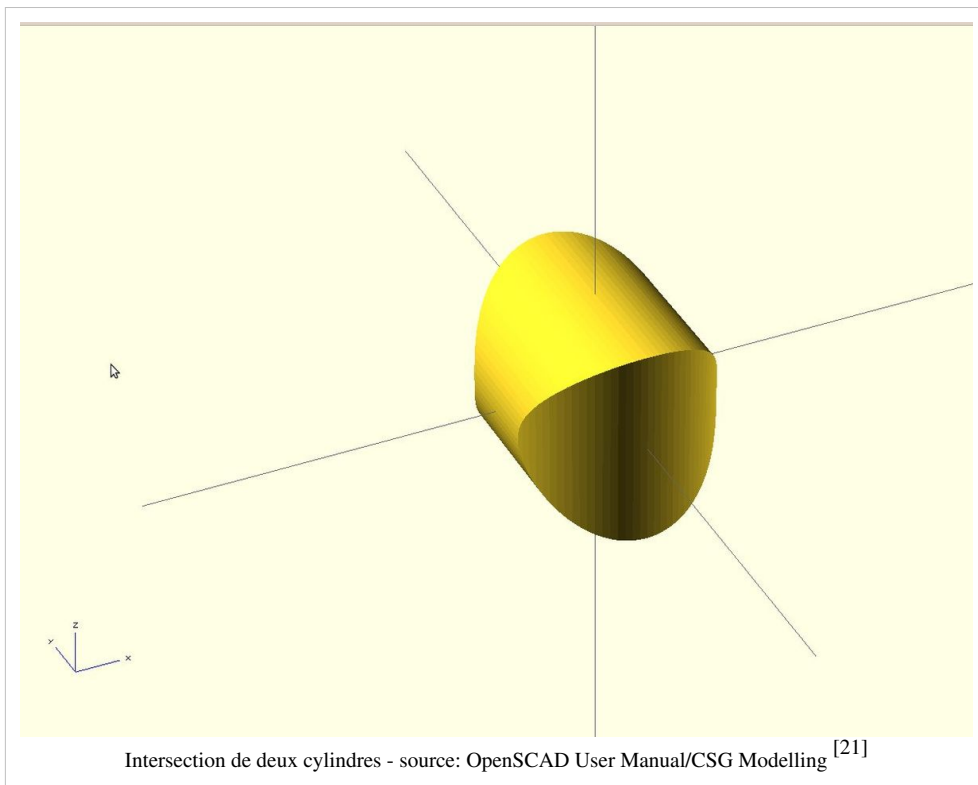


## Intersection

La commande intersection créé l'intersection des tous les nœuds enfant. Cela garde toutes les proportions que cela chevauche.

Exemple:

```
intersection() {  
  cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);  
  rotate ([90,0,0]) cylinder (h = 4, r=0.9, center = true, $fn=100);  
}
```



## Modifier characters - aide pour composer

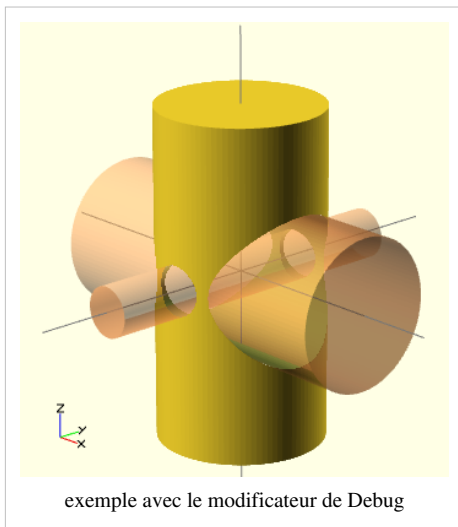
Aussi appelé **modifier characters** cela vous permet de mieux voir ce qu'il se passe. Si vous mettez un **modifier characters** avant une sous arborescence vous pouvez mieux comprendre ce que certains éléments du design font. C'est particulièrement le cas pour les opérations d'union (fusions), intersection et différence.

# Modificateur de Debug

- L'arborescence sera rendue, mais il y aura aussi des formes dessinés en violet.

Code d'exemple:

```
difference() {
    // objets de départ
    cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);
    // premier objet qui sera soustrait
    # rotate ([90,0,0]) cylinder (h = 4, r=0.3, center = true,
    $fn=100);
    // deuxième objet qui sera soustrait
    # rotate ([0,90,0]) cylinder (h = 4, r=0.9, center = true,
    $fn=100);
}
```



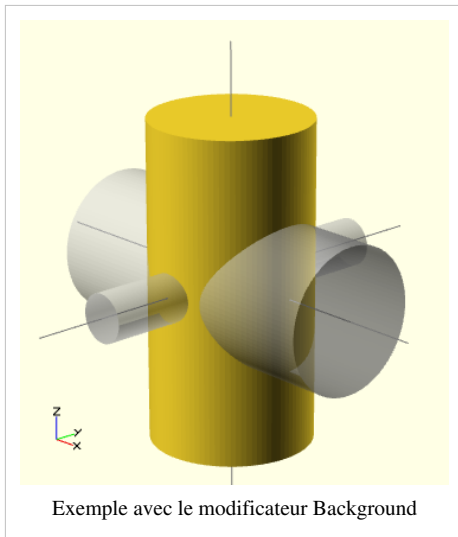
% Modificateur Background

- Montre une arborescence dans le background. Les objets seront montrés en gris clair et les transformations seront appliquées, mais on ne les verra pas.

Exemple:

```
difference() {
    // objets de départ
    cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);
    // premier objet qui sera soustrait
    % rotate ([90,0,0]) cylinder (h = 4, r=0.3, center = true,
    $fn=100);
    // deuxième objet qui sera soustrait
    % rotate ([0,90,0]) cylinder (h = 4, r=0.9, center = true,
    $fn=100);
}
```

}



### ! Modificateur Root

Le modificateur root va ignorer le reste du design et va utiliser son arborescence comme racine du design. C'est utile pour regarder seulement un élément, sans avoir besoin de copier/coller dans un fichier test.

Exemple: ! { ... }

### \* Modificateur Disable

Le modificateur disable ignore simplement tout son arborescence. Cela a la même fonctionnalité que de commenter avec //. Exemple d'utilisation:

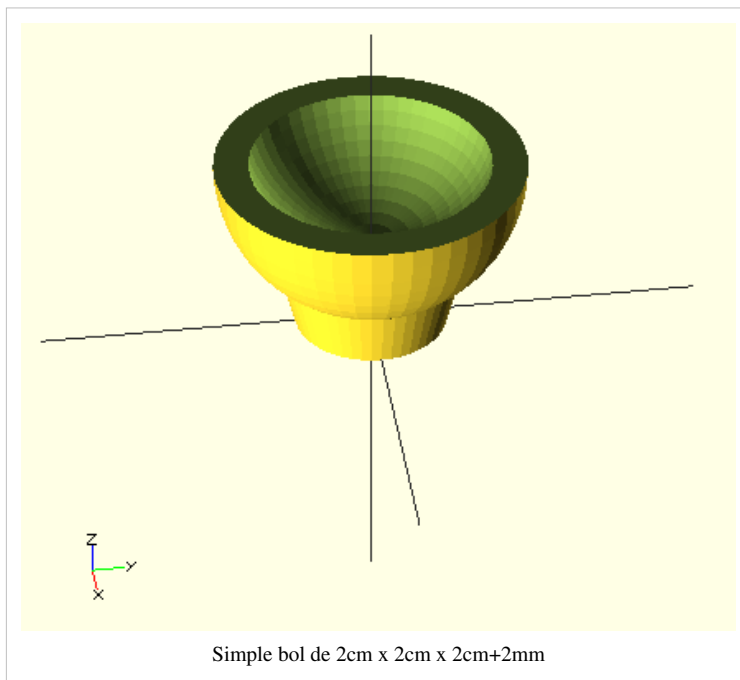
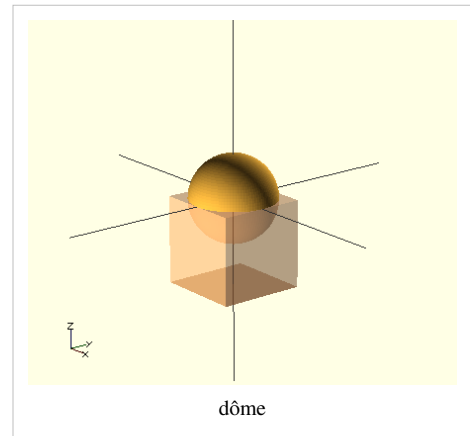
```
* { ... }
```

## Exemples de CSG simples

L'opération suivante va couper le bas d'une sphère de façon plate par son milieu.

```
difference() {
  // Une sphère avec 5mm de rayon
  # sphere(r=5, $fn=100);
  // pousse 5mm vers le bas
  translate(v=[0,0,-5]) {
    //Le cube servant à couper
    # cube(size = 10, center = true);
  }
}
```

L'exemple suivant créé un simple petit bol.



```
// Résolution
$fn=50;

//Bouge le tout vers le haut
translate (v=[0,0,12]) {

difference() {
  difference() {
    // Sphère externe
    sphere(r=10, $fn=50);
    translate(v=[0,0,2]) {
      //Sphère interne
      sphere(r=8, $fn=50);
    }
  }
  translate(v=[0,0,5]) {
    // Cube servant à couper
```

```

    cube(size = [20,20,10], center = true);
  }
}
// Quelque chose pour porter le tout
translate(v=[0,0,-10]) {
  cylinder (h=4, r1=5, r2=6, center = true);
}
}

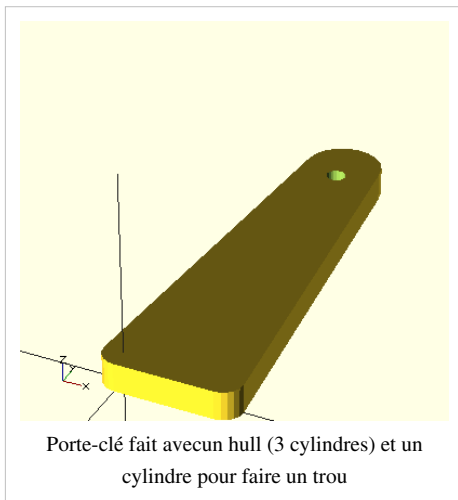
```

L'exemple suivant créé un simple porte-clés

```

$fn = 20;
difference () {
hull () {
  # translate([0,0,0]) cylinder(r=2,h=3);
  translate([10,0,0]) cylinder(r=2,h=3);
  translate([5,40,0]) cylinder(r=4,h=3);
}
  translate([5,38,-1]) cylinder(r=1,h=5);
}

```



Voir aussi: Doblo factory <sup>[1]</sup>, le seul grand projet que nous avons tenté avec OpenScad.

## Géométrie 2D et extrusion linéaire

Extruder des formes 2D en formes 3D est une autre manière de créer des objets complexes (mis à part la modélisation CSG). Il existe plusieurs possibilités et combinaisons :

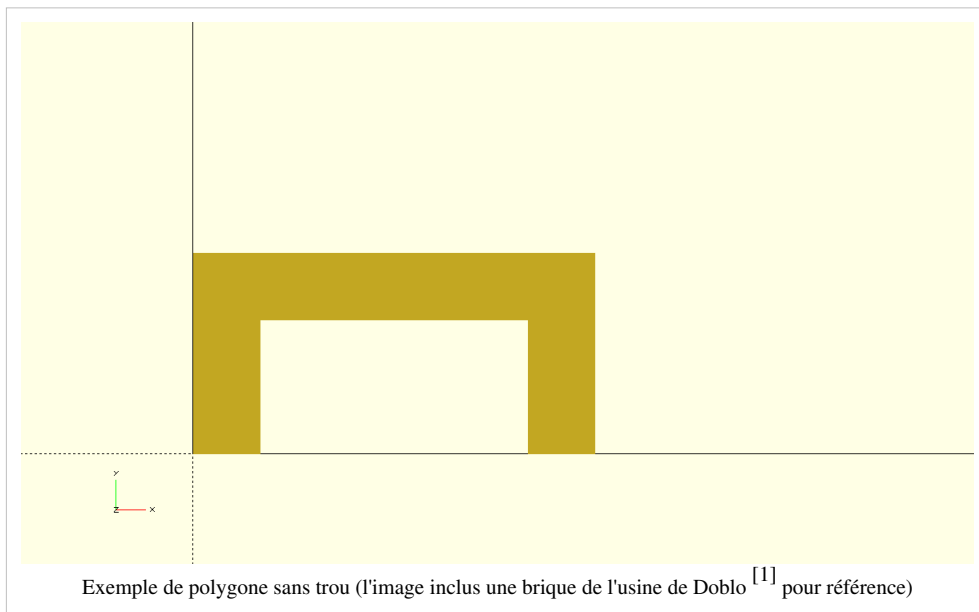
- Type d'extrusion : linéaire (incluant une option de torsion) et rotation (la forme en 2D est tournée de 90 degrés et extrudée autour de l'axe Z)
- Source : graphiques 2D intégrés (cercle, carré, ellipse, polygones réguliers créés à partir de cercles avec \$fn appliqué, et polygones)

## Polygones

Les polygones peuvent avoir plusieurs trous, un seul ou aucun.

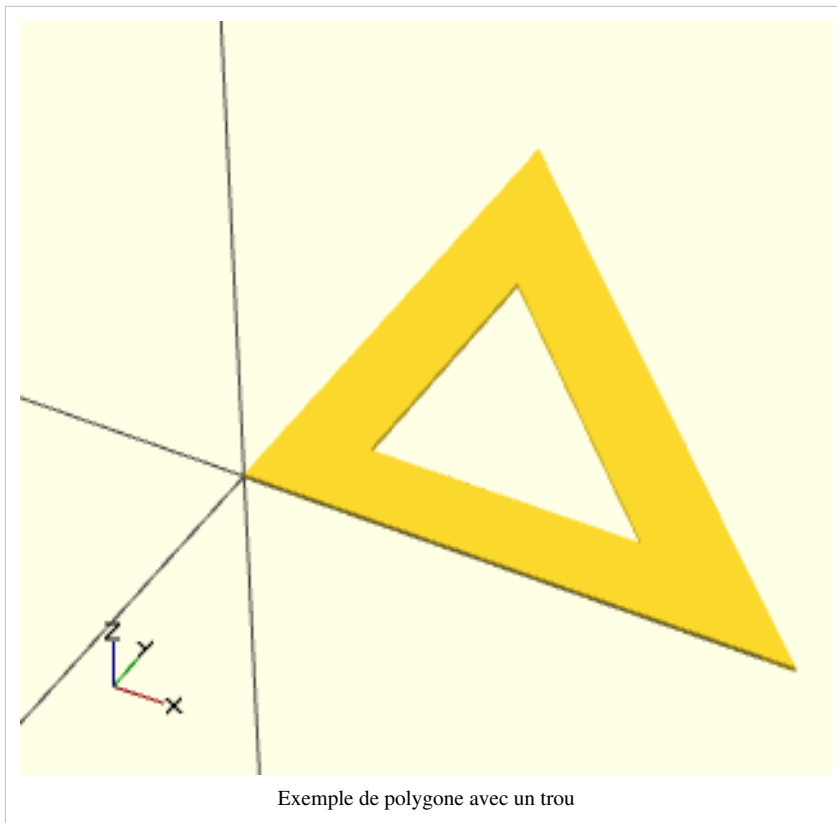
Exemple sans trou qui peut être utilisé pour définir la forme d'une structure de canapé :

```
color ("red") linear_extrude (height=19.2)
polygon(points=[[0,0], [16,0],
               [16,32], [80,32], [80,0],
               [96,0], [96,48], [0,48]
               ]);
```



Exemple de code avec un trou :

```
polygon(points=0,0], [100,0], [0,100], [15,15], [65,15], [15,65], paths=0,1,2], [3,4,5]);
```



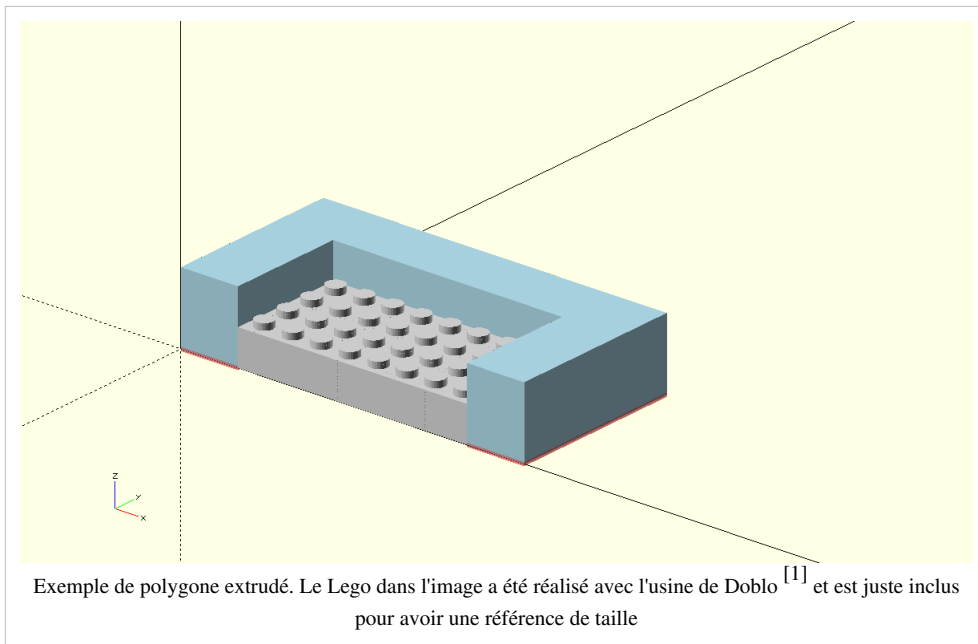
Dans cet exemple il y a exactement 6 points (3 pour le triangle "externe" et 3 pour le triangle "interne"). Puis on forme chaque triangle avec un chemin. Chaque élément d'un chemin doit correspondre à la position d'un point défini dans le vecteur de points (ex : ici "1" fait référence au point [100,0]).

### Extrusion linéaire de 2D à 3D à partir de formes 2D intégrées

On peut extraire une forme 3D à partir de n'importe quel graphique 2D. Regardons ce qu'il en est pour les polygones.

#### Exemple : Polygone simple

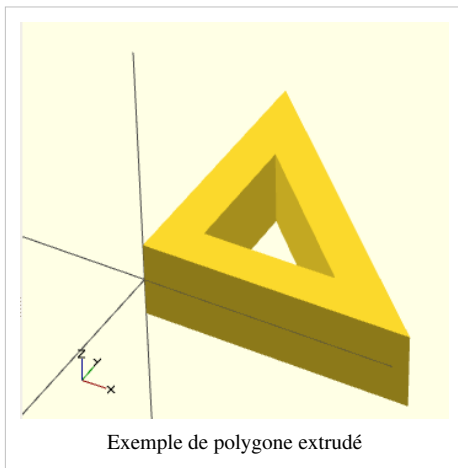
```
color ("lightblue") linear_extrude (height=19.2)
#polygon(points=[[0,0], [16,0],
                [16,32], [80,32], [80,0],
                [96,0], [96,48], [0,48]
                ]);
```



### Exemple : Polygone avec un trou

```
linear_extrude(height = 16, center = true, convexity = 10, twist = 0)
polygon(points=0,0],[100,0],[0,100],[15,15],[65,15],[15,65], paths=0,1,2],[3,4,5];
```

Résultat : un triangle plat de 16mm de hauteur avec un triangle vide à l'intérieur.



### Exemple : Extrusion à partir de formes 2D créées en CSG

On peut aussi créer des formes 2D avec CSG. Par exemple, on pourrait créer une sorte de forme de lune en soustrayant un cercle à un autre cercle comme ceci :

```
difference () {
  circle (r=10);
  translate ([2,0,0]) circle(r=10);
}
```

Ou alors on pourrait proposer un exemple plus complet incluant des paramètres :

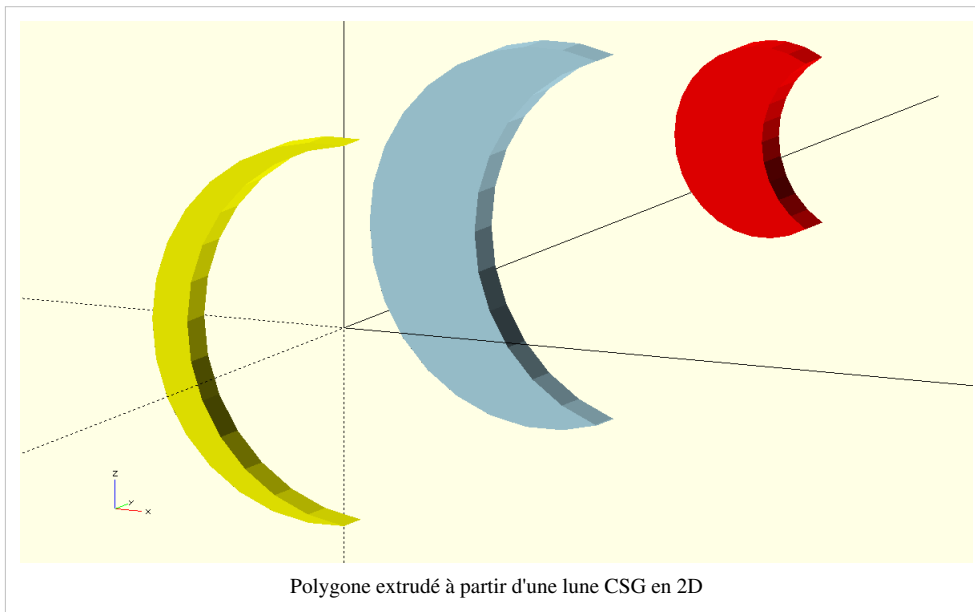
```
module half_moon (color="orange", size=16, thickness=4, fullness=0.5) {
  color (color)
  rotate (a=[90,0,0])
```



```
linear_extrude (height=thickness)
difference () {
circle (r=size, $fs=0.2);
translate ([size*2*fullness,0,0]) {
    circle (r=size,$fs=0.2);
}
}
}

module moons () {
    half_moon(size=20,fullness=0.1,color="yellow");
    translate ([20,10,10])
half_moon(size=20,fullness=0.3,color="lightblue");
    translate ([40,20,20])
half_moon(size=10,fullness=0.5,color="red");
}

moons ();
```



## Importer et extruder des images 2D à partir d'une image SVG

L'extrusion linéaire à partir d'images importées est un peu plus complexe, puisqu'il faudra partir d'un fichier DXF de bonne qualité. La plupart des cliparts sont disponibles au format SVG on partira de là, en se basant sur les instructions de Nudel <sup>[23]</sup> (merci !).

### Trouver des cliparts

Commençons par créer un personnage en 2D, comme ceux que l'on trouve dans certains jeux de plateforme. Il existe deux sources avec un bon catalogue de cliparts :

- <http://openclipart.org> (toutes sortes de thématiques)
- <https://thenounproject.com/> (très grosse collection d'icônes)

En faisant une recherche <sup>[24]</sup> sur le site du Nounproject nous avons trouvé cette dame <sup>[25]</sup>, une icône dans le domaine public.

- Pour télécharger une image il faut s'enregistrer sur le site. Pour la plupart des icônes il y a une version publique et une version payante. Si on utilise la version publique il faut mentionner l'auteur, ce que nous faisons en insérant un commentaire dans le fichier scad et ici.
- Il faut prendre la version svg. Nous l'avons renommée `noun_woman.svg`

### Transformer un fichier SVG en un fichier DXF utilisable à l'aide d'Inkscape

Cela implique plusieurs étapes car il faut transformer le dessin en une série de chemins fermés, ou chaque chemin est composé de segments rectilignes (et pas de courbes).

(1) Ouvrir le SVG dans Inkscape et le nettoyer

- Ajuster la taille du document à la taille de l'image : Menu Fichier > Propriétés du document
- Dans le panneau "taille personnalisée", ouvrir "redimensionner la page au contenu" puis cliquer sur "Ajuster la page au dessin ou à la sélection"
- Retirer les DEFs non utilisées : Fichier > Nettoyer le document
- Optimiser le SVG : Fichier > Enregistrer sous... > SVG optimisé
- Fichier > Enregistrer sous... > SVG simple

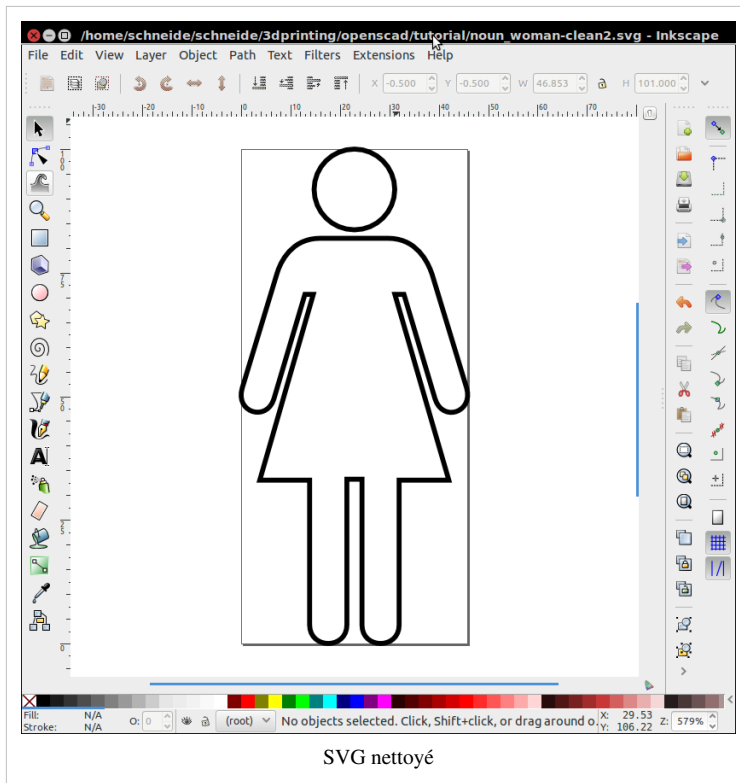
(2) Dégrouper et retirer le remplissage des formes

- Tout dégroupier (SHIFT CTRL-G)
- Sélectionner tous les objets (CTRL-A)
- Ajouter une couleur de ligne si nécessaire (SHIFT CTRL-F)
- Décocher le remplissage du fond.

Le résultat devrait ressembler à ça :



Hamburger Lego-compatible imprimé en deux couleurs en PLA avec une imprimante Felix Pro 1 <sup>[22]</sup>



(3) Si nécessaire, déplacer le contenu de tous les calques dans un seul. Supprimer les autres.

(4) Transformer tous les objets en chemins

- Sélectionner l(es) objet(s) et faire une union si l'objet est simple. Sinon, nous suggérons de créer un chemin séparé pour chaque objet qui doit être rempli : Chemin > Union
- Sélectionner l'objet et le transformer en chemin. Vous pouvez aussi le simplifier (avant d'ajouter des points à nouveau pour faire un modèle avec des lignes droites) : Chemin > Objet en chemin. Maintenant c'est un seul et unique chemin, même si cela représente visuellement plus d'un dessin. Nous suggérons de faire de l'édition de noeuds plus tard.
- Simplifier le chemin si possible : Chemin > Simplifier
- Vérifier qu'il ne reste pas d'autre objet dans le fichier. Pour cela, ouvrir l'éditeur XML (Edition > Editeur XML) et vérifier qu'il ne reste pas d'autre objet.

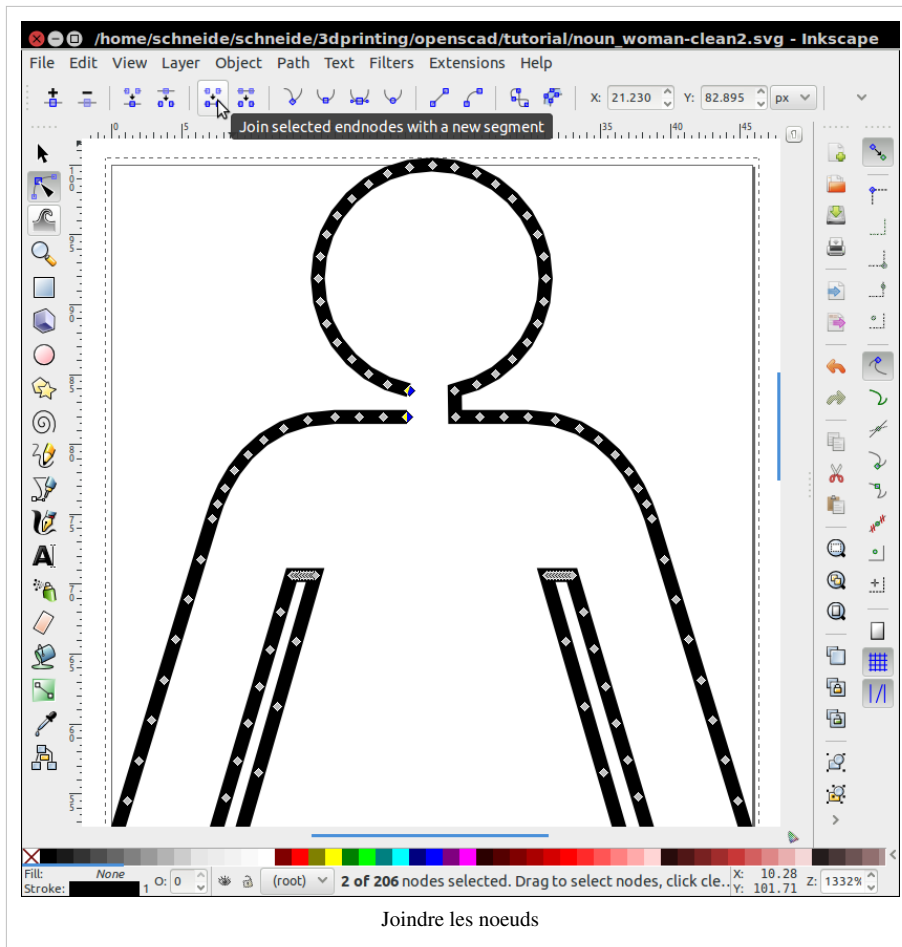
(5) Remplacer les courbes par des lignes droites.

- Appuyer sur F2 (Editer le chemin par les noeuds)
- Sélectionner tous les noeuds (cliquer sur un noeud puis appuyer sur CTRL-A)
- Ajouter plus de noeuds si besoin : cliquer sur "insérer de nouveaux noeuds dans les segments sélectionnés (icône la plus en haut à gauche). Vous pouvez le faire plusieurs fois.
- Cliquer sur "Rendre rectilignes les segments sélectionnés"

Répéter la procédure pour les autres chemins dans le dessin.

(6) Optionnel : faire de l'édition de chemin. Si vous avez besoin de relier deux chemins :

- Sélectionner deux noeuds d'un même chemin et cliquer sur "Briser le chemin aux noeuds sélectionnés"
- Faire la même chose avec l'autre chemin
- Supprimer quelques noeuds si nécessaire (sélectionner et cliquer sur "SUPPR")
- Rejoindre deux noeuds (deux fois, en prenant un noeud de chaque chemin à chaque fois) et cliquer sur "Joindre les noeuds terminaux sélectionnés par un nouveau segment"



(7) Changer les images (optionnel)

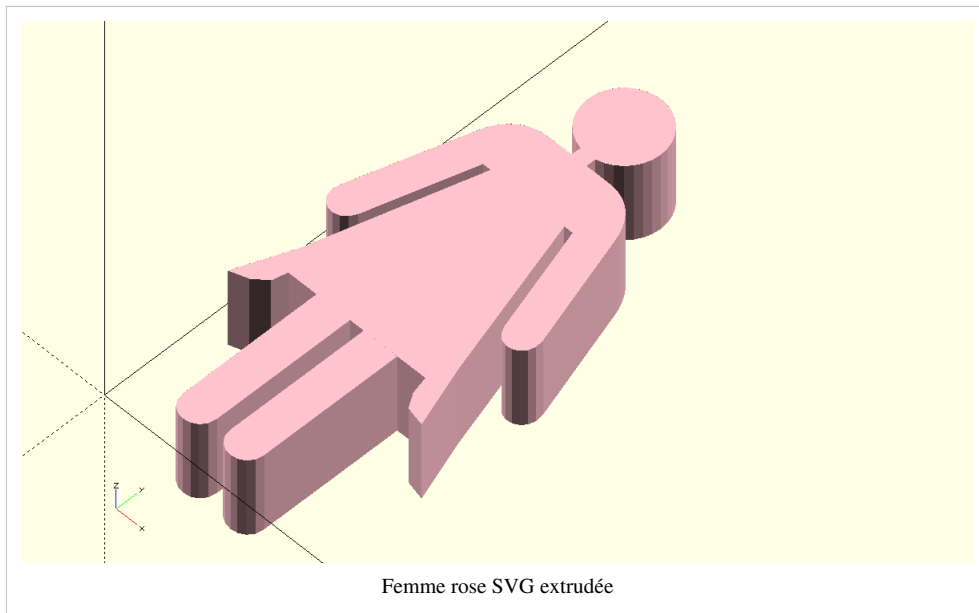
- exemple : créer une plus jolie jupe
- Attention, si vous avez fait des changements (par exemple déplacer un noeud) il faut à nouveau rendre les segments rectilignes !

(8) Enregistrer en DXF

- Fichier > Enregistrer sous > DXF
- Décocher toutes les options

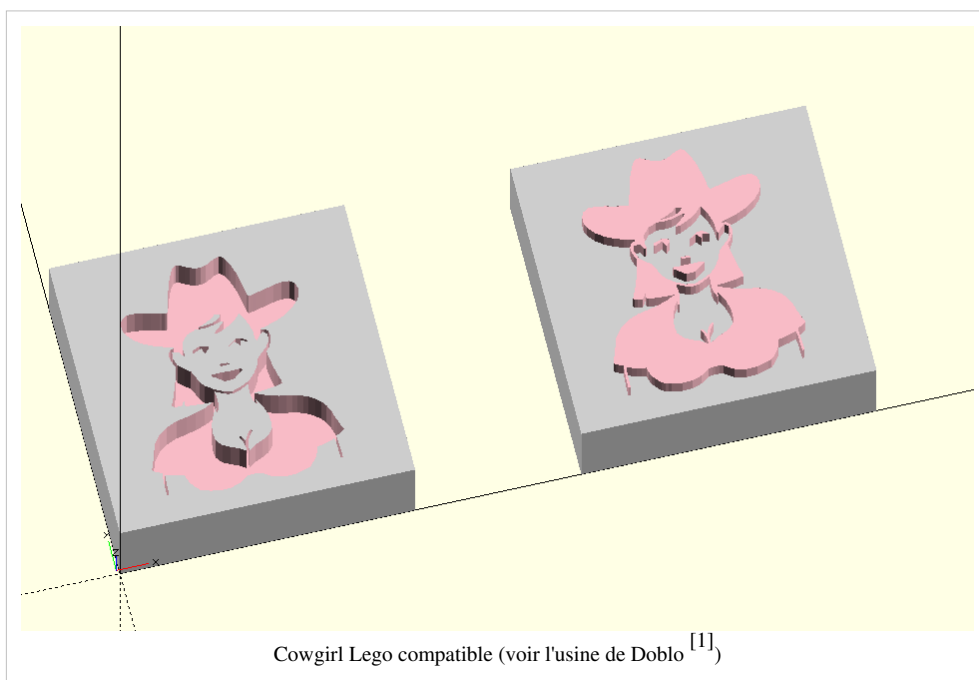
Une fois que vous avez un DXF propre vous pouvez importer les graphiques dans Openscad et extruder.

```
color ("pink") linear_extrude(height = 5, center = true, convexity = 10)
import (file = "noun_woman-clean.dxf");
```



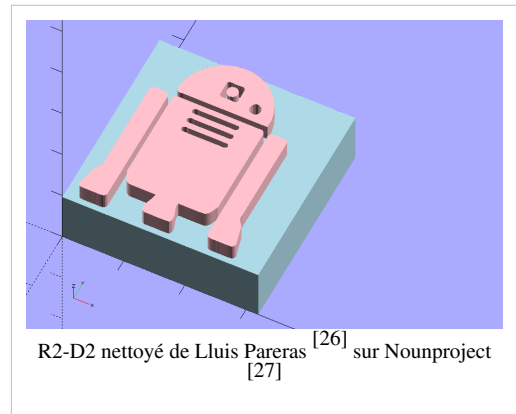
Importer un dessin plus complexe sera plus délicat puisqu'il faudra traiter chaque sous-chemin séparément, et non pas créer une union.

Cet objet peut être utilisé avec un bloc de Lego (soit déposé dessus, soit soustrait).



*Si rien n'apparaît*

- Vérifier que tous les segments sont bien rectilignes. Pour rappel, si vous faites une union de tous les chemins ensuite cela peut être fait en une seule fois.
- Vérifier s'il reste du code Adobe dans le SVG. S'il y en a, il faut le supprimer manuellement (avec un éditeur de texte), après avoir simplifié, optimisé et unionisé votre image. Un bon exemple de cela est le fichier R2-D2<sup>[27]</sup> de Lluís Pareras. Il ne fonctionne qu'après avoir radicalement ôté tous les éléments mis à part le chemin.



## Créer du texte 3D

Depuis la version 2015.03 (Mars 2015), OpenScad possède un module pouvant produire du texte 2D qui peut ensuite être extrudé. Il fonctionne tel quel sous Windows, les autres systèmes d'exploitation n'ont pas été testés.

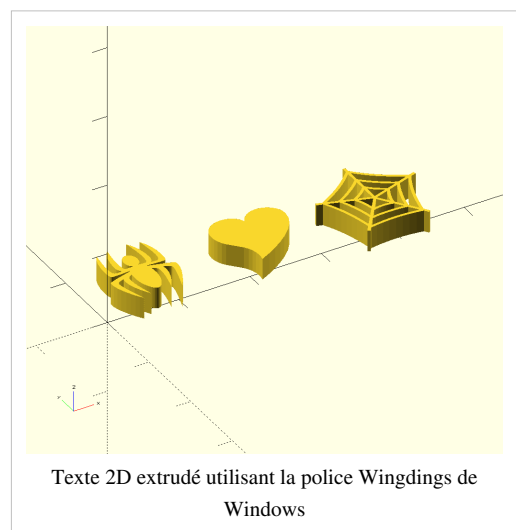
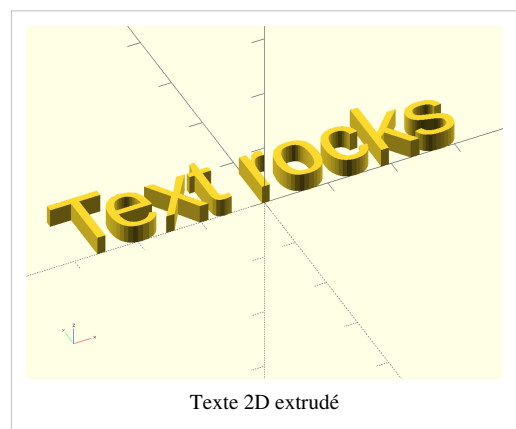
La fonction de texte accepte plusieurs arguments parmi lesquels :

- size : la taille approximative de la police
- font : le nom de la police, interne à OpenScad. Cette liste peut être obtenu dans le menu d'aide
- halign et valign
- spacing : pour gérer l'espacement des lettres (une bonne idée si l'on utilise une imprimante à filament)

Voici un exemple simple pour créer un texte :

```
text ("Text rocks")
```

Exemple de texte 3D :



```
content = "Text rocks";
font = "Liberation Sans";
```

```
translate ([-30,0,0]) {
  linear_extrude(height = 3) {
    text(content, font = font, size = 10);
  }
}
```

L'exemple ci-contre dit que les araignées aiment leurs toiles et utilise la police Windings de Windows. Malheureusement cela n'est très certainement pas compatible avec les autres systèmes mais cela a le mérite de fonctionner.

```
content = "!Y\>";
font = "Webdings";

linear_extrude(height = 3) {
  text(content, font = font, spacing= 1.2, size = 10);
}
```

## Dessins 2D DXF extraits de formes 3D STL

Solution de Giles BathGate <sup>[28]</sup>, (récupérée le 28 décembre 2010)

```
projection(cut=false) import_stl("/full/path/to/stl");
```

or

```
projection(cut=true) translate([0,0,-10]) rotate([0,90,0]) import_stl("file.stl");
```

Puis, "export as" > DXF

## Résolution de problèmes

### Tracés

Echo Statements

Cette fonction renvoie le contenu dans la fenêtre de compilation. Utile pour débogger le code.

Exemples d'usages :

```
my_h=50;
my_r=100;
echo("This is a cylinder with h=", my_h, " and r=", my_r);
cylinder(h=my_h, r=my_r);
```

### Objets "non simples"

Après avoir fait un rendu (F6), il arrive de voir ceci :

```
Parsing design (AST generation)...
Compiling design (CSG Tree generation)...
Compilation finished.
Rendering Polygon Mesh using CGAL...
Number of vertices currently in CGAL cache: 600
Number of objects currently in CGAL cache: 3
```

```
Top level object is a 3D object:
Simple:      '''no'''
Valid:      yes
Vertices:   200
```

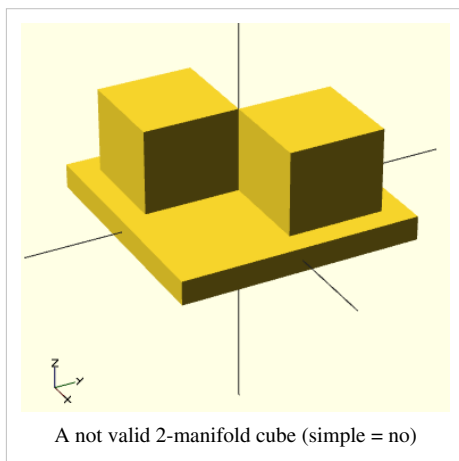
Puis lorsque l'on tente d'exporter en .STL on obtient un message comme celui-ci :

```
Object isn't a valid 2-manifold! Modify your design..
```

Dans un objet valide "2-manifold", chaque arête doit connecter exactement 2 faces. Voici un exemple tiré du forum d'OpenSCAD <sup>[29]</sup> (récupéré 18:47, 22 March 2010 (UTC)) :

```
module example1() {
  cube([20, 20, 20]);
  translate([-20, -20, 0]) cube([20, 20, 20]);
  cube([50, 50, 5], center = true);
}
```

Ce module d'exemple n'est pas valide comme 2-manifold parce que les deux cubes partagent une arête. Ils se touchent mais ne se croisent pas.



Dans ce deuxième module d'exemple ce serait valide puisqu'il y a une intersection (les deux cubes se chevauchent un peu).

```
module example2() {
  cube([20.1, 20.1, 20]);
  translate([-20, -20, 0]) cube([20.1, 20.1, 20]);
  cube([50, 50, 5], center = true);
}
```

Donc quand on effectue des opérations géométriques sur les solides il est important de se souvenir que la pièce qui est soustraite doit s'étendre plus loin que la partie initiale. (OpenSCAD Tip: Manifold Space and Time <sup>[30]</sup>, retrieved 18:47, 22 March 2010 (UTC)).



## Thingiverse Customizer

Il permet de créer des fichiers OpenScad qui seront paramétrables par d'autres utilisateurs. Il faut pour cela respecter quelques règles qui sont expliquées dans la documentation <sup>[31]</sup>.

Exemple de fragment de code :

```
/* [Running/Walking] */
RunningDistance=2; //[2:100]
RunningDuration=5; //[10:600]
/* [Dimensions] */
CutAway=0.5; //[0.5,0.7,0.8,1,1.5,2,3,4]]
HoleDiameter=3; //[1:5]
ScaleFactor=1; //[0.5,1,1.5,2,2.5,3]

/* [Hidden] */
$fn = 100; //sets the smoothness of the whole
```

## Liens

Sauf mention contraire, tous les liens proposés sont en anglais.

- <http://openscad.org/> <sup>[32]</sup>
- [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual) <sup>[33]</sup>

## Tutoriels

- Série de tutoriels OpenScad <sup>[34]</sup> sur Makerbot (plusieurs bons articles de blog)
- La page d'accueil d'OpenScad <sup>[32]</sup> a quelques bonnes astuces sur la géométrie constructive avec les solides (CSG) <sup>[35]</sup>
- Publications avec l'étiquette OpenSCAD <sup>[36]</sup> sur le site "I Heart Robotics". L'astuce OpenSCAD : Linear and Rotational Extrusions <sup>[37]</sup> est un "must read" pour les débutants.
- Hack a Day : How To : Make a Printable CES Badge <sup>[38]</sup>
- Make: Projects - Simple 3D models with OpenSCAD <sup>[39]</sup>. Explique comment créer un puzzle pentomino en semi 2D.
- OpenSCAD Tip: Manifold Space and Time <sup>[30]</sup> A lire si vous voulez créer des modèles étanches à l'eau

Divers

- Mashups <sup>[40]</sup> (discussion sur le forum de l'éducation BFB)
- Parametric Duplo <sup>[7]</sup> (module par DKS sur Thingiverse)

## Thingiverse Customizer

- Documentation <sup>[31]</sup>
  - Guide de bonnes pratiques <sup>[41]</sup>
  - Preview <sup>[42]</sup> (vous pouvez copier-coller le code pour tester l'interface).
- [\[http://www.thingiverse.com/apps/customizer/run?thing\\_id=1663590&code=9f93ddb5a0fe5a8f70d48104565a3962](http://www.thingiverse.com/apps/customizer/run?thing_id=1663590&code=9f93ddb5a0fe5a8f70d48104565a3962)

## Formes géométriques / modèles 3D

- 3D modeling <sup>[43]</sup> (Wikipedia)
- Polygon Mesh <sup>[44]</sup> (Wikipedia)
- Vertex (Geometry) <sup>[45]</sup>, Wikipedia
- Edge (geometry) <sup>[46]</sup> (Wikipedia)
- Face (geometry) <sup>[47]</sup> (Wikipedia).
- polyhedron <sup>[15]</sup> (Wikipedia)

## Logiciels

### OpenScad

- <http://www.openscad.org/> (Téléchargement d'OpenScad pour Win / Mac / Linux)

### Utilitaires

- Inkscape to OpenSCAD convertir v2 <sup>[48]</sup>. Une extension pour Inkscape permettant d'exporter des chemins Inkscape vers OpenSCAD. Cette extension gère les arcs SVG, les clones, les cercles, les ellipses, les groupes, les lignes, les chemins, les polygones, les rectangles.. Il est possible d'exporter soit tout un document soit juste des portions de ce document.
- `svgto3d` <sup>[49]</sup> Pour récupérer une liste de fichiers svg et les convertir en designs scad. Il ne restera plus qu'à modifier les tailles. C'est un script prêt à utiliser pour Linux/Unix (pour le faire fonctionner sous Win/Mac etc., du travail d'installation est nécessaire...). Sous Debian/Ubuntu, il faut faire : `sudo apt-get install pstoedit`

## Alternatives à OpenSCAD

- <https://emacstragic.net/programmatic-cad-openscad-alternatives/>

## Crédits et copyrights

- Certaines parties de cet article sont issues du guide d'utilisateur d'OpenSCAD <sup>[33]</sup>
- Note : Par défaut, les images ont été créées par Daniel K. Schneider. Tout en rédigeant ce tutoriel en anglais <sup>[50]</sup>, il a fait des mises à jour du manuel sur Wikibooks. Sinon les images sont issues du manuel d'OpenScad et cela est précisé dans les légendes.

## Références

- [1] [http://edutechwiki.unige.ch/en/Doblo\\_factory](http://edutechwiki.unige.ch/en/Doblo_factory)
- [2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A9lisation\\_tridimensionnelle#Mod.C3.A9lisation\\_polygonale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A9lisation_tridimensionnelle#Mod.C3.A9lisation_polygonale)
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Vertex\\_%28geometry%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Vertex_%28geometry%29)
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/Surface\\_normal](https://en.wikipedia.org/wiki/Surface_normal)
- [5] <http://www.thingiverse.com/tag:openscad>
- [6] <http://www.thingiverse.com/thing:2154>
- [7] <http://www.thingiverse.com/thing:2014>
- [8] <http://www.thingiverse.com/thing:1778>
- [9] <http://www.thingiverse.com/Domonoky>
- [10] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/Mathematical\\_Operators](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/Mathematical_Operators)
- [11] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/Mathematical\\_Functions](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/Mathematical_Functions)
- [12] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/String\\_Functions](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/String_Functions)
- [13] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/Other\\_Language\\_Features](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/Other_Language_Features)
- [14] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/Primitive\\_Solids](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/Primitive_Solids)
- [15] <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyhedron>
- [16] [http://edutechwiki.unige.ch/en/CSS3\\_color\\_names\\_table](http://edutechwiki.unige.ch/en/CSS3_color_names_table)
- [17] [http://en.wikipedia.org/wiki/Minkowski\\_sum](http://en.wikipedia.org/wiki/Minkowski_sum)
- [18] [http://www.cgal.org/Manual/latest/doc\\_html/cgal\\_manual/Minkowski\\_sum\\_3/Chapter\\_main.html](http://www.cgal.org/Manual/latest/doc_html/cgal_manual/Minkowski_sum_3/Chapter_main.html)
- [19] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/Transformations](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/Transformations)
- [20] [http://www.cgal.org/Manual/latest/doc\\_html/cgal\\_manual/Convex\\_hull\\_2/Chapter\\_main.html](http://www.cgal.org/Manual/latest/doc_html/cgal_manual/Convex_hull_2/Chapter_main.html)
- [21] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/CSG\\_Modelling](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/CSG_Modelling)
- [22] [http://edutechwiki.unige.ch/en/Felix\\_Pro\\_1\\_3D\\_printer](http://edutechwiki.unige.ch/en/Felix_Pro_1_3D_printer)
- [23] <http://repraprip.blogspot.ch/2011/05/inkscape-to-openscad-dxf-tutorial.html>
- [24] <https://thenounproject.com/search/?q=woman>
- [25] <https://thenounproject.com/search/?q=woman&i=5>
- [26] <https://thenounproject.com/lpareras>
- [27] <https://thenounproject.com/search/?q=r2d2&i=145073>
- [28] <http://www.gilesbathgate.com/2010/06/extracting-2d-mendel-outlines-using-openscad/>
- [29] <http://rocklinux.net/pipermail/openscad/2009-December/000018.html>
- [30] <http://www.iheartrobotics.com/2010/01/openscad-tip-manifold-space-and-time.html>
- [31] <http://customizer.makerbot.com/docs>
- [32] <http://openscad.org/>
- [33] [http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual](http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual)
- [34] <http://www.makerbot.com/blog/2011/01/19/openscad-basics-the-setup/>
- [35] [http://en.wikipedia.org/wiki/Constructive\\_solid\\_geometry](http://en.wikipedia.org/wiki/Constructive_solid_geometry)
- [36] <http://www.iheartrobotics.com/search/label/OpenSCAD>
- [37] <http://www.iheartrobotics.com/2010/01/openscad-tip-linear-and-rotational.html>
- [38] <http://hackaday.com/2010/01/12/how-to-make-a-printable-ces-badge/>
- [39] <http://makezine.com/projects/3d-models-with-openscad/>
- [40] <http://www.bitsfrombytes.com/fora/user/index.php?topic=610.0>
- [41] [http://customizer.makerbot.com/best\\_practices](http://customizer.makerbot.com/best_practices)
- [42] <http://customizer.makerbot.com/docs#example>
- [43] [http://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/3D_modeling)
- [44] [http://en.wikipedia.org/wiki/Polygon\\_mesh](http://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_mesh)
- [45] [http://en.wikipedia.org/wiki/Vertex\\_%28geometry%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Vertex_%28geometry%29)
- [46] [http://en.wikipedia.org/wiki/Edge\\_%28geometry%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Edge_%28geometry%29)
- [47] [http://en.wikipedia.org/wiki/Face\\_%28geometry%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Face_%28geometry%29)
- [48] <http://www.thingiverse.com/thing:25036>
- [49] <https://gist.github.com/hroncok/5635791>
- [50] [http://edutechwiki.unige.ch/en/OpenScad\\_beginners\\_tutorial](http://edutechwiki.unige.ch/en/OpenScad_beginners_tutorial)

# Autodesk 123D Beta 9

---

**Cet article est incomplet.**

Il est jugé trop incomplet dans son développement ou dans l'expression des concepts et des idées. Son contenu est donc à considérer avec précaution.

- Vjollca Ahmeti

## Introduction

Mise à jour (4/2014): Depuis la rédaction, l'application a changé de nom et il existe une version en ligne de Autodesk® 123D™ design <sup>[1]</sup> qu'il est possible d'explorer avant d'installer en local. L'interface a également changé un peu. - Daniel K. Schneider (discussion) 17 avril 2014 à 12:33 (CEST)

Autodesk® 123D™ <sup>[1]</sup> ou "123D" sont une série de logiciels libres et gratuits de design, conception graphique et fabrication assistée par ordinateur. Parmi les logiciels 123D, Beta 9 permet de créer toute sorte d'objets qu'il est possible d'imprimer en 3D grâce à une imprimante <sup>[2]</sup>. Le logiciel est très complet dans ses fonctionnalités ce qui le rend relativement complexe à prendre en main. Cependant, une communauté plutôt large d'utilisateurs développe les ressources nécessaires pour pouvoir comprendre les fonctionnalités de base. De plus, les utilisateurs partagent volontiers leurs productions, c'est pour cela que la version Beta 9 intègre directement dans le logiciel la possibilité pour l'utilisateur d'immédiatement publier en ligne les conceptions créées et de les déposer dans son espace personnel.

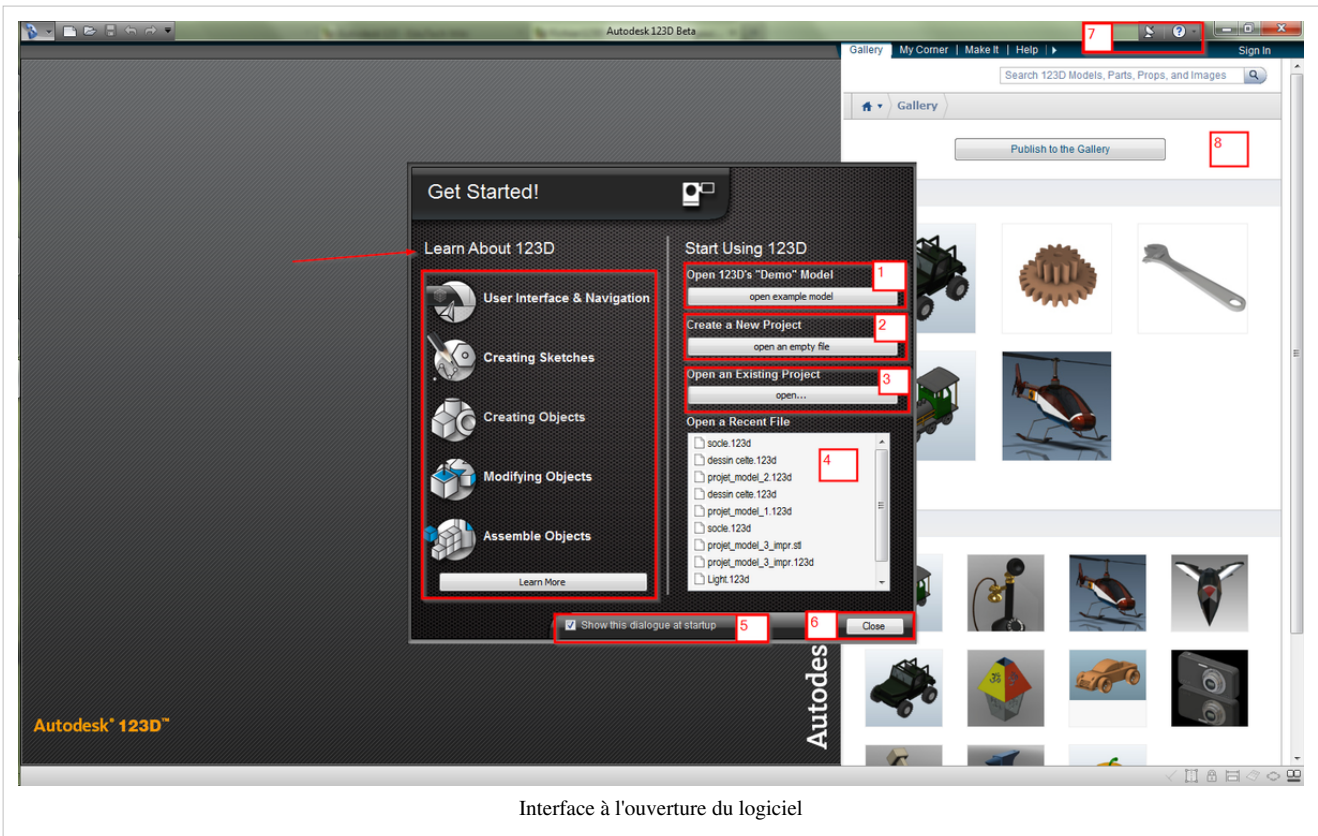
Le logiciel est disponible gratuitement en Français <sup>[3]</sup> et en Anglais <sup>[4]</sup>. Ce tutoriel est en Français, mais présente la version "anglaise" du logiciel, alors les termes sont traduits et parfois interprétés (la correspondance avec les termes utilisés dans le logiciel en version française peuvent **ne pas** correspondre). Bien qu'il existe désormais relativement assez de ressources en français, il y en existe beaucoup plus en anglais, c'est pourquoi, nous vous recommandons d'utiliser le logiciel en anglais. Hormis pour l'aspect documentaire, les noms des différentes fonctionnalités feront écho si vous utilisez d'autres logiciels de conception graphique qui, eux, ne sont pas disponibles en français.

S'il est particulièrement difficile à prendre en main c'est parce que cette version Beta 9 offre de nombreuses fonctionnalités parmi lesquelles il est difficile de s'y retrouver. Les possibilités de concevoir un objets sont grandes et les moyens d'y arriver sont aussi tout aussi nombreux. Par conséquent, pour créer un objet, il est possible de le faire en quelques clics avec les bons outils ou cela peut prendre des heures via d'autres fonctionnalités.

Ainsi, ce tutoriel propose d'avoir dans une très longue première partie de vous faire découvrir l'interface de ce logiciel et ses nombreuses fonctionnalités à travers tous les menus de l'interface. Ceci vous permettra de découvrir toute les potentialités des outils. Puis, dans un second temps, nous verrons quelques moyens de base pour la conception simple.

# Interface

Lorsqu'on ouvre le logiciel Autodesk 123D, l'interface que l'on peut voir ressemble à cela :



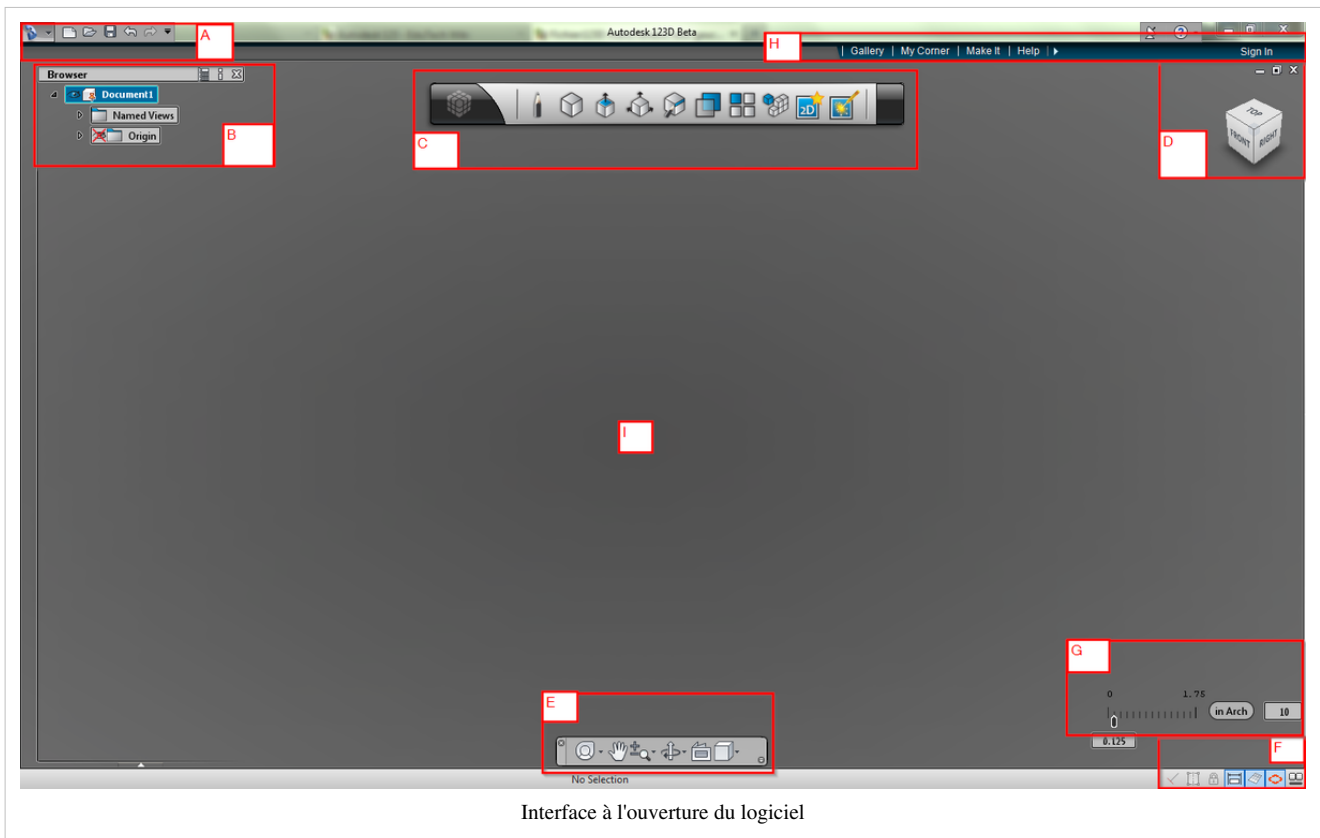
Interface à l'ouverture du logiciel

Au centre, on peut voir une boîte de dialogue spéciale pour l'ouverture du logiciel, qui s'appelle "Get Started". Sous *Learn About 123D*, indiqué par une flèche rouge, on peut voir 5 liens vers des vidéos qui montrent les fonctionnalités de base. Les vidéos s'ouvrent dans le navigateur. Elles sont relativement rapides, donc il est difficile de commencer uniquement sur la base de ces vidéos. Pour aller plus loin, on recommande de cliquer sur le bouton "Learn More" qui mène sur les tutoriels <sup>[5]</sup> vidéos (Youtube) sur le site des applications Autodesk 123D <sup>[6]</sup>, ainsi que sur des tutoriels *step-by-step*.

On peut ensuite commencer à utiliser le logiciel en :

- (1) **Ouvrant un modèle existant**, en l'occurrence, il s'agit de l'ISS (station spatiale internationale) <sup>[7]</sup> à échelle réduite. Cela permet de "jouer" un peu avec les fonctionnalités si on ne sait pas par où commencer.
- (2) **Ouvrant un nouveau projet** - on commence sur un interface vide et tout est à faire.
- (3) **Ouvrant un fichier existant** sur sa machine. On peut par exemple télécharger des fichiers et les ouvrir ensuite.
- (4) **Ouvrant un fichier qu'on a déjà utilisé récemment**. Si on en est là, c'est qu'on a déjà travaillé sur Beta 9, il faut donc passer au point 5...
- (5) Fermant définitivement cette fenêtre pour éviter qu'elle ne s'ouvre à chaque fois en **décochant** la case *show this dialogue at sartup*
- (6) Fermant cette fenêtre.
- (7) Les tutoriels vidéos restent disponibles à travers le menu d'aide en haut à droite.
- (8) Sur la droite, on peut voir l'interface de son espace personnel sur Autodesk 123D. C'est une nouveauté sur Beta 9 qui permet de déposer ses production en ligne et de les partager avec les autres utilisateurs. Par ailleurs, on peut également télécharger les productions des autres. Enfin, en déposant ses fichier sur son espace personnel, on peut aussi y accéder plus facilement à l'ouverture de logiciel (du moins, on ne les perd pas).

Une fois que l'on a fermé la boîte de dialogue de départ et qu'on a réduit son espace personnel (voir image ci-dessous), on arrive enfin sur l'interface de travail qui se présente ainsi :



Interface à l'ouverture du logiciel

L'interface offre plusieurs menus, de A à H, chacun présenté en détail dans la section Menus ci-dessous, et un espace central de travail : I.

- **A.** Ce menu est le **menu fonctionnel** du logiciel (un peu le même que sur tout les logiciels). Il est situé en haut à gauche dans le coin de la fenêtre. Ce menu permet la gestion des fichiers et des options de préférence du logiciel.
- **B.** Le **menu "Browser"** est au centre sur tout le côté gauche de la fenêtre. Il permet la gestion du contenu créé : il contient tout les détails concernant les composants et les solides fabriqués, les dessins, les contraintes, la position de chaque objet ou élément, les annotations faites. Il permet également de gérer le nom des éléments créés et de gérer toutes une structure partie par partie.
- **C.** Le **menu principal de travail** est situé en haut au centre de la fenêtre. Ce menu propose les principales fonctionnalités permettant de créer des objets et de travail ses compositions.
- **D.** Ce menu en forme de cube est un outil de navigation. Appelons-le le **menu cube de navigation**. Ce cube interactif permet de gérer la vue, la visualisation des objets dans l'espace de travail.
- **E.** Bien que l'on puisse naviguer dans l'espace juste avec un souris et le cube de navigation, il existe un **menu de navigation complet** qui peut s'avérer fort utile. Il se situe en bas au centre de la fenêtre. Ce menu est complémentaire au "cube" de navigation et permet de faciliter la vue des objets et dessins.
- **F.** Le **menu d'affichage des modes de contraintes** se situe tout en bas à droite de la fenêtre. Ce menu permet d'activer ou désactiver les différentes fonctionnalités d'aide à la gestion des contraintes **durant la création** d'objet (quadrillage, insertion des dimensions durant le dessin et la fabrication, etc.).
- **G.** Pour compléter le menu F, il y a le **menu de métrique** qui se trouve aussi en bas à droite juste au-dessus de F. Ce menu permet de **choisir la métrique** de travail et l'échelle de visualisation.
- **H.** Le **menu de l'espace personnel** permet la gestion des créations directement sur l'espace en ligne, une fois que l'on s'est logué.

Chaque menu est présenté plus en détail ci-dessous.

## Menu fonctionnel

Le menu fonctionnel (A) se présente comme ceci :



Grâce à ce menu, on peut...

(1) Créer un document, ouvrir un document (projet), consulter les derniers documents ouverts ou les document actuellement ouverts, fermer un ou tous les documents ouverts. On peut aussi,

- **Enregistrer** (*Save*) le document ou projet en cours. Le fichier obtenu porte l'extension *.123d* propre au logiciel.
- **Enregistrer sous** (*Save as*) un autre format les documents, notamment sous format *.slt* qui permettra ensuite de gérer le fichier avant une impression 3D. A noter que l'on ne peut utiliser cette fonctionnalité (enregistrer sous) **que si l'on est connecté à son espace personnel** (*Sign In*). Les formats d'enregistrement disponibles sont : *.123d / .svg / .dwg* (AutoCAD 2010) / *.sat / .dxf / .igs* et *.iges / .stp* et *.step / .wrl*
- Enregistrer le document sur son espace personnel (*My corner*).
- Imprimer le document et **gérer l'impression 3D** (disponible uniquement si on est logué à son espace personnel). Cette fonctionnalité permet d'enregistrer le fichier sous format *.slt* pour pouvoir être imprimé en 3D, mais contrairement à la fonctionnalité "enregistrer sous", cela permet également de **pré-visualiser la tessellation** (maillage) des objets (solides, composants), de la renforcer ou la réduire et de gérer d'autre paramètres. (voir Impression 3D ci-dessous).
- Publier le document ou projet sous forme d'image ou de projet AutoCAD.
- Réactiver la boîte de dialogue de départ contenant les tutoriels vidéos ("*Get Started*").
- **Gérer les options** du logiciel telles que les couleurs de l'environnement de travail et l'affichage des menus.

(2) Créer un nouveau document ou projet

(3) Ouvrir un document existant. A noter que si l'on est connecté à son espace personnel en ligne, le système propose d'ouvrir un document à partir de cet espace et non à partir de l'ordinateur.

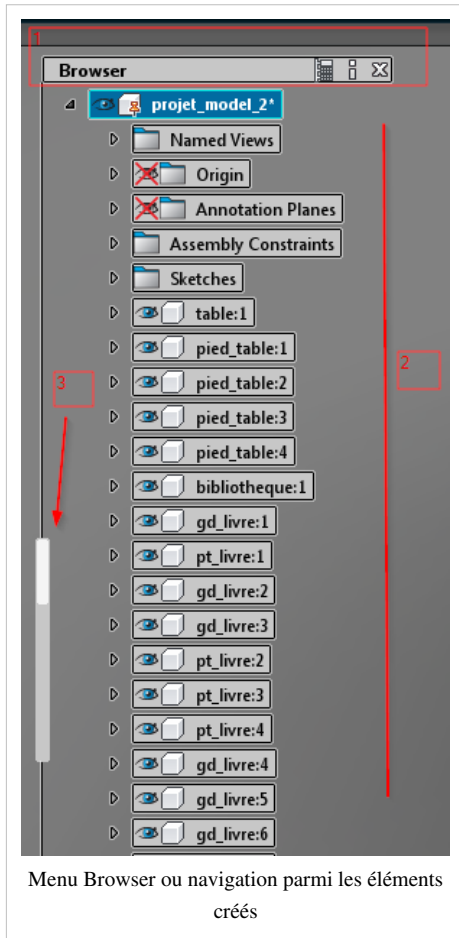
(4) Enregistrer le document en cours. A noter que si l'on est connecté à son espace personnel, le système propose automatiquement d'enregistrer sur l'espace personnel en ligne et non sur la machine (ordinateur).

(5) Annuler la dernière action (Ctrl+z) et reproduire les dernières actions annulées.

(6) Gérer les boutons disponibles sur ce menu.

## Menu Browser

Le menu Browser (**B**) (ou navigation parmi les objets) se présente ainsi :



Menu Browser ou navigation parmi les éléments créés

Il permet de ...

- (1) Afficher des informations sur chaque élément de la liste lorsqu'on passe la souris dessus (bouton en forme de "i", comme information) et de fermer ce menu (cliquer sur la petite croix à droite)
- (2) Visualiser la liste de tous les objets créés (solides, composants), des dessins (Sketches), des contraintes d'assemblage (Assembly Constraints), des éventuelles annotations et de tous autres éléments créé sur l'espace de travail. Chaque élément peut être
  - Renommé, en double cliquant dessus
  - Investigué d'avantage pour voir sa composition et les manipulations qui ont été faites, en cliquant sur la flèche à gauche de l'élément
  - Caché pour ne plus être visible sur l'espace de travail, en cliquant sur l'icône "oeil" à côté du nom de l'élément

Si les éléments possèdent plusieurs entités (plusieurs copies du même élément), chaque entité est indiqué par un numéro à la fin du nom de l'élément après les ":". Par exemple, sur l'image ci-dessus, il existe plusieurs entités de l'élément "pied\_table".

```
pied_table:1 / pied_table:2 / pied_table:3 / etc.
```

- (3) Naviguer dans la liste des éléments créés. On peut glisser le *scroll blanc* indiqué par la flèche rouge, ou bien juste placer la souris dans la zone du menu et utiliser la roulette de la souris.



## Menu principal de travail

Le menu principal de travail (C) se présente comme ceci :



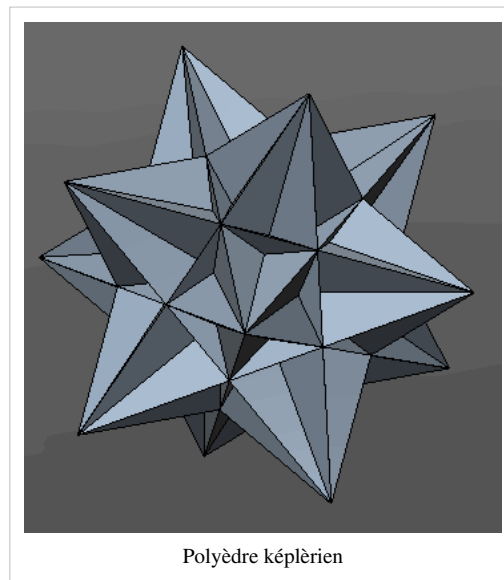
Les fonctionnalités de ce menu seront présentées en détail ci-dessous en fonction des tâches qu'elles permettent de faire. Ces fonctionnalités sont regroupées sous plusieurs boutons qui sont autant de sous-menus qui se déploient de manière circulaire. Voici ces 10 sous-menus et quelques-unes de leurs fonctionnalités :

(1) Les outils de **dessin** (*Sketch*) sont très diversifiés et permettent toutes les formes de dessins possibles. Ils offrent une grande liberté. Il y a entre autres, le **dessin libre** (*draw*), les formes classiques - **cercle** (*Circle*), **rectangle** (*Rectangle*), **polygone** (*Polygon*), **ellipses** (*Center 2-Point Ellipse*)- et les **courbes** (*Arc*, *3-Point Arc*, *Spline*). Il y a aussi la possibilité de dessiner directement du **texte** (*Text*) et du **texte orienté** en fonction d'un tracé (ex. sur le côté d'un volume) (*Text on the path*) qui peut s'avérer extrêmement utile pour éviter de dessiner une lettre de l'alphabet à main levée.

C'est dans ce sous-menu qu'on retrouve également des outils très appréciés **d'ajustement de dessin** comme l'outil de **projection géométrique** (*Project Geometry*), l'outil de **transposition de bordure** (*Offset*), l'outil d'extension de ligne (*Extend*), l'outil de **suppression de segment** (*Trim*) et l'outil de **congé** (*Fillet*).

(2) Les outils de volumes simples ou **primitifs** (*Primitives*) offrent la possibilité de créer des figures géométriques simples en un rien de temps. Les figures qu'il est possible de créer vont des plus classiques comme le **cube** (*Box*), la **sphère** (*Sphere*), le **cylindre** (*Cylinder*), la **pyramide** (*Pyramid*) et le **cône** (*Cone*), aux plus complexes comme la **cale** (*Wedge*) qui est un triangle en volume (5 côtés) et qui diffère de la pyramide qui n'a que 4 côtés, la **tore** (*Torus*) qui est une sorte de pneu, et les **polyèdres réguliers et irréguliers** (*Polyhedron*) dont plus d'une trentaine différents sont proposés!

Voici un polyèdre de type képlérien réalisé **en 2 clics** :



(3) Les outils de **transformations de volumes** vont permettre de créer encore plus de volumes différents à partir de surfaces ou de volumes existants. Grâce à ce sous-menu, on va pouvoir **extruder** (*Extrude*), **trouer** (*Hole*) d'un bout à l'autre un volume en faisant une extrusion cylindrique, ou **trouer** en faisant un coque (*Shell*) dans le prolongement d'une surface, **découper** (*Split*) en utilisant une surface comme outil de découpe, faire une **révolution** (*Revolve*), **balayer** (*Sweep*) un tracé avec une forme plane pour en faire un volume, faire un **chanfrein** (*Chamfer*) (=abattre une arête pour en faire une surface) ou **congé** (*Fillet*), **Extrapoler en volume** (*Loft*), cela fabrique ou aménage

(traduction approximative de *loft*) un volume entier entre 2 surfaces planes de formes différentes.

(4) Les outils de **mouvements** offrent également la possibilité de transformer un volume en **poussant ou tirant** (*Press/Pull*) l'une de ses faces (c'est de l'extrusion). On peut aussi **mettre à l'échelle avec une référence relative** (*Scale With Reference*). Cela signifie qu'on peut mettre un objet à l'échelle d'un autre objet, en le rendant aussi petit ou aussi grand que celui-ci. Mais c'est aussi dans ce sous-menu que l'on trouve les outils servant à déplacer les objets, comme l'outil "**Déplacer/Pivoter/Changer l'échelle**" (*Move/Rotate/Scale*), une sorte d'outil 3 en 1 très utile pour le repositionnement des objets et qui marche presque avec tous les éléments (volumes, surfaces, tracés). Enfin, on trouve aussi l'outil **Effacer** (*Delete*) qui permet de supprimer un élément.

(5) Ce sous-menu permet **d'éditer librement** les tracés. Il y a concrètement un outil pour **Éditer un tracé** (*Edit Edge*), qui offre de nombreuses possibilités (voir plus loin), et un outil de **Symétrie** (*Symmetry*), qui va permettre de contrôler le dessin d'une forme symétrique en fonction d'un plan qui passe par son milieu (Ex. un humain est symétrique en fonction d'un plan sagittal).

(6) Les outils de **construction** (*Construction*) sont extrêmement utiles car ils permettent de définir des points, des axes, et surtout des **plans de travail**. Comme il est difficile de construire dans un espace 3D car nous n'avons jamais entièrement accès à toutes les vues, la détermination de plans de travail est très utile pour contrôler la construction des objets dans l'espace. Au quel cas, on passe énormément de temps ensuite à déplacer et manipuler les objets. Grâce à ces outils, on peut par exemple dessiner un objet plat qui est tangent à une surface cylindrique. (A développer, Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 08:38 (CET))

(7) (A développer, Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 08:38 (CET))

(8) Le sous-menu **d'intention de conception** (*Design Intent*) permet **d'assembler** (*Assemble*) des composants ou objets construits séparément pour créer un objet unique. Il faut savoir qu'en assemblant des objets, le système définit les contraintes qui se créent entre les deux objets de base, ce qui signifie qu'ils dépendent l'un de l'autre et que, par exemple, le déplacement de l'un implique le déplacement de l'autre. Dans ce sous-menu, on retrouve également la fonctionnalité de mesure qui permet **d'annoter les dimensions** (*Dimension*) ou les cotes des différents éléments.

(9) (A développer, Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 09:07 (CET))

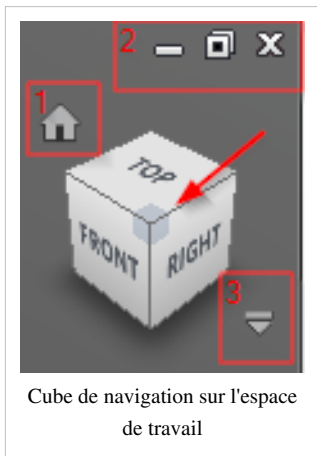
(10) (A développer, Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 09:07 (CET))

Ce menu principal est déplaçable dans l'espace de travail :

cliquer sur le bord gauche ou droite -> glisser dans l'espace

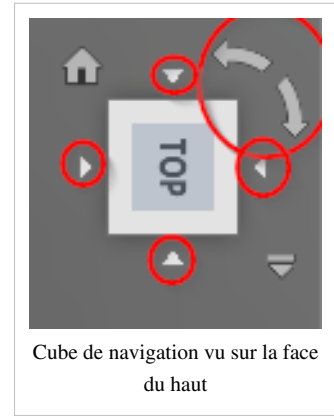
### Menu cube de navigation

Le menu cube de navigation (**D**) se présente ainsi :



Très utile pour visualiser les objets sous tous les angles, ce menu permet de faire pivoter l'espace de travail. Pour cela, il faut

- Cliquer sur l'une des faces, l'une des arêtes, ou l'un des coins du cube, ce qui renverse l'espace directement. La perspective dans laquelle on se trouve est indiquée en gris foncé sur le cube, comme le montre la flèche rouge.
- Cliquer sur le cube, maintenir le clic et glisser en bougeant la souris dans le sens que l'on souhaite.



A noter que si l'on clique **sur une face**, deux flèches supplémentaires apparaissent dans le coin haut gauche pour pouvoir pivoter la face à plat dans le sens horaire ou antihoraire. De plus, il y a également une petite flèche de chaque côté de la face pour pouvoir revenir sur les autres faces adjacentes. Pour les utiliser, il suffit de cliquer dessous.

(1) L'icône en forme de **maison** permet de revenir instantanément à la vue de départ : la vue dans le coin **haut-frontal-droit**. Cette manœuvre est également possible avec la touche **F6**. La vue "maison" peut être redéfinie grâce au menu des préférences au point (3) ci-dessous.

(2) **ATTENTION**, il en faut pas confondre ces trois boutons qui n'ont rien à voir avec le menu cube ! Ce sont les boutons de la **fenêtre du document en cours**. Comme on peut travail sur plusieurs document à la fois, la fenêtre du document en cours peut être **réduite/agrandie/fermée**.

(3) Cette flèche permet d'accéder au menu du cube. On retrouve des options concernant la vue et les propriétés qui permettent de personnalisé le cube:

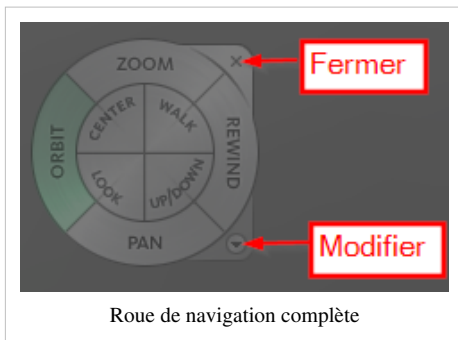
clic -> Propreties

### Menu de navigation complet

Ce menu complète le menu cube de navigation et se présente ainsi :



(1) Le menu est "transportable" dans l'espace de travail via une **roue de pilotage (Navigation Wheel)** qui apparait en transparence. Cette roue sert à investiguer un objet, une vue ou l'espace lui-même. En fonction des outils de navigation dont on a besoin, la roue peut être **complète (Full Navigation Wheel)** ou **partielle** en cliquant sur la petite flèche qui l'accompagne sur le côté. La roue est donc personnalisable et change d'apparence.



(2) L'icône de la petite main sert à saisir l'espace et faire un **déplacement panoramique (Pan)**. Pour cela, il suffit de **cliquer-glisser**.

(3) Cet outil sert à **zoomer/dézoomer (Zoom)** sur la vue en cours. Cet outil comporte plusieurs option de zoom disponible grâce à la flèche qui l'accompagne sur le côté:

- Le **zoom simple** (*Zoom*) s'utilise en cliquant sur l'espace puis en déplaçant la souris vers le haut ou le bas. Plus on clique sur le bas de la fenêtre, plus on aura de l'ampleur pour le zoom.
- Le **zoom entier** (*Zoom All*) permet tout simplement de revenir au zoom de base (celui de la vue "maison").
- Le **zoom sélectif** (*Zoom Selected*) permet de zoomer sur un élément donné, pour cela il suffit de cliquer sur l'élément (ex. une surface).
- Le **zoom fenêtre** (*Zoom Window*) permet de zoomer sur une partie de l'espace que l'on choisit en définissant une fenêtre (cliquer-glisser).

(4) L'outil **Orbite** (*Orbit*) permet de naviguer en orbite autour d'un axe (*Constrained*), ou librement (*Free*). Il suffit de cliquer et glisser dans l'espace.

(5) L'outil **d'inspection** (*Look At*) permet de se focaliser sur un élément particulier (une surface, un objet, une arête, etc.).

(6) L'outil de **styles visuels** (*Visual styles*) permet de définir comment l'on souhaite que les objets apparaissent. Il existe différents styles visuels (voir juste les arêtes, voir juste les surfaces, etc.), celui par défaut étant "l'ombragé avec des bords" (*Shaded with Edges*).

Il faut noter que lorsqu'on change les options de l'un des outils de ce menu, alors, l'icône de l'outil lui-même change. Le menu peut être **personnalisé** en ajoutant des outils (ex. **outil d'effets** pour ajouter la projection d'ombres au sol) ou en les supprimant (pour ne garder que ceux qu'on utilise vraiment), grâce à la flèche en bas tout à droite du menu. On peut aussi complètement **fermer** ce menu en cliquant sur la petite croix en haut à gauche du menu. Il peut aussi **être déplacé** sur l'un des côtés de la fenêtre de travail en cliquant tout à gauche de celui-ci, juste sous la croix de fermeture, puis en glissant vers l'emplacement voulu. L'image ci-dessous rappelle ces procédures.



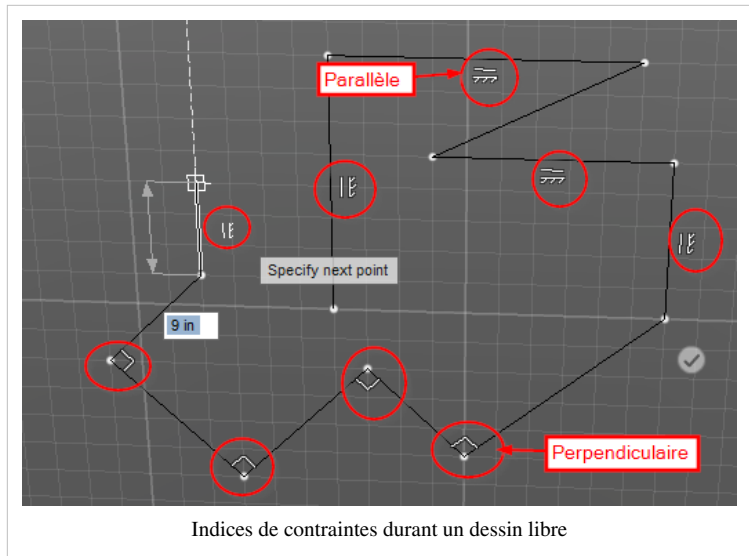
### Menu d'affichage des modes de contraintes

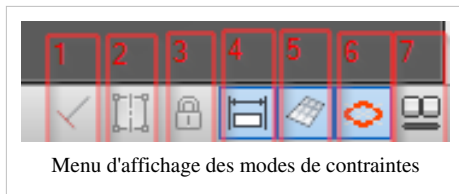
Le menu d'affichage des modes de contraintes (**F**), situé dans le coin en bas à droite de la fenêtre, se présente ainsi :

Ce menu permet de **basculer (afficher ou non)** (*Toggle*) des **modes de contraintes** de dessin ou de conception. Dans ce menu, il existe **6 modes** de contraintes et un bouton supplémentaire pour la gestion des documents de travail en cours. Pour qu'un mode soit **actif**, donc utilisable, il faut cliquer dessus afin qu'il apparaisse en **surbrillance bleue claire**. Le mode (2) et (3) en sont disponibles que lorsqu'on manipule ou **édite une arête**.

(1) Le mode de **contraintes** (*Constraint*) est particulièrement utile pour vérifier la régularité d'un dessin libre. Il doit donc être

**activé lorsqu'on dessine**. On peut notamment voir le **parallélisme** entre 2 ou plusieurs traits ou par rapport au plan de travail, de même pour la **perpendicularité**. Il est en effet difficile de se rendre compte de ce que l'on fait sur un plan 2D en fonction du point de vue 3D que l'on a. Ci-contre, on peut voir les indices de contraintes entourés en rouge.

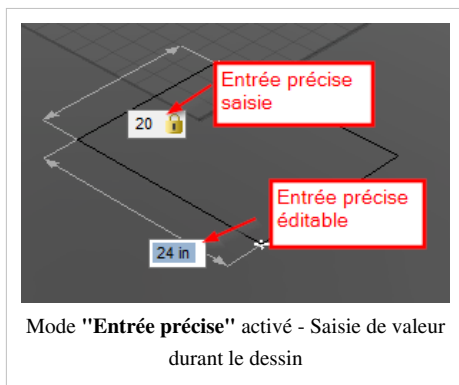




(2) Le mode de **symétrie** (*Symmetry*) n'est activable que lorsqu'on **édite une arête** ou un bord (*Edit Edge*). (A développer, Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 15:48 (CET))

(3) Le mode de **verrou** (*Lock*) n'est activable que lorsqu'on **édite une arête** ou un bord (*Edit Edge*). Il sert à verrouiller les arêtes adjacentes à celle que l'on édite de sorte à ne pouvoir manipuler que l'arête qu'on a défini. (A développer, Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 15:48 (CET))

(4) Le mode de **d'entrée précise** (*Precise input*) est très utile car il permet de **saisir sois-même les longueurs** des éléments de construction. On peut ainsi définir précisément les cotes d'un cube, le diamètre d'un cylindre, etc. Sans ce mode activé, il faut tout faire à tâtons. Toutes les longueurs sont éditables. Lorsqu'une longueur peut être saisie en entrée précise, elle est indiquée en **surbrillance bleue claire sur fond blanc**.



Saisir avec le clavier directement l'entrée en surbrillance bleue claire sur fond blanc  
 -> Tab (Tabulation) pour passer à la valeur suivante  
 Saisir à nouveau un valeur

Le séparateur de décimale est le point ! Lorsqu'on a saisi une entrée, une icône de verrou apparaît à côté de la valeur, mais on peut toujours modifier cette valeur plus tard.

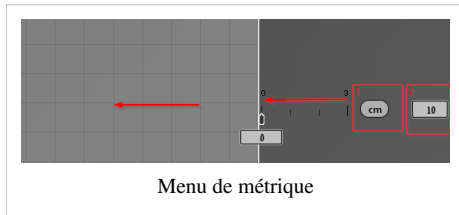
(5) Le mode de **grille de dessin** (*Sketch Grid*) permet d'afficher une grille lorsqu'on dessine, ce qui favorise la précision des traits. La particularité de la grille est qu'elle est calibrée en fonction de la métrique choisie (voir ci-dessous Menu de métrique).

(6) Le mode de **rupture** (*Snap*) permet de... (A développer, Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 16:48 (CET))

(7) Ce bouton supplémentaire est le **sélecteur de document** (*Document Selector*) et permet d'afficher en bas au centre des instantanés (petite photo) des documents ouverts et en cours de travail pour pouvoir passer d'un document à l'autre en cliquant dessus. Généralement, ce mode est désactivé car il prend de la place et empêche l'usage de la totalité de l'espace de travail.

## Menu de métrique

Il est possible de choisir la métrique avec laquelle on souhaite travailler grâce au menu situé en bas à droite de l'espace de travail. Ce menu se présente ainsi :



(1) Sur l'image ci-dessus, la métrique est en centimètres. En positionnant le curseur sur ce bouton, on peut ensuite choisir la métrique parmi 6 possibilités :

- Centimètre **cm**
- Pied **ft** (pour *foot*)
- Pouce d'architecture **inArch** (pour *inch Architectural*) (échelle 1:1)
- Pouce d'ingénierie **inEng** (pour *inch Engineering*) (échelle 1:100)
- Mètre **m**
- Millimètre **mm**

(2) On peut également choisir l'**unité de calibrage** de la grille de dessin. Ex. 10 signifie que 1 grand carré de calibrage sur la grille contient 10 petits carrés d'unité définie par la métrique. Une unité correspond à la longueur de la flèche rouge sur l'image ci-dessus. (A corriger; Vjollca Ahmeti 3 février 2013 à 17:46 (CET))

## Menu de l'espace personnel

Le menu de l'espace personnel (**H**) se présente ainsi :



En cliquant sur l'un des boutons de ce menu, on ouvre instantanément l'espace personnel en ligne. Pour avoir un espace personnel, il faut posséder un compte chez Autodesk 123D <sup>[8]</sup>. La création d'un compte est gratuite.

(1) La **galerie** (*Gallery*) permet de consulter les œuvres des différents utilisateurs membres (qui ont un compte) et de publier ses propres productions.

(2) L'onglet **Mon coin** (*My corner*) permet de gérer les œuvres produites et les productions des autres que l'on a défini comme favorites.

(3) L'onglet **Fabrication** (*Make it*) donne des explications sur les étapes importantes de la production réels d'objet, comme par exemple, l'impression 3D. C'est une sorte de guide étape par étape.

(4) L'onglet **Aide** (*Help*) est extrêmement pratique puisqu'il propose de visualiser l'usage de la plupart des fonctionnalités avec des **explications textuelles** sous chaque **vidéo courte**. Il y a une vidéo par fonctionnalité. Cela correspond essentiellement au fonctions du menu principal. Cela peut être **très utile** lorsqu'on ne se rappelle plus ce que fait une fonction et comment l'utiliser. Parfois, en plus de la vidéo et du texte, il y a aussi des **explications sur les sous-menus associés** à chaque fonction.

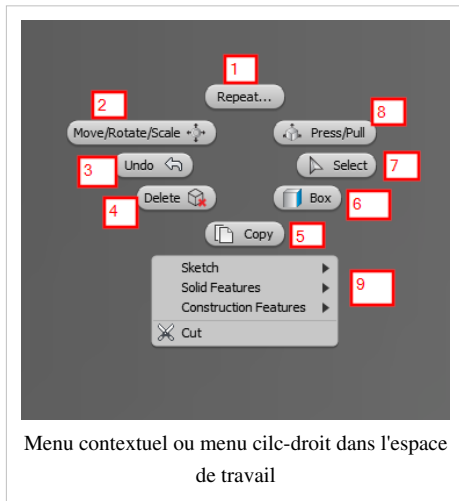
(5) Cette petite flèche sert à réduire l'espace personnel pour pouvoir utiliser tout l'espace de travail.

(6) Le bouton de **Connexion** permet de se loguer et d'accéder à son espace personnel en ligne.

## Menu contextuel ou menu clic-droit

Il est très important de savoir qu'il existe un menu contextuel lorsqu'on travail. Ce menu est accessible en faisant un **clic-droit**. C'est le menu clic-droit qui fait la force d'Autodesk 123D Beta 9, car il offre un nombre très grand de manœuvres. En effet, le menu change tout le temps en fonction de ce que l'on est en train de faire, des éléments que l'on est en train de manipuler. Nous n'allons donc pas décrire tous les menus contextuels qui existe; ils apparaîtrons en temps voulu selon les fonctionnalités décrites dans ce tutoriel.

Cependant, le menu contextuel qu'on est amené à utiliser le plus souvent est le menu **clic-droit dans l'espace de travail** (dans le vide), c'est-à-dire lorsqu'on n'utilise pas un outil en particulier. Il se présente de la manière suivante :



Menu contextuel ou menu clic-droit dans l'espace de travail

Ce menu offre la possibilité d'accéder très rapidement aux fonctionnalités les plus courantes :

- (1) On peut donc **répéter** (*Repeat...*) l'usage du dernier outil utilisé. Très utile lorsqu'on doit utiliser plusieurs fois la même fonctionnalité, cela évite de devoir refaire tous les clics dans le menu principal.
- (2) On peut **déplacer/pivoter/changer l'échelle** (*move/rotate/scale*) n'importe quel élément.
- (3) On peut **annuler** (*undo*) la dernière action réalisée (Ctrl+z).
- (4) On peut **supprimer** (*delete*) un élément.
- (5) On peut **copier** (*Copy*) un élément, pour le dupliquer ensuite par exemple.
- (6) On peut créer un **cube** (*Box*).
- (7) On peut récupérer le curseur pour **sélectionner** (*Select*) un élément.
- (8) On peut **extruder** ou **tirer/pousser** (*Press/Pull*) une surface pour créer un volume ou un trou.
- (9) On peut retrouver **d'autres fonctionnalités** du menu principal de travail parmi les listes.

Comme précisé ci-dessus, ce menu change en fonction de l'action en cours. Il est donc important de pas l'oublier car on peut y découvrir des fonctionnalités spécifiques au contexte et surtout, on peut considérablement réduire les mouvements de souris en les menus et les clics. Par exemple, ce menu est particulièrement utile pour

Stopper une action en cours :  
 -> clic-droit -> **annuler** (*Cancel*)  
 Ou valider, terminer une action :  
 -> clic-droit **ok**

## Dessin

Les outils de dessin se trouvent sous l'icône en forme de **crayon** : le premier bouton du menu principal de travail.

Lorsqu'on veut commencer à dessiner, il faut toujours avoir le réflexe de définir qu'on fait un **nouveau dessin** :

```
-> Dessin -> Nouveau dessin (New Sketch)
```

Pourquoi ? Parce qu'on fait plusieurs dessins et qu'on ne spécifie pas entre chaque dessin qu'il s'agit d'un nouveau, le système comprend qu'on continue à travailler sur un même dessin, mais de manière discontinue.

Lorsqu'on dessine, on dessine **toujours sur un plan** ! La première chose à faire est donc de définir le plan de travail. Le système indique toujours ce qu'il faut faire dans un label gris à côté du curseur. Une fois qu'on a choisi le plan et qu'on a commencé un dessin, on peut voir apparaître dans le menu Browser qu'un dossier "Dessin" (*Sketches*) a été créé et qu'à l'intérieur, il y a le **premier dessin** (*Sketch1*).

Il faut maintenant dessiner! On choisit ce qu'on veut faire et on suit les instructions du système (labels gris). Dessinons un bonhomme qui sourit :

```
-> Dessin
-> Cercle (Circle)
-> cliquer sur le plan pour définir le point central du cercle
-> éloigner le curseur de ce point pour définir le diamètre
-> taper 100 (pour 100mm) avec le clavier -> cliquer quelque part
```

toujours le même dessin donc on continue tout simplement... le plan est toujours le même, il est verrouillé, puisqu'on continue sur le même dessin...

```
-> Dessin
-> cercle
-> cliquer quelque part dans le grand cercle pour définir le point central de l'œil
-> éloigner le curseur de ce point pour définir le diamètre
-> taper 15 avec le clavier -> cliquer quelque part

-> Recommencer pour l'autre œil : clic-droit -> Répéter
```

## Arcs et courbes

Pour l'instant, le bonhomme à deux yeux, mais pas de sourire... Dessinons un sourire, soit une figure avec des **courbes** :

```
-> Dessin
-> choisir Arc (Arc)
-> cliquer pour définir le premier point : le centre de l'arc
-> cliquer pour définir le deuxième point : la largeur de l'arc, soit le rayon du cercle fictif sur lequel se dessinerait l'arc
-> taper 180 (pour 180 degrés) avec le clavier
-> cliquer pour définir le troisième point : l'autre bout de l'arc.
```

Nous avons fait un sourire, mais il n'est pas très joli, car il fait un demi cercle parfait ! C'est la spécificité de l'outil "**Arc**", on ne peut dessiner avec que des arcs... **de cercles** ! Ce type d'arc a nécessairement un point central (1er point), un point de côté qui définit la longueur du rayon (2eme point) et un point qui définit la longueur de l'arc (3eme point) mais qui est déterminé par l'angle d'écart entre le 2eme et le 3eme point. Ces deux points sont donc à équidistance du 1er.



Notre bonhomme mérite un meilleur sourire ! Effaçons ce qu'on vient de faire :

-> cliquer sur l'arc dessiné  
 -> soit touche "delete" du clavier / soit clic-droit n'importe où -> sélectionné "Delete"

Faisons un sourire plus joli :

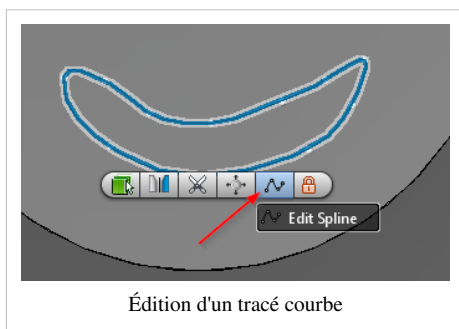
-> Dessin  
 -> choisir **Arc en 3 points** (*3-Point Arc*)  
 -> cliquer pour définir le 1er point (un côté du sourire)  
 -> cliquer plus loin, en ligne droite, pour définir le 2ème point (l'autre bout du sourire)  
 -> s'éloigner des 2 points pour voir apparaître l'arc (plus on s'éloigne, plus l'arc est grand, long)  
 -> cliquer pour définir le 3ème point : le milieu de l'arc.

L'**arc en 3 points** est plus facile à utiliser et présente l'avantage de faire des arcs sans avoir à se préoccuper du rayon d'un cercle fictif. La possibilité d'arcs faisable est donc plus grande.

Le sourire est plus joli maintenant, mais il est fermé. Faisons à ce bonhomme un sourire la bouche ouverte !

-> Dessin  
 -> **Courbes** (*Spline*)  
 -> cliquer pour définir le premier point  
 -> bouger le curseur pour faire une courbe  
 -> cliquer pour faire un nouveau point  
 -> continuer pour faire plusieurs points et faire un tracé en forme de bouche  
 -> fermer le tracé en cliquant sur le point de départ

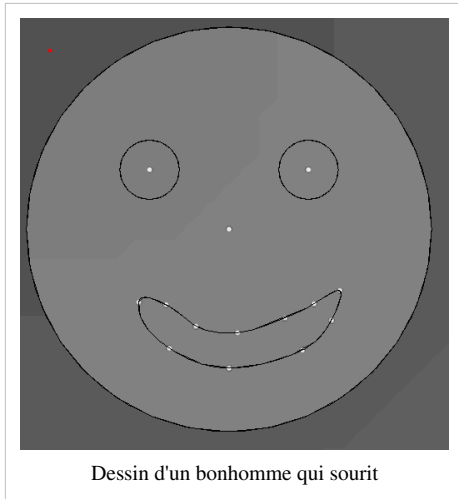
L'outil de **courbes** (*Spline*) est particulièrement dur à utiliser comme vous avez pu le constater. Pour faire des tracés courbes, il est parfois plus judicieux d'utiliser plusieurs outils différents (arcs) plutôt que d'essayer de faire des dessins "à main levée". Cependant, il est possible de **corriger un tracé** :



-> sélectionner le tracé  
 Un nouveau menu contextuel apparaît  
 -> **Éditer courbe** (*Edit Spline*)  
 -> cliquer sur un point du tracé et le glisser là où veut  
 -> recommencer avec les autres points jusqu'à obtenir le tracé voulu (une bouche)  
 -> clic-droit -> ok


Il faut toujours se rappeler qu'il existe de menus contextuels qui offrent de nombreuses possibilités et que par conséquent, les possibilités d'usages d'un même outil sont beaucoup plus nombreuses que ce que l'on pense. C'est ce qui fait toute la puissance du logiciel !

Jusqu'à présent, on devrait avoir obtenu le bonhomme suivant :



Il est bon de savoir qu'on peut également faire un tracé qui combine des droites et des courbes grâce à l'outil de **dessin** (*Draw*), sous-entendu **dessin libre** :

```
-> Dessin
-> Dessiner (Draw)
-> cliquer pour définir le 1er point
-> tracer une droite en cliquant ailleurs pour définir le 2ème point
-> tracer une courbe en cliquant ailleurs pour définir le 3ème point tout en maintenant clic
-> déplacer ce point où vous souhaitez
-> relâcher le clic
-> recommencer en faisant des droites ou des courbes
-> terminer le tracé en faisant clic-droit -> ok
```

On notera qu'on peut aussi terminer une action lorsqu'on voit un "vu" apparaître sur l'espace de travail... Il suffit alors de taper "Enter" sur son clavier. 

## Références

- [1] <http://www.123dapp.com/design>
- [2] <http://edutechwiki.unige.ch/en/RapMan>
- [3] [http://rapidlibrary.com/files/autodesk-123d-2012beta9-x86-fr-fr-exe\\_ulczfrc9yyi89on.html](http://rapidlibrary.com/files/autodesk-123d-2012beta9-x86-fr-fr-exe_ulczfrc9yyi89on.html)
- [4] [http://rapidlibrary.com/files/autodesk-123d-2012-beta9-english-win-x64-exe\\_ulcccvbbbvi89on.html](http://rapidlibrary.com/files/autodesk-123d-2012-beta9-english-win-x64-exe_ulcccvbbbvi89on.html)
- [5] <http://www.123dapp.com/howto/123d>
- [6] <https://www.123dapp.com/>
- [7] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Station\\_spatiale\\_internationale](http://fr.wikipedia.org/wiki/Station_spatiale_internationale)
- [8] <http://www.123dapp.com/>

# Meshlab pour impression 3D

**Cet article est une ébauche à compléter.** Une ébauche est une entrée ayant un contenu (très) maigre et qui a donc besoin d'un auteur.

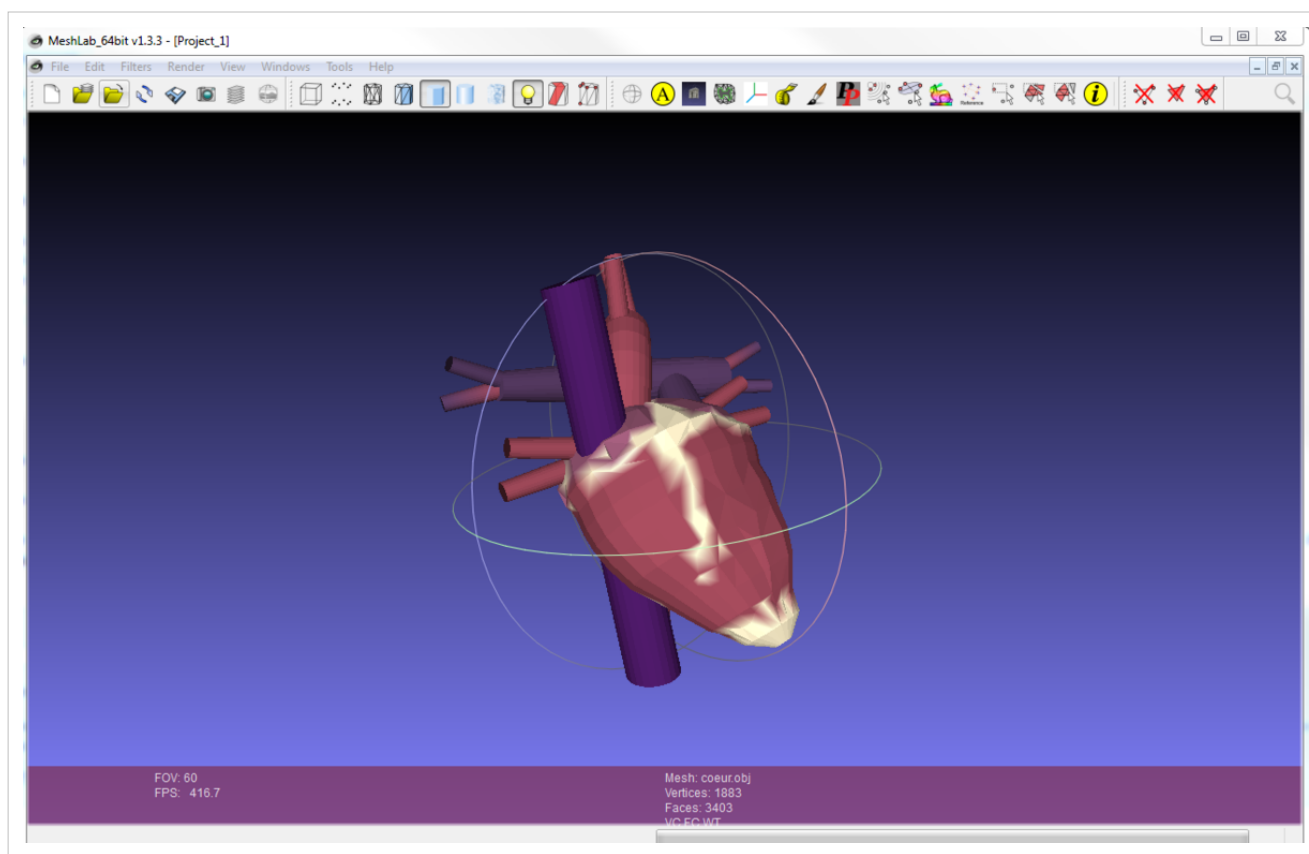
## Qu'est-ce que Meshlab ?

MeshLab est un logiciel libre de traitement de maillages(Mesh) 3D. Ce programme est développé depuis 2005 par l'ISTI et le CNR, dans le but de fournir un outil généraliste pour la manipulation et l'édition de modèles 3D conséquents, provenant notamment de scans 3D.

Il propose différents filtres de nettoyage du maillage (suppression des vertex non référencés par exemple), des outils de re-maillage (simplification, subdivision, reconstruction de surfaces...) et des fonctions de suppression de bruit (adoucissement, etc.).

MeshLab est disponible sous différentes plates-formes, dont Windows, Linux et Mac OS X. Il supporte les formats de stockage suivants : PLY, STL, OFF, 3DS, VRML 2.0, X3D et COLLADA.

MeshLab est utilisé dans de nombreux domaines de recherche et universitaires, tels que la microbiologie, la gestion du patrimoine culture<sup>2</sup>, la reconstruction de surfaces et l'impression tri-dimensionnelle.



## Quelles sont ses fonctionnalités ?

- Sélection interactive et suppression de portion de mailles. Même pour les modèles larges.
- Interface de colorimétrie pour la sélection, le lissage et le coloriages des mailles
- Import/Export de beaucoup de format de fichier de dessin 2D
  - import:PLY, STL, OFF, OBJ, 3DS, COLLADA, PTX, V3D, PTS, APTS, XYZ, GTS, TRI, ASC, X3D, X3DV, VRML, ALN
  - export:PLY, STL, OFF, OBJ, 3DS, COLLADA, VRML, DXF, GTS, U3D, IDTF, X3D
- Filtre de remaillage
- Filtre de couleur et d'inspection variés
- Outils de scannage 3D
- Outils de mesures et de slicing

## Importer des modèles 3D et exporter en .stl pour l'impression 3D

On peut utiliser Meshlab pour transcoder à peu près n'importe quel format.

Par exemple, Google sketchup (free version) ne peut qu'exporter des fichiers en .DAE, (Format collada), sauf si vous installer un plugin spécifique. En principe pour les interfaces utilisateur et les slicers des imprimantes 3D, vous avez besoin d'un fichier .STL. Certaines imprimantes peuvent lire du.obj ou du .ply mais il est conseillé d'utiliser du .STL depuis qu'il s'agit du standard pour l'échange open source d'objet 3D imprimable.

Meshlab vous permet donc de convertir votre fichier en fichier .STL.

Exemple d'importation .dae:

- File -> Import Mesh

Vous pouvez fixer des mailles ou faire d'autres manipulation grâce aux diverses fonctionnalités. Pour les novices, NetFabb est cependant plus simple.

To export as .stl:

- File -> Export Mesh as

## Triangle reduction and repair

Meshlab inclu plusieurs algorithmes qui permettent de réparer ou de simplifier des mailles. Voici une description de quelques un :

### Triangle reduction

#### Step 1

Menu File -> Import Mesh

#### Step 2

- Tick the Wireframe Icon on top

#### Step 3: Select the (maybe) best triangle reduction filter

Menu Filters -> Remeshing, simplification, and Reconstruction  
Quadric Edge Collapse Decimation

Now in the small popup

- Tick "preserve Normal", maybe also "preserve topology"
- Enter target number of faces or enter a fraction, e.g. 0.25

- Apply

## Mesh repair

Finding out if your object is non-manifold:

```
Render -> Show non manif edges  
Render -> Show non-manif vertices
```

Both operations will show a little box that tells how many elements are wrong. In addition, bad "spots" are painted in pink or red.

Here is a list of popular cleaning operations made by John K. Johnstone <sup>[1]</sup> (retrieved oct. 2015):

Remove duplicate faces and vertices:

```
Filters -> Cleaning and Repairing -> Remove Duplicate Faces  
Filters -> Cleaning and Repairing -> Remove Duplicated Vertex
```

Close holes:

```
Filters -> Remeshing, Simplification and Reconstruction -> Close Holes
```

Orient faces (all faces must point outwards)

```
Filters->Normals, Curvatures and Orientation->Re-Orient All Faces Coherently
```

## Merging models into a single one (mashups)

Imaginez que vous avez deux ou plusieurs objets que vous souhaitez fusionner. P.e dans le simple but de fusionner des modèles qui sont déjà en bonne position. Aligner des modèles et fusionner des mailles("Mesh merging") est plus compliqué. Avec des outils comme Google Sketchup ou Netfabb est plus simple. Faites le donc dans ces logiciels et exporter les modèles séparément, ensuite, vous pouvez ouvrir chaque modèle dans Meshlab.

### Merging the easy way

Dans le cas le plus simple, les objets sont déjà en bonne position. Utilisez Netfabb par exemple. On peut déplacer des objets dans Meshlab, mais c'est difficile, donc mieux vaut le faire avant ...

- Import the STL Files (two or more)

```
File -> Import Mesh  
File -> Import Mesh
```

- Menu Filters->Layer and Attribute Management->Flatten Visible Layers
- File->Export Mesh as

## Liens

Voir aussi liste de <http://meshlab.sourceforge.net/> <sup>[2]</sup>

## Autres logiciels

- Netfabb Basic, Netfabb Pro, etc.
- Voir aussi liste de <http://meshrepair.org/> <sup>[3]</sup>

## Références

[1] <https://www.cis.uab.edu/jj/soYouWantTo/cleanMesh.txt>

[2] <http://meshlab.sourceforge.net/>

[3] <http://meshrepair.org/>

---

---

# Impression 3D

---

## Fabrication avec une imprimante 3D

---

**Cet article est incomplet.**

Il est jugé trop incomplet dans son développement ou dans l'expression des concepts et des idées. Son contenu est donc à considérer avec précaution.

### Introduction

#### Imprimantes 3D "desktop" - Petite histoire et types

L'impression 3D est une technologie de prototypage connue et utilisée depuis des années dans l'industrie. Les machines industrielles utilisant des procédés plus sophistiqués comme par exemple la fusion pas laser sont peu abordables, mais leurs prix commencent à baisser depuis 2011 (15'000 à 20'000 CHF pour un modèle connu).

Ce petit article donnera un survol de la conception d'objets 3D qui seront imprimables avec une imprimante 3D utilisant le procédé d'extrusion thermoplastique (fused filament fabrication). Un des premiers kits commerciaux fut le RapMan(angl.) Il coûtait environ 800 livres et son assemblage durait 3-4 jours au moins comme on l'a résumé dans l'article *Assembling the RapMan*. Aujourd'hui (2014) il existe des dizaines de modèles, soit en kit, soit (presque) prêts à l'emploi. L'article *3D printing* (Anglais) contient une petite liste.

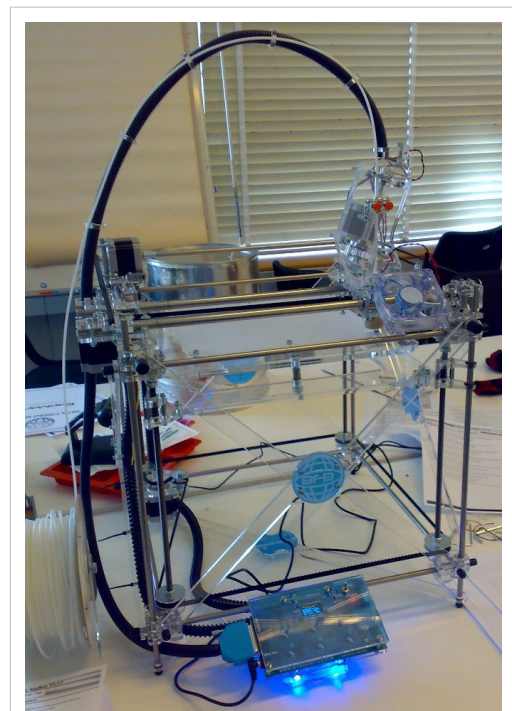
L'Origine des imprimante 3D bon marchés se trouve dans une recherche en intelligence artificielle sur l'auto-réplication et qui a aboutit au design RepRap <sup>[1]</sup> (Replicating Rapid-prototyper) dont le premier prototype fut montré en 2006.

- Adrian Bowyer <sup>[2]</sup>, Biomimetics Research Group, University of Bath

Plus tard, ce type de technologie a été rendu populaire par les mouvements Fablab ([Prof. Neil Gershenfeld <sup>[3]</sup>], les Makerspaces, les Hackerspaces, etc. Plus d'informations sont disponibles dans la catégorie Fab Lab (en Anglais).

La meilleure méthode pour comprendre comment fonctionne une imprimante par extrusion thermoplastique est de regarder une vidéo, par exemple RapMan Becta video <sup>[4]</sup> (Bits from Bytes Rapman winner of 2010 BETT award in the "Best digital device" category), de BECTA <sup>[5]</sup>, l'organisme du gouvernement Anglais pour l'encouragement des nouvelles technologies dans l'éducation). La video enregistrée <sup>[6]</sup> (avec un tel. portable) lors de la journée "Elargis tes horizons" (2013), montre deux imprimantes Felix de TECFA.

On s'intéressera à la fois à la conception assistée par ordinateur (notamment au dessin 3D et la conception paramétrique) et à la fabrication par ordinateur (computer-aided manufacturing) avec ce type d'imprimante. Par contre, on vous épargne l'assemblage. On fera des renvois à des articles plus détaillés dans documentation plus



RapMan @ TECFA

extensive edutechwiki anglais.

## Survol de la procédure

(1a) Modéliser un objet

(1b, alternative) Sélectionner et/ou adapter et/ou paramétrer et/ou assembler des objet existants

(2) Traduire en format .STL. (Avec un bon outil, il suffit d'exporter.)

(3) Redimensionner, positionner et réparer le STL

(4) Générer le code machine à partir du STL (g-code)

(5) Imprimer (envoyer le g-code sur l'imprimante)

## Modèle design et impression d objets 3D

## Conception assistée par ordinateur

«La conception assistée par ordinateur (CAO, ou CAD pour computer-aided design) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement - à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique - et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer.» (Wikipedia <sup>[7]</sup>, , consulté le 17 novembre 2010 à 18:11 (CET))

En l'occurrence, nous nous intéressons plus particulièrement à la conception d'objets en trois dimensions par ordinateur.

Il existe plusieurs types d'outils:

- les outils de dessin/modélisation 3D (donc les mêmes que l'on utilise pour créer des objets et scènes 3D pour des pages 3D sur le web ou encore les jeux).
- les outils de dessin 3D assisté par ordinateur qu'on utilise plutôt pour créer des objets "techniques" dans la CAD.
- des scripts
- des outils d'assemblage et manipulation de mailles

Chaque type d'outils possède ses avantages et désavantages, et bien sûr, on peut combiner leur usage.

## Les outils de modélisation 3D

Un outil de modélisation 3D est fait avant tout pour créer des scènes digital 3D. Ce type d'outil peut servir à créer des modèles 3D pour la fabrication digitale, mais il existe des inconvénients, notamment l'imprécision et la parfois mauvais qualité du maillage.

Dans le monde "RepRap" l'outil de modélisation le plus populaire était au début Art of Illusion <sup>[8]</sup>. Art of Illusion possède certaines caractéristiques qui le rendent utile pour la CAD. Sketchup <sup>[9]</sup> et Blender <sup>[10]</sup> sont aujourd'hui également ou plus populaires.

Sketchup est facile à apprendre, mais l'exportation est difficile et de qualité douteuse. Seul le format Collada est autorisé et il va falloir passer par un logiciel de traduction comme Meshlab pour obtenir un \*.STL ou (très pénible) essayer de dénicher un plugin Sketchup qui marche avec la version récente que vous avez installé chez vous. (su2stl <sup>[11]</sup> et Sketchup SKP files to DXF or STL <sup>[12]</sup> ne marchent probablement plus).

Blender est le logiciel de conception 3D professionnel *et* gratuit le plus populaire, mais il est très difficile à apprendre. Il existe un livre, Blender 3D Printing Essentials <sup>[13]</sup> qui adresse quelques spécificités et un texte gratuit en français: Blender pour l'impression 3D <sup>[14]</sup>

Il existe aussi un type de logiciel avec lequel on peut sculpter. Idéal pour créer des objets "artistiques" et plus **facile** à apprendre. On conseille Sculptris (Angl.). Il existe aussi un tutoriel assez complet en français <sup>[15]</sup>. La version alpha du produit (qui marche assez bien) est gratuite.



**Voir** 3D modeling pour plus de liens

## Logiciels de dessin CAD

Les outils de dessin technique fonctionnent selon une logique un peu différente. Enfin dans le monde de la modélisation 3D chaque outil possède aussi sa logique très spéciale...

On conseille d'essayer Autodesk 123D et ses produits soeurs 123D Catch (marche mal à notre avis), 123D Sculpt (iPad) et 123D Make.

Aux ambitieux, on conseille aussi l'outil CoCreate Modeling Personal Edition <sup>[16]</sup>. Il s'agit d'une version réduite d'un produit commercial un peu pénible à télécharger, mais toutefois très intéressant. Ce produit offre en plus des tutoriels intégrés. Attention à prendre la bonne version (en nov 2010, c'est la version 3.0 et qui existe pour Win 32bit, Win64-bit

Dans le monde open source, on parle de FreeCAD <sup>[17]</sup> (pas testé récemment).

Finalement, il commence à exister des éditeurs 3D en ligne qui sont assez faciles à utiliser. Par contre, ils sont de puissance limitée et peuvent "coincer" facilement. On conseille Tinkercad <sup>[18]</sup> et 3DTin <sup>[19]</sup> (nécessitent des navigateurs dernier cri avec WebGL mis en route.

## OpenSCAD

OpenSCAD est un outil open source de plus en plus populaire pour créer des objets 3D avec des fonctions au lieu de les dessiner. Pour les personnes ayant des notions de base en programmation, il s'agit d'une alternative très pratique pour créer des objets ayant des formes relativement simples ou qui peuvent être constitués par l'addition et la soustraction d'objets simples. Pour créer des objets compliqués, il faut avoir des bonnes notions de maths.

**Voir** le OpenScad beginners tutorial

## Manipulation de mailles et réparation

### Le format STL et les outils de réparation

Pour qu'une imprimante 3D puisse imprimer un objet il faut lui envoyer du code machine qui est en règle générale généré à partir du format STL <sup>[20]</sup> (*StereoLithography Interface Specification*). En gros, le format STL ne décrit que la surface d'un objet avec des triangles.

Il existe des alternatives à STL, et notamment le format PLY <sup>[21]</sup> (Wikipedia). Certains logiciels générateurs de g-code comme skeinforge, peuvent aussi lire le format OBJ (Waveform).

Pour **réparer** un fichier .STL (par exemple, le rendre "watertight" etc.) et pour **positionner** voir **redimensionner** un objet, on conseille le gratuit Netfabb studio basic <sup>[22]</sup>. Il est facile à apprendre et à utiliser, en tout cas le positionnement. A retenir, on produit à partir d'un STL source (pas forcément correct, de bonne taille et en une bonne position) un nouveau STL qui représente l'objet tel qu'il va se construire dans l'imprimante. Netfabb permet également de créer certains objets très simples, mais attention, on peut seulement exporter un objet à la fois dans la version gratuite.

### Logiciels professionnels

La version pro de Netfabb permet notamment de faire des assemblages (donc on conseille l'achat). Toutefois, une alternative gratuite pour assembler des STL est Meshlab <sup>[2]</sup>. **Voir** Meshlab for RapMan tutorial qui explique la procédure. L'assemblage est un peu difficile la première fois, car il faut apprendre l'interface de Meshlab. Ceci dit, si on positionne les objets avec Netfabb d'abord, c'est pas compliqué. Meshlab est aussi utile pour traduire pleins de formats 3D en STL (si votre outil de conception ne sait pas le faire).

Voir aussi:

- Netfabb Studio tutorial
- Meshlab pour impression 3D

## Positionnement

Ensuite, il faut positionner un objet de sorte à ce que le bas de l'objet ait les **coordonnées z=0**. En gros, si z n'est pas égal à zéro, la zone d'impression s'enfonce dans le lit d'impression ou encore on imprime dans le vide. si x et y ne sont pas à peu près centrés, la tête d'impression va cogner contre les bords. Ceci dit, aujourd'hui la plupart des logiciels de gestion positionnement les objets à Z=0.

## Opérations de réparation

Des logiciels comme Netfabb (cliquer sur le "+") ou Meshlab permettent de réparer des fichiers STL.

### Réduction de triangles

Certains objets sont inutilement détaillés (notamment les scans) et il faut réduire le maillage.

Meshlab permet de réduire relativement facilement la taille **le nombre de triangles** d'un objet. On conseille de réduire tous les objets de type "sculpté".

### Élimination de structures internes inutiles

Pour éliminer des structure internes inutiles, utilisez le logiciel gratuit "Meshmixer" de Autocad et la fonction "Make solid". Mais attention, cela peut créer un objet très large qu'il va falloir réduire de nouveau. Lire ce blog <sup>[23]</sup>

### Un objet doit être fermé

- Il faut créer ce que l'on appelle un modèle "solid body". Les "murs" d'une maison ouverte doivent avoir une "largeur" même si elle est faible (1mm). Chaque "trou" doit être fermé.

### L'objet doit être 2-manifold

- Chaque ligne ("edge") doit appartenir à exactement 2 triangles (ou autres polygones), ni plus ni moins !

### Les faces doivent être orientés vers l'extérieur

Chaque triangle a une orientation. Son "normal" pointe soit vers l'intérieur (faux) soit vers extérieur (juste).

### Tenez compte de la résolution de l'imprimante et de la solidité de l'objet

- Pas de détails inutiles, on ne les verra pas
- Pas de structures trop faibles. Votre objet va se casser lorsqu'il tombe par terre.

## Le partage d'objets

Les imprimantes 3D de type RepRap ont clairement ajouté une dimension au "open". Après le *open source* et le *open content*, voilà le **open design** <sup>[24]</sup>.

Il existe un lien fort avec d'autres mouvements de "bricolage partagé" (Do-It-Yourself (DIY) communities) et les Fab Labs. «La notion de Fab lab (contraction de fabrication et laboratory) désigne tout type d'atelier composé de machines-outils pilotées par ordinateur et nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) et pouvant fabriquer rapidement et à la demande des biens de nature variée (vêtements, livres, objets décoratifs, etc.)» (Wikipedia <sup>[25]</sup>, consulté le 17 novembre 2010 à 18:11 (CET)).

De nombreux forum traitent de l'open design en impression 3D. Un voici un: Open3DP <sup>[26]</sup> - Open 3D Printing Forum (en anglais)

On peut partager un objet 3D imprimable de plusieurs façons:

- Code source d'un fichier crée avec un logiciel CAD ou un modéliseur 3D
- Code source paramétrable (donc adaptable à des situations différentes)
- Fichier en format .STL (ou .OBJ) qui définit une forme imprimable

Il existe plusieurs sites de partage connus.

Thingiverse <sup>[27]</sup> est sans doute le meilleur et le plus connu. Il fonctionne selon les principes du "social web 2.0". Les créateurs et utilisateurs peuvent avoir leur profil. Les designs peuvent être annotés et commentés et leurs modifications et utilisations peuvent faire l'objet d'une nouvelle entrée. Un exemple (et pas le meilleur) est la page de DKS <sup>[28]</sup>. Vous y verrez les outils qu'il possède, les objets <sup>[6]</sup> qu'il a créés et leur généalogie, description etc. si vous suivez les liens.

Pour chercher ce que les gens font avec les imprimantes 3D, il faut simplement chercher avec les bons tags, par exemple "lego reprop" pour indiquer que vous cherchez "Lego" pour une imprimante de type "Reprop". Sinon, vous pouvez aussi chercher via menus, par exemple la tool galaxy <sup>[29]</sup>

Type de fichiers que l'on trouve dans ces dépôts :

- Les fichiers de type .STL sont pensés pour être imprimables en 3D. Encore faut-il vérifier que l'objet ne soit pas trop grand ou autrement difficile à imprimer (voir le ci-dessous)

Vous y trouvez aussi des designs utilisables sous forme

- .scad. Le format du langage openscad (Un fichier .scad est facile à utiliser si vous ne désirez pas faire des changements autres que les paramètres documentés)
- Formats similaires comme \*.PLY ou encore \*.OBJ
- Formats CAD variés comme \*.dxf (Autocad)
- Formats 3D comme \*.obj

**Voir:** en:3D file format

## Le choix du polymère

Il existe plusieurs types de polymères ; nous en mentionnons deux :

- ABS a l'avantage d'être très solide (le plastique des voitures et des Lègos et fait avec du ABS), mais a le désavantage de se plier lorsqu'on imprime un objet qui dépasse une certaine largeur (2-3cm à la base). Certaines personnes ont installé un lit d'impression chauffé à 60 degrés ou encore collent un l'adhésif pour tapis pour que l'ABS ne décolle pas. Les deux stratégies semblent marcher.
- Le PLA est nettement moins solide, mais écolo (fait avec de la fécule de maïs ou de betterave). Il ne se plie pas, mais est plus difficile à imprimer, c.a.d le fil peut se casser ou encore se coincer. Ceci dit, avec la popularité croissante des imprimantes 3D, il existe (semblerait-il) maintenant des variantes faciles à imprimer.
- Alternative amusante et décalée, le polymère peut être remplacé par de la nourriture. En 2009, l'institut français d'art culinaire, l'école d'art culinaire de New York City avait déjà tenté l'expérience avec l'imprimante 3D libre Fab@home15. C'est maintenant le Massachusetts Institute of Technology qui travaille actuellement sur l'impression de nourriture avec son projet nommé Cornucopia <sup>[30]</sup>.

## Génération et calibrage du g-code

Les imprimantes RepRap fonctionnent avec un langage de commande simple qui s'appelle G-code. En gros, le g-code dit à la tête d'impression de se positionner à un endroit X et ensuite bouger vers un endroit Y en sortant du plastique à une certaine cadence. Ensuite on peut aussi régler la température, le ventilateur, etc.

Un objet défini en 3D ne dit pas encore comment il doit être imprimé. Pour chaque type de machine, il faut créer un code différent. Ensuite, il faut prendre des décisions en fonction des caractéristiques de l'objet que l'on veut obtenir.

Pour traduire du .STL en code machine g-code, il existe plusieurs logiciels. Pour le moment, nous en citons trois :

(1) Skeinforge. Ce logiciel est gratuit et nécessite également l'installation du langage Python (facile à faire). Son utilisation est moins facile et on conseille de s'inspirer de "profils" discutés sur des forums et wikis.

- Lire déjà dans edutechwiki anglais notre introduction à Skeinforge for RapMan cité ci-dessus. Sinon, sur le site Bits from Bytes, consulter Skeinforge main page <sup>[31]</sup> et ensuite fouiller les BFB fora <sup>[32]</sup>

Pour Skeinforge il existe des produits dérivés qui simplifient la configuration. Par exemple

- SFACT <sup>[33]</sup>, une variante plus simple. Une version déjà bien calibrée pour le Felix est ici <sup>[34]</sup> (inclus dans Repetier Host)
- Axon. Version "end user" de Skeinforge pour les imprimantes BFB. Permet de régler quelques paramètres de base. Les profils fournis sont ok pour des objets relativement simples.

(2) Netfabb <sup>[35]</sup> vend un slicer commercial, mais uniquement pour certaines imprimantes.

(3) Slic3r <sup>[36]</sup> est le soft gratuit le plus simple à utiliser, rapide mais un peu moins puissant que skeinforge.

Pour inventaire un peu plus complet, voir Slicers and user interfaces for 3D printers

Calibrer un objet pour qu'il soit imprimable en tenant compte des facteurs *type d'objet, qualité désiré/vitesse d'impression, type d'usage, type de plastique, type d'imprimante*, etc. n'est pas chose très facile

Les paramètres les plus importants à régler sont:

- Hauteur/largeur d'une couche, donc du fil déposé. Par défaut c'est 0.4mm dans Skeinforge.
- Largeur de la coquille (wall en Anglais) en ratio par rapport à largeur de la couche. Par défaut, environ le double de la hauteur d'une couche.
- Solidité du "infill" (en pourcentage). Plus on remplit l'objet, plus il sera solide mais plus il coûte cher et l'impression est lente. Skeinforge génère automatiquement une structure de remplissage. Typiquement on remplit un objet entre 5 et 30%)
- Vitesse de la tête d'impression. Par défaut 16mm/seconde
- Taux d'extrusion de plastic. Par défaut 21 tours / minute

Ensuite il existe des paramètres importants par rapport au type de plastic que l'on utilise:

- La température est **très** différente selon le type de polymère. Pour du ABS entre 240 et 250, pour du PLA entre 200 et 210.
- Pour du ABS, il faut d'abord imprimer un "lit" (Angls. "raft" qui collera contre la plaque d'impression.

Finalement, il existe de douzaines d'autres paramètres. On renvoie de nouveau à Skeinforge for Rapman

## Postprocessing

Le résultat d'une impression possède des imperfections. On peut en corriger certaines.

Lire Traitement d'imprimantes polymériques 3D

In english Post processing of 3D polymer prints

## Liens

### Pages web

- Mendel fr <sup>[37]</sup> (Reprap wiki) décrit brièvement le modèle "Mendel" du projet <http://reprap.org/> <sup>[38]</sup>
- RepRap, l'imprimante 3D autorépliquante <sup>[39]</sup> (23/04/08)
- L'imprimante 3D Open source, un bug dans le système ? <sup>[40]</sup> (9/2010)

## Ressources

- Useful Software Packages <sup>[41]</sup> (RepRap wiki)

## Tutoriels

C.f. aussi la catégorie RapMan dans EduTechWiki Anglais

RepRap page on using Art of Illusion for engineering design <sup>[42]</sup>

## Références

- [1] <http://www.reprap.org/>
- [2] <http://people.bath.ac.uk/ensab/>
- [3] <http://ng.cba.mit.edu/>
- [4] <http://www.youtube.com/watch?v=W4xzx-8Tw-A>
- [5] <http://www.education.gov.uk/aboutdfe/armslengthbodies/a00192537/becta/>
- [6] <http://tecfa.unige.ch/eyh/?p=306&lang=en>
- [7] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Conception\\_assist%C3%A9e\\_par\\_ordinateur](http://fr.wikipedia.org/wiki/Conception_assist%C3%A9e_par_ordinateur)
- [8] <http://aoi.sourceforge.net/>
- [9] <http://sketchup.google.com/>
- [10] <http://www.blender.org/>
- [11] [http://rhin.crai.archi.fr/RubyLibraryDepot/plugin\\_details.php?id=429](http://rhin.crai.archi.fr/RubyLibraryDepot/plugin_details.php?id=429)
- [12] <http://www.guitar-list.com/download-software/convert-sketchup-skp-files-dxf-or-stl>
- [13] <http://www.packtpub.com/blender-3d-printing-essentials/book>
- [14] <http://fr.flossmanuals.net/blender-pour-limpression-3d/>
- [15] [http://edutechwiki.unige.ch/fr/Tutos\\_EduTechWiki\\_pour\\_Sculptris](http://edutechwiki.unige.ch/fr/Tutos_EduTechWiki_pour_Sculptris)
- [16] <http://www.ptc.com/products/creo-elements-direct/modeling-personal-edition-3-0/>
- [17] <http://free-cad.sourceforge.net/>
- [18] <http://tinkercad.com/>
- [19] <http://www.3dtin.com/>
- [20] [http://en.wikipedia.org/wiki/STL\\_%28file\\_format%29](http://en.wikipedia.org/wiki/STL_%28file_format%29)
- [21] [http://en.wikipedia.org/wiki/PLY\\_%28file\\_format%29](http://en.wikipedia.org/wiki/PLY_%28file_format%29)
- [22] <http://www.netfabb.com/basic.php>
- [23] <https://blog.pinshape.com/how-to-generate-a-3d-printed-mold-for-an-object/>
- [24] [http://en.wikipedia.org/wiki/Open\\_design](http://en.wikipedia.org/wiki/Open_design)
- [25] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fab\\_lab](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fab_lab)
- [26] <http://open3dp.me.washington.edu/>
- [27] <http://www.thingiverse.com/>
- [28] <http://www.thingiverse.com/danielkschneider>
- [29] <http://www.thingiverse.com/tools>
- [30] <http://web.media.mit.edu/~marcelo/cornucopia/>
- [31] <http://www.bitsfrombytes.com/wiki/index.php?title=Skeinforge>
- [32] <http://www.bitsfrombytes.com/fora/user/index.php>
- [33] <https://github.com/ahmetcemturan/SFACT>
- [34] <http://shop.felixprinters.com/downloads/index.php?path=software/>
- [35] <http://www.netfabb.com/engines.php>
- [36] <http://slic3r.org/>
- [37] [http://reprap.org/wiki/Mendel\\_fr](http://reprap.org/wiki/Mendel_fr)
- [38] <http://reprap.org/>
- [39] <http://www.internetactu.net/2008/04/23/reprap-l%E2%80%99imprimante-3d-autoreplicatrice/>
- [40] <http://www.al-har.fr/blog/2010/09/10/l'imprimante-3d-open-source-un-bug-dans-le-systeme/>
- [41] [http://reprap.org/wiki/Useful\\_Software\\_Packages](http://reprap.org/wiki/Useful_Software_Packages)
- [42] <http://reprap.org/bin/view/Main/AoI>

# Configuration imprimante 3D Felix 2.0

---

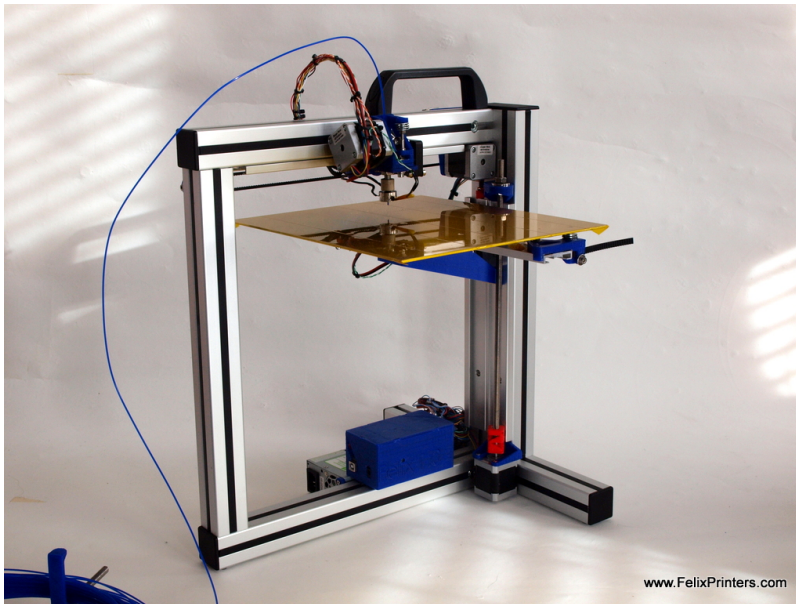
**Cet article est incomplet.**

Il est jugé trop incomplet dans son développement ou dans l'expression des concepts et des idées. Son contenu est donc à considérer avec précaution.

## Introduction

Vous avez un fichier STL et souhaitez imprimer votre objet avec une imprimante 3D Felix <sup>[1]</sup>. Dans cette page vous trouverez les informations nécessaires pour:

1. préparer votre fichier à l'impression avec Netfabb <sup>[2]</sup> et
2. configurer et piloter l'imprimante avec le logiciel Repetier-Host <sup>[3]</sup>.



Le dernier modèle (juillet 2014) de l'imprimante est le 3.0. Le présent article présente la version 2.0.

## Survol de la procédure

Cette section fait partie de l'article Fabrication\_avec\_une\_imprimante\_3D dans laquelle vous trouverez un survol rapide de la conception d'objets 3D imprimables avec une imprimante 3D utilisant le procédé d'extrusion thermoplastique (comme l'imprimante 3D Felix).

- (1a) Modéliser un objet
- (1b, alternative) Sélectionner et/ou adapter et/ou paramétrer et/ou assembler des objet existants
- (2) Traduire en format .STL. (Avec un bon outil, il suffit d'exporter.)
- (3) Redimensionner, positionner et réparer le STL
- (4) Générer le code machine à partir du STL (g-code)
- (5) Imprimer (envoyer le g-code sur l'imprimante)

## Les étapes avec Netfabb

Vous avez produit un fichier STL et vous souhaitez maintenant l'imprimer. Malheureusement, dans la plupart du temps celui-ci n'est pas encore adapté pour être imprimé.

En effet, il arrive souvent que le fichier STL produit soit de mauvaise qualité. Dans ce cas il faut utiliser des outils avec lesquels il sera possible de réparer les défauts comme les éventuels 'trous' (rendre la surface "watertight"), de positionner l'objet correctement (en le centrant) et de le redimensionner (si nécessaire). Il y a plusieurs points auxquels il faut attention: Concernant le positionnement, Il faut veiller à ce que le bas de l'objet ait les coordonnées  $z=0$ . Car autrement la zone d'impression s'enfonce dans le lit d'impression ou imprime dans le vide. Il faut, également, éviter que la tête d'impression ne cogne contre les bords. A ce propos, il est vivement conseillé d'utiliser Netfabb pour positionner correctement le modèle car ceci n'est pas évident à faire avec le logiciel que vous utiliserez pour piloter l'imprimante (comme, par exemple, Repetier-Host). Pour réparer un fichier .STL, on conseille le gratuit Netfabb studio basic <sup>[22]</sup>. Il est facile à apprendre et à utiliser et en particulier pour le positionnement.

## Introduction à Netfabb

Netfabb est un logiciel capable de générer le G-code nécessaire à l'imprimante pour imprimer les objets. Il est aussi capable de réparer les problèmes récurrents liés à la qualité des fichiers aux formats STL et d'optimiser le code obtenu avec d'autres éditeurs. La phase de réparation est primordiale pour garantir vos chances de résultats avec votre imprimante.

La version gratuite s'appelle Netfabb Studio Basic <sup>[22]</sup> et tourne sous Windows, Linux et Mac. Il existe également une version plus complète et payante sous le nom de Netfabb Studio professional <sup>[4]</sup> qui offre des fonctionnalités comme :

- Bouchage des trous et des écarts de surfaces
- Création de maillage et d'évidement de pièces
- Édition de géométrie
- Couper et trimer
- Extrusion de surfaces
- Réparations superficielles
- Opération de boolean
- Détection d'intersection
- Adoucisseur de surfaces
- Réduction des triangles et affinage du maillage

Une comparaison entre l'édition studio et Professional est disponible ici <sup>[5]</sup>. Il existe, également, une version en ligne <sup>[6]</sup> (qui n'a pas été testé) permet de réparer des fichiers STL, OBJ ou 3MF automatiquement (plus d'information sur le format des fichiers 3D ici <sup>[7]</sup>). La dernière version du logiciel est la 5.1.1 (les informations sur les différentes versions sont disponible ici <sup>[8]</sup>).

## L'écran de visualisation

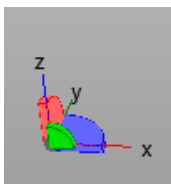
Le panneau de visualisation occupe la plus grande partie de l'interface et permet de visualiser le projet en trois dimensions:

- Déplacement du point de vue: Bouton droit de la souris ou utilisez le menu des vues standards



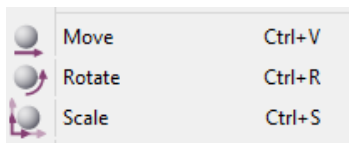
- Déplacement de l'objet (sans changement de perspective) : Appuyer sur la molette (ou le bouton central de la souris) ou shift-bouton droit de la souris ou en déplaçant le petit carré qui se trouve au centre de l'objet avec le bouton droit de la souris.
- Effet de zoom : Molette de la souris ou Ctrl-bouton droit de la souris

La plateforme peut être affichée avec le menu : View -> Show platform En bas de l'écran à gauche apparaît un système de coordonnées (X,Y, Z) qui montre la perspective avec laquelle on voit l'objet. Pour l'impression, il est important que la coordonnée z soit égale à 0.



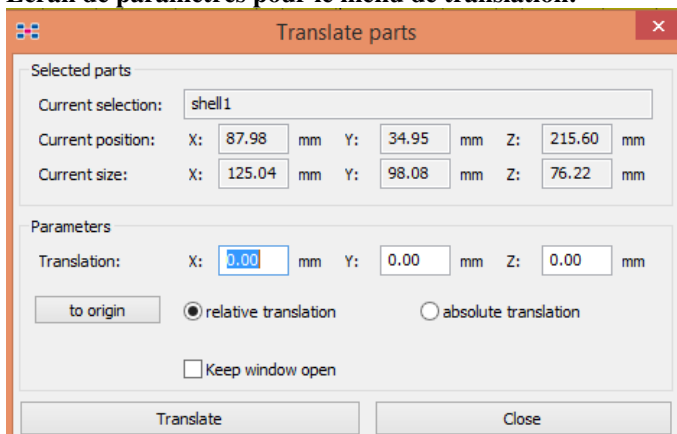
## Positionnement, rotation, mise à l'échelle

Les objets peuvent être manipulés via le menu Parts ou par des raccourcis claviers.

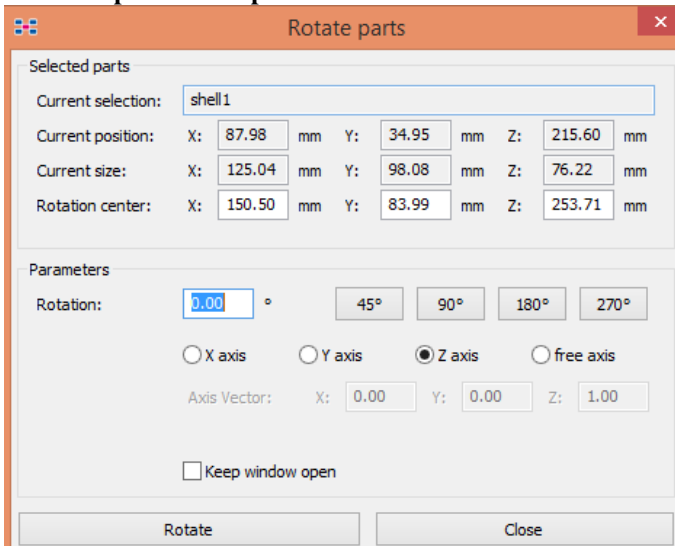
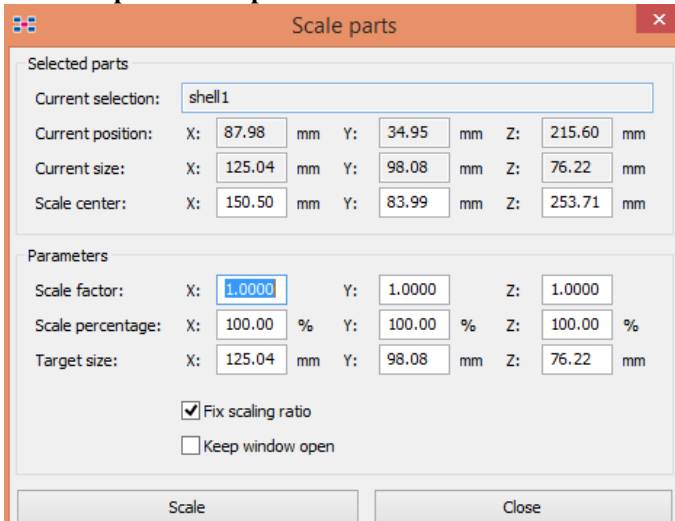


Le Part menu peut, par exemple, être utilisé pour aligner l'objet sur  $z=0$ .

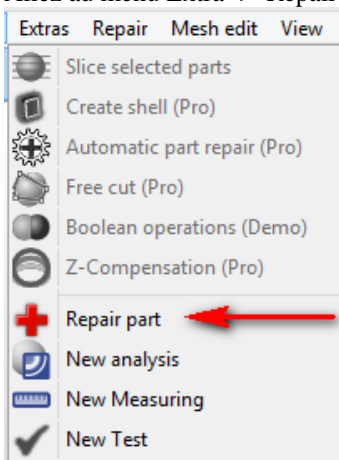
### Ecran de paramètres pour le menu de translation:



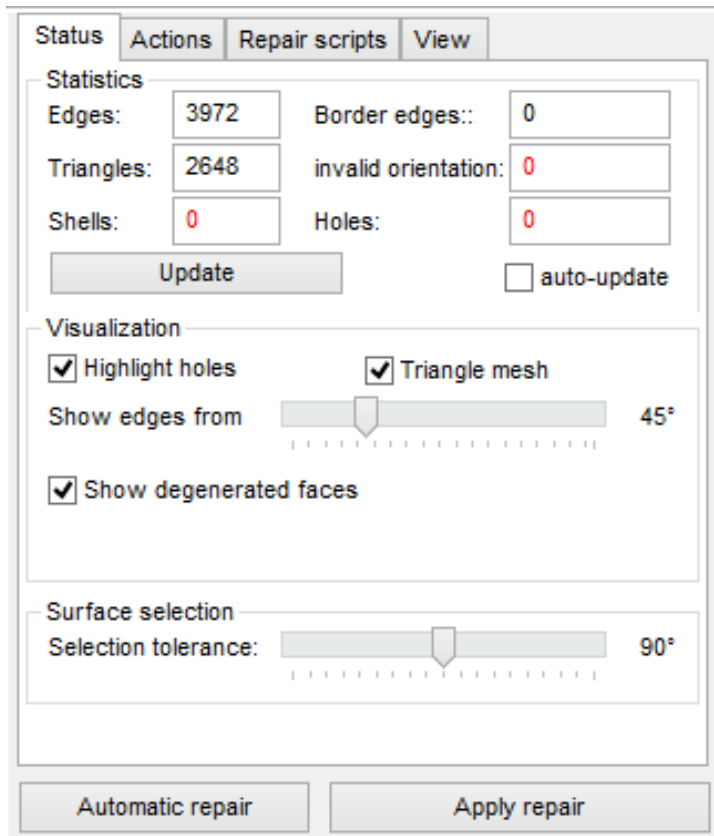


**Ecran de paramètres pour le menu de rotation:****Ecran de paramètres pour le menu de mise à l'échelle:****Réparation**

Dans Netfabb, la réparation se fait en exécutant des scripts intégrés au logiciel. Il y a plusieurs façon de le faire. Allez au menu Extra -> 'Repair Part'.

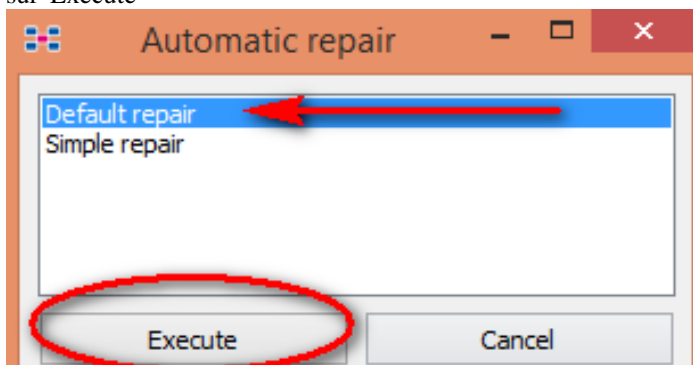


L'écran suivant apparaît à droite. Cliquez sur 'Automatic repair'.



Choisissez l'option 'Default repair' et , cliquez

sur 'Execute'



## Les étapes dans l'outil Repetier-Host et sur l'imprimante

Maintenant que vous avez fait le nécessaire pour nettoyer et adapter votre fichier pour être imprimé, vous allez pouvoir entamer la phase de paramétrage et du pilotage de l'imprimante. Les imprimantes 3D (comme la Felix) fonctionnent avec un langage de commande simple qui est le g-code <sup>[9]</sup>. Celui-ci est en règle général généré à partir du format STL <sup>[20]</sup> dont nous avons parlé. Le fichier g-code permet de contrôler le positionnement de la tête d'impression, le débit du plastic et de régler d'autres paramètres comme la température, le ventilateur, etc.

Pour piloter notre imprimante Felix via un câble USB, nous allons utiliser Repetier Host <sup>[10]</sup>, un logiciel facile à installer et qui intègre les slicers Slic3r <sup>[36]</sup> et SFACT <sup>[11]</sup> et propose plusieurs profils d'impression pré-paramétrés.

## Réglages de base

Pour commencer, jetez un coup d'oeil sur les réglages de base de l'imprimante avec le menu: Configuration -> Réglages imprimante. Mieux vaut que ces réglages soient faits correctement dès le départ. Ceci vous évitera d'avoir de mauvaises surprises plus tard. Référez-vous au manuel de l'utilisateur <sup>[12]</sup> pour en savoir plus.

## Réglages de base pour Mac OS

Pour pouvoir imprimer avec l'imprimante Felix 2.0 depuis un mac, il faut d'abord installer plusieurs choses, comme décrit à la page 12 du manuel pour la felix 3.0 <sup>[13]</sup>:

- Il faut d'abord installer le driver de l'imprimante <sup>[14]</sup>.
- Il faut ensuite installer Repeater host <sup>[15]</sup> si ce n'est pas encore fait.
- On peut ensuite télécharger les profils de l'imprimante <sup>[16]</sup> pour le slicer sfact. Une fois dézippé, il faut déplacer le dossier sfact\_profiles à la racine du disque (Macintosh HD) et le dossier sfact dans le même dossier que l'application Repeater Host (donc probablement dans le dossier Applications).

Attention, il se peut cependant que ces profils ne fonctionnent qu'avec le slicer sfact et soient ceux de la Felix 3.0, qui peuvent être différents de la Felix 2.0. Il est donc bon de vérifier dans "printer settings" que les réglages correspondent bien à ceux de la Felix 2.0. En particulier, le "baud rate" peut poser problème. Il doit être réglé sur 250000. Référez-vous aux captures d'écrans de la page 14 du manuel <sup>[13]</sup> pour les autres réglages.

## Importer le fichier STL

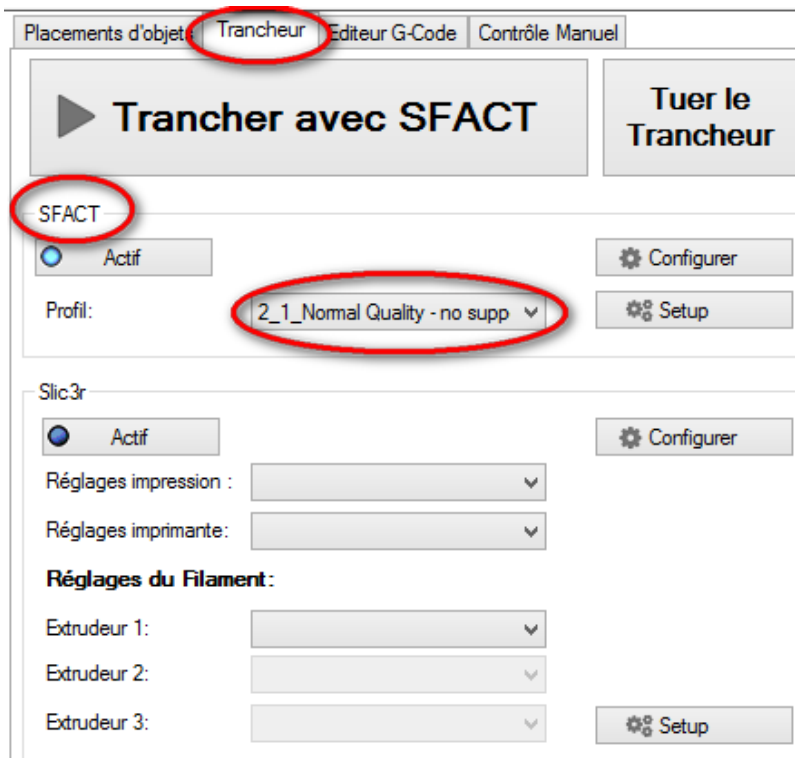
Repeater-Host permet d'importer des fichiers g-code (.gcode, .gco, .g) ou 3D (.stl, .obj)

## Trancher (slicer) avec SFACT (STL-> Gcode)

Le trancheur (slicer) est un logiciel qui permet de découper en tranches le modèle 3D à imprimer et qui le convertit en un ensemble d'instructions machines compréhensibles par l'imprimante. A chaque tranche correspondra une couche d'impression. Le slicer que nous avons testé pour créer le g-code <sup>[9]</sup> des modèles à imprimer est le SFACT <sup>[11]</sup> (2-1 Normal Quality - no support)

Ce processus pouvant prendre pas mal de temps, mieux vaut laisser la plateforme froide, spécialement si vous devez imprimer un modèle complexe

- Plus d'informations sur le slicer SFACT ici <sup>[17]</sup>



## Préparer et chauffer la machine (plateforme, hotend)

Assurez-vous que l'imprimante est connectée à votre ordinateur via le câble USB (le statut de l'imprimante est visible dans la fenêtre 'Contrôle manuelle').

La plateforme est propre (nettoyer avec un peu d'alcool si besoin) et calibrée correctement. La buse d'impression (extruder) doit être très proche de la plateforme sans jamais la toucher.

Préchauffer la plateforme (ceci peut prendre un certain temps).

Chauffer l'extruder et tourner le ventilateur à 100%. Il est important de s'assurer que la plateforme est chaude et que le ventilateur tourne pour que le filament ne colle pas.

Voici les valeurs conseillées:

- Chauffage extruder (200° à 215° Pour du PLA)
- Chauffage du lit (55°)
- Ventilateur (100%)

## Extraire / tester un peu de plastic

Étapes à faire avant l'impression:

- Mettre le fil plastique dans le trou au-dessus de l'extruder
- Dans le panneau 'Contrôle manuel' :
  - Abaisser la plateforme de 20 (axe-Z)
  - Régler l'extruder à 60mm et sa vitesse à 150 mm/s
  - Cliquer sur la flèche basse et vérifier le bon écoulement du fil (sortes de cercles empilés au même endroit, créant une forme ressemblant à un ressort). Tester avec 60mm et 200mm.

Si l'écoulement du fil n'est pas suffisamment fluide, essayez de modifier la température et/ou la vitesse. Une température plus élevée améliorera la fluidité mais diminuera la qualité.

## Imprimer l'objet

- Ne pas oublier d'imprimer un peu de plastic avant et de chauffer l'imprimante comme il faut (voir ci-dessus)

Débuter l'impression (cliquez sur 'Démarrer Job'):

- Cliquer sur "Start print" (ou équivalent en français).

Étapes à faire à la fin de l'impression:

- Mettre le 'Retracter' à 100mm
- Appuyer sur la flèche qui monte pour extraire le fil de l'extruder
- Baisser la température du lit et de l'extruder et les laisser refroidir.
- Retirer délicatement l'objet imprimé

En cas de problème:

- cliquez sur 'Arrêt d'Urgence'
- Si vous devez juste faire un ajustement (coller une pièce détaché, changer de fil, etc.), vous pouvez aussi cliquer sur "Pause", déplacer la tête d'impression et ensuite résumer (l'imprimante va trouver l'endroit où elle doit repartir).

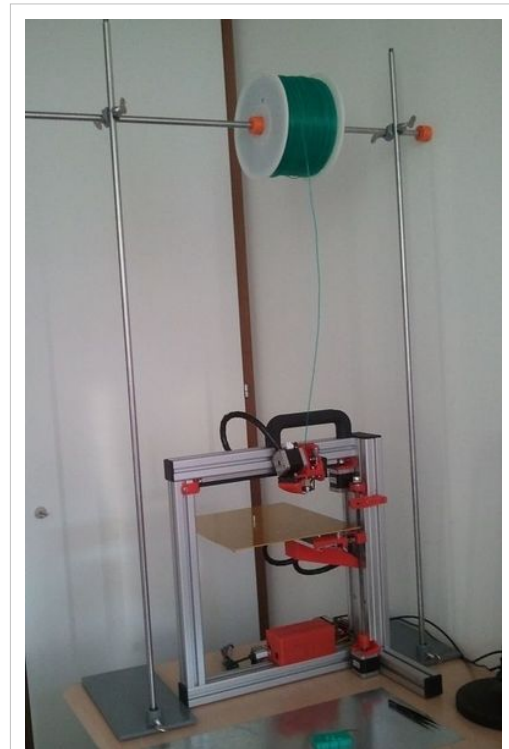
## Trancher (Slicing) avec SFACT

Le bouton Configurer dans la fenêtre du trancheur permet de changer un grand nombre de paramètres. Le slicer SFACT de Repetier-Host, vient avec plusieurs profils de qualités d'impression pré-paramétrés.

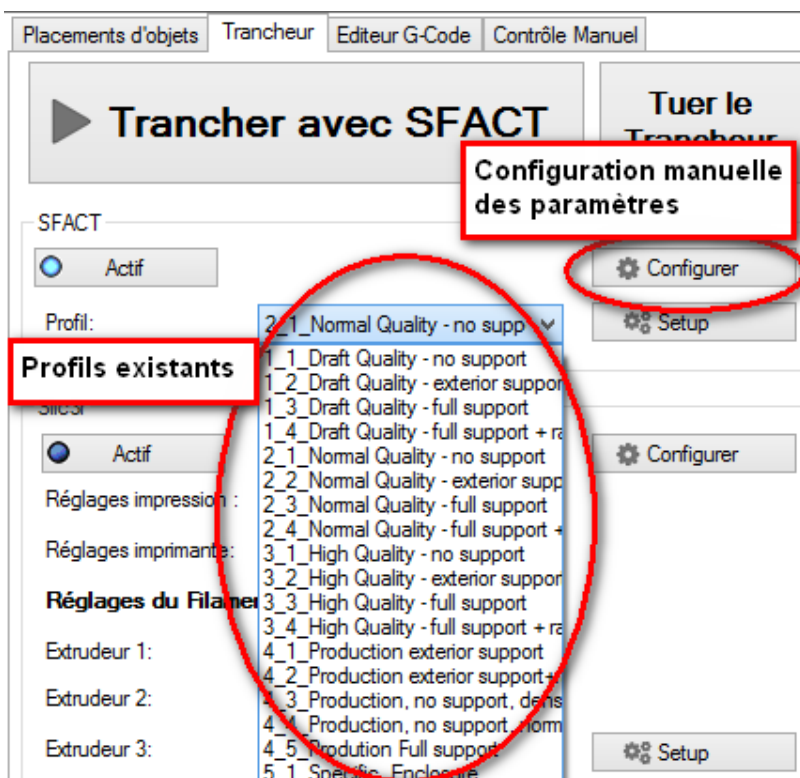
Choisir le bon profil est primordiale et dépendra de plusieurs facteurs comme:

- la qualité d'impression souhaitée pour le modèle
- la solidité du modèle
- le temps d'impression
- la nature du modèle (faut-il imprimer un support ou non?)

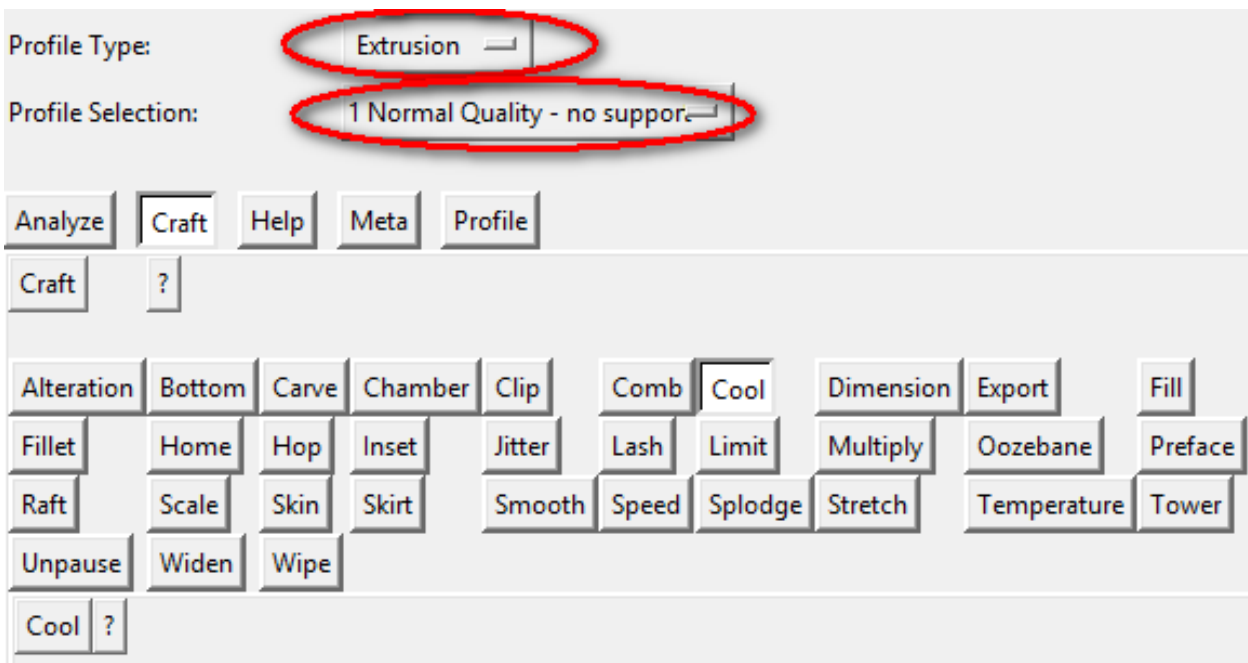
Il vous sera très certainement nécessaire d'ajuster les paramètres pour obtenir un résultat proche de vos attentes. Les tentatives successives devront vous permettre de trouver le bon réglage. Ainsi il ne faudra pas se décourager si vous voyez vos premières impressions s'effondrer sur elles-mêmes, être trop molles ou avoir toutes sortes d'imperfections.



Felix 1.0 avec filament qui vient du haut

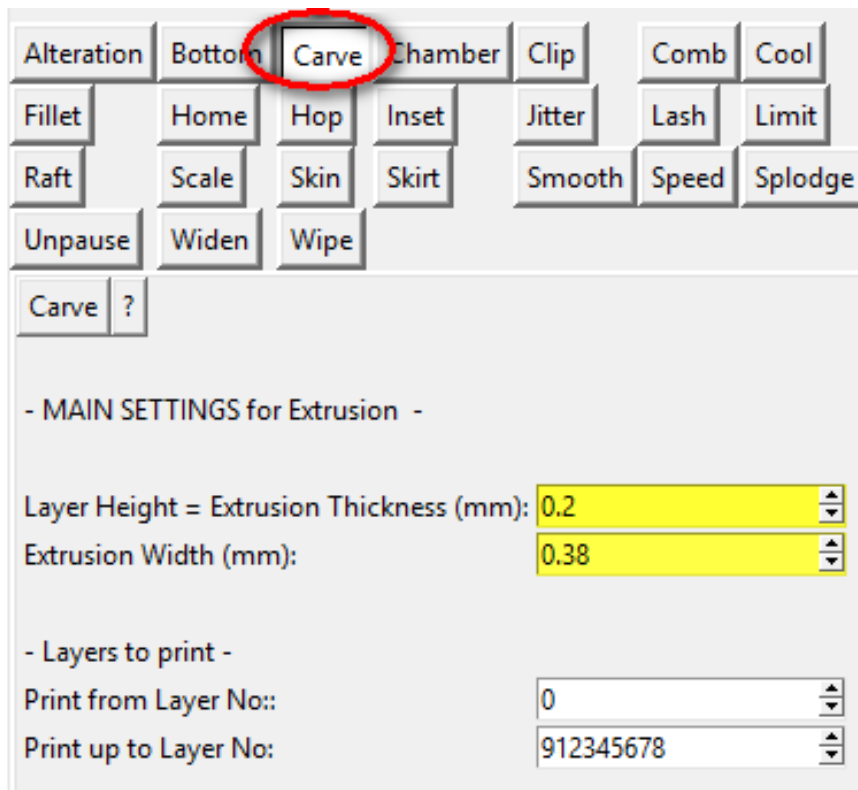


### Paramètres les plus importants que l'on peut régler



Dans ce paragraphes nous allons découvrir quelques paramètres importants pouvant être modifiés (les valeurs affichées dans les captures d'écran correspondent au profile 'Normal quality, no support'):

## Carve



Alteration Bottom **Carve** Chamber Clip Comb Cool

Fillet Home Hop Inset Jitter Lash Limit

Raft Scale Skin Skirt Smooth Speed Splodge

Unpause Widen Wipe

Carve ?

- MAIN SETTINGS for Extrusion -

Layer Height = Extrusion Thickness (mm): 0.2

Extrusion Width (mm): 0.38

- Layers to print -

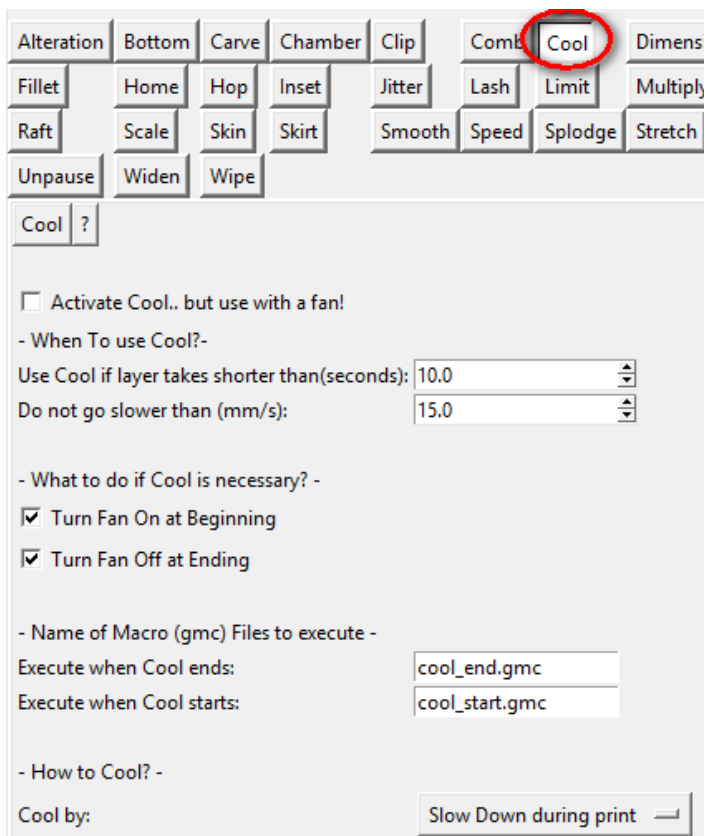
Print from Layer No:: 0

Print up to Layer No: 912345678

Il s'agit de paramètres importants qui fixent l'épaisseur de la couche et la largeur du périmètre de l'objet à imprimer.

- **Layer Height (mm)**
- **Extrusion width (mm)**

## Cool



Alteration Bottom Carve Chamber Clip Comb **Cool** Dimens

Fillet Home Hop Inset Jitter Lash Limit Multiply

Raft Scale Skin Skirt Smooth Speed Splodge Stretch

Unpause Widen Wipe

Cool ?

Activate Cool.. but use with a fan!

- When To use Cool? -

Use Cool if layer takes shorter than(seconds): 10.0

Do not go slower than (mm/s): 15.0

- What to do if Cool is necessary? -

Turn Fan On at Beginning

Turn Fan Off at Ending

- Name of Macro (gmc) Files to execute -

Execute when Cool ends: cool\_end.gmc

Execute when Cool starts: cool\_start.gmc

- How to Cool? -

Cool by: Slow Down during print

## Dimension

Alteration Bottom Carve Chamber Clip Comb Cool **Dimension** Export Fill

Fillet Home Hop Inset Jitter Lash Limit Multiply Oozebane Preface

Raft Scale Skin Skirt Smooth Speed Splodge Stretch Temperature Tower

Unpause Widen Wipe

Dimension ?

Activate Volumetric Extrusion (Stepper driven Extruders)

- Filament Settings - YOU NEED TO HAVE YOUR EXTRUDER E-STEPS CALIBRATED FIRST -  
<http://josefprusa.cz/skeinforge-40-volumetric-calibration>

- Filament -

Filament Diameter (mm): 1.75

E-Steps corrector: 1.05

Are You Calibrating?

Measured Width of Extrusion: 0.4

- Filament Retraction Settings -

Extruder Retraction Speed (mm/s): 30.0

Retraction Distance (millimeters): 1.5

Restart Extra Distance (millimeters): 0.0

## Fill

Alteration Bottom Carve Chamber Clip Comb Cool Dimension Export **Fill**

Fillet Home Hop Inset Jitter Lash Limit Multiply Oozebane Preface

Raft Scale Skin Skirt Smooth Speed Splodge Stretch Temperature Tower

Unpause Widen Wipe

Fill ?

Activate Fill

- Main Fill Settings -

Infill Solidity (ratio): 0.2

Extrusion Lines extra Spacing (Scaler): 1.0

Infill Overlap over Perimeter (Scaler): 1.0

- Shell Settings -

- Additional Perimeter Shells -

Extra Shells on Alternating Solid Layer (shells): 1

Extra Shells on Base (shells): 1

Extra Shells on Sparse Layer (shells): 1

Extra Shells on Bridge Layer (shells): 1



### Speed

Alteration Bottom Carve Chamber Clip Comb Cool Dimen:  
 Fillet Home Hop Inset Jitter Lash Limit Multipl  
 Raft Scale Skin Skirt Smooth **Speed** Splodge Stretch  
 Unpause Widen Wipe

Speed ?

Activate Speed  
 Add Flow Rate:  
 Add Acceleration Rate:

- Main Feedrate Settings -  
 Main Feed Rate (mm/s): 70.0  
 Main Flow Rate (scaler): 1.0  
 Main Acceleration Rate for Extruder (mm/s<sup>2</sup>): 300.0  
 Feed Rate ratio for Orbiting move (ratio): 0.5

- Perimeter Printing -  
 Perimeter Feed Rate (mm/s): 30.0  
 Perimeter Flow Rate (scaler): 1.0  
 Perimeter Acceleration Rate for Extruder (mm/s<sup>2</sup>): 50.0

### Temperature

Alteration Bottom Carve Chamber Clip Comb Cool Dimension Export  
 Fillet Home Hop Inset Jitter Lash Limit Multiply Oozebane  
 Raft Scale Skin Skirt Smooth Speed Splodge Stretch **Temperature**  
 Unpause Widen Wipe

Temperature ?

Activate Temperature

- Rate -  
 Cooling Rate (Celcius/second): 3.0  
 Heating Rate (Celcius/second): 10.0

- Temperature -  
 Base Temperature (Celcius): 200.0  
 Interface Temperature (Celcius): 200.0  
 Object First Layer Infill Temperature (Celcius): 195.0  
 Object First Layer Perimeter Temperature (Celcius): 220.0  
 Object Next Layers Temperature (Celcius): 230.0  
 Support Layers Temperature (Celcius): 200.0  
 Supported Layers Temperature (Celcius): 230.0

## Liens

- FELIXPrinters <sup>[18]</sup> (home page)
- Felix 2.0 user manual <sup>[19]</sup> [en]
- Forum de support Felix <sup>[20]</sup>
- Téléchargement de Netfabb basic <sup>[21]</sup>
- Netfabb Information and Documentation Center <sup>[22]</sup> [en]
- Netfabb Basic documentation <sup>[23]</sup> [en]
- Netfabb tutoriel sur le site wiki de netfabb <sup>[24]</sup> [en]
- Tutoriel Netfabb sur edutechwiki anglais <sup>[21]</sup> [en]
- Format de fichiers 3D <sup>[7]</sup> [en]

## Références

- [1] [http://edutechwiki.unige.ch/en/Felix\\_3D\\_printer](http://edutechwiki.unige.ch/en/Felix_3D_printer)
- [2] [http://edutechwiki.unige.ch/en/Netfabb\\_Studio\\_tutorial](http://edutechwiki.unige.ch/en/Netfabb_Studio_tutorial)
- [3] <https://github.com/repetier/Repetier-Host/wiki>
- [4] <http://www.netfabb.com/professional.php>
- [5] <http://www.netfabb.com/comparison.php>
- [6] <https://netfabb.azurewebsites.net/>
- [7] [http://edutechwiki.unige.ch/en/3D\\_file\\_format](http://edutechwiki.unige.ch/en/3D_file_format)
- [8] <http://wiki.netfabb.com/Version>
- [9] <http://fr.wikipedia.org/wiki/G-code>
- [10] <http://www.repetier.com/documentation/repetier-host/>
- [11] [http://edutechwiki.unige.ch/en/SFACT\\_slicer](http://edutechwiki.unige.ch/en/SFACT_slicer)
- [12] [http://shop.felixprinters.com/downloads/instruction%20manuals/old/20130824%20-%20User%20Manual\\_FELIX\\_2\\_0\\_V1.pdf](http://shop.felixprinters.com/downloads/instruction%20manuals/old/20130824%20-%20User%20Manual_FELIX_2_0_V1.pdf)
- [13] [http://www.felixprinters.com/downloads/instruction%20manuals/20140821%20-%20User%20Manual\\_FELIX\\_3\\_0\\_V10.pdf](http://www.felixprinters.com/downloads/instruction%20manuals/20140821%20-%20User%20Manual_FELIX_3_0_V10.pdf)
- [14] <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>
- [15] <http://www.repetier.com/download/>
- [16] <http://shop.felixprinters.com/downloads/index.php?path=software%2Fsfact+slicing+profiles/>
- [17] <http://reprap.org/wiki/Sfact>
- [18] <http://www.felixprinters.com/>
- [19] [http://shop.felixprinters.com/downloads/instruction%20manuals/old/20130917%20-%20User%20Manual\\_FELIX\\_2\\_0\\_V3.pdf](http://shop.felixprinters.com/downloads/instruction%20manuals/old/20130917%20-%20User%20Manual_FELIX_2_0_V3.pdf)
- [20] <http://www.felixprinters.com/forum/>
- [21] <http://www.netfabb.com/downloadcenter.php?basic=1>
- [22] [http://wiki.netfabb.com/Main\\_Page](http://wiki.netfabb.com/Main_Page)
- [23] [http://wiki.netfabb.com/images/2/28/Netfabb\\_Basic\\_documentation.pdf](http://wiki.netfabb.com/images/2/28/Netfabb_Basic_documentation.pdf)
- [24] [http://wiki.netfabb.com/Netfabb\\_Tutorials](http://wiki.netfabb.com/Netfabb_Tutorials)

# Filament pour impression 3D

---

**Cet article est une ébauche à compléter.** Une ébauche est une entrée ayant un contenu (très) maigre et qui a donc besoin d'un auteur.

## Introduction

(à faire)

Proposition pour une liste de critères (on n'est pas obligé de tout remplir pendant le hackday)

## Formulaire d'exemple

### Propriétés objectives

- Nom complet
- Procédure de fabrication
- Températures
  - Bed temperature (température du lit)
  - maléable (quand est-ce qu'on peut déformer)
  - fond
  - se dissout dans l'eau
  - extrusion minimale
  - extrusion maximale
- solidité etc,
- élasticité
- Variétés
  - Composition de la formule
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate)

### Propriétés semi-objectives

- Effet de l'ajout de pigments, etc.
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable)
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>)
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air)
- Toxicité (précautions à prendre)
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube).

### Utilisation

- Types d'objets/usages le plus indiqués
- Types d'objets/usages à ne pas considérer
- Stockage
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique

### Impression

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min
  - Vitesse idéale
-

- Vitesse max
- Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes)
- Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? (y compris pas assez ou trop, par ex. PLA colle trop sur l'acrylique et certains TPE ne collent pas sur Kapton)
- Usage de colle, hairspray (comment enlever l'objet ?)
- Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?)
- Chambre fermée ?
  - Quelle température
- Lit chauffé
  - quelle température?
- Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.)
- Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.)
- Remédiations aux mauvais comportements
- Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau).
- Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?)
- Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ?

## Filaments solides standards

Les filaments standards sont les filaments habituellement utilisés dans l'impression 3D, notamment pour leurs différentes qualités.

### ABS

- Filament standard

#### Propriétés objectives

- Nom complet : Acrylonitrile butadiène styrène <sup>[2]</sup>
- Procédure de fabrication : "Le matériau ABS est biphasé (structure complexe), fabriqué en mélangeant un copolymère styrène-acrylonitrile (SAN, issu de styrène et d'acrylonitrile) avec un matériau élastomère à base de polybutadiène (du polystyrène ou du SAN a été greffé sur le tronc de polybutadiène). Les nodules (phase en îlots) de la structure élastomère sont noyés dans la matrice. La phase élastomère apporte de la résistance aux chocs et de la souplesse.

Il se recycle facilement par étuvage et peut se combiner avec les autres composés styréniques (PS, SB, SAN). Pour améliorer sa tenue thermique, un 4e comonomère (l'alpha-méthylstyrène) peut être incorporé. On parle alors d'« ABS Chaleur »." (Wikipedia, 23.11.2015)

- Températures (la température dépend du type de plastique ABS utilisé et de la nature de l'objet imprimé)
  - Bed temperature : 65°C
  - extrusion minimale : 220°C
  - extrusion maximale : 260°C
- solidité : oui
- élasticité : nulle
- Variétés
  - Composition de la formule : ?
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate) : ?

### Propriétés semi-objectives

- Effet de l'ajout de pigments, etc. : ?
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable) : ?
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>) : ?
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air) : ?
- Toxicité (précautions à prendre) : ?
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube) : ?

### Utilisation

- Types d'objets/usages le plus indiqués : ?
- Types d'objets/usages à ne pas considérer : ?
- Stockage : à l'abri des ultraviolets pour éviter le jaunissement
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique
  - Lego officiels
  - Armes d'airsoft

### Impression

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min : ?
  - Vitesse idéale : ?
  - Vitesse max : ?
  - Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes) : ?
  - Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? Sur du verre
  - Comment enlever l'objet ? : Kapton (PET Tape), laque à cheveux
  - Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?) : ?
  - Chambre fermée ?
    - Quelle température : ?
  - Lit chauffé : oui
    - Quelle température? 110°C
  - Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.) : ?
  - Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.) : ?
  - Remédiations aux mauvais comportements : vérifier si le lit est à niveau et assez chaud, qu'il y a de l'adhésif, que la température ambiante est convenable, que la tête d'impression est assez proche pour faire une première couche correcte et que le filament sort bien de l'extrudeur en continuité durant les premières couches
  - Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau) : ?
  - Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?) : ?
  - Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ? : ?
-

## PLA

- Filament standard

### Propriétés objectives

- Nom complet : Acide polylactique <sup>[3]</sup> (PolyLactic Acid)
- Procédure de fabrication : "Le PLA peut être obtenu à partir d'amidon de maïs, ce qui en fait la première alternative naturelle au polyéthylène (le terme de bioplastique est utilisé). En effet, l'acide polylactique est un produit résultant de la fermentation des sucres ou de l'amidon sous l'effet de bactéries synthétisant l'acide lactique. Dans un second temps, l'acide lactique est polymérisé par un nouveau procédé de fermentation, pour devenir de l'acide polylactique." (Wikipedia, 23.11.2015)
- Températures
  - Bed temperature : 20-55°C
  - fond : se déforme à une température assez basse (article 3D Printer, 23.11.2015)
  - extrusion minimale : 180°C
  - extrusion maximale : 220°C
- solidité : peu solide
- élasticité : nulle ?
- Variétés
  - Composition de la formule :  $(C_3H_4O_2)_x$
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate) : ?

### Propriétés semi-objectives

- Effet de l'ajout de pigments : changement des mesures de température
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable) : ?
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>) : ?
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air) : ?
- Toxicité (précautions à prendre) : Le PLA en soi (vapeur, toucher, etc.) présente très peu de danger. Par contre, il est difficile de savoir ce que font certains pigments ...
- Friction : PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube

### Utilisation

- Types d'objets/usages le plus indiqués : ?
- Types d'objets/usages à ne pas considérer : ?
- Stockage : ?
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique
  - Emballages alimentaires
  - Fils de suture en chirurgie

## Impression

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min : ?
- Vitesse idéale : ?
- Vitesse max : ?
- Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes) : ?
- Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? Sur verre
- Comment enlever l'objet ? : Blue Painters Tape
- Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?) : ?
- Chambre fermée ?
  - Quelle température
- Lit chauffé : non si sur Blue Tape, oui si sur verre
  - Quelle température? 70°C
- Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.) : ?
- Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.) : ?
- Remédiations aux mauvais comportements : ?
- Type de extrudeur nécessaire : Pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau
- Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?) : ?
- Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ? : ?

## PET

- Filament standard

### Propriétés objectives

- Nom complet : Polytéréphtalate d'éthylène <sup>[4]</sup> (PolyEthylene Terephthalate)
- Procédure de fabrication : "Ce polymère est obtenu par la polycondensation de l'acide téréphtalique avec l'éthylène glycol. Malgré sa dénomination, il n'y a aucune similitude avec le polyéthylène et il ne contient aucun phtalate." (Wikipedia, 23.11.2015)
- Températures
  - Bed temperature : 55°C
  - maléable ?
  - fond ?
  - extrusion minimale : 210°C
  - extrusion maximale : 255°C
- solidité : plus solide que PLA
- élasticité ?
- Variétés
  - Composition de la formule : (C10H8O4)<sub>n</sub>
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate) : ?

**Propriétés semi-objectives**

- Effet de l'ajout de pigments, etc. ? : ?
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable) : ?
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>) : ?
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air) : ?
- Toxicité (précautions à prendre) : ?
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube). : ?

**Utilisation**

- Types d'objets/usages le plus indiqués : ?
- Types d'objets/usages à ne pas considérer : ?
- Stockage : ?
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique
  - Bouteilles en PET (d'eau, de sodas...) et d'autres emballages
  - Cartes en plastique de type carte de fidélité
  - Objets recyclés comme des vêtements en fibres textiles
  - Emballages résistant au four

**Impression**

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min : ?
- Vitesse idéale : ?
- Vitesse max : ?
- Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes) : ?
- Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? : ?
- Comment enlever l'objet ? : Blue Painters Tape
- Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?) : ?
- Chambre fermée ?
  - Quelle température
- Lit chauffé
  - Quelle température?
- Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.) : ?
- Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.) : ?
- Remédiations aux mauvais comportements : ?
- Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau). : ?
- Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?) : ?
- Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ? : ?



## Nylon

- Filament standard

### Propriétés objectives

- Nom complet : Nylon <sup>[5]</sup> ou Polyamide <sup>[6]</sup>
- Procédure de fabrication : "Le nylon 6-6 s'obtient par polycondensation à chaud entre un diacide carboxylique et une diamine." (Wikipedia, 23.11.2015)
- Températures
  - Bed temperature : 60-80°C (selon Matterhackers <sup>[7]</sup>)
  - maléable : oui si objet fin
  - fond : x°C
  - extrusion minimale : 235°C (selon Matterhackers)
  - extrusion maximale : 270°C (selon Matterhackers) mais voir les recommandations du fabricant
- solidité : très solide
- élasticité : ?
- Variétés
  - Composition de la formule : C12H22N2O2 [Isomères]
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate) : ?

### Propriétés semi-objectives

- Effet de l'ajout de pigments : Le nylon est d'un blanc brillant avec une surface translucide et peut donc absorber aisément une couleur ajoutée post process
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable) : ?
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>) : ?
- Sensibilité à l'humidité : très sensible, à sécher avant utilisation pour éviter des bulles d'air à l'impression
- Toxicité (précautions à prendre) : ?
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube). : ?

### Utilisation

- Types d'objets/usages le plus indiqués : ?
- Types d'objets/usages à ne pas considérer : ?
- Stockage : dans un endroit sec, si possible avec un agent desséchant
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique
  - Vêtements (industrie textile en général)
  - Pièces mécaniques, pièces de frottement (industrie automobile ou alimentaire)

### Impression

Selon Matterhackers.com : Printing with nylon <sup>[8]</sup> 0.20 mm-0.4 mm layer heights

- Vitesse d'impression : min 30 mm/s
- Vitesse idéale : 30-60 mm/s
- Vitesse max : 60mm/s
- Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes) : ?
- Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? Sur du verre (lit chauffé obligatoire avec du nylon)
- Comment enlever l'objet ? Colle à base de PVA appliquée au lit. (Elmer's or Scotch permanent glue sticks)
- Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?) : ?
- Chambre fermée ?

- Quelle température
- Lit chauffé : oui
  - quelle température : 75°C (60°C-80°C)
- Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.) : ?
- Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.) : ?
- Remédiations aux mauvais comportements : ne pas utiliser des ventilateurs de refroidissement des couches, éviter les chambres froides et les courants d'air
- Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau).
- Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?) : ?
- Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ? : ?

## Filaments flexibles

Les filaments flexibles ont pour spécificité commune d'avoir une élasticité non-nulle.

### Soft PLA

- Filament flexible

#### Propriétés objectives

- Nom complet :
- Procédure de fabrication
- Températures
  - Bed temperature : ?
  - maléable (quand est-ce qu'on peut déformer)
  - fond
  - se dissout dans l'eau
  - extrusion minimale : 220°C
  - extrusion maximale : 230°C
- solidité etc,
- élasticité
- Variétés
  - Composition de la formule
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate)
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique

### TPE

- Filament flexible

#### Propriétés objectives

- Nom complet : Élastomère thermoplastique <sup>[9]</sup> (ThermoPlastic Elastomer)
- Procédure de fabrication : "Les élastomères thermoplastiques (TPE) sont une famille de copolymères (souvent à blocs) ou de mélanges mécaniques de polymères (mélanges « polymère-polymère », souvent un polymère thermoplastique et un élastomère) dont les membres combinent les propriétés élastiques des élastomères et le caractère thermoplastique (ils fondent et durcissent, de manière réversible, sous l'action de la chaleur)." (Wikipédia, 24.11.2015)
- Températures

- maléable (quand est-ce qu'on peut déformer)
- fond
- se dissout dans l'eau : non
- extrusion minimale : 210°C
- extrusion maximale : 225°C
- solidité
- élasticité
- Variétés
  - Composition de la formule
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner

### Propriétés semi-objectives

- Effet de l'ajout de pigments, etc. : Facilement colorable (puisque déjà composé de deux polymères)
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable)
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>)
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air)
- Toxicité (précautions à prendre)
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube).

### Utilisation

- Types d'objets/usages le plus indiqués
- Types d'objets/usages à ne pas considérer
- Stockage
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique

### Impression

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min
- Vitesse idéale
- Vitesse max
- Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes)
- Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? (y compris pas assez ou trop, par ex. PLA colle trop sur l'acrylique et certains TPE ne collent pas sur Kapton)
- Usage de colle, hairspray (comment enlever l'objet ?) : Blue Painters Tape
- Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?)
- Chambre fermée ?
  - Quelle température
- Lit chauffé
  - quelle température? 20°C-55°C
- Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.)
- Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.)
- Remédiations aux mauvais comportements
- Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau).
- Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?)
- Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ?

## TPU

- Filament flexible

### Propriétés objectives

- Nom complet : Polyuréthane thermoplastique, ou TPE de polyuréthane(Thermoplastic PolyUrethane)
- Procédure de fabrication
- Températures
  - maléable (quand est-ce qu'on peut déformer)
  - fond
  - se dissout dans l'eau
  - extrusion minimale : 240°C
  - extrusion maximale : 260°C
- solidité etc,
- élasticité
- Variétés
  - Composition de la formule
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate)

### Propriétés semi-objectives

- Effet de l'ajout de pigments, etc.
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable)
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>)
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air)
- Toxicité (précautions à prendre)
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube).

### Utilisation

- Types d'objets/usages le plus indiqués
- Types d'objets/usages à ne pas considérer
- Stockage
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique

### Impression

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min
- Vitesse idéale
- Vitesse max
- Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes)
- Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? (y compris pas assez ou trop, par ex. PLA colle trop sur l'acrylique et certains TPE ne collent pas sur Kapton)
- Usage de colle, hairspray (comment enlever l'objet ?)
- Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?)
- Chambre fermée ?
  - Quelle température
- Lit chauffé
  - quelle température? 40°C - 60°C

- Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.)
- Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.)
- Remédiations aux mauvais comportements
- Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau).
- Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?)
- Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ?

## Filaments composites

Les composites sont souvent composés d'une grande majorité de PLA (ex : 80%) et d'un autre composant (ex : 20%) comme des particules de métal ou des fibres de bois. À ne pas confondre avec certaines offres qu'on peut trouver en ligne qui proposent par exemple des impressions d'objets 3D en or qui coulent de l'or dans des moules en plastique.

## Filament ABS conducteur

Conductive ABS Filament is a modified version of our standard ABS filament, which has a resistance of 1200 ohm/cm. This filament works with all ABS compatible 3D printers. Conductive ABS filament is available in 1.75mm and 3mm. EXTRUDER TEMP: 225-260 ° C Bed TEMP: 90-110 ° C BED ADHESION: Kapton Tape/ Haispray

## PLA renforcé en fibre carbone

Carbon Fiber Reinforced PLA filament provides fabulous structural strength and layer adhesion with very low warpage. Due to the carbon fiber contained in the filament, it has increased rigidity, therefore increased structural support built right in. Carbon Fiber filament is perfect for printing items that do not bend, such as: frames, supports, propellers, and tools - drone builders and RC Hobbyists love this stuff, and it is made in the USA! The carbon fiber in the filament is specifically designed to be small enough to fit through the nozzles, but long enough to provide the extra rigidity that makes this reinforced PLA so special. EXTRUDER TEMP: 195-220 ° C Bed TEMP: 50 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## PLA Acier

Steel PLA filament is as easy to print as Standard PLA , but because of the steel fibers blended with the plastic, prints are heavier and thus, more authentic . Finished steel 3D prints can be polished and doctored to create beautiful and unique pieces. Unpolished, the Stainless Steel filament looks like cast metal fresh from a mold. With just a little finishing and polishing, however, you can easily create any look like you desire. 3D Printing Steel is perfect for printing jewelry, props, costumes, figurines, and robots. Since it is so easy to print with, it is great not only for hobbyists, but serious designers as well. EXTRUDER TEMP: 195-220 ° C Bed TEMP: 50 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## PLA Fer magnétique

Magnetic Iron PLA filament is truly one of a kind! This Iron filament opens the door for different prints because - you guessed it - it is magnetic! We recommend a printing temperature that is about 10-20 degrees lower than you would print with standard PLA. To get a rusty look, "polish" your finished print with a wire brush to expose more of the iron particles to the air. Then, submerge the piece in a salty solution for about 2-3 days. You can soak longer if you would like a more very rusty finish. Magnetic Iron PLA 3D printing material can bring a rustic look to any print. EXTRUDER TEMP: 185 ° C Bed TEMP: 20-55 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## **PLA combiné**

Fill Series (BronzeFill, BrassFill, CopperFill, WoodFill, BambooFill, etc.) is organic material or raw elements engineered into a filament that is compatible with 3D Printers. The materials are combined at a ratio of 80% PLA and 20% Material. When the PLA and Materials (usually in powder form) are combined, the PLA gives the 3D Printer compatibility while the material contributes to the look and feel of the filament. The metal based Fills such as BrassFill is able to be polished just like a normal metal to give it a nice, realistic looking shine. Be careful with the organic fills such as BambooFill because too high of a temperature will result in the burning of the Bamboo which will give you a darker colored print.

## **LayCeramic**

LayCeramic filament is exactly what it sounds like, clay engineered for 3D Printers that can be used to make ceramic objects. LayCeramic has all the capabilities of normal clay including the ability to be fired to give it a nice glossy look and increase strength. 3D Printing with LayCeramic will require a few additional pieces to your Printer including a full metal hotend, filament warmer (LayCeramic is brittle), and Kiln which isn't necessary, but nice to have access to. EXTRUDER TEMP: 260-275 ° C Bed TEMP: 20-55 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## **Laybrick**

LAYBRICK is a 3D printing material that gives parts the look and feel of grey stone while retaining the resiliency of plastic, making it ideal for landscape and architectural designs. Anything made with LAYBRICK can be painted and sanded. In the lower range of 165°C to 190°C, the print will come out mostly smooth, whereas with higher temperatures it will begin to have a more pitted, sandstone-like texture. LAYBRICK is available in both 1.75mm and 3mm unspooled rolls. EXTRUDER TEMP: 180-200 ° C Bed TEMP: 20-55 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## **Laywoo-D3**

LAYWOO-D3 is a wood-like 3D printer material that gives 3D printed objects the look and feel of fiberboard. It also imbues parts with other wood-like attributes, such as the ability be cut, painted, and sanded. LAYWOO-D3 is made from a combination of recycled wood particles combined with polymer binders allowing it to be melted and extruded through your 3D Printer. It is possible to give parts printed in LAYWOO-D3 a simulated alternating light/dark wood-grain appearance by varying the extruder temperature during printing. LAYWOO-D3 is available in a 1.75mm or 3mm unspooled rolls. EXTRUDER TEMP: 175-250 ° C Bed TEMP: 30 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## **Lay-Felt**

Lay-Felt is best characterized as a felt like filament that is highly porous. This material is made from a rubber-elastomeric polymer and a PVA-component. That means that part of this filament is water soluble. Once you rinse this material in water, the PVA component disappears and the rubber polymer remains as your micro-porous object. Lay-Felt is ideal for making filters, 3D membranes, semipermeable membranes, and any flexible yet felty object. After finishing your print you will notice that the 3D printed part is strong and rigid. However, rinse the print with water then your object becomes micro-porous & elastic. This is ideal for printing soft and flexible rubber like objects. EXTRUDER TEMP: 225-235 ° C Bed TEMP: 20-55 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## Gel-Lay

Gel-Lay is best characterized as a jelly-like material that is very porous. This 3D printing material is made from a rubber-elastomeric polymer and a PVA-component. That means that part of this filament is water soluble. Once you rinse this material in water, the PVA component disappears and the rubber polymer remains as your micro-porous object. Gel-Lay is ideal for creating artificial limbs or body parts, marine animals (like an octopus) or floatables. Other great applications for Gel-Lay include objects in water, marine organism flow simulation, and bio-mechanics. After finishing your print you will notice that the material is strong and only slightly bendable. However, rinse the print with water then your object becomes micro-porous & elastic. This is ideal for printing soft and flexible rubber like objects. EXTRUDER TEMP: 225-235 ° C Bed TEMP: 20-55 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## Lay-Fomm

LAY-FOMM 40 is best characterized as foamy and very porous. This 3D printer material is made from a rubber-elastomeric polymer and a PVA-component. That means that part of this filament is water soluble. Once you rinse this material in water, the PVA component disappears and the rubber polymer remains as your micro-porous object. LAY-FOMM is ideal for soft rubber-like applications, such as bendable suits and sponge-like objects, ink-reservoirs, bio-cells, micro-foam and elastics. After finishing your print you will notice that the material is strong and rigid. However, rinse the print with water then your object becomes micro-porous & elastic. This is ideal for printing soft and flexible rubber like objects. This material is very soft. EXTRUDER TEMP: 220-230 ° C Bed TEMP: 40-60 ° C BED ADHESION: Blue Painters Tape

## Filaments de support

Les filaments de support sont utilisés comme supports lors de l'impression et sont à but d'être arrachés de l'objet final. Ils doivent donc avoir des propriétés spécifiques : soit être peu cher, soit se dissoudre lorsqu'on les plonge dans l'eau, soit être peu solides.

## PVA

- Filament de support

### Propriétés objectives

- Nom complet : Polyacétate de vinyle <sup>[10]</sup> (PolyVinyl Alcohol)
- Procédure de fabrication : "Le polyacétate de vinyle, ou acétate de polyvinyle, (...) est un polymère synthétique. Il est synthétisé par polymérisation de l'acétate de vinyle." (Wikipedia 23.11.2015)
- Températures
  - Bed temperature : 45°C
  - maléable (quand est-ce qu'on peut déformer)
  - fond
  - se dissout dans l'eau : oui
  - extrusion minimale : 170°C
  - extrusion maximale : 190°C
- solidité etc,
- élasticité
- Variétés
  - Composition de la formule
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate)

**Propriétés semi-objectives**

- Effet de l'ajout de pigments, etc.
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable)
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>)
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air)
- Toxicité (précautions à prendre)
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube).

**Utilisation**

- Types d'objets/usages le plus indiqués
- Types d'objets/usages à ne pas considérer
- Stockage
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique
  - Colle blanche, colle de reliure de livres
  - Protection des fromages de l'humidité et des moisissures

**Impression**

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min
  - Vitesse idéale
  - Vitesse max
  - Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes)
  - Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? (y compris pas assez ou trop, par ex. PLA colle trop sur l'acrylique et certains TPE ne collent pas sur Kapton)
  - Usage de colle, hairspray (comment enlever l'objet ?) : Blue Painters Tape
  - Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?)
  - Chambre fermée ?
    - Quelle température
  - Lit chauffé
    - quelle température? 40°C
  - Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.)
  - Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.)
  - Remédiations aux mauvais comportements
  - Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau).
  - Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?)
  - Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ?
-



## HIPS

- Filament support

### Propriétés objectives

- Nom complet : (High Impact Polystyrene)
- Procédure de fabrication
- Températures
  - Bed temperature : 50°C-60°C
  - maléable (quand est-ce qu'on peut déformer)
  - fond
  - se dissout dans l'eau
  - extrusion minimale : 220°C
  - extrusion maximale : 230°C
- solidité etc,
- élasticité
- Variétés
  - Composition de la formule
  - Variations sur l'usage que cela peut entraîner (notamment la température, vitesse, et flow rate)

### Propriétés semi-objectives

- Effet de l'ajout de pigments, etc.
- adhérence (qualité du "bonding" si c'est mesurable)
- swell (c.f. cette explication <sup>[1]</sup>)
- Sensibilité à l'humidité (combien de temps peut-on laisser du PLA à l'air)
- Toxicité (précautions à prendre)
- Friction (par ex. PLA coule moins bien que ABS et peut boucher le tube).

### Utilisation

- Types d'objets/usages le plus indiqués
- Types d'objets/usages à ne pas considérer
- Stockage
- Objets du quotidien qui contiennent ce plastique

### Impression

(évidemment tout cela dépend beaucoup de l'architecture de l'extrudeur, donc il faut ajouter des "stories")

- Vitesse d'impression min
- Vitesse idéale
- Vitesse max
- Rétraction mm/vitesse (y compris problèmes)
- Sur quel matériel est-ce cela adhère bien ? (y compris pas assez ou trop, par ex. PLA colle trop sur l'acrylique et certains TPE ne collent pas sur Kapton)
- Usage de colle, hairspray (comment enlever l'objet ?) : Kapton Tape, Laque à cheveux
- Effet taille de la buse (peut-on imprimer du "wood" avec une buse 0.3mm ?)
- Chambre fermée ?
  - Quelle température
- Lit chauffé

- quelle température? 50°C - 60°C
- Objets difficiles à imprimer (par ex. objets fins, plats, etc.)
- Mauvais comportements (warping, ne colle pas dans les angles, reste mou, etc.)
- Remédiations aux mauvais comportements
- Type de extrudeur nécessaire (par ex. pour le PLA uniquement la buse doit chauffer, pas le tuyau).
- Comment gérer du vieux plastique (notamment le PLA transparent ?)
- Support: combinaison de plastiques avec un dual-head ?

## Ressources

Un des meilleurs sites (mais chaotique et mal mis à jour) est Reprap.org (category:thermoplastic) <sup>[11]</sup>

Se référer à la page de l'Edutechwiki anglais : 3D\_printer\_filament <sup>[12]</sup>

Matterhackers.com : 3d-printer-filament-compare <sup>[7]</sup>

## Achat

### Conseils

(à faire)

- Bonnes/mauvaises variantes
- Classement des plastiques par prix
- Meilleurs rapports qualité/prix

### Vendeurs

Mettez uniquement des vendeurs chez qui vous avez acheté avec satisfaction, SVP - Daniel K. Schneider (discussion) 5 février 2016 à 01:54 (CET)

En Suisse

- Fabberworld <sup>[13]</sup> a des prix relativement doux et fait des prix éducation.
- 3D-Printerstore.ch <sup>[14]</sup>

Ailleurs

- N'importe quel grand vendeur d'électronique de consommation en vend, par exemple Amazon. Pour des grandes quantités vous pouvez essayer AliExpress, mais il faut bien choisir la qualité (régularité du plastique, molécules, qualité des pigments, etc)

## Références

- [1] [http://reprap.org/wiki/Filament#Die\\_swell\\_and\\_Stretching](http://reprap.org/wiki/Filament#Die_swell_and_Stretching)
- [2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Acrylonitrile\\_butadi%C3%A8ne\\_styr%C3%A8ne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Acrylonitrile_butadi%C3%A8ne_styr%C3%A8ne)
- [3] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide\\_poly lactique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_poly lactique)
- [4] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Polyt%C3%A9r%C3%A9phtalate\\_d'%C3%A9thyl%C3%A8ne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Polyt%C3%A9r%C3%A9phtalate_d'%C3%A9thyl%C3%A8ne)
- [5] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Nylon>
- [6] <http://reprap.org/wiki/Polyamide>
- [7] <https://www.matterhackers.com/3d-printer-filament-compare>
- [8] <https://www.matterhackers.com/articles/printing-with-nylon>
- [9] [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lastom%C3%A8re\\_thermoplastique](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lastom%C3%A8re_thermoplastique)
- [10] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Polyac%C3%A9tate\\_de\\_vinyle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Polyac%C3%A9tate_de_vinyle)
- [11] <http://reprap.org/wiki/Category:Thermoplastic>
- [12] [http://edutechwiki.unige.ch/en/3D\\_printer\\_filament](http://edutechwiki.unige.ch/en/3D_printer_filament)
- [13] <https://www.fabberworld.com/>
- [14] <http://www.3d-printerstore.ch/3D-Filament>

# Traitement d'impressions polymériques 3D

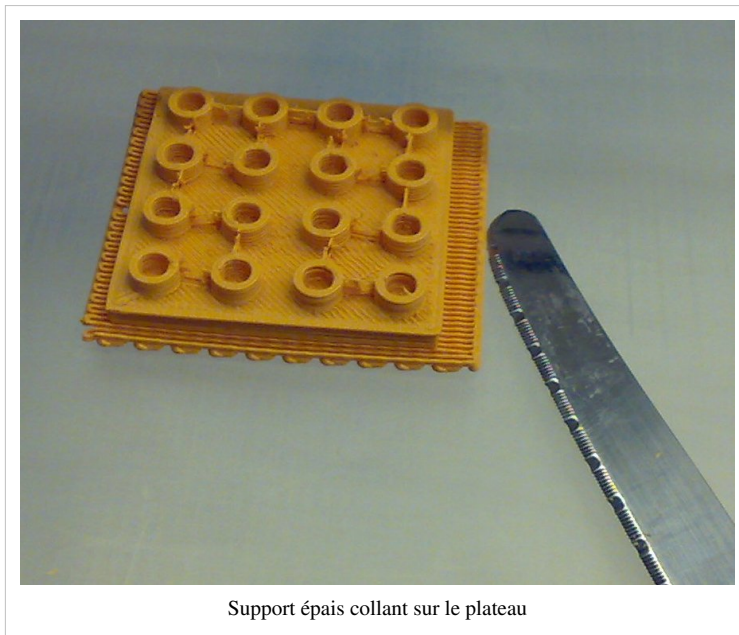
---

## Introduction

Cet article décrit comment nettoyer et autrement post-traiter des copies 3D faites avec une imprimante 3D comme le RapMan qui imprime des polymères comme l'ABS ou PLA. Il s'agit d'une traduction de la version Anglaise.

## Obtention de l'empreinte du radeau (support)

Les imprimantes RepRap comme RapMan <sup>[2]</sup> nécessite l'utilisation du radeau pour les polymères comme l'ABS. Si vous imprimez un objet sans ce "grillage" de support, la pièce risque de bouger et/ou glisser, en tout cas ne pas tenir, sur le plateau. Pour l'enlever du plateau, utilisez un couteau de cuisine plat.



Pour décoller la grille de support, vous devez dans un premier temps le décoller avec le couteau délicatement. Ensuite, bouger le couteau comme si vous peliez une carotte, de manière délicate.

Lorsque cela ne fonctionne pas, découpez les reliures de la surface d'interface.

## Enlever de légères imperfections

Les impressions ont toujours de petites imperfections. Par exemple des petits fils qui restent collés à la tête d'impression rendant l'impression irrégulière. Ou des reliures entre des espaces. Vous pouvez le faire mécaniquement ou en utilisant le feu ou certain produits.

### Couteaux, pinces, ciseaux et limes abrasives



Enlevez de plus grandes imperfections avec **un petit couteau aiguisé ou de petits ciseaux**. Un petit couteau suisse que vous pouvez acheter pour environ 10 € fera l'affaire. Alternativement ou de plus, vous pouvez utiliser un cutter de Stanley, des pinces petites et aiguisées, des scalpels (peuvent se trouver au marché aux puces), des outils de coupe de bois ou un couteau de cuisine haut de gamme.

Alternativement ou de plus, vous pourriez acheter une plaque de découpe avec des couteaux. Le principe est d'éviter de faire des coupures sur votre table et le dernier peut être utilisé au lieu du petit couteau de l'armée suisse. Pour environ 6 € vous pouvez en acheter un.

Ensuite, pour enlever d'autres imperfections comme des bombements, utilisez les limes que vous avez achetées pour assembler l'imprimante.



Plaque de découpe et couteau.



Un set de petites limes abrasives pour les passionnés

En tant qu'alternative ou en supplément, offrez-vous une mini-perceuse bon marché avec un set d'accessoires. Une Dremel "multifonction" pour la taille, le rectifiant, le nettoyage, le sablage, etc. coûte environ 50 € ou moins. Des accessoires typiques sont :

- Des outils de taille (pour tailler des trous que vous ne pouvez pas imprimer)
- Des outils de rectifiant/sablage, pour enlever des imperfections ou des couches de fond irrégulières. Bien que pour le dernier, il soit préférable d'utiliser une lime.
- Nettoyer/polir des outils, enlever de petites imperfections (voir aussi l'utilisation de feu ou l'acétone)



Equipement



mini-perceuse Dremel multifonction et ses accessoires

Après un peu de traitement, l'objet aura des taches pas très jolies (le plastique est blanchâtre au lieu de coloré) et vous devrez redonner de la couleur, continuez à lire....

## Utiliser le feu

Le feu peut être utilisé pour plusieurs buts : Le retour de la couleur aux taches où vous avez coupé ou utilisé une lime abrasive, enlever de minuscules filament et la courbure. Vous pouvez aussi solidifier le PLA avec le feu. Cependant, soyez prudent : l'ABS aime brûler et le PLA fond assez vite!

Tenir un objet près du gaz de cuisine ramènera la couleur. N'utilisez pas de bougie. Prenez un gant et tenez votre objet avec une pince tout en le bougeant rapidement en faisant des va et vient (avant / arrière) près de la flamme. A présent soyez prudent : L'ABS commencera à plier et devenir mou très rapidement, c'est-à-dire il se pliera vers le sens de la chaleur et changera sa forme. Pour empêcher cela pour des objets 2D comme un trombone, donnez un petit coup à l'objet sur (180 degrés vers l'autre côté).

### Utiliser un petit chalumeau

Utiliser un chalumeau de cuisine n'est pas très pratique dans la mesure où la flamme est trop diffuse, c'est-à-dire qu'en réchauffant une partie vous risquez de brûler une autre. C'est pourquoi il est conseillé de prendre une mini-torche pour environ 50 € comme cette Dremel. (amazon uk link <sup>[1]</sup>). C'est petit et facile à remplir comme un briquet pour cigarette.

Décharge : Testé avec l'ABS et le PLA, ne pas se plaindre si vous brûlez votre bureau.

Procédure : Rapidement passez sur toutes les zones "blanches", n'allez pas trop près ou le plastique s'enflammera. Retournez des objets 2D. Il n'a pas été essayé de mêler le plastique ou aplanir une surface entière. Le but est de (a) brûler le "blanc" et (b) d'autres petites choses qui tiennent. Avec le PLA cette torche semble encore plus utile. Brûler avec une torche un objet ne sent pas mauvais (le PLA est fait de l'amidon de grain de maïs) et il est donc assez facile de brûler des choses qui tiennent ou faire un fond plat. Cependant, soyez prudent : le PLA se met à fondre très rapidement...

Ouvrez les fenêtre ou faites y en extérieur. La fumée n'est pas bonne pour la santé.



Dremel chalumeau



Quelques tâches blanches restantes



Sans les tâches blanches

Note: Vous voyez ici le dessous de l'objet (vous pouvez voir la partie avant ici. Il y a d'autres imperfections mais elles sont plutôt dues à une mauvaises calibration (les lignes auraient du être plus épaisses)

Avertissement:

- l'ABS peut brûler facilement et sa fumée n'est pas bonne pour la santé.
- Le PLA fond rapidement et vous risquez d'endommager votre objet. Il ne réagit pas comme l'ABS. Par exemple, l'ABS gentillement devient plus maléable, alors que le PLA fondra soudainement. Cependant, utilisez uniquement le feu pour faire fondre les petites imperfections que vous avez véritablement l'intention de faire fondre, par exemple faire de la soudure.



## Air chaud.

Bogdan Kecman conseil <sup>[2]</sup> (retrieved 10 April 2010) d'utiliser l'air chaud.

Fera un rapport sur des résultats avec un sèche cheveux :

- Enlever de petits filaments de PLA (ou les rends plus facilement détachable)
- Rendre la couleur après le sablage/limage
- Être utilisé pour chauffer tant le PLA que l'ABS pour changer la forme.

Si vous achetez une petite torche Dremel comme la photo ci-dessus, alors vous pouvez l'utiliser sur environ 10 cm de distance avec sa flamme et faire des expériences.

## Utilisation d'un solvant

### Acétone (pour ABS)

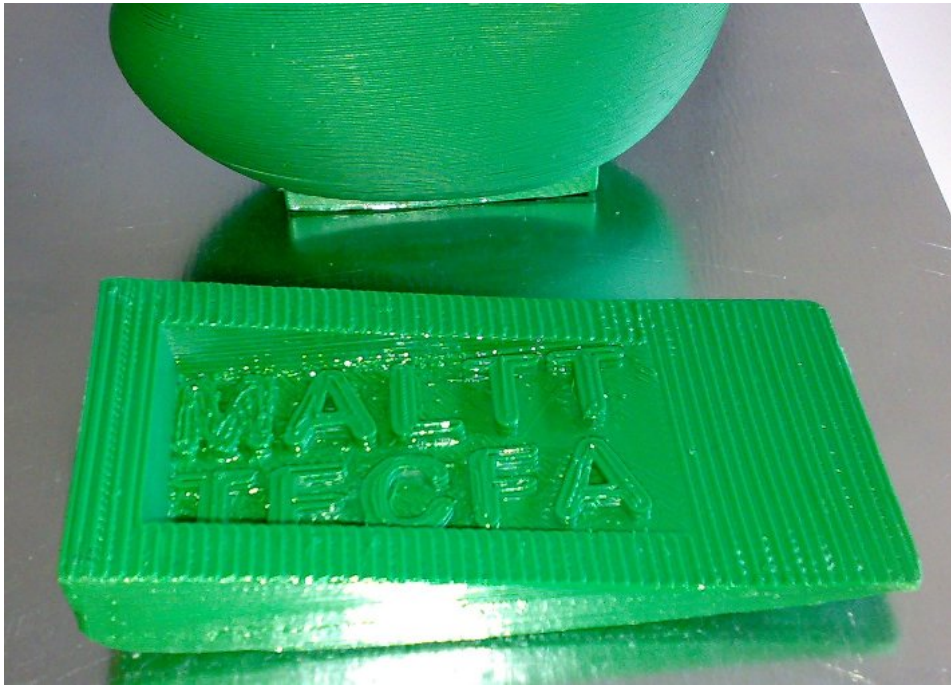
L'acétone est une manière moins dangereuse de rendre un objet brillant **réalisé avec de l'ABS** et pour enlever de petites imperfections. Un litre d'acétone coûte 7 € et vous pouvez y trouver facilement dans des magasins de type "do-it-yourself".

Marcus Wolschon conseil d'utiliser l'acétone <sup>[3]</sup> (retrieved 21:34, 11 March 2010 (UTC)): "As someone on HAR2001 suggested I tried out acetone to clean a printed object and get rid of the obvious self-printed look. I'm quite surprised. The surface melts from itentifiable, connected strands into a single smooth and glossy surface. When I press down on the un-etched version I hear slight creaks as the infill gives way. Nothing of that in the etched version. Of cause, safety precautions are required. Use a well ventilated room and a mask rated for vapours and gas."

Sur la photo ci-dessous, vous pouvez voir le reflet d'un flash sur ce bloqueur de porte brillant réalisé avec de l'ABS.

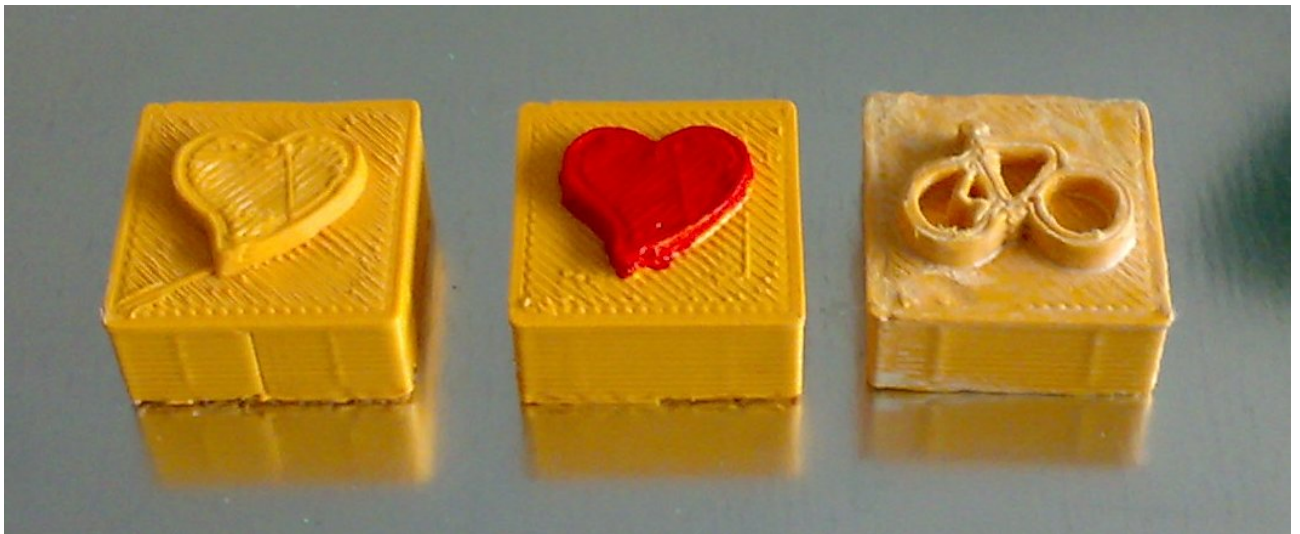


Bouteille d'acetone



Cale porte traité avec de l'acétone

Appliquez l'Acétone avec une petite brosse. Faites cela en extérieur ou sur le rebord de la fenêtre, puisque les vapeurs ne sont pas si saines. **Ne pas appliquer trop** d'acétone ou l'objet "blanchira".



De gauche à droite: pas d'acétone, acétone avec peinture sur le dessus, trop d'acétone

Avertissement:

- Ne pas inhaler
- Peut présenter des risques si il y a des résidus en cas de contact avec la bouche.
- L'acétone est hautement inflammable, ne pas utiliser la torche après une couche d'acétone.
- Ne pas utiliser l'acétone avec le PLA, votre objet aura une teinte blanchâtre. Après le séchage (autrement il éclatera dans votre visage) vous pouvez essayer le feu.

### Produits chimiques pour le PLA

Le réchauffement avec le PLA fonctionne bien ([2])

La chaleur fonctionne très bien avec le PLA ([2])

A tester:

- La soude caustique
- Solvants chlorés
- Benzène à une température élevée

### Pliage

Avec un chalumeau vous pouvez chauffer des objets qui ne sont pas trop épais puis les plier. Gardez la source de chaleur assez loin de la chaleur et de l'ABS en plastique pour peut-être environ 60 degrés. Vous pouvez alors vous pouvez ajuster un peu sa forme.

Pas essayé (encore):

- Assembler dans un four
- L'exposer pendant un certain temps à un sèche-cheveux.

Avis: Les objets se déformera vers la source de chaleur.

Attention: Le PLA va fondre rapidement, faites attention à ne pas détruire vos 30 heures d'impression.

### Peinture

La meilleure solution est d'acheter un peu de peinture spécialisée dans un magasin amateur, par exemple, une sorte de peinture à l'émail <sup>[4]</sup>, plus un apprêt approprié.

#### Peinture acrylique amateur

Plus commune et moins cher, de **la peinture acrylique** (ou au moins certaines) collera assez bien à l'ABS et le PLA (autres polymères non testé). Vous pouvez acheter un "Pain Hobby" dans un magasin "do-it-yourself". Six boîtes de 50ml sécuritaires pour les enfants de la peinture au coût de 25 CHF (environ 16 €).



Peinture acrylique sur du PLA

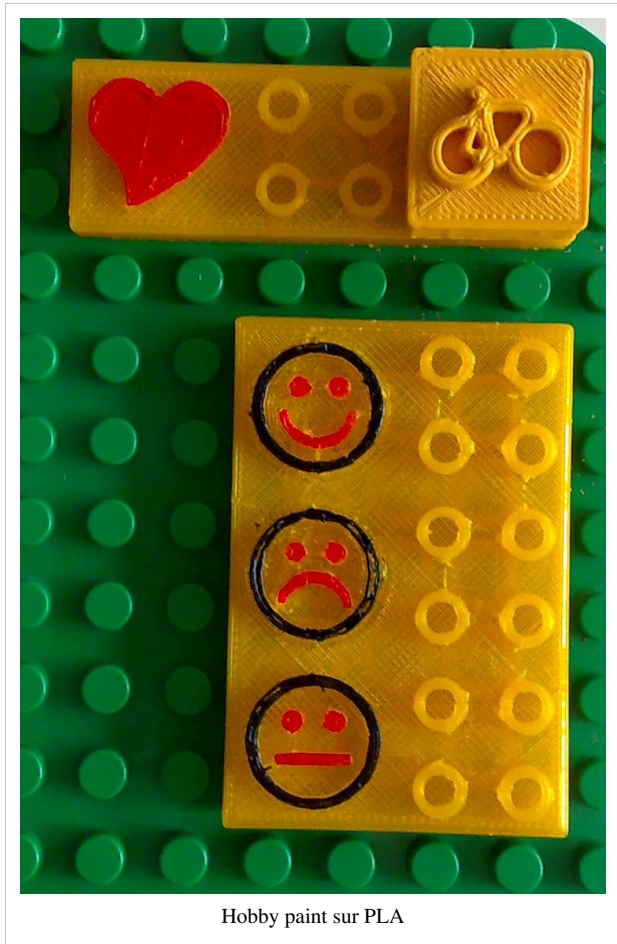
Ce séchage rapide de la peinture soluble dans l'eau semble correct, mais ne colle pas fortement, c'est à dire qu'il se détache quand vous le rayer avec un ongle.

Selon messages du forum BFB <sup>[5]</sup>, le résultat devrait probablement être mieux si vous effectuez les opérations suivantes:

1. Traiter les imprimés avec de l'acétone pour le rendre lisse
2. Poncer avec un grain fin (et de lavage)
3. Appliquez un apprêt qui travaille pour l'ABS, un exemple qui est à base d'uréthane (je n'ai pas essayé à l'époque de la rédaction). **Parfois, bientôt, je vais essayer un simple apprêt bon universel pour la peinture acrylique sur plastique.**

Vous pouvez également demander conseil à un magasin de voiture-corps, car de nombreuses pièces de voiture (peint) sont en ABS.

Voir aussi: Comment préparer et peindre les organes en plastique ABS <sup>[6]</sup> (**lien mort**)(mai 2000 par Hetmanski, Kevin).



## Collage

Pièces avec des surplombs grands ne peuvent pas être facilement imprimées. Il y a trois stratégies:

- Modifier les pièces à inclure le support que vous retirez. Facile, mais nécessite une modification du modèle et imprimer ne sera pas aussi agréable. J'ai essayé cela avec un "vrai-pas-de dessin animé" pingouin.
- Tenir l'impression au niveau des couches données et ajouter des éléments de soutien. Skeinforge ne avoir un certain appui à cet effet (non testé).
- Couper les imprimer, puis le coller.

Découpage d'une impression est facile avec l'outil studio Netfabb. Par exemple, si vous avez besoin d'un corps humain avec étiré-out bras, tranche de la tête aux pieds par les bras. Puis colle.

Bonnes colles (En construction !)

- Pour l'ABS:
  - Super colle (?)
  - un pistolet à colle qui fonctionne avec l'ABS
  - Chlorure de méthylène / liquide colle à solvant (risques pour la santé!)
- For PLA: ?

Vous pourriez aussi considérer l'achat de quelques pinces bon marché pour garder les pièces ensemble.



## Liens

### Conseils généraux concernant les impressions

- Bits from Bytes Fora <sup>[32]</sup>

### Peinture

- How to prepare and paint ABS plastic bodies <sup>[6]</sup> (May 2000 by Hetmanski, Kevin)

## Références

- [1] <http://www.amazon.co.uk/Dremel-Hobby-VersaTip-Gas-Torch/dp/B002LARRQW>
- [2] <http://www.bitsfrombytes.com/fora/user/index.php?topic=673.msg6427#msg6427>
- [3] <http://www.bitsfrombytes.com/fora/user/index.php?topic=495.0>
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Enamel\\_paint](http://en.wikipedia.org/wiki/Enamel_paint)
- [5] <http://www.bitsfrombytes.com/fora/user/index.php?topic=664.0>
- [6] [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3825/is\\_200005/ai\\_n8886774/?tag=content;col1](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3825/is_200005/ai_n8886774/?tag=content;col1)

# Projets

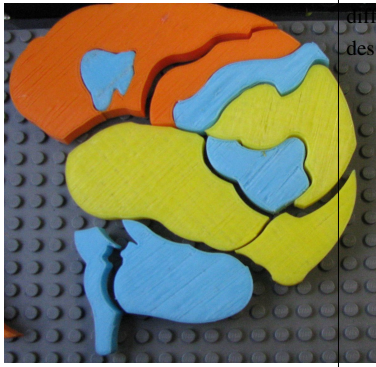

## STIC:STIC IV (2015)/Productions finales

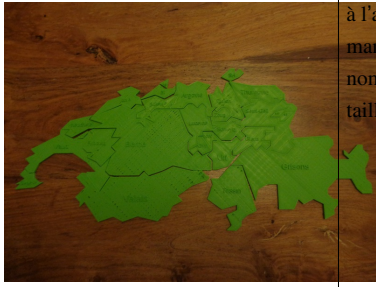
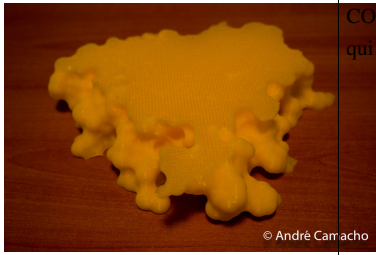
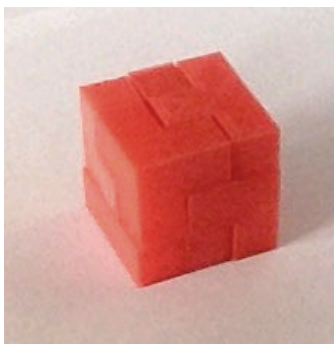
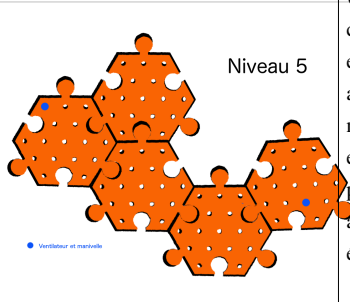

Tableau des productions finales réalisés par les étudiants du cours STIC IV 2015. Les objectifs du cours étaient:

- Se familiariser avec les principes du design et de l'impression 3D
- Savoir utiliser une imprimante 3D
- Comprendre la notion de kit constructif, défini par Oren Zuckerman (2006) <sup>[1]</sup>
- Définir un objectif et une esquisse de design
- Concevoir et réaliser un kit constructif
- Tester un kit (travaux de groupes seulement)


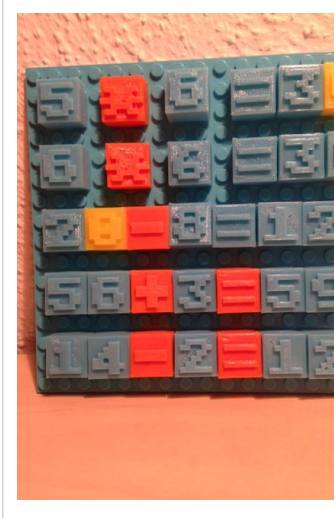
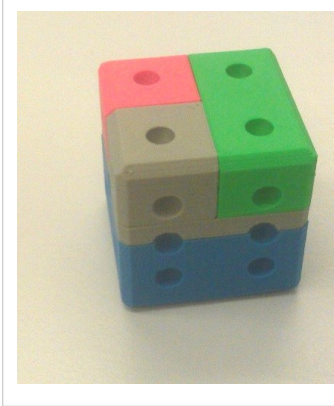
Un kit constructif permet de combiner des éléments en quelque chose de plus grand et qui a plus de fonctionnalités. On peut distinguer trois types: Le kit de construction et de design permet de créer des objets qui ont un rapport avec le monde réel (exemple Lego). Le kit de manipulation conceptuel permet d'explorer des concepts plus abstraits (exemple puzzle). Le kit jeu de rôle permet d'explorer des rôles et des interactions (exemple maison de poupée). Les étudiants ont pu définir libre le type et contenu de leur projet.

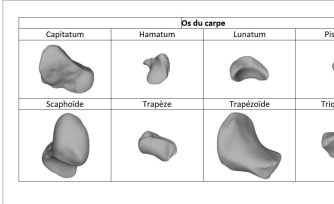
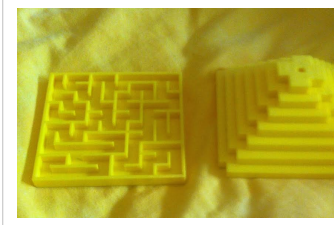
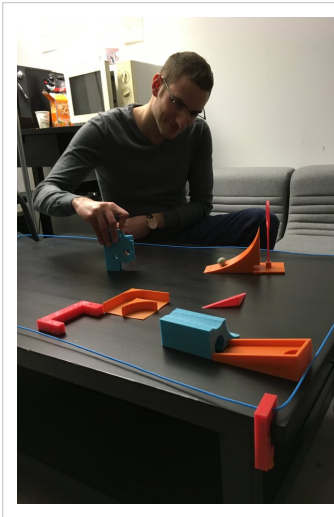

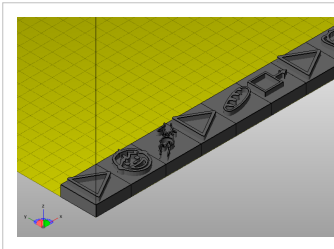
La plupart de ces œuvres seront présentés lors du Meetup 3D à TECFA, 3 Mars 2016 - 12:00-14:00h. Entrée libre !


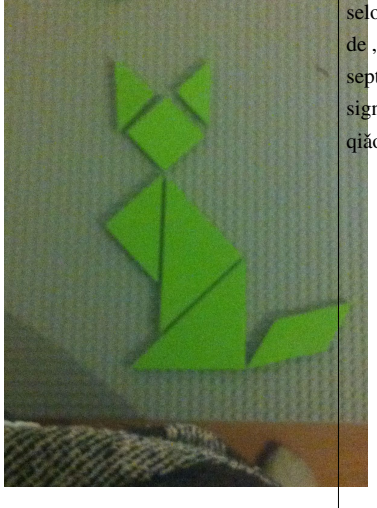
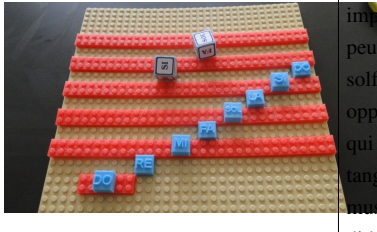
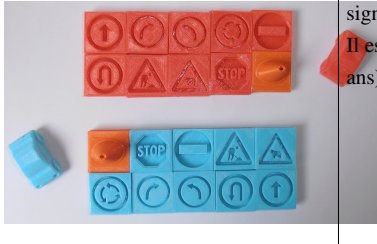
Nom et fiche	Image	Descriptif	Auteurs
Aires cérébrales		Afin de favoriser l'apprentissage des différents lobes cérébraux, il s'est agi de créer des pièces emboîtables représentant ces lobes.	Anna_Artamon
Animaux du monde		un dispositif pédagogique pour des enfants en âge de lire(6-7 ans) composé d'animaux en 3D de différents habitats. L'objectif : reconnaître l'animal, lire les étiquettes sur les différents habitats, puis classer les animaux respectivement dans leur habitat. Chaque habitat est représenté par une étiquette portant son nom et un plateau Lego de couleur apparentée à l'habitat.	Celine_Renaud, Anne-Sophie

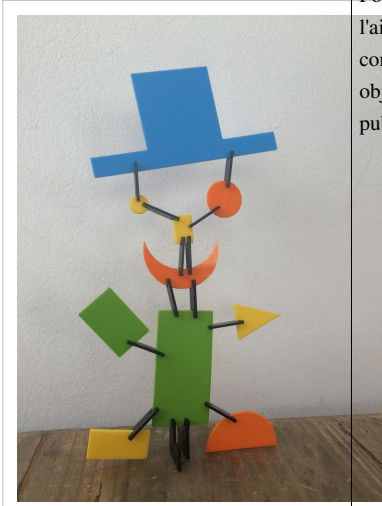
Carte Suisse 3D		Un puzzle qui représente la carte de la Suisse, à l'aide d'un imprimant 3D. Il s'agit d'une manière ludique pour apprendre aux élèves le nombre, les noms, la position relative et la taille relatif des cantons de la Suisse	Eirinikarani
Cox et ses drugs	 <p>© André Camacho</p>	un kit constructif représentant une protéine COX et différentes "drugs" (médicaments) qui viennent se fixer (ou pas) sur la protéine.	
Cubricks		Le but est d'entraîner, par la manipulation des différentes pièces, la rotation mentale et la compréhension de la géométrie, en sollicitant des emboîtages selon des angles, des arêtes, et des surfaces définies, lors d'un cours de géométrie pour les petits. Chaque unité cubique créée peut devenir la base de construction d'unités plus grandes (comme un maçon, l'enfant fabrique ses briques (cubes) pour construire ensuite un ouvrage plus grand).	Venni6
Jeu d'engrenages	 <p>Niveau 5</p> <p>• Ventilateur et manivelle</p>	Un puzzle permettant le développement de capacités basiques d'ingénierie : les engrenages et leur fonctionnement. Le joueur aura à sa disposition plusieurs des cartes de niveau qui expliquent le défi à remplir, des engrenages de différentes tailles, les pièces de puzzle hexagonales, ainsi qu'un ventilateur attaché à un engrenage et une manivelle également attachée à un engrenage.	Pedro_de_Freitas, SebastienWaeger
Kit ADN	Présenté en sept. 2016	Kit éducatif pour l'enseignement de la structure de l'ADN	Romain Dewaele
Kit de chimie		Kit de chimie, pourrait concerner plus particulièrement des enfants désirant se familiariser avec les divers objets qu'ils pourraient rencontrer dans un laboratoire de chimie. Ils pourraient ainsi reconnaître des objets se trouvant dans un laboratoire de chimie.	Garretv0



<p>Kit fusée Ariane</p>		<p>Modèle d'une fusée Ariane. Le principe est de pouvoir expliquer les principales étapes du décollage (voir ici) d'une fusée (dans notre cas Ariane 5) à des enfants, par exemple, pendant un cours. Pour cela l'enseignant pourra appuyer ses explications avec le modèle qui a été imprimé en 3D pour rendre la chose en classe plus ludique et dynamique.</p>	<p>Arnaud</p>
<p>Kit pour étudier la table de multiplication</p>		<p>Un kit d'apprentissage de la table de multiplication. Pour l'exercice "kit constructif" du cours SticIV j'ai décidé de construire la table de multiplication qui utilisera les chiffres et les opérateurs sous forme de légo et seront imprimés à l'aide d'un imprimant 3D. Il s'agit de faire apprendre aux élèves d'une manière ludique les nombres, les opérateurs, les opérations de multiplication (possibilité d'utiliser pour apprendre également l'addition et la soustraction). Cette page comprend des informations sur l'objectif de ce kit, la description du projet, les réflexions avant sa réalisation, la démarche suivie afin de réaliser le kit et finalement quelques informations concernant l'impression des éléments.</p>	<p>Ludmila_Banaru</p>
<p>Le Jeu DD</p>		<p>L'objectif du jeu est de modéliser l'interaction entre un vendeur en télécommunication et un client pour permettre au vendeur de prendre du recul par rapport à son activité et discuter de la validité de son analyse des besoins client. Pour ce faire, le vendeur doit reconstruire un dé. Le dé est fragmenté en plusieurs pièces qui sont à gagner en fonction d'une analyse correcte des besoins du client. Ce jeu est une aide pédagogique afin de mettre en pratique les techniques d'analyse des besoins appris en formation présentielle mise à disposition par l'opérateur de télécommunication. Ce jeu est prévu pour quatre personnes. La boîte comprend deux sabliers et plusieurs dés.</p>	<p>Natbgn, Stephanie_Perrier, Régis_Le_Coultré</p>

Les os de la main		Les os de la main, un kit composé de 27 pièces (9 carpe, 5 métacarpes et 14 phalanges). Permettre aux utilisateurs de manipuler les os de la main, de recréer la main ainsi que les articulations qui la composent, de manipuler les os de la main.	Alexandra_Theubet, Schmikk0
La pyramide labyrinthe		La pyramide labyrinthe a deux objectifs. Premièrement, objectif éducatif, avec cette pyramide labyrinthe, on peut montrer aux petits enfants qui commencent à apprendre les formes à quoi ça rassemble la forme pyramide. Deuxièmement, objectif jeu, en ouvrant la pyramide, l'enfant trouve un labyrinthe dont il pourra jouer et chercher le bon chemin pour sortir de l'autre coté du base de pyramide comme l'image ci dessus montre.	Aya_benmosbah, Mamoudou
Mini-golf de table		Un mini-golf de table. Le but de ce dispositif ludique est d'être facilement utilisable dans tout contexte. Le jeu sera composé au final de trois types d'éléments: les pièces du parcours, les pièces de barrière de la table et un lanceur de bille.	Robin.petermann, Andrea_Giarrizzo
Morpion		Un jeu de "Super Morpion" (version plus complexe du morpion, avec 81 cases au lieu de 9), avec le plateau à monter.	Brice Maret
STIC:STIC_IV_(2015)/Pictos3D		L'objectif est d'étudier la faisabilité de l'impression en 3D de pictogrammes dans le cadre de la mise en place d'un outil de CAA (Communication Alternative ou Augmentée). En effet, certaines personnes en situation de handicap doivent s'appuyer sur des outils de CAA pour pouvoir communiquer efficacement avec leur environnement. De nombreux outils existent actuellement, allant d'un simple carnet avec un crayon, à des applications pour tablettes tactiles ou des systèmes de désignation visuelle.	Lydie Batilly

<p>Pyramide alimentaire constructible</p>		<p>L'objectif de ce kit constructif est d'aider à l'enseignement ou à la compréhension du système complexe qui est la pyramide alimentaire. Que ce soit pour un enfant ou un adulte, il peut être plus efficace de visualiser un objet concret qu'un dessin.</p>	<p>Maurin0</p>
<p>Tangram</p>		<p>un tangram sur un support lego. Le tangram, selon la définition de wikipedia, est constitué de , « sept planches de la ruse », ou jeu des sept pièces, est une sorte de puzzle chinois, il signifie (en chinois : 七巧板 ; pinyin : qī qiǎo bǎn, Wade-Giles : ch'i ch'iao pan).</p>	<p>Andrés Gomez</p>
<p>La portée musicale</p>		<p>L'éducation musicale porte une partie très importante théorique, et il y a des fois que ça peut être difficile pour certains élèves. Le solfège étant très abstrait m'a paru une opportunité intéressant pour construire un kit qui peut aider, de manière concrète et tangible, pour s'approcher et jouer. Ce kit musical est proposé comme un matériel didactique pour enfants d'un cours de musique pour l'éducation primaire (à partir de 6 ou 7 ans).</p>	<p>Romero.Claudia</p>
<p>Le jeu des panneaux de signalisation routière</p>		<p>Le but de ce jeu est d'apprendre la signification des panneaux routiers en Suisse. Il est destiné aux enfants du premier cycle (12 ans) selon le plan d'études romand.</p>	<p>Angela_F</p>

Form-idable		Form-idable est un jeu créatif et artistique. À l'aide de connecteurs il est possible de combiner différentes pièces afin de créer des objets et des sculptures. Il convient à tout public à partir de l'âge de 4 ans.	Kamanda0, Daniamahfou
-------------	---	--	--------------------------

## Références

[1] <http://ilk.media.mit.edu/courses/readings/classification-learning-objects.pdf>

# STIC:STIC IV (2015)/Aires cérébrales

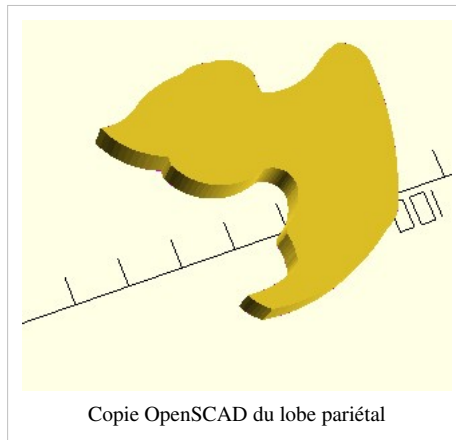
## Introduction

Afin de favoriser l'apprentissage des différents lobes cérébraux, il s'est agi de créer des pièces emboîtables représentant ces lobes. La plupart des pièces sont fixes (et comportent un support Lego 1x1), tandis qu'une a été imprimée sans support, venant s'intercaler dans l'espace prévu à cet effet sur la pièce du lobe frontal. La pièce imprimée sans support est l'aire de Broca. Les pièces proviennent des .stl disponibles à cette adresse <sup>[1]</sup> sous license Creative Commons Attribution, mais ont été modifiées pour la réalisation du kit. Le lecteur trouvera un détail de chaque pièce ci-dessous. Cette description constitue le mode d'emploi, tel que présenté aux apprenants lorsqu'ils se trouvent en situation d'exercice avec le kit constructif. Enfin, un retour sur la démarche de production est effectué. Notamment, les difficultés rencontrées lors de la réalisation, ainsi que les améliorations à apporter ultérieurement, sont présentées.

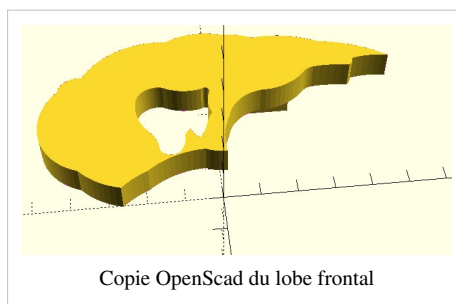
## Pièces

### Lobe pariétal

Le lobe pariétal intègre les informations issues des différents sens, i.e. du toucher, de l'audition et de la vision.

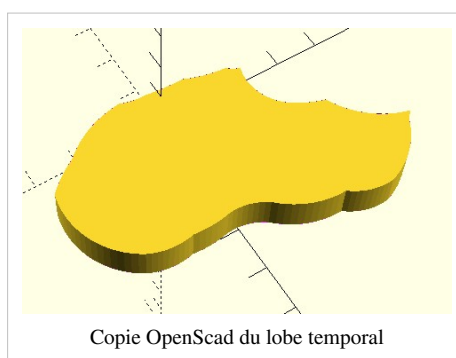


### Lobe frontal



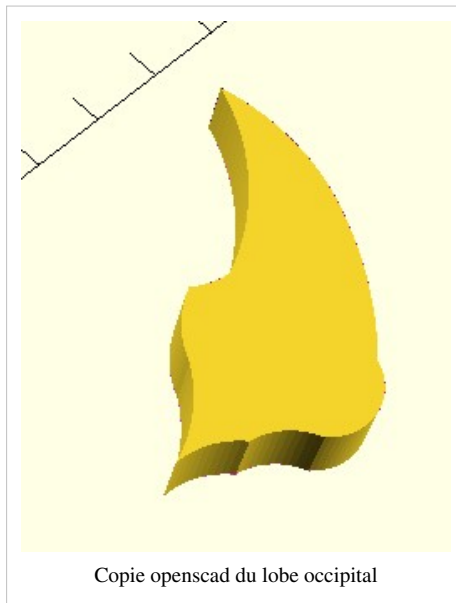
Le lobe frontal est responsable du mouvement volontaire, ainsi que de la planification. Il est également impliqué dans le langage.

### Lobe temporal



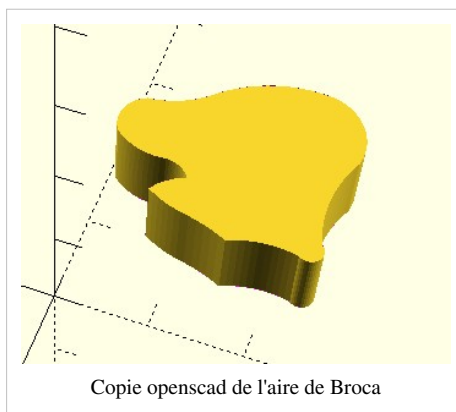
Le lobe temporal est impliqué dans la mémoire ainsi que dans le vécu des émotions.

## Lobe occipital



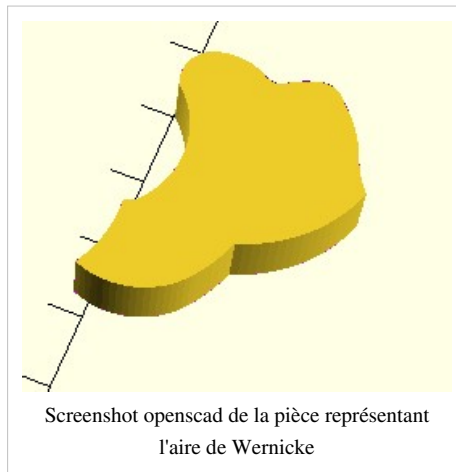
Le lobe occipital est responsable de la vision.

## Aire de Broca



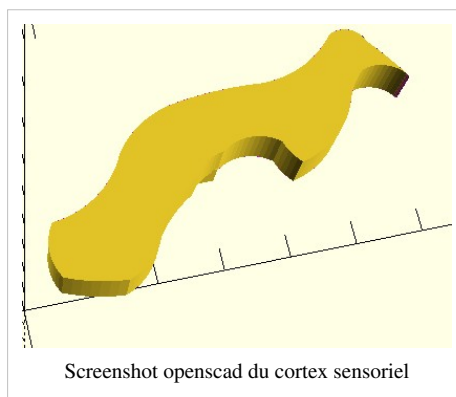
L'aire de Broca est également responsable du traitement du langage.

## Aire de Wernicke



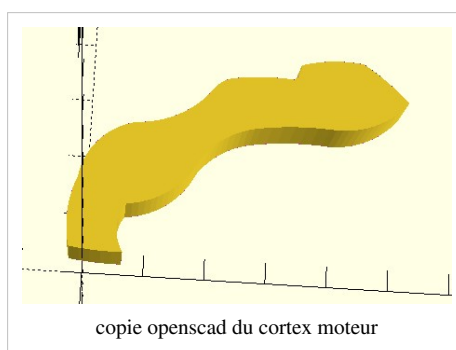
L'aire de Wernicke est responsable du langage. Sa lésion entraîne un déficit de compréhension langagière, orale et écrite.

## Cortex sensoriel



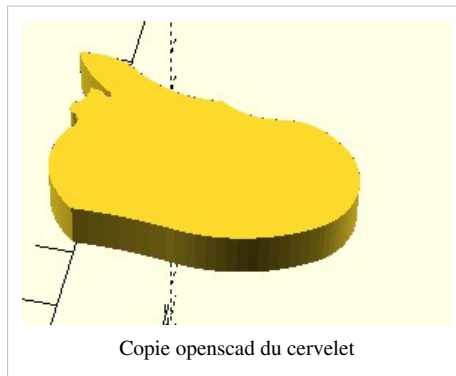
Le cortex sensoriel, ou somatosensoriel, est responsable du toucher.

## Cortex moteur



Le cortex moteur est responsable de la planification, du contrôle et de l'exécution des mouvements.

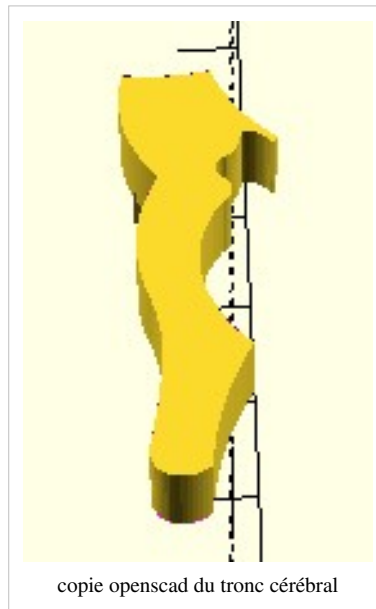
## Cervelet



Copie openscad du cervelet

Le cervelet est impliqué dans la synchronisation et la coordination des mouvements.

## Tronc cérébral



copie openscad du tronc cérébral

Le tronc cérébral est une "autoroute" nerveuse, notamment impliquée dans des fonctions telles que la régulation de la respiration et du rythme cardiaque.

## Réalisation

Je souhaitais réaliser un kit constructif permettant d'apprendre les aires cérébrales et leur positionnement relatif. Pour ce faire, j'ai repris les pièces réalisées par Jackson Larson (THISISJMAN9) et mises à disposition sur thingiverse sous license Créative Commons Attribution. Afin de pouvoir les positionner sur une plaque Lego, j'ai tout d'abord manipulé le .stl afin de réduire leur épaisseur de moitié. Initialement, j'aurais souhaité les positionner sur des bases Lego 4x4. Cependant, afin de pouvoir calculer la position des bases de chaque pièce, j'aurais dû utiliser AutoCAD, permettant notamment le "marquage" de .stl. Ainsi, j'aurais pu dessiner la base Lego directement sur le .stl, en affichant une grille millimétrée, puis positionner une base Lego en les important sur OpenSCAD. Toutefois, mes tentatives d'installer AutoCAD se sont révélées infructueuses, en raison de mon système d'exploitation trop ancien (Vista 32 bits...). Ainsi, j'ai opté pour des bases Lego 1x1, plus mobiles que leurs homologues 4x4. Seule la pièce "aire de Broca" ne comporte pas de base, puisqu'elle s'insère dans l'espace prévu à cet effet sur la pièce du lobe frontal. A l'avenir, il s'agirait de réduire la pièce "aire de Broca", afin de ne pas être astreint à la limer. En outre,



certaines pièces ne "jouent" pas de façon optimale, et il serait nécessaire d'utiliser un autre logiciel afin de repositionner certaines des bases (par exemple, les cortex sensoriel et moteur, pour qu'ils s'emboîtent parfaitement).

## Public cible

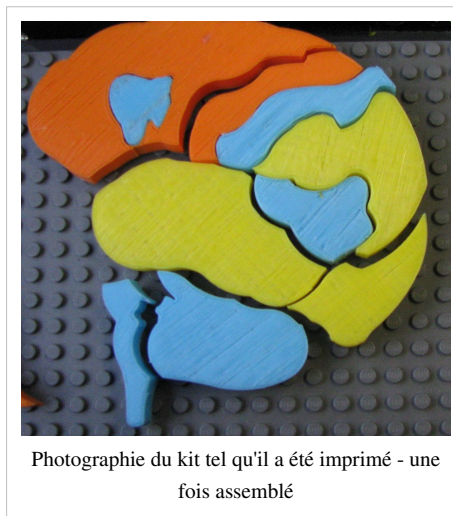
Le public ciblé par ce kit est constitué d'étudiants de 15 ans et plus, ayant eu quelques cours à propos des aires cérébrales, leurs fonctions et leur position relatives.

## Test utilisateur

Un test utilisateur a été mené auprès d'une personne du public cible, Michèle\*, 17 ans. Elle est parvenue à positionner les pièces correctement, toutefois, le fait que certaines ne s'emboîtaient pas "parfaitement" l'a quelque peu perturbée, et le chercheur a dû intervenir pour la rassurer à ce propos. Elle l'a réalisé à l'aide du "mode d'emploi" (i.e. le nom de chaque pièce avec l'image correspondante) ci-dessus. D'après elle, c'est une façon intéressante d'appliquer ce qu'elle a vu en cours. Toutefois, elle a déploré le fait que chaque pièce n'ait pas une couleur propre. Elle a mentionné également que les couleurs de chaque pièce pourraient refléter les fonctions cérébrales que chaque aire assume. Ces remarques seraient à prendre en compte lors du peaufinage du kit.

## Résultat

Le kit constructif, tel qu'il est imprimé, est illustré ci-dessous. Dans son ensemble, l'impression s'est bien passée, hormis quelques pièces qu'il a fallu réimprimer plusieurs fois, en raison de problèmes techniques.



Photographie du kit tel qu'il a été imprimé - une fois assemblé

Les fichiers .stl et .scad peuvent être téléchargés via ce lien <sup>[2]</sup>.

## Références

[1] <http://www.thingiverse.com/thing:1092748>

[2] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/artamon0/stic-4/kit/stl\\_scad/](http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/artamon0/stic-4/kit/stl_scad/)

# STIC:STIC IV (2015)/Animaux du monde

---

## Introduction

Auteurs : Céline Renaud et Anne-Sophie Desarzens

## Idée de base

A la base, le but est de créer un dispositif pédagogique pour des enfants en âge de lire (6-7 ans) composé d'animaux en 3D de différents habitats. L'objectif : reconnaître l'animal, lire les étiquettes sur les différents habitats, puis classer les animaux respectivement dans leur habitat. Chaque habitat est représenté par une étiquette portant son nom et un plateau Lego de couleur apparentée à l'habitat. Exemple : Bleu pour l'océan

## Evolution

Il s'avère que l'impression 3D des animaux demande énormément de supports et beaucoup de temps, une solution moins gourmande en temps est adoptée : créer les animaux en SVG et les « extruder » en 3D. D'autre part, l'objectif évolue lorsque nous soumettons nos premières impressions d'animaux à des enfants de 2-3 ans. En effet, nous constatons que des tâches de reconnaissance et dénomination peuvent également être demandées à des enfants beaucoup plus jeunes ce qui nous fait modifier nos objectifs.

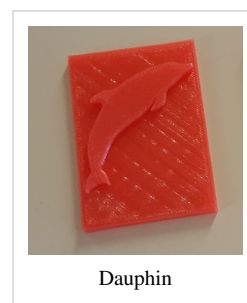
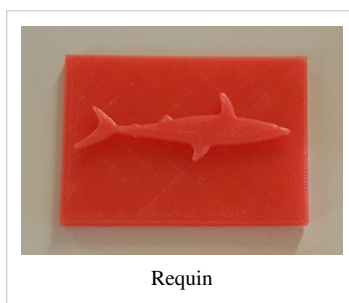
## Description du dispositif

Le dispositif de base comprend 21 animaux répartis en 5 habitats :

### Océan

- requin
- dauphin
- poisson
- cheval de mer
- tortue

Exemples :



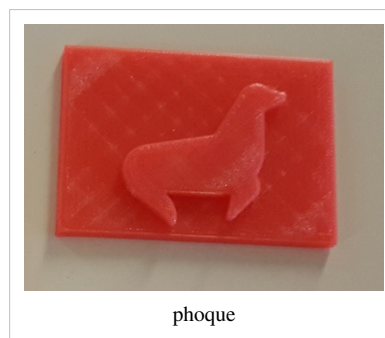
## Ferme

- cochon
- vache
- coq
- cheval
- mouton

## Banquise

- ours polaire
- phoque
- pingouin

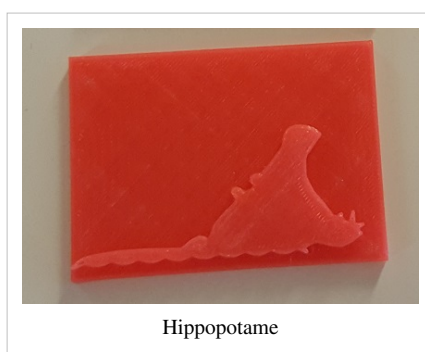
Exemples :



## Savane

- éléphant
- lion
- girafe
- hippopotame

Exemples :



## Forêt

- écureuil
- ours brun
- sanglier
- cerf

A noter : il n'y a qu'une figurine représentant l'ours qui peut indifféremment se placer dans l'habitat « banquise » ou « forêt »

## Public cible et objectifs

### Enfant de 2-3 ans

L'aide d'un parent est requise. L'objectif est de nommer les animaux les uns après les autres, puis sur demande du parent : « Peux-tu me donner tel animal ? » de reconnaître de quel animal il s'agit.

### Enfant de 6-7 ans

L'objectif est de reconnaître l'animal, de lire les étiquettes d'habitat, puis de classer chaque animal dans son habitat. Ce dispositif peut aussi être utilisé par des enfants malvoyants.

## Réalisation

### Démarche

Les images des animaux sont recherchées sur : the noun project <sup>[1]</sup>, toutes les images sont libres de droit.

Importation SVG et extrusion en 2D des images selon procédure [50]

Difficulté pour dimensionner les images car les tailles ne sont pas semblables, donc il faut jongler entre les deux programmes. L'ours brun et le cochon étaient dessinés en plusieurs parties donc il a fallu sélectionner toutes les parties et la baleine était un narval qui a perdu son épée car les éléments de la défense n'ont pas pu être pris.

Création du fichier .dxf et extrusion vers 3D

Transformation en .stl avec OpenScad

Importation du .stl avec Repetier-Host

Trancher avec SFACT

Réglage de l'imprimante(épaisseur de la couche, remplissage...)

Chauffage et impression

Nous décidons d'imprimer toutes les vignettes de la même couleur, car nous axons notre test utilisateur sur des enfants de 2-4, donc la tâche de classification n'est pas demandé à ces enfants.

## Impression

Les pièces sont imprimées avec l'imprimante Felix 2.0.

Ceci se déroule sans trop de problème.

Nous remercions tout de même Victor pour son explication claire et M. Schneider d'être toujours dans les parages au cas où nous avons un petit souci.

## Mode d'emploi pour impression

Importation des fichiers .stl (cf le lien ci-dessous) avec Repetier-Host (imprimante Felix 2.0)

Trancher avec SFACT, Normal Quality-no support

Réglage de l'imprimante (épaisseur de la couche, remplissage...) sous "Configurer", onglet "trancheur"

Faire chauffer le plateau et l'extrudeur, descendre le plateau et faire couler un peu de plastique, puis lancer le job.

## Tests utilisateurs

Le dispositif est donné aux parents pour qu'ils fassent le test avec leur enfant

Nous leur procurons le kit avec une feuille de consignes et un questionnaire à remplir et nous rendre en même temps qu'ils nous rendent le kit.

Vu le jeune âge de nos utilisatrices, nous nous concentrons sur la tâche de reconnaissance et laissons tomber celle de dénomination.

L'idée de placer les objets sur un plateau Lego par habitat est mise de côté pour l'utilisation avec des enfants plus grands.

### Emma (prénom fictif), 2 ans et demi

Les tâches demandées à Emma sont donc de reconnaître les animaux disposés devant elle, elle réussit bien la tâche sauf pour la différenciation entre dauphin et baleine: il est vrai qu'à part la bosse sur le nez de la baleine, Emma ne dispose pas de beaucoup d'indices lui permettant de différencier ces deux animaux.

D'après sa maman, Emma a maintenant bien intégré le mot "dauphin", elle reconnaît facilement l'animal sur la figurine.

Extrait de vidéo de la passation du test avec Emma <sup>[2]</sup>

### Leila (prénom fictif), 3 ans

Les mêmes tâches sont demandées à Leila. Nous ne disposons pas d'une vidéo mais du questionnaire rempli par la maman. Elle montre plus de difficultés pour ces tâches de reconnaissance. Notamment, les animaux marins (dauphin, hippocampe...) et ceux de la savane (éléphant...) n'évoquent pas grand chose pour elle. Par contre, elle reconnaît bien les animaux de la ferme.

Par la suite, nous laissons les deux petites filles jouer ensemble. Emma montre alors à Leila les animaux qu'elle connaît et l'"interroge". Chose à laquelle nous ne nous attendions pas vraiment, mais qui nous paraît très formatrice.

## Conclusions

Ce dispositif permet effectivement à des enfants de 2-3 ans de reconnaître des animaux de différents milieux et de construire leur représentation des différents animaux.

Suivant le niveau de développement des enfants, certains animaux sont un peu trop "exotiques" pour être reconnus.

Ce dispositif permet également des interactions entre les enfants, une sorte de jeu de question-réponse.

A l'usage, le socle est un peu bas et c'est difficile pour l'enfant de l'enlever du plateau Lego une fois qu'il est enfoncé.

Il faudrait probablement le rehausser lors d'impressions ultérieures.

Notre objectif initial qui était de demander de classer les animaux en fonction de leur habitat paraît beaucoup trop avancé pour des enfants de 2-4 ans et il faudrait maintenant le tester sur des enfants de 5-6 ans.

## Liens

OpenScad Beginners Tutorial <sup>[50]</sup>

Questionnaire <sup>[3]</sup>

Projet Initial <sup>[4]</sup>

Fichiers stl utilisés pour l'impression <sup>[5]</sup> Tous droits réservés

Fichiers OpenScad et SVG utilisés <sup>[6]</sup>

## Références

[1] <https://thenounproject.com>

[2] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/utopia/desarze0/stic-4/module3/stic4.mp4>

[3] [https://docs.google.com/document/d/1TA47ue8WP72224lm\\_e0kExpTAmzwbOnNmlv2RcdfNSo/edit#heading=h.wsnjg797gc1b](https://docs.google.com/document/d/1TA47ue8WP72224lm_e0kExpTAmzwbOnNmlv2RcdfNSo/edit#heading=h.wsnjg797gc1b)

[4] [http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC\\_IV\\_%282015%29/Module\\_2#C.C3.A9line\\_et\\_Anne-Sophie\\_-\\_UTOPIA](http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC_IV_%282015%29/Module_2#C.C3.A9line_et_Anne-Sophie_-_UTOPIA)

[5] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/utopia/richarc0/stic-4/stlStic4/>

[6] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/utopia/desarze0/stic-4/module3/fichiers\\_svg\\_scad\\_dxf/](http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/utopia/desarze0/stic-4/module3/fichiers_svg_scad_dxf/)

# STIC:STIC IV (2015)/Carte Suisse 3D

---

## Introduction

Pour l'exercice "kit constructif" du cours SticIV j'ai décidé de construire un puzzle qui représente la carte de la Suisse, à l'aide d'un imprimant 3D. Il s'agit d'une manière ludique pour apprendre aux élèves le nombre, les noms, la position relative et la taille relatif des cantons de la Suisse. Cette page comprend des informations sur l'objectif de ce kit, la description du projet, les réflexions avant la réalisation, la démarche suivie afin de réaliser le puzzle et finalement quelques informations concernant l'impression des éléments du puzzle.

- Objectif

Ce kit pourrait être intégré dans un cours de géographie afin de faciliter l'enseignement du nombre, des noms, de la position relative et de la taille relative des cantons de la Suisse. Finalement à travers de la composition des divers éléments du puzzle, les élèves peuvent construire une représentation mentale de l'ensemble de la carte.

- Description

Le puzzle est constitué de 26 pièces autant que le nombre total des cantons de la Suisse. Chaque pièce représente un canton dans une taille réduite et il comporte le nom du canton qu'il représente.

- Public Cible

Le public cible sont les élèves des premières classes de l'école primaire. Plus précisément les élèves âgés de 8 et 9 ans qui commencent l'observation du terrain à l'aide des cartes simplifiées.

## Réflexion sur la réalisation

Au premier lieu j'ai douté entre deux choses, si je créerais la carte à l'aide des images en 2D ou si je dessinerai les polygones en utilisant les points et les chemins. Finalement le découvrit du logiciel Polygon Rabbit à faciliter le processus du dessin des polygones. Au deuxième lieu j'ai douté entre la création des reliefs ou pas. Par exemple j'ai pensé à mettre quelques collines ou quelques arbres. Finalement j'ai décidé de garder la carte simple afin d'éviter les dessins trop compliqué et potentiellement difficiles à imprimer.

## Réalisation

Afin de créer les différents cantons de la carte j'ai décidé d'utiliser le logiciel Polygon Rabbit qui permet de dessiner des polygones à l'aide des lignes. Le logiciel convertit les polygones créés en langage opensca. Le code généré peut ensuite être lisible et modifiable par le logiciel openscad. Afin de créer la carte j'ai pris comme exemple l'image Switzerland Cantons Map with Names and Capitals (french), parue dans wikipedia et créé par l'utilisateur Poulpy. J'ai commencé par dessiner les cantons l'un après l'autre dans l'environnement du logiciel Polygon Rabbit et les sauvegarder en format scad. Etant donné que le logiciel convertissait les différents dessins/cantons comme un grand polygone chaque fois que je créais un nouveau canton j'utilisais le logiciel openscad afin de diviser le code en différents polygones, le polygone du canton précédent et le polygone du canton suivant. Ensuite une fois que l'ensemble des cantons a été créé et divisé en différents polygones j'ai utilisé le logiciel openscad afin de modifier la position des différents cantons et faire quelques corrections sur le dessin. Finalement j'ai divisé les polygones en 26 fichiers, un pour chaque canton et j'ai ajouté le nom de chaque canton. Le plus part des cantons ont été aussi fusionnés avec leurs cantons voisins afin de pouvoir créer les parties fusionnés.

## Impression

L'impression a été fait à l'aide d'un imprimant Felix 2.0

En ce qui concerne les configurations de l'imprimant j'ai utilisé le trancheur SFACT avec de qualité normal sans support et j'ai augmenté un peu la solidité du remplissage (infill solidity).

- Réparation des fichiers

Avant d'imprimer les différent pièces, j'ai utilisé le logiciel netfabb pour réparer les fichiers stl et le positionnement des objets sur les axes x et y. Après la premier impression je me suis rendu compte que les objets ont été trop petits, j'ai donc changé la dimension de chaque objet en utilisant la balise « scale ».

- Temps

Le temps total de l'impression a été 14 heures. Etant donné que la taille des divers objets variée le temps de l'impression varié aussi entre quelque minutes et une heure.

- Difficultés

En général je n'ai pas rencontré des difficultés lors de l'impression. Le seul problème que j'ai eu concerne la densité du fil qui devait être modifiée afin que les pièces soient plus épaisses.

## Résultat



Puzzle qui représente la carte de la Suisse

## Fichiers Stl et fichier Openscad

- Les fichiers Stl sont parus ici <sup>[1]</sup>
- Les fichiers Openscad sont parus ici <sup>[2]</sup>

## Liens

Carte de la Suisse sur Wikipedia <sup>[3]</sup>

Logiciel Polygon Rabbit <sup>[4]</sup>

## Références

[1] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/tetris/karanis0/SticIV/Kit/Stl\\_Files/](http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/tetris/karanis0/SticIV/Kit/Stl_Files/)

[2] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/tetris/karanis0/SticIV/Kit/OpenScad\\_Files/](http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/tetris/karanis0/SticIV/Kit/OpenScad_Files/)

[3] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Canton\\_suisse#/media/File:Switzerland\\_Cantons\\_Map\\_with\\_Names\\_and\\_Capitals\\_%28french%29.svg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Canton_suisse#/media/File:Switzerland_Cantons_Map_with_Names_and_Capitals_%28french%29.svg)

[4] <http://www.protorabbit.nl/flash/polygonrabbit/PolygonRabbit.html>



# STIC:STIC IV (2015)/COX et ses drugs

---

## Introduction

Pour ce second module, j'ai accepté de collaborer avec M. François Lombard sur un projet de Biologie. Celui-ci passait par créer un kit constructif représentant une protéine COX et différentes "drugs" (médicaments) qui viennent se fixer (ou pas) sur la protéine. Dans ce but la première étape a été de recueillir les objets 3D qui étaient déjà créés. L'objectif final est de savoir si une "drug" se fixe ou pas sur la protéine COX en se basant sur leurs formes : en effet, si la forme de la "drug" correspond à la cavité de la COX ou celle-ci vient normalement se fixer nous pouvons dire que cette "drug" agit à cet endroit, cependant si la forme de celle-ci l'empêche de s'emboîter dans la cavité prévue pour, la "drug" ne devrait pas agir à cet endroit.

Il est important également de noter que la découpe de la protéine COX s'est faite selon des images qui m'ont été fournies, et qui sont consultables en cliquant ici <sup>[1]</sup>. Bien que l'échéance du travail soit dépassée, je souhaite tenter de trouver avec M. François Lombard les coordonnées exactes de découpe afin de pouvoir, si possible, imprimer une nouvelle protéine COX cette-fois ci coupée à l'exact bon endroit.

## Public cible

Le public cible initial de ce projet va d'étudiants en biologie au cycle d'orientation, jusqu'à des équipes d'enseignants et d'experts sur la thématique. Il va sans dire que les "drugs" (en anglais) et leur interaction avec la protéine COX font référence à des notions assez avancées en biologie, d'où un public cible mature.

## Réalisation

### Décision de la taille finale du projet

Le souhait de M. Lombard était de montrer cette relation de taille entre la (grande) protéine COX et les petites "drugs". On a donc commencé par imprimer la grande protéine COX en différentes tailles pour voir ce qui était réalisable. C'est ainsi que nous avons produit la COX en taille X1 (originale), X2 et nous avons tenté de la produire en X3. Bien évidemment les "drugs" ont dû être imprimées à la même échelle (X1, X2, X3) afin qu'elles soient proportionnelles face à la protéine.

Puisqu'une moitié de protéine COX en taille X3 prenait plus de 16h à être imprimée, j'ai décidé que la taille optimale pour ce projet était pour commencer de X2 (c'est à dire le double de la taille originale des fichiers 3D).

### Impression des protéines

La première étape consistait donc à imprimer la protéine COX. Nous avons commencé par l'imprimer en taille originale, puis nous sommes rendus compte que cette taille était trop petite. J'ai donc tenté, à l'aide de M. Schneider et de son imprimante, d'imprimer une moitié de protéine COX en taille X3 : cette impression ayant été un échec, je me suis retrouvé avec une tranche en taille X3 (cf. plus bas) et ai décidé qu'il fallait imprimer la protéine en taille X2 (double de l'original). C'est donc cette taille que nous avons choisi pour le projet final, bien que j'aie répertorié ci-dessous les autres tailles produites également.

À terme, il serait peut être intéressant pour M. Lombard de produire la protéine et les "drugs" à la taille X3 malgré le nombre d'heures d'impression que cela requiert.

**Protéine COX - une moitié - Taille originale**

Nous avons commencé par imprimer la protéine en taille normale (taille égale à la taille originale du fichier 3D) avant de nous rendre compte que c'était un peu petit et d'avoir choisi de tenter d'imprimer la protéine en taille X2 (double) ou X3 (triple de l'original).

**Temps d'impression estimé :** environ 2h par moitié

**Imprimante utilisé :** Felix 1.0 et 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** Slic3r

**Présence de support pour l'impression :** Oui, supports nécessaires.

**Montage:** Facile vu la taille de la protéine, supports arrachés à la pince

**Fichier STL :** [cliquer ici](#)

**Protéine COX en deux moitiées - Taille X2**

**Temps d'impression estimé :** plus de 4h par moitié

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0 & CraftBot Plus

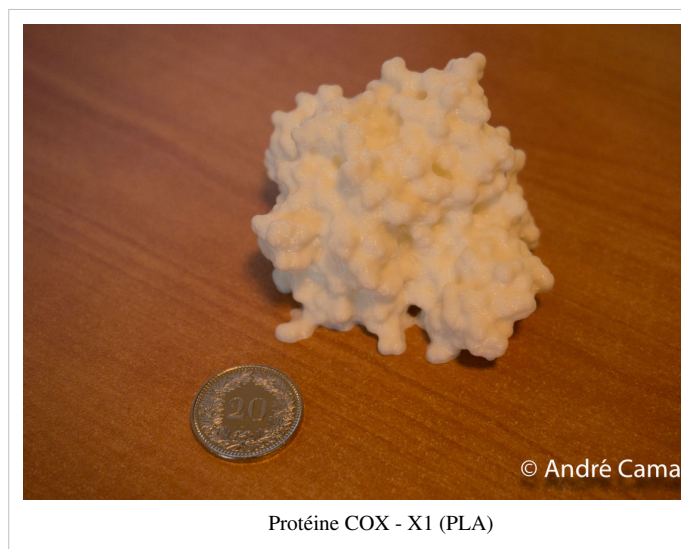
**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** Slic3r & CraftWare

**Présence de support pour l'impression :** Oui, supports nécessaires.

**Montage:** Difficile et long vu la taille de la protéine, supports arrachés à la pince, environ 1h30 de post-production (arracher et lisser)

**Fichier STL :** [cliquer ici](#)



Protéine COX - X1 (PLA)



Protéine COX - X2 (PLA)



Protéine COX - X2 (PLA)

### Protéine COX - une tranches - Taille X3

**Temps d'impression estimé :** environ 14h par moitié

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** Inconnu

**Présence de support pour l'impression :** Oui, supports nécessaires.

**Montage:** Facile vu que l'impression n'est pas arrivée à son terme et nous n'avons donc qu'une tranche. Cependant si l'impression avait été un succès, le traitement de la pièce après impression aurait été très long.

**Fichier STL :** cliquer ici

### Impression des "drugs"

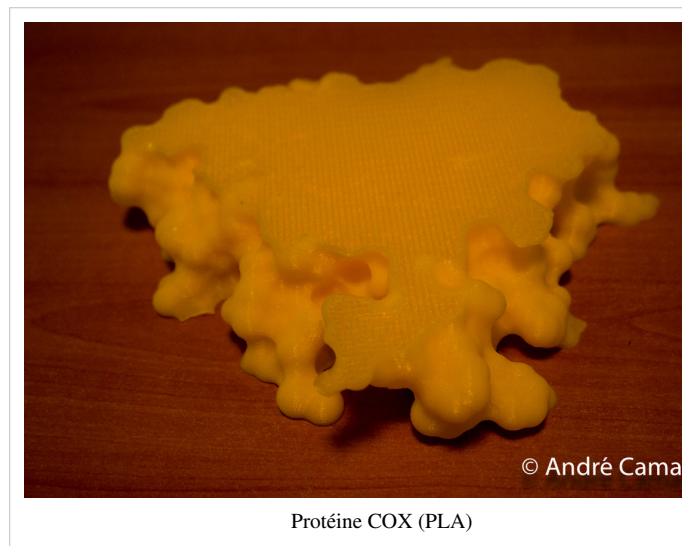
Les "drugs" se devaient d'être imprimées à la même taille que la protéine. Nous avons donc commencé par imprimer des "drugs" à la taille X1 et X3. Lorsque nous avons fixé la taille finale du projet (le double de l'original) j'ai produit les six "drugs" à l'aide de PLA traditionnel (rigide).

Je me suis rendu compte de la difficulté d'insérer les "drugs" dans la protéine : j'ai donc décidé qu'il était plus intéressant d'imprimer les "drugs" en PLA flexible (Ninjabflex) afin de moins dépendre de la perfection des pièces et de pouvoir les

serrer/presser/déformer un tout petit peu en cas de besoin lors de la présentation. Vous retrouverez ainsi ci-dessous la description des paramètres utilisés pour l'impression des "drugs" en PLA rigide, mais également les réglages utilisés pour l'impression en NinjaFlex (PLA ultra-flexible).

Cliquez ici <sup>[2]</sup> pour voir une timelapse de l'impression du Flurbiprofen.

### Drugs en PLA rigide



**Ibuprofen, Diclofenac, Celecoxib,  
Flurbiprofen, Nimesulid & Salicylic**

**Temps d'impression estimé :** 10-20 minutes par "drug"

**Imprimante utilisé :** Felix 1.0 et 2.0 & CraftBot Plus

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFact & Intégré à CraftWare (Cura?)

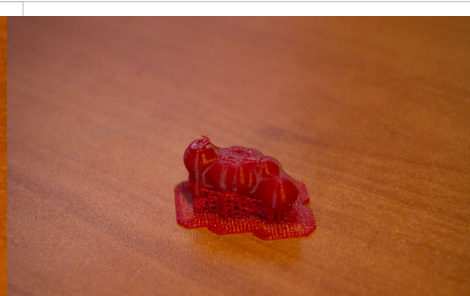
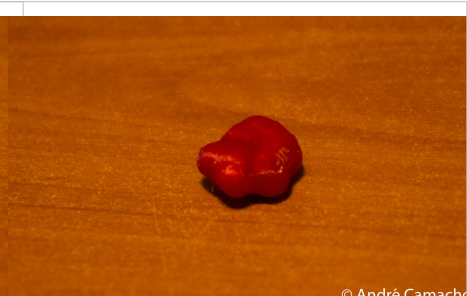
**Présence de support pour l'impression :** Oui, supports de 1.4mm dès 65°

**Montage:** Facile, après avoir arraché les supports ainsi que le raft.

**Fichier STL :** cliquer ici



**Drugs en PLA flexible (NinjaFlex)**



## Introduction et astuces pour NinjaFlex

Suite à des essais avec du filament semi-flexible (SemiFlex) j'ai souhaité tenté d'imprimer les pièces avec du filament encore plus flexible, le NinjaFlex. Voici quelques observations que j'ai tiré de mes nombreux échecs concernant l'impression de NinjaFlex (avec une imprimante CraftBot Plus, ou pas) :

- La densité dépend de la flexibilité que vous souhaitez. 100% rendra vos pièces molles mais très peu flexibles, et à 20% vous avez quelque chose de très très flexible, trop même pour servir de protection téléphone.
- La vitesse d'impression est essentielle : trop lentement la buse se bouche, trop vite c'est le filament qui s'enroulent autour de l'extrudeur du fait de sa flexibilité.
- La température d'impression doit être plus élevée que celle conseillée par le constructeur. Au mieux, j'imprimait à 245°C et je finissais l'impression à 235°C pour éviter des marques sur les parties supérieures des pièces.
- Les raft (lits) en PLA peuvent être fait comme souhaité (une ou plusieurs couches, densités variables) mais avec du NinjaFlex sur du Klaptan (feuille de protection et d'adhésion sur mon lit) ça colle énormément. Tellement qu'il est impossible d'enlever les pièces ensuite. La meilleure solution que j'ai trouvé est un raft de 3 couches, toutes de densité 100%. Ainsi lorsque l'on décolle une partie du raft, le reste suit sans trop de problème.
- Il est essentiel que le filament accède directement à la buse pour imprimer des filaments flexibles. Si ce n'est pas votre cas vous pourrez probablement trouver voir réaliser une pièce forçant le filament jusqu'à la buse, comme cet exemple trouvé sur Thingiverse <sup>[3]</sup>.

## Ibuprofen, Diclofenac, Celecoxib, Flurbiprofen, Nimesulid & Salicylic

**Temps d'impression estimé :** 25-45 minutes par drug

**Temps d'impression estimé avec remplissage 100% :** 45-65 minutes par drug

**Imprimante utilisé :** Craftbot Plus

**Filament utilisé :** NinjaFlex (PLA)

**Trancheur :** Intégré à CraftWare (Cura?)

**Présence de support pour l'impression :** Oui, supports de 1.4mm dès 65°. Présence également d'un Raft, de 5 couches.

**Attention :** Afin d'éviter que le filament NinjaFlex se torde et sorte de l'extrudeur, il est impératif que cache couche (layer height) soit égale à 0.1mm afin que le filament soit extrait à basse vitesse. À 0.3mm d'hauteur de couche, mon imprimante bloquait et n'allait pas plus loin. Il est également essentiel de vérifier les vitesses d'impression, qui se doivent d'être également lentes. J'ai utilisé 20mm/s pour la première couche, puis entre 20 et 30mm/s pour tous les autres réglages. La vitesse verticale est restée fixée à 5mm/s. **Montage:** Montage très facile puisqu'il a suffit d'arracher les supports et le raft à la pièce, ce qui est d'autant plus facile lorsque l'on utilise du NinjaFlex.

**Fichier STL :** cliquer ici

## Fichiers STL

Les fichiers m'ayant été fournis étant des objets 3D au format STL, aucun fichier n'est paramétrable et il ne fait sens de vous fournir aucun autre type de fichier. J'ai cependant tenté de bien décrire les paramètres d'impression utilisés pour ces différents objets.

## Fichiers STL

- Protéine COX
  - Protéine COX (stl) <sup>[4]</sup>
  - Protéine COX + Flurbiprofen pour échelle (stl) <sup>[5]</sup>
- Drugs
  - Diclofenac (stl) <sup>[6]</sup>

- Celecoxib (stl) <sup>[7]</sup>
- Flurbiprofen (stl) <sup>[8]</sup>
- Ibuprofen (stl) <sup>[9]</sup>
- Nimesulid (stl) <sup>[10]</sup>
- Salicylic (stl) <sup>[11]</sup>

## Liens

- Erreurs communes lors d'impression 3D <sup>[12]</sup>
- Conseils relatifs à l'adhésion lors d'impression 3D <sup>[13]</sup>
- Discussions relatives à l'utilisation de NinjaFlex avec l'imprimante CraftBot <sup>[14]</sup>

## Références

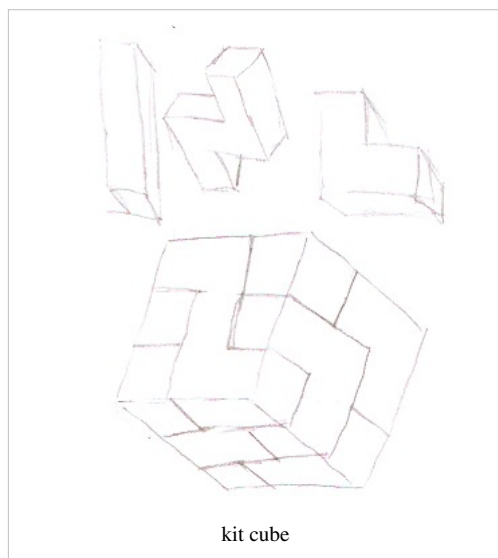
- [1] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/cut-planes>
- [2] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/timelapse/flurbiprofen.webm>
- [3] <http://www.thingiverse.com/thing:717962>
- [4] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Protein-only.stl>
- [5] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Protein-and-Flurbiprofen-for-scale.stl>
- [6] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Diclofenac.stl>
- [7] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Celecoxib.stl>
- [8] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Flurbiprofen.stl>
- [9] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Ibuprofen.stl>
- [10] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Nimesulid.stl>
- [11] <http://tecfaetu.unige.ch/web/etu-malut/utopia/camacab0/stic-4/module3/stl/Salicylic.stl>
- [12] <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/>
- [13] <http://www.wiki.filimprimante3d.fr/ladhesion-un-probleme-les-solutions/>
- [14] <https://craftunique.com/forums/view-thread/1434>

# STIC:STIC IV (2015)/Cubricks

## CUBRICKS

Outil pédagogique de géométrie

### Description



Je souhaite réaliser un cube à assembler à la manière d'un tetrakis en 3D. Le but est d'entraîner, par la manipulation des différentes pièces, la rotation mentale et la compréhension de la géométrie, en sollicitant des emboîtages selon des angles, des arêtes, et des surfaces définies, lors d'un cours de géométrie pour les petits. Chaque unité cubique créée peut devenir la base de construction d'unités plus grandes (comme un maçon, l'enfant fabrique ses briques (cubes) pour construire ensuite un ouvrage plus grand).

### Public cible

Le Cubricks s'adresse à des enfants de classe de 5p à 8p, de 9 à 12 ans. Selon le Plan d'Etude Romand (PER) cet objet pourrait s'inscrire dans une activité plutôt ludique en lien avec les cours de Mathématiques et Sciences de la nature, notion de repérage dans l'Espace du Cycle 2:

MSN 21 — Poser et résoudre des problèmes pour structurer le plan et l'espace...

- en imaginant et en utilisant divers outils de représentation
- en menant des observations répétées
- en se référant à diverses sources
- en triant et organisant des données
- en confrontant et en communiquant ses observations, ses résultats, ses constats, ses interprétations
- en mobilisant, selon la situation, la mesure et/ou des outils mathématiques
- en se posant des questions et en exprimant ses conceptions

Progression des apprentissages: Éléments pour la résolution de problèmes géométriques en lien avec le repérage, ainsi que les figures et les transformations étudiées:

- tri et organisation des informations
- mise en œuvre d'une démarche de résolution
- ajustement d'essais successifs
- pose d'une conjecture, puis validation ou réfutation
- déduction d'une ou plusieurs informations nouvelles à partir de celles qui sont connues
- vérification, puis communication d'une démarche et d'un résultat en utilisant un vocabulaire ainsi que des symboles adéquats

Attentes fondamentales: résolution des problèmes géométriques en faisant appel à une ou plusieurs des composantes suivantes :

- choix et mise en relation des données nécessaires à la résolution
- mobilisation de propriétés de figures et de transformations
- utilisation d'un système de repérage pour situer des objets dans le plan
- utilisation d'outils de construction appropriés
- vérification de la pertinence du résultat
- communication de la démarche et du résultat en utilisant un vocabulaire adéquat

Plan d'Etude Romand <sup>[1]</sup>

## Bases théoriques

Il s'agit d'un objet d'apprentissage physique, conçu pour promouvoir l'apprentissage à travers les interactions et peut être utilisé en milieu scolaire et à la maison. Il tente de s'inscrire dans la logique des objets d'apprentissage constructionnistes selon différents auteurs (éléments basés sur le texte de référence):

- la connaissance découle de l'expérience (John Locke, 1690)
- l'éducation est possible à travers les entraînements sensoriels et la stimulation (Itard, 1962)
- l'élève tire ses propres conclusions basées sur ses propres expériences avec une importance pour l'éducation individualisée (Rousseau, 1762)
- Selon Froebel and Montessori, il est important d'utiliser des objets qui sont cohérent avec le niveau de développement de l'apprenant, qui sont hautement modulables et qui permettent des interactions sensorielles. Les catégories de Froebel déterminent l'importance que peuvent représenter les kit de construction car ils aident l'apprenant à comprendre le monde physique et à s'engager dans une activité d'expression de leur propres idées. Les artefacts de Froebel permettent par exemple d'apprendre la géométrie de manière indirecte; c'est en construisant et assemblant des blocs différents que l'apprenant va inférer des lois géométriques.

## Réalisation

### Maquettage

J'ai créé une maquette constituée de 27 unités cubiques de base formant le cube final. Cela m'a permis de décomposer petit à petit mon cube, et ainsi de déterminer la forme de sept pièces nécessaires à la résolution du puzzle 3D.





maquette cube



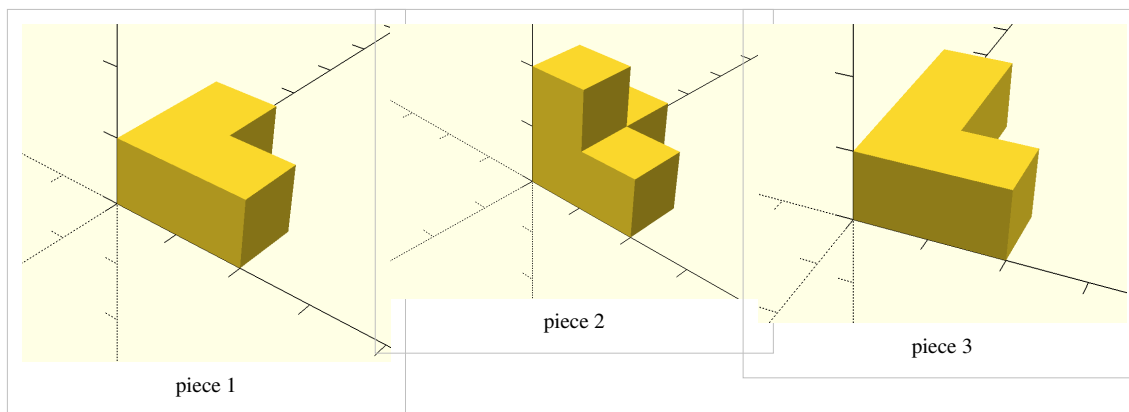
maquette pièces

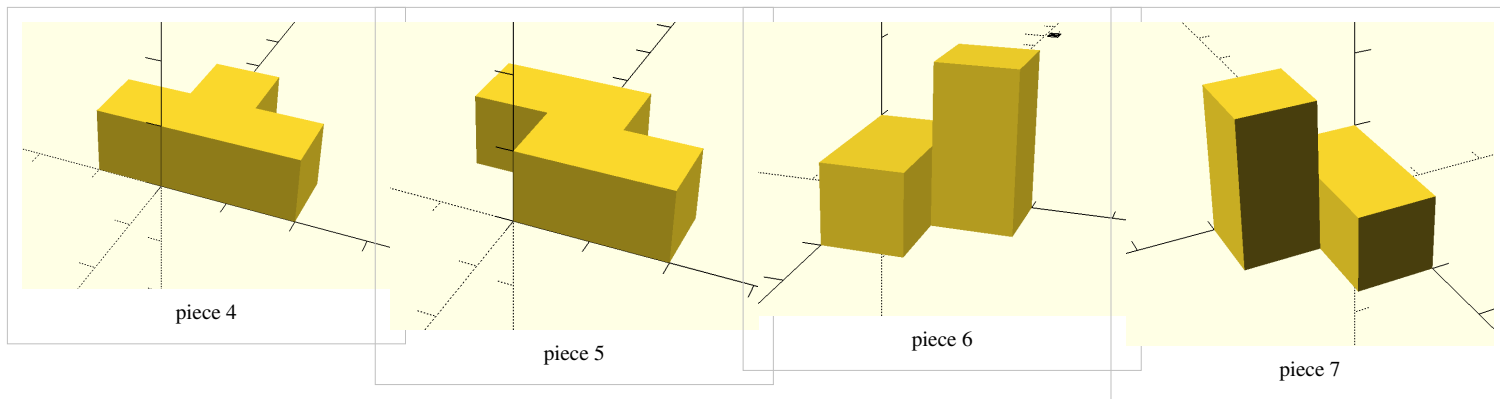
## Caractéristiques

Le kit est constitué de sept pièces.

J'ai réalisé un cube de  $3\text{ cm}^3$ , c'est-à-dire qu'une arête mesure  $3\text{ cm}$  de long. C'est un cube en  $3$  par  $3$ , il est donc composé de  $3$  unités de longueurs de  $1\text{ cm}$ . Je voulais que chaque pièces soit différentes (pas de doublons).

J'ai été contraint pour l'impression 3d de bien penser à la forme de mes pièces. En effet, il était important d'avoir des formes régulières et lisse pour permettre un emboîtement optimal. C'est pourquoi je ne voulais pas utiliser de mèches pour tenir des parties qui auraient du être "imprimée dans le vide". Je ne pouvais donc pas utiliser de formes trop biscornues et j'ai dû les orienter correctement pour trouver l'angle d'impression le plus approprié.





## Fichiers

fichiers openscad <sup>[2]</sup>

fichiers stl <sup>[3]</sup>

## Production

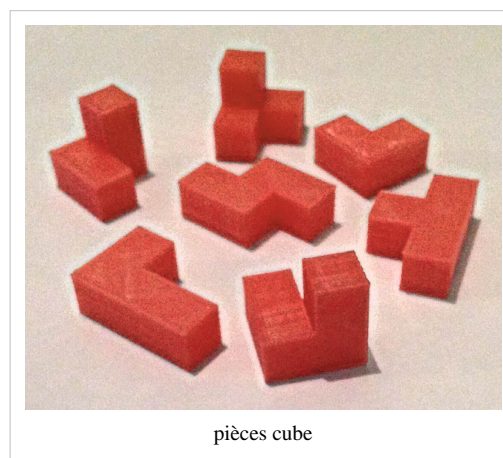
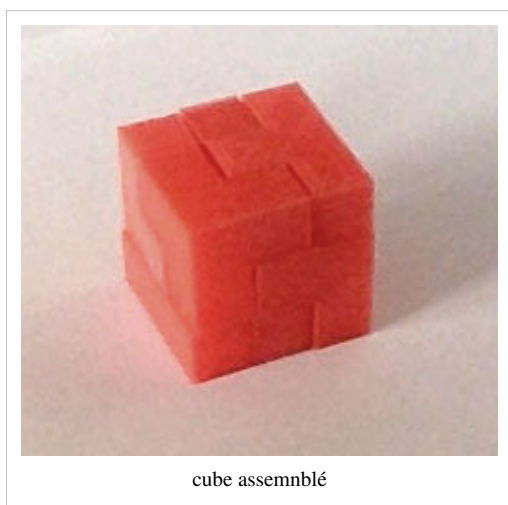
### Impression 3D

- **Lieu:** Uni Pignon
- **Imprimante:** Felix 2.0
- **Plastique:** rouge
- **Temps:** environ 1h10 (et à peu près entre huit et dix minutes par pièce)
- **Quantité:** les sept pièces simultanément
- **Température lit:** 55°
- **Température extruder:** 200°
- **Ventilateur:** 100%
- **Positionnement et réparations:** pas besoin
- **Logiciel de commande:** Repetier-Host
- **Trancheur (slicer):** SFACT

## Statut

- **Statut d'impression:** terminé

Mes 7 pièces ont correctement été imprimées.



## Règles

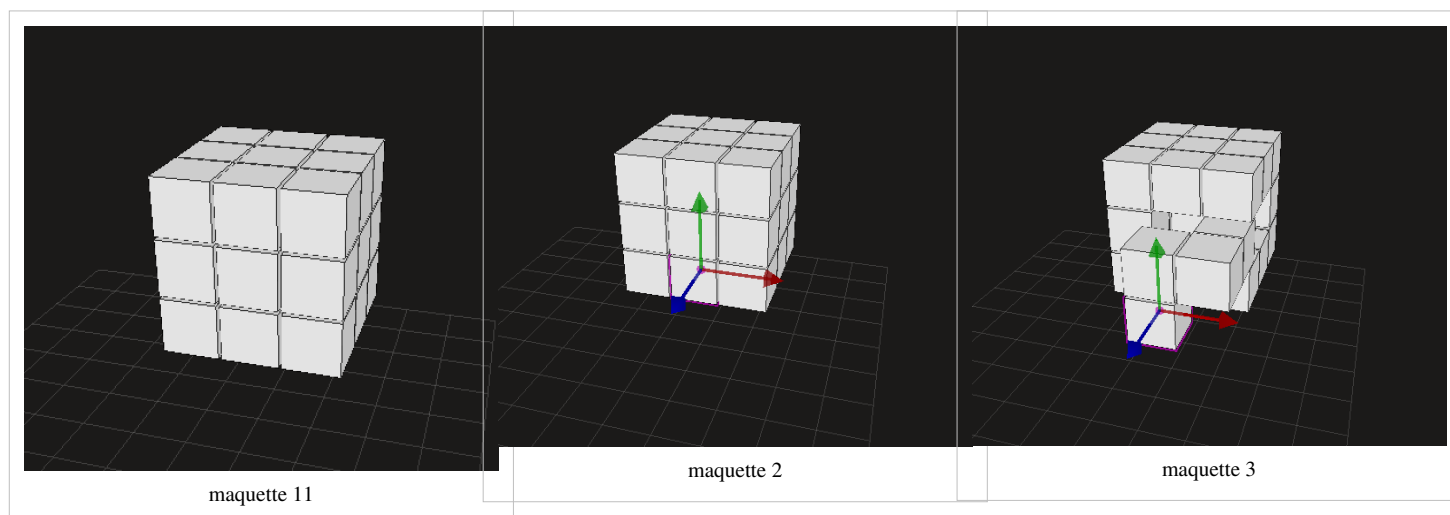
Le but du kit est de reconstituer un cube en imbriquant les pièces entre-elles.

Il est obligatoire d'utiliser toutes les pièces du puzzle.

Il existe plusieurs solutions possibles... **Quelle sera la votre?**

## Aide

Il est possible de se servir de la maquette virtuelle animée, réalisée avec le logiciel d'édition de jeux vidéo "Craftstudio", comme mode d'emploi dynamique et découvrir des indices précieux pour la résolution du kit pédagogique.



vidéo solution <sup>[4]</sup> (cliquer sur la zone de vidéo, puis pressez la touche espace du clavier pour lancer l'animation)

## Test utilisateur

- **Participant N°:** 0
- **Age:** 11 ans
- **Niveau scolaire:** 8p
- **sexe:** Home
- **niveau en maths et géométrie:** ok
- **temps de résolution:** 30min

## Méthodologie

Passation individuelle. Dans une zone tranquille de la classe, le participant est assis à une table, sur laquelle sont présentées les sept pièces du cube à assembler. La consigne suivantes lui est donnée: « tu dois assembler ces pièces afin de former un cube. Attention, tu dois te servir de toutes les pièces, tu peux avancer à ton rythme et faire autant d'essai que tu veux. Je reste à côté et suis disponible si tu as des questions.» Ensuite l'enseignant lui demande s'il a compris et s'il a des questions. La passation débute car tout est claire pour l'enfant.

**1ère phase:** exploration et manipulation sans intervention de l'enseignant.

**2ème phase:** explicitation des stratégies par l'élève pendant la résolution + Aides éventuelles de l'enseignant

**3ème phase:** discussion.

## Connaissances préalables

- La classe est en train d'étudier le thème huit de mathématique (cf. PER): Les surfaces et les solides (ils sont en trains de voir les propriétés des quadrilatères, des formes en trois dimensions et des cubes en particulier.)
- Il adore les casse-têtes et dit en résoudre parfois grâce à une application sur le téléphone à sa mère.

## Passation

### Stratégie de résolution:

- Il fait des groupes d'emboîtement de 2 pièces et ensuite mettre ensemble les groupes.
- Il explique qu'il essaye de voir quel pièces s'emboîtent entre-elles
- Il persiste dans des stratégies non-productives.

**commentaire:** Il faisait souvent les mêmes stratégies non productive sans s'en rendre compte, il dit qu'il ne se souvient plus de ce qu'il a pu faire avant.

### Difficultés:

- Il finissait tout le temps le cube mais avec un trou et une pièce qui dépasse et se sentait découragé.
- Il défait tout et recommence à zéro.
- Ne comprend pas que c'est un cube trois par trois et faisait des colonnes hautes ou lignes trop longues.

**Aide de l'enseignant:** "Qu'est ce qu'un cube?" l'enseignant explique ce qu'est un cube et lui montre ces erreurs. Il comprend que ce n'est pas la même longueur partout et que ça ne peut pas marcher ainsi.

**Aide de l'enseignant:** "Tu penses que le cube est de combien sur combien?" le participant avait du mal à répondre alors l'enseignant dit: "de 3 sur 3". Le participant répond que c'est logique et que ça va beaucoup l'aider de savoir ça. Il ajoute "maintenant, je connais la hauteur et la largeur maximum"

**commentaire:** les pièces (6 et 7) sont considérées comme étant les plus complexe. Le participant ne savait pas où les mettre alors il les gardait pour la fin. Il se justifie en disant qu'il n'a jamais vu ce genre de pièces et cite le jeu Tetris. Puis, en les manipulant, il parvient à s'y habituer et elles ne présentent plus de difficulté particulière pour lui.

**Évolution des stratégies:**

(après quelques minutes) :

- Essai de trouver où les pièces peuvent aller (dans un coin, au centre etc.)
- Quand l'élève voyait que ça ne jouait pas, il essayait de remplacer une pièce en gardant à présent une base sans tout défaire.

**Évaluation du cube****Q: Penses-tu que cet exercice est utile pour comprendre la géométrie ?**

R: Oui parce qu'on arrive mieux à se rendre compte de la troisième dimension et des propriétés du cube

**Q: Qu'as-tu appris ?**

R: J'ai pu me souvenir de notions qu'on a déjà vu comme les propriétés du cube MAIS AUSSI que lors d'une tâche comme celle-ci, il ne faut pas se lancer sans réfléchir et faire au hasard. Il faut avoir des stratégies et se souvenir des combinaisons déjà effectuées.

**Q: Qu'as-tu trouvé de difficile ?**

R: Trouver les bons emboîtements et la disposition dans le cube ET ne pas se laisser décourager notamment quand on y est presque (en référence au cube avec un trou et une pièce qui dépasse)

**Q: Qu'as-tu trouvé de facile?**

R: Les pièces sont faciles à manipuler. le nombre de pièces est bien car plus de pièces aurait ajouté de la difficulté. La taille des pièces est bien, car les casse-tête que l'élève résout sont de cette taille, ajoute-t-il. Il dit: "Je préfère résoudre des casse-tête en vrai car c'est plus concret qu'avec des applications sur le natel." Il précise qu'il se représente mieux la 3D ainsi.

**Q: As-tu apprécié travailler avec l'objet?**

R: Oui, cela m'a beaucoup intéressé de travailler différemment et c'est plus motivant.

**Q: Aurais-tu besoin d'autres aides que l'enseignant?**

R: D'avoir plus d'indices sur la disposition des pièces ET peut-être pouvoir dessiner les étapes afin de ne pas refaire les mêmes combinaisons.

**Autres résultats pour la même classe de 8p**

Participant N°	Genre	Age	Stratégies / Méthodes	Résolution	Utilité	Aide	Obstacles /facilitateurs	Temps	Appréciation de l'activité en :) ou :(
1	F	11	<b>Observations:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• construction par étage</li> <li>• pièces avec 2 étages en bas</li> </ul> <b>Ses propos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• voir les trous et quelle pièce peut rentrer</li> </ul>	oui	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comprendre la 3D</li> <li>• comprendre les propriétés d'un cube</li> </ul>			5 min	:)

2	M	11	<p><b>Observations:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a compris rapidement que le cube devait faire 3 sur 3</li> <li>• au début, pièces à 2 étages en haut puis comprend qu'il faut les mettre en bas sinon dépassent</li> <li>• cherche à emboîter 2 par 2</li> </ul> <p><b>Ses propos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• examiner les pièces puis mettre les + dures à placer en 1er</li> <li>• laisser des places pour les pièces et remplacer si ça ne marche pas</li> </ul>	oui	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comprendre la 3D</li> </ul>		certaines pièces étaient jugées dures, car difficile à emboîter avec d'autres	15 min	:)
3	F	11	<p><b>Observations:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• au début, construisait une grande base puis a compris que ça devait être 3 sur 3</li> <li>• les pièces à deux étages en bas</li> <li>• au début, construction par parties (colonnes) plutôt que par étages</li> </ul> <p><b>Ses propos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• remplacer une pièce par une autre</li> <li>• construction par couches</li> </ul>	oui	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comprendre la 3D</li> <li>• utile pour futur métier comme architecte par exemple</li> </ul>			10 min	:)

4	M	11	<p><b>Observations:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>chercher les différents emboîtements possibles</li> <li>utilisation des critères d'un cube (a compris que ça devait faire 3 sur 3)</li> </ul> <p><b>Ses propos</b> reprennent les observations</p>	oui	<ul style="list-style-type: none"> <li>comprendre la 3D</li> <li>se représenter dans l'espace</li> </ul>		<p><b>Facilitateurs:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>habitude des casse-têtes</li> <li>formes basiques</li> </ul> <p><b>Remarque:</b> trop facile à son goût donc pour rendre plus complexe: il serait intéressant d'introduire des formes comportant des diagonales pour construire une autre forme comme une pyramide</p>	2 min	:)
5	M	11	<p><b>Observations:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>garde une base puis essaie de compléter</li> <li>critères d'un carré ok</li> <li>remplace une pièce par une autre Ses propos :</li> <li>construction couche par couche</li> <li>mettre le Z à la fin car lui posait problème</li> </ul>	oui	<ul style="list-style-type: none"> <li>comprendre la 3D</li> </ul>		<p><b>Obstacles:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pièce Z</li> <li>difficile à assembler certaines pièces</li> </ul> <p><b>Remarque:</b> les pièces lui font penser à tetris</p>	10min	:)
6	M	11	<p><b>Observations:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>examine les pièces</li> <li>ne comprend pas tout de suite les dimensions que doit avoir le cube (fait une base beaucoup trop grande)</li> <li>construction de plusieurs parties (emboîtement 2 par 2) et essayer d'assembler</li> </ul> <p><b>Ses propos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>comme il lui restait souvent 3 trous à la fin, il laissait la petite pièce à 3 cubes pour la fin</li> <li>mettre le Z à la fin car lui posait problème</li> </ul>	oui	comprendre la construction de solides	<ul style="list-style-type: none"> <li>A eu besoin d'indice sur les dimensions du cube</li> <li>+ remarque concernant les pièces à 2 étages à ne pas laisser pour la fin</li> </ul>	<p><b>Obstacle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pièce Z</li> </ul>	10 min	:)

7	F	11	<b>Observations:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• construction par étage</li> <li>• a très vite compris la longueur maximale</li> <li>• a compris de mettre les pièces à 2 étages en premier MAIS vu qu'elle a de la peine à trouver des emboîtements possibles avec ces pièces, elle les laisse pour la fin</li> <li>• remplace une pièce par une autre</li> <li>• a tendance à refaire les mêmes constructions</li> </ul>	non	comprendre la 3D	A eu besoin de conseils, de stratégie sur les pièces à ne pas garder pour la fin	<b>Remarque:</b> grande persévérance	20 min	:) même si un peu déçue et frustrée
---	---	----	---	-----	------------------	--	--------------------------------------	--------	-------------------------------------

## References

- imprimante 3D Felix 2.0 Tuto <sup>[5]</sup>
- Plan d'Etude Romand <sup>[1]</sup>
- Zuckerman, Oren (2006, in preparation), Historical Overview and Classification of Traditional and Digital Learning Objects MIT Media Laboratory, 20 Ames Street, Cambridge, MA 02139. version PDF <sup>[1]</sup>

## Liens

- Craftstudio <sup>[6]</sup>
- felix printer <sup>[7]</sup>

## Auteur

Venni6 (discussion) 2 février 2017 à 09:19 (CET)

## License

Cubricks de Julien Venni (Venni6 (discussion)) est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International. <sup>[8]</sup>

## Références

- [1] [http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN\\_21/](http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_21/)
- [2] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltd/volt/venni6/stic-4/module3/fichiers\\_openscad/](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltd/volt/venni6/stic-4/module3/fichiers_openscad/)
- [3] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltd/volt/venni6/stic-4/module3/fichiers\\_stl/](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltd/volt/venni6/stic-4/module3/fichiers_stl/)
- [4] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltd/volt/venni6/stic-4/module3/video\\_cube/cube/](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltd/volt/venni6/stic-4/module3/video_cube/cube/)
- [5] [http://edutechwiki.unige.ch/fr/Configuration\\_imprimante\\_3D\\_Felix\\_2.0/](http://edutechwiki.unige.ch/fr/Configuration_imprimante_3D_Felix_2.0/)



[6] <http://craftstud.io/>

[7] <http://www.felixprinters.com/downloads/index.php?path=software/>

[8] <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## STIC:STIC IV (2015)/Jeu d'engrenages

---

Nous souhaitons réaliser un jeu étant un puzzle permettant le développement de capacités basiques d'ingénierie : les engrenages et leur fonctionnement. Le joueur aura à sa disposition plusieurs des cartes de niveau qui expliquent le défi à remplir, des engrenages de différentes tailles, les pièces de puzzle hexagonales, ainsi qu'un ventilateur attaché à un engrenage et une manivelle également attachée à un engrenage.

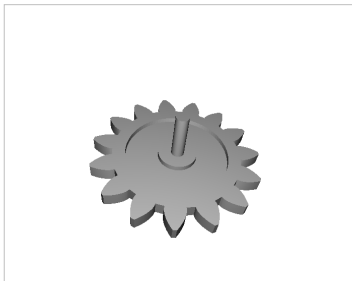
### Fonctionnement du Jeu

L'objectif de ce jeu est de faire tourner le ventilateur lorsque l'on tourne la manivelle.

- Prenez la carte du niveau qui vous intéresse
- Placez les pièces de puzzle comme indiqué sur la carte, vous pouvez les poser directement sur la carte si cette dernière a été imprimée en taille réelle.
- Placez les engrenages oranges (ventilateur et manivelle) dans les trous indiqués en bleu sur la carte.
- Essayez différentes combinaisons afin de connecter les deux engrenages. Attention, vous devez avoir au moins un engrenage sur chaque pièce de puzzle sur le terrain.

Les instructions de jeu sont disponibles en format pdf <sup>[1]</sup>

### Engrenages



Les engrenages sont à la base du jeu. Ils possèdent un petit cylindre au centre afin qu'ils puissent être connectés aux pièces de puzzle. La taille des engrenages est définie par le nombre de dents qu'elles possèdent. Le jeu contient au départ les engrenages suivants:

- 2x engrenage à 6 dents <sup>[2]</sup>
- 3x engrenage à 8 dents <sup>[3]</sup>
- 2x engrenage à 10 dents <sup>[4]</sup>
- 3x engrenage à 12 dents <sup>[5]</sup>
- 3x engrenage à 15 dents <sup>[6]</sup>
- 1x engrenage à 18 dents <sup>[7]</sup>

Le joueur peut néanmoins imprimer le nombre d'engrenages qu'il désire de chaque taille afin de faciliter ou au contraire de corser le jeu. Le joueur peut également paramétrer les engrenages contenus dans ce fichier <sup>[8]</sup>(attention il faut également télécharger la bibliothèque d'engrenages <sup>[9]</sup>) et imprimer la taille qu'il désire en changeant le paramètre "number\_of\_teeth".

Les engrenages ont été modifiés à partir de la bibliothèque d'origine créée par GregFrost <sup>[10]</sup> disponible sur ce lien <sup>[11]</sup>. Nous avons rajouté une barre afin que les engrenages puissent être connectés aux pièces hexagonales.

## Puzzle Hexagonal

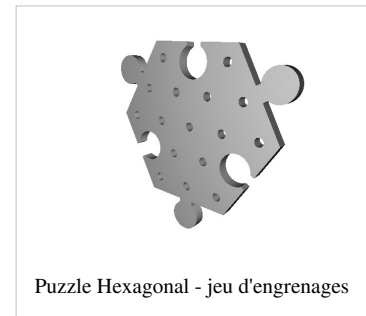
Ces pièces servent de base pour le jeu, ils contiennent des trous où on peut poser les différents engrenages. Ce sont des pièces hexagonales avec chacune 3 attaches femelles et 3 attaches mâles afin de pouvoir les accrocher les unes aux autres. Elles sont hexagonales afin que tous les trous soient à équidistance des trous voisins mais aussi afin d'avoir un format original qui diffère des pièces de puzzle habituelles.

Les pièces sont au format suivant : ajouter les dimensions des pièces.

Le jeu original nécessite 5 pièces mais le joueur peut décider d'imprimer des pièces supplémentaires afin de créer des niveaux plus difficiles. Il sera également conseillé, à ce moment-là, d'imprimer des engrenages supplémentaires.

Voici les fichiers pour télécharger les pièces:

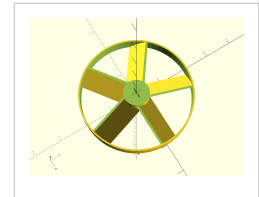
- Fichier OpenScad <sup>[12]</sup>
- Fichier Stl <sup>[13]</sup>



## Ventilateur et Manivelle

### Ventilateur

Le ventilateur est composé de 2 pièces. La première partie est un engrenage un peu plus épais que les engrenages normaux et qui possède une fente en son centre. Cette fente permet de fixer la deuxième partie de cette pièce, le ventilateur lui-même. Le ventilateur a été modifié à partir du fichier original <sup>[14]</sup> crée par t00tie <sup>[15]</sup>. Il possède une barre en plus.



Vous pouvez trouver les fichiers stl pour le ventilateur ici:

- Engrenage - ventilateur <sup>[16]</sup>
- Ventilateur <sup>[17]</sup>

et les fichiers openscad:

- Engrenage - ventilateur <sup>[18]</sup>
- Ventilateur <sup>[19]</sup>

### Manivelle

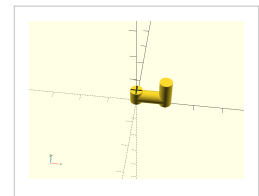
La manivelle a une conception semblable à celle du ventilateur. Elle est composée d'un engrenage mais la fente se trouve sur le bord et non pas au centre de l'engrenage. Cette fente permet de fixer la deuxième partie de la manivelle, il s'agit d'une petite barre qui va permettre au joueur de faire tourner l'engrenage.

Vous pouvez trouver les fichiers stl pour la manivelle ici:

- Engrenage - manivelle <sup>[20]</sup>
- Manivelle <sup>[21]</sup>

et les fichiers openscad:

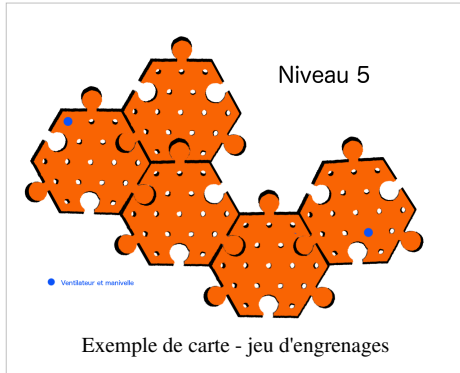
- Engrenage - manivelle <sup>[22]</sup>
- Manivelle <sup>[23]</sup>



## Autres

Au départ la manivelle et le ventilateur étaient censés se trouver à la verticale. Ils étaient donc composés des pièces que vous pouvez voir sur les images. Malheureusement les contraintes temporelles ont empêché la réalisation de ce projet de départ puisque nous n'avons pas eu le temps de concevoir les engrenages permettant de faire le changement d'axe. Il a donc fallu rester sur le même axe horizontal.

## Cartes



Les cartes sont en format A3. Elles servent de modèle pour le positionnement des pièces hexagonales, ainsi que de l'engrenage manivelle et du ventilateur. Le joueur doit poser les pièces sur le dessin de la carte et il peut ensuite commencer le niveau.

Les cartes peuvent contenir des niveaux supplémentaires, où il est demandé au joueur de faire tourner le ventilateur dans le sens opposé de la manivelle ou d'utiliser un nombre d'engrenages limité.

Voici les différentes cartes:

- Niveau 1 <sup>[24]</sup>

- Niveau 2 <sup>[25]</sup>
- Niveau 3 <sup>[26]</sup>
- Niveau 4 <sup>[27]</sup>
- Niveau 5 <sup>[28]</sup>

Les cartes ont été créées en format A3 afin que le joueur puisse plus facilement comprendre comment disposer les pièces mais elles peuvent être imprimées dans un format plus petit.

## Impression des pièces

Les pièces ont été imprimées à l'aide d'une imprimante Bq - Prusa I3 Hephestos <sup>[29]</sup> avec du PLA, avec un remplissage à 15%. Le slicing a été fait à l'aide du logiciel Cura <sup>[30]</sup> en qualité normale.

Les pièces hexagonales se sont légèrement courbées car elles ont été imprimées sans plateau chauffant étant donné que nous ne l'avions pas encore reçu au moment de l'impression des pièces.

Les autres pièces ont été parfaitement imprimées à l'aide d'un plateau chauffant à 50°C.

Les différentes parties qui s'emboîtent, que ce soit sur les pièces de puzzle ou les engrenages, ont dû être limées.

## Test d'utilisateur

### Premier utilisateur

La première personne sur laquelle le jeu a été testé est un homme de 52ans. Il a pris le mode d'emploi et l'a lu attentivement. Une fois cette lecture terminée il s'est senti assez à l'aise pour commencer à prendre les pièces en main.

Il a choisi de commencer les niveaux en incrémentant la difficulté. Le joueur s'est assez vite retrouvé "pris" dans le jeu. Il était motivé à réussir chacun des niveaux qu'il a essayé. Il a opté pour une stratégie par essai-erreur, jusqu'à trouver la bonne solution.

Une certaine frustration a pu être constaté chez ce joueur lorsque son choix d'engrenage ne fonctionnait pas. Il a donc fait de multiples essais afin de réussir car le challenge à semblé lui plaire.

Le joueur dit avoir pris du plaisir à jouer avec ce jeu. Il apprécie les "casse-têtes" et celui-ci lui a plu grâce au nombre de possibilité et au divers niveaux de difficulté.

## Deuxième utilisateur

Le second utilisateur sur lequel le jeu a été testé est une femme de 27ans. Cette dernière a commencé par lire le mode d'emploi en diagonal car elle était curieuse de prendre en main le jeu. Elle a commencé par tester le niveau 1.

La joueuse ayant trouvé une solution assez rapidement pour le premier niveau elle a demandé à jouer directement au niveau 3. Cela lui a pris environ une dizaine de minute pour trouver une solution à ce dernier. Une fois ce niveau terminé la joueuse a voulu voir ce que représentait le niveau 5 en terme de difficulté. Elle a passé 40 minutes sur ce niveau a essayer de multiples solutions.

La joueuse dit avoir prit du plaisir à jouer avec ce jeu. Elle explique qu'elle n'aime pas ne pas trouver de solutions aux problèmes qui lui sont posés. Elle était très impliquée dans sa "partie" et voulait absolument réussir à terminer chacun des niveaux qu'elle a essayé.

## Conclusion

Il est intéressant de constater que lorsque les joueurs jouent au jeu d'engrenage il y a un certain effet de "pied-dans-la-porte" <sup>[31]</sup>, aussi appelé "doigt dans l'engrenage". En effet, les premiers engrenages sont très faciles à poser. Cependant lorsque le joueur pose une dernière roue dentée très proche du ventilateur il pense avoir presque réussi et continue donc à s'investir dans la recherche de solution.

Il est amusant de remarquer que les joueurs, après avoir placé quelques engrenages et constater que la solution n'est pas la bonne, ont tendance à ne pas vouloir détruire leur début de réflexion. Ils essaient toutes les combinaisons d'engrenage/trou possibles pour la dernière pièce à placer avant de consentir à déplacer les pièces précédentes.

Les joueurs sont globalement très immergés dans le jeu lorsqu'ils essaient ce dernier. Ils sont motivés par l'envie de réussir à trouver une solution pour faire fonctionner le système qu'ils sont entrain de créer. Le mot création n'est d'ailleurs pas choisi au hasard, car lorsque le joueur a réussi le niveau, une certaine satisfaction est ressentie de sa part à voir tourner le ventilateur lorsqu'il met la manivelle en rotation. Même si le joueur voit que sa solution fonctionne, il prend plaisir à tourner la manivelle et constater les effets de ce mouvement.

## Références

- [1] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/Jeu%20d%e2%80%99engrenages\\_instructions.pdf](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/Jeu%20d%e2%80%99engrenages_instructions.pdf)
- [2] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700\\_6.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700_6.stl)
- [3] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700\\_8.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700_8.stl)
- [4] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700\\_10.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700_10.stl)
- [5] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700\\_12.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700_12.stl)
- [6] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700\\_15.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700_15.stl)
- [7] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700\\_18.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage700_18.stl)
- [8] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage.scad>
- [9] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/biblio.scad>
- [10] <http://www.thingiverse.com/GregFrost/about>
- [11] <http://www.thingiverse.com/thing:3575>
- [12] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/puzzle.scad>
- [13] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/puzzle\\_60\\_6\\_7\\_5\\_2\\_8.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/puzzle_60_6_7_5_2_8.stl)
- [14] <http://www.thingiverse.com/thing:27472>
- [15] <http://www.thingiverse.com/t00tie/about>
- [16] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage%20ventilo.stl>
- [17] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/ventilateur.stl>
- [18] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage%20ventilo.scad>
- [19] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/ventilateur.scad>
- [20] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage%20manivelle.stl>
- [21] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/manivellefina.stl>

- [22] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/engrenage%20manivelle.scad>
- [23] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/manivellefinal.scad>
- [24] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/niveau1.png>
- [25] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/niveau2.png>
- [26] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/niveau3.png>
- [27] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/niveau4.png>
- [28] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/defrepa0/stic-4/engrenages/niveau5.png>
- [29] [http://regrap.org/wiki/Prusa\\_i3\\_Hephestos/fr](http://regrap.org/wiki/Prusa_i3_Hephestos/fr)
- [30] <https://ultimaker.com/en/products/cura-software>
- [31] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pied-dans-la-porte>

## STIC:STIC IV (2015)/Kit ADN

---

### Introduction

Participant: Romain Dewaele - UTOPIA

Titre: Kit éducatif pour l'enseignement de la structure de l'ADN

### Idée initiale et son évolution

L'idée initiale de ce projet est de créer un kit comportant plusieurs pièces qui pourraient être assemblées pour former un fragment d'une double hélice d'ADN. Les pièces importantes seraient les paires de bases (A, T, G, C) qui s'apparient en paires: les A avec les T, les G avec les C. Pour cela, un système d'aimant sera intégré à l'intérieur des pièces, ce qui permettra de représenter les bons appariements, ainsi que les liaisons hydrogènes qui existent entre les deux brins de la molécule d'ADN. Initialement je voulais fixer ces bases sur deux tiges en double hélice de sorte à ce qu'elle puisse se faire face. Le but du dispositif était donc essentiellement d'enseigner les bonnes paires de bases.

Après le cours du 6 novembre, l'idée a évolué, et à la place de simplement fixer les bases sur une tige (représentant le squelette de la chaîne), j'ai décidé de créer des pièces également pour la chaîne de désoxyribose et de phosphate. J'ai pensé à un support sous forme de tige cylindrique souple, sur laquelle on pourra enfiler des groupes deoxyribose+phosphate attachés à une base.

En réfléchissant à la manière d'articuler le groupe deoxyribose+phosphate avec la base, j'ai décidé d'être encore plus précis et de séparer cette pièce en deux: la partie du bas sera le désoxyribose, celle du haut le phosphate. Ils s'assemblent entre eux grâce à un système de type Lego et forment une charnière dans laquelle sera insérée la base. Ainsi, le kit permet d'enseigner plus que le simple appariement des bases, mais véritablement la structure complète de l'ADN.

Je réfléchis encore à la manière de lier les bases entre elles au sein de la chaîne. Un trou est prévu pour pouvoir les monter sur des tiges souples et ainsi former la double hélice. Il serait cependant bien de pouvoir travailler à plat, sans le support en gardant l'intégrité de la chaîne. Cela permettrait d'utiliser le kit pour modéliser différents phénomènes liés à l'ADN (réplication, mécanismes de réparation, transcription, etc...). Les aimants pourraient à nouveau être une solution.

## Modélisation 3d

J'ai d'abord utilisé sketchup (plus intuitif pour moi) pour réaliser l'esquisse 3D de mes objets. Je passé d'un seul cylindre, à une forme plus aplatie, à finalement deux objets s'assemblant pour représenter le phosphate et le désoxyribose. Pour assembler les deux pièces, j'ai décidé d'utiliser la bibliothèque OpenSCAD dobro-factory. J'ai donc réalisé toutes les pièces dans un fichier OpenSCAD.

Il y a 3 types de pièces:

- Les désoxyriboses, plats en bas, avec des tétons légo en haut, et portant le cone pour la charnière avec la base
- Les phosphates, plats en haut et portant des fixations légos en bas, ainsi qu'un trou pour recevoir l'axe de la charnière
- Les bases, elles mêmes séparés en plusieurs catégories:
  - L'Adénine, une purine (donc plus longue) pouvant faire 2 liaisons hydrogènes (donc avec 2 trous pour recevoir des aimants)
  - La Guanine, une purine (longue) pouvant faire 3 liaisons hydrogènes (donc avec 3 trous pour recevoir des aimants)
  - La Thymine, une pyrimidine (donc plus courte) pouvant faire 2 liaisons hydrogènes (donc avec 2 trous pour recevoir des aimants)
  - La Cytosine, une pyrimidine (donc plus courte) pouvant faire 3 liaisons hydrogènes (donc avec 3 trous pour recevoir des aimants)

Chaque articulation représente une liaison chimique. Je pense plus tard représenter les molécules sur chaque pièce, soit en peignant sur les pièces, soit avec un autocollant, soit directement imprimé en 3D sur la pièce grâce à un SVG extrudé.

Les trous pour accueillir les aimants ont été conçu pour accueillir des aimants cylindriques de diamètre 5 mm et 9 mm de hauteur <sup>[1]</sup>

J'ai ensuite exporté depuis OpenSCAD les différents fichiers .stl de toutes ces pièces.

## Préparation des mesh

Certains fichiers ne pouvaient pas être "slicé" correctement dans Repetier Host par le slicer Slic3r. J'ai donc réparé ces fichiers dans meshlab en enlevant les arrêtes et faces doubles et en m'assurant que mes objets étaient bien faits d'un seul bloc plein.

J'ai ensuite utilisé Repetier Host pour orienter les 6 objets de la meilleur manière pour l'impression 3D (en évitant les overhangs). Avec des couches de 0.2 mm et un remplissage à 30% de type line, l'impression simultanée des 6 objets devrait prendre 2h37

Dossier de la V1 des pièces <sup>[2]</sup>

## Suite du projet

J'aimerais à présent tester l'impression 3D de ce prototype, afin de tester l'assemblage des pièces entre elles, et l'ajout des aimants. Je réfléchirai ensuite à la manière de lier les nucléotides entres eux dans la chaîne, et à la manière de symboliser les molécules sur les pièces (impression 3D vs peinture vs autocollant) Je pense également modifier les pièces pour indiquer montrer la polarité de la chaîne, et ainsi faire comprendre aux élève que le sens de polymérisation est important, et que les chaînes d'ADN vont en sens inverse l'une de l'autre dans la double hélice.

## Impression

Les objets ont été imprimés correctement. J'ai cependant du limer certaines parties pour que les pièces s'agencent correctement. Pour la prochaine version, je vais modifier les diamètres de tous les trous pour permettre plus de jeu et un emboîtement plus facile. J'aimerais tenter d'imprimer sur les pièces les représentations moléculaires. Si ça ne fonctionne pas, j'ai pensé à des autocollants, un tampon ou un pochoir avec de la peinture.

## Références

- [1] [https://www.supermagnete.fr/eng/rod-magnets-neodymium/rod-magnet-diameter-5mm-height-8.47mm-neodymium-n45-nickel-plated\\_S-05-08-N](https://www.supermagnete.fr/eng/rod-magnets-neodymium/rod-magnet-diameter-5mm-height-8.47mm-neodymium-n45-nickel-plated_S-05-08-N)
- [2] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-mal/tt/utopia/dewaele0/stic-4/module2/V1>

# STIC:STIC IV (2015)/Kit de chimie

---

## Introduction

Après avoir réalisé une table de laboratoire compatible avec Lego lors du module 1, je continue dans ma lancée en proposant de concevoir un kit de chimie composé d'objets type se trouvant dans un laboratoire. Dans un premier temps l'idée n'est pas de concevoir tous les objets pouvant faire partie d'un laboratoire de chimie mais d'en concevoir les plus représentatifs. Le but serait de pouvoir combiner ces objets avec ma table de chimie et de pouvoir également les combiner entre eux.

Certains objets pourront se placer directement sur la table de chimie et certains pourront même s'emboîter entre eux. Du plastique mou peut être utilisé pour la pissette afin que celle-ci puisse réellement aspirer et expulser des liquides.

## Public cible

Le public cible de mon kit de chimie peut concerner tout le monde mais pourrait concerner plus particulièrement des enfants désirant se familiariser avec les divers objets qu'ils pourraient rencontrer dans un laboratoire de chimie. Ils pourraient ainsi reconnaître des objets se trouvant dans un laboratoire de chimie.

Il faudrait tout de même faire attention à l'âge des enfants qui pourraient manipuler les objets produits par ce kit de construction car certains objets sont petits et pourraient être susceptibles d'être ingérés.

## Réalisation

### Caractéristiques de la librairie

Cette librairie permet de construire différents objets faisant partie d'un laboratoire de chimie pouvant se fixer sur des pièces Lego. Par conséquent ma librairie a besoin de la librairie DobloFactory<sup>[1]</sup> pour fonctionner ou du moins pour pouvoir réaliser des objets compatibles avec Lego. Cette librairie KitChimie offre la possibilité de paramétrer certaines choses pour les objets proposés. Il est notamment possible de spécifier pour la plus part des objets si on veut qu'ils soient compatibles avec Lego ou pas. Il est possible de générer les objets qui pourraient être difficiles à imprimer en version imprimable afin de maximiser les chances de réussite d'impression. Pour certains objets pouvant contenir des liquides il est également possible de spécifier le remplissage.

## Utilisation de la librairie

Pour utiliser cette librairie KitChimie commencez par créer un fichier OpenSCAD. Créez ensuite un dossier appelé "librairies" qui contiendra à son intérieur la librairie DobloFactory et la librairie KitChimie. Importez ensuite la librairie KitChime sur votre fichier OpenSCAD:

```
//KitChimie
include <librairies/KitChimie/KitChimie.scad>;
```

Vérifiez tout de même que le chemin de l'importation de la librairie DobloFactory est correct dans le fichier KitChimie.scad car sinon la librairie fonctionnera mal. Une fois ceci fait vous pouvez commencer à utiliser la librairie KitChimie. Une autre alternative est de télécharger ce fichier <sup>[2]</sup> contenant les deux librairies, un fichier dans lequel toutes les importations sont déjà faites et où les objet de chimie sont déjà présents. Il suffit simplement de décommenter le code.

## Liste d'objets

### Table de laboratoire

La table de Laboratoire permet de porter les différents objets de ce kit de chimie. Celle-ci contient un évier, un robinet et un plan de travail pouvant avoir des têtes Lego afin de pouvoir fixer les différents objets de ce kit.

#### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre table contienne une base en Lego et des têtes dans le plan de travail afin de pouvoir fixer les différents objets sur elle.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true alors il permet de disposer la table et le robinet de la table de façon à ce qu'ils soient plus facilement imprimables. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi ressemblera la table une fois tous les éléments montés.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**



Table de laboratoire une fois montée

#### Exemple d'utilisation

Pour créer une table avec une base lego et des têtes sur le plan de travail et disposée pour être facilement imprimable:

```
table_lego(true, true);
```

**Temps d'impression estimé :** 12h:16m:12s en qualité normale (200 micron)

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** CuraEngine

**Présence de support pour l'impression :** Non



**Montage :** Veuillez enfoncer le robinet sur le trou se trouvant sur la table devant l'évier

**Fichier STL :** Table de laboratoire <sup>[3]</sup>

### Bécher



Bécher avec support Lego



Bécher sans support Lego

Ce kit permet de produire un bécher simple. Il est possible de choisir si on veut que le bécher soit compatible avec les Lego. Le remplissage du bécher est également paramétrable.

#### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre bécher ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- remplissage
  - Le paramètre remplissage sert à déterminer le remplissage du bécher en %.
  - Valeurs acceptées: **0** à **100**

#### Exemple d'utilisation

Pour créer bécher avec une base en lego et pas rempli:

```
becher (true, 0) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 52m:48s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

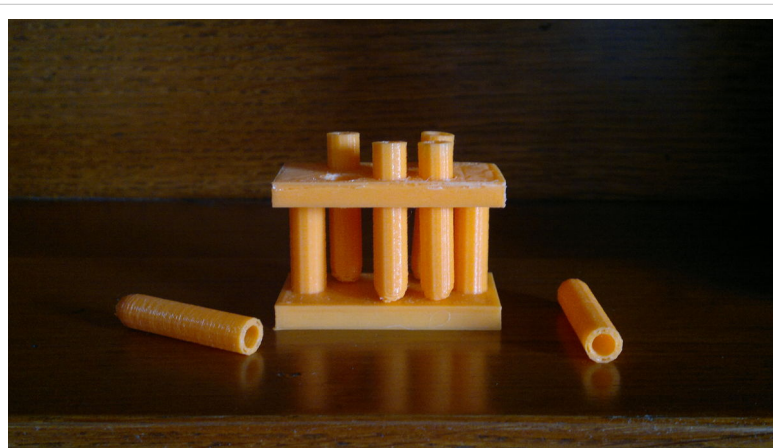
**Fichier STL :** Bécher <sup>[4]</sup>

### Portoir de tubes à essai

Le portoir de tubes à essai permet de maintenir plusieurs tubes à essai en hauteur afin que leur liquide ne se déverse pas. Ce portoir peut être compatibles avec Lego et peut être disposé de façon à être facilement imprimable.

#### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre portoir de tubes à essai ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true alors les pièces de ce portoir sont disposées de façon à être facilement imprimables. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi ressemblera le portoir une fois tous les éléments montés.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**



Portoir de tubes à essai avec des tubes amovibles

#### Exemple d'utilisation

Pour créer un portoir de tubes à essai avec une base en lego en version facilement imprimable:

```
supportTube (true, true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 51m:1s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Veuillez enfoncer la partie du haut du portoir sur les deux piliers

**Fichier STL :** Portoir de tubes à essai <sup>[5]</sup>

### Tube

Un tube à essai peut se placer dans un portoir à tubes à essais. Il est possible de paramétrer le remplissage du tube. Pour l'impression, celui-ci nécessite des support externes pour qu'il tienne en équilibre à la verticale.

#### Paramètres

- remplissage
  - Le paramètre remplissage sert à déterminer le remplissage du tube en %.
  - Valeurs acceptées: **0** à **100**

#### Exemple d'utilisation

Pour créer un tube vide:

```
tube (0) ;
```



Tube

**Temps d'impression estimé :** 6m:57s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Supports externes

**Montage:** Non

**Fichier STL :** Tube <sup>[6]</sup>

### Bec bunsen

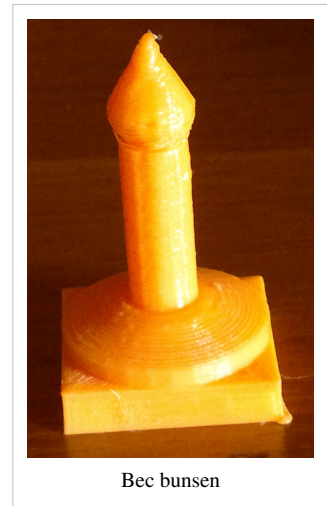
Le bec bunsen permet peut se placer à l'intérieur d'un support afin de faire comme si celui-ci chauffait l'objet se trouvant sur le portoir.

#### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre bec bunsen ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**

#### Exemple d'utilisation

Pour créer un bec bunsen avec une base en Lego:



```
becBunsen (true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 24m:44s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

**Fichier STL :** Bec bunsen <sup>[7]</sup>

## Ernlenmeyer

Ce kit permet de produire un ernlenmeyer simple. Il est possible de choisir si on veut que l'ernlenmeyer soit compatible avec les Lego. Le remplissage de l'ernlenmeyer est également paramétrable.

### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre ernlenmeyer ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- remplissage
  - Le paramètre remplissage sert à déterminer le remplissage du bécher en %.
  - Valeurs acceptées: **0** à **100**

### Exemple d'utilisation

Pour créer Ernlenmeyer avec une base en Lego et pas rempli:

```
ernlenmeyer(true, 0);
```

**Temps d'impression estimé** : 39m:13s en qualité normale

**Imprimante utilisé** : Felix 2.0

**Filament utilisé** : PLA

**Trancheur** : SFACT

**Présence de support pour l'impression** : Non

**Montage**: Non

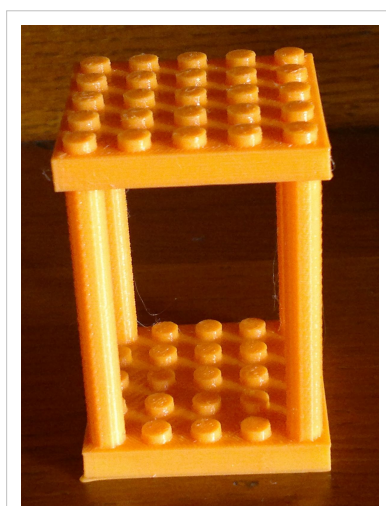
**Fichier STL** : Ernlenmeyer<sup>[8]</sup>

### Support

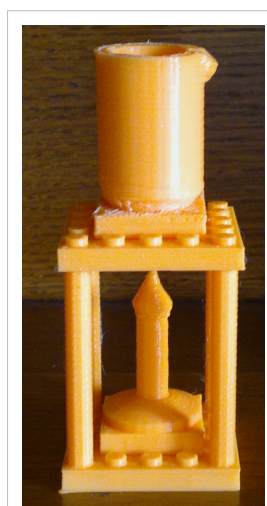
Un support permet de placer un objet sous lui (normalement un bec bunsen) et un objet au-dessus de lui. Il est possible de choisir si on veut que ce support soit compatible avec Lego.



Ernlenmeyer



Portoir vide



Portoir avec bec bunsen et bécher

### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que la base du support et le haut soient faits en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego et de pouvoir fixer des Lego dessus.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true alors les pièces de ce support sont disposées de façon à être facilement imprimables. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi ressemblera le support une fois tous les éléments montés.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**

### Exemple d'utilisation

Pour créer un portoir d'objets à chauffer compatible avec Lego en version facilement imprimable:

```
supportChauffer (true, true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 1h:44m:35s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Veuillez enfoncer la partie du haut du portoir d'objets sur les quatre piliers

**Fichier STL :** Support <sup>[9]</sup>

### Microscope

Le microscope permet de voir de petites choses qui pourraient échapper à la vision humaine. Cet objet est compliqué à imprimer par conséquent il est vivement conseillé de l'imprimer en version imprimable puis d'assembler les différents éléments par la suite.

#### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre microscope ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true alors les pièces du microscope seront disposées de façon à être facilement imprimables. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi ressemblera le microscope une fois tous les éléments montés.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**

### Exemple d'utilisation

Pour créer un un microscope avec une base en Lego en version facilement imprimable:

```
microscope (true, true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 3h:11m:18s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA



Microscope

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Veuillez enfoncer la lampe du microscope sur le trou le plus bas, le stage sur le deuxième trou en partant du bas, assembler le tube oculaire et la lentille, puis enfoncer le tube oculaire assemblé sur les deux trous du haut du microscope.

**Fichier STL :** Microscope <sup>[10]</sup>

### Ballon sphérique

Ce kit permet de produire un ballon sphérique simple. Trois versions du ballon sont disponibles. Il est possible de choisir si on veut que le ballon sphérique soit compatible avec les Lego. Le remplissage du ballon sphérique est également paramétrable.



Ballon sphérique



Ballon sphérique avec 3 tubes

### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre ballon sphérique ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- remplissage
  - Le paramètre remplissage sert à déterminer le remplissage du ballon sphérique en %.
  - Valeurs acceptées: **0** à **100**
- tube2
  - Le paramètre tube2 sert à déterminer si on met un deuxième tube ou pas au ballon sphérique.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- tube3
  - Le paramètre tube3 sert à déterminer si on met un troisième tube ou pas au ballon sphérique.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**

### Exemple d'utilisation

Pour créer un un ballon sphérique vide ayant un tube avec une base en Lego:

```
ballonSpherique(true, 0, false, false);
```

**Temps d'impression estimé :** 44m:35s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

**Fichier STL :** Ballon sphérique <sup>[11]</sup>

### Fiole

Ce kit permet de produire une fiole simple. Il est possible de choisir si on veut que la fiole soit compatible avec les Lego. Le remplissage de la fiole est également paramétrable.

#### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre fiole ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- remplissage
  - Le paramètre remplissage sert à déterminer le remplissage de la fiole en %.
  - Valeurs acceptées: **0** à **100**

#### Exemple d'utilisation

Pour créer un une fiole vide une base en Lego:

```
fiolle(true, 0);
```

**Temps d'impression estimé :** 32m:14s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

**Fichier STL :** Fiole <sup>[12]</sup>



## Éprouvette

Ce kit permet de produire une éprouvette simple. Il est possible de choisir si on veut que l'éprouvette soit compatible avec les Lego. Le remplissage de l'éprouvette est également paramétrable.

### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre éprouvette ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- remplissage
  - Le paramètre remplissage sert à déterminer le remplissage de l'éprouvette en %.
  - Valeurs acceptées: **0** à **100**

### Exemple d'utilisation

Pour créer un une éprouvette vide une base en Lego:

```
eprouvette(true, 0);
```

**Temps d'impression estimé** : 29m:35s en qualité normale

**Imprimante utilisé** : Felix 2.0

**Filament utilisé** : PLA

**Trancheur** : SFACT

**Présence de support pour l'impression** : Non

**Montage**: Non

**Fichier STL** : Éprouvette <sup>[13]</sup>



Éprouvette

## Entonnoir

Ce kit permet de produire un entonnoir sur lequel on peut réellement déverser du liquide.

### Paramètres

- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true l'entonnoir sera disposé de façon à être facilement imprimable. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi l'entonnoir dans le bon sens.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**

### Exemple d'utilisation

Pour créer un un entonnoir en version facilement imprimable:

```
entonnoir(true);
```

**Temps d'impression estimé** : 8m:16s en qualité normale

**Imprimante utilisé** : Felix 2.0

**Filament utilisé** : PLA

**Trancheur** : SFACT

**Présence de support pour l'impression** : Non

**Montage**: Non

**Fichier STL** : Entonnoir <sup>[14]</sup>



Entonnoir



## Balance

Ce kit permet de produire une balance sur laquelle on peut poser un objet de chimie. Cette balance permettrait de peser les liquides à l'intérieur des conteneurs de liquide de chimie. Il est possible de spécifier si on veut que le support de la balance soit en lego afin de pouvoir fixer un lego dessus.

### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre balance ait un support en Lego afin de pouvoir fixer des Lego dessus.
- Valeurs acceptées: **true** ou **false**



Balance

### Exemple d'utilisation

Pour créer un une balance avec une base en Lego:

```
balance (true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 1h:17m:29s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

**Fichier STL :** Balance <sup>[15]</sup>

## Flacon

Ce kit permet de produire un flacon. Il est possible de choisir si on veut que le flacon soit compatible avec les Lego. Le remplissage du flacon est également paramétrable.

### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre flacon ait un support en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
- Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- remplissage
  - Le paramètre remplissage sert à déterminer le remplissage de l'éprouvette en %.
- Valeurs acceptées: **0** à **100**



Flacon

### Exemple d'utilisation

Pour créer un une flacon vide compatible avec Lego:

```
flacon (true, 0) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 1h:3m:30s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

**Fichier STL :** Flacon <sup>[16]</sup>

### Bouchon

Ce kit permet de produire un bouchon pour fermer certains des récipients disponibles dans ce kit (tube à essai, erlenmeyer, ballon sphérique, fiole, flacon). Ce bouchon doit être imprimé avec du plastique mou afin que celui-ci puisse se bloquer plus facilement.

### Paramètres

- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true le bouchon sera disposé de façon à être facilement imprimable. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi ressemble le bouchon dans le bon sens.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**



Bouchon

### Exemple d'utilisation

Pour créer un un bouchon en version facilement imprimable:

```
bouchon (true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 2m:4s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA flexible

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

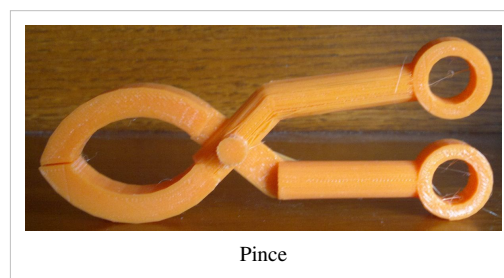
**Fichier STL :** Bouchon <sup>[17]</sup>

### Pince

Ce kit permet de produire un pince pour pouvoir manipuler les différents objets de chimie sans les toucher avec nos mains.

### Paramètres

- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true la pince sera disposé de façon à être facilement imprimable avec tous les éléments de la pince disposées sur le plateau. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi ressemble la pince une fois assemblée.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**



Pince

### Exemple d'utilisation

Pour créer un une pince en version facilement imprimable:

```
pince (true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 55m:39s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Veuillez assembler les deux parties de la pince entre elles et faire passer par le trou le petit pilier puis fixer le bouchon sur le bout du pilier sortant du trou.

**Fichier STL :** Pince <sup>[18]</sup>

### Pisette

Ce kit permet de produire une pisette. Il est possible de choisir si on veut que la pisette soit compatible avec les Lego. La pisette doit être imprimée avec du plastique mou afin que l'on puisse réellement absorber et des liquides avec.

### Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre pisette ait un support en Lego afin de pouvoir la fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**

### Exemple d'utilisation

Pour créer une pisette:



Pisette

```
pisette (true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 35m:3s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA flexible

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

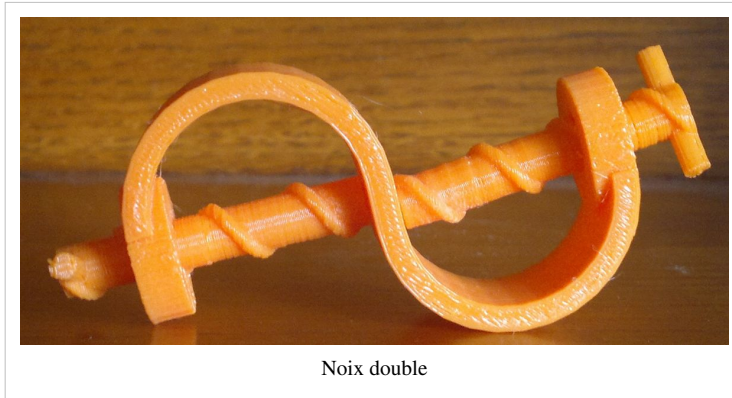
**Fichier STL :** Pisette <sup>[19]</sup>

### Noix double

Ce kit permet de produire une noix double afin de pouvoir fixer des objets à un pilier et de mettre des conteneurs en hauteur. Il est conseillé d'imprimer avec un remplissage de 100% afin que les structures et les vis soient très solides et ne cassent pas facilement lorsqu'on force. Si les vis ne rentrent pas du premier coup allez-y petit à petit sans trop forcer. Ceux-ci finiront par bien rentrer et s'enlever.

Si un vis casse vous pouvez toujours l'imprimer en imprimant tout seul grâce au module:

```
visSolo () ;
```



Noix double



Vis pour noix double

### Paramètres

- imprimer
  - Si ce paramètre vaut true la noix double sera disposée de façon à être facilement imprimable avec tous ses éléments disposés sur le plateau. Si ce paramètre vaut false alors on peut voir à quoi ressemble la noix double une fois assemblée.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**

### Exemple d'utilisation

Pour créer une noix double:

```
noixDouble (true) ;
```

**Temps d'impression estimé :** 48m:56s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

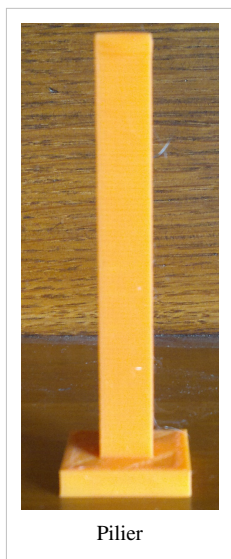
**Montage:** Les vis peuvent se mettre et s'enlever de la noix double.

**Fichier STL :** Noix double <sup>[20]</sup>

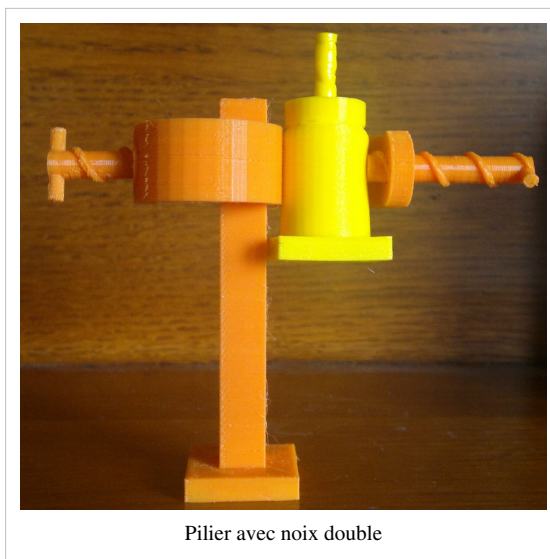
Attention, dû aux mécanismes des vis afficher le rendu de la noix double peut prendre un certain temps et peut comporter quelques erreurs lors de son exportation en STL. Si vous le faites il est conseillé de réparer le STL à l'aide du logiciel netfabb Basic. Il vous faudra importer le STL sur netfabb Basic puis cliquer sur le + (repair), appuyer sur automatic repair, sélectionner default repair, cliquer sur execute, appuyer sur apply repair, puis sur remove old part. Ensuite appuyez sur le menu part puis export part puis as STL.

## Pilier

Ce kit permet de produire un pilier afin de fixer des objets dessus grâce à une noix double afin de mettre des conteneurs en hauteur. Il est possible de choisir si on veut que le pilier ait une base en Lego ou soit qu'il n'ait pas de base. On peut définir la hauteur du pilier.



Pilier



Pilier avec noix double

## Paramètres

- lego
  - Ce paramètre sert à déterminer si on veut ou pas que notre pilier ait une base en Lego afin de pouvoir le fixer sur un Lego.
  - Valeurs acceptées: **true** ou **false**
- hauteur
  - Le paramètre hauteur sert à déterminer la hauteur du pilier en millimètres.
  - Valeurs acceptées: **nombre positif**

## Exemple d'utilisation

Pour créer un pilier avec une base en Lego avec une hauteur de 8cm:

```
pilier(true, 80);
```

**Temps d'impression estimé :** 50m:49s en qualité normale

**Imprimante utilisé :** Felix 2.0

**Filament utilisé :** PLA

**Trancheur :** SFACT

**Présence de support pour l'impression :** Non

**Montage:** Non

**Fichier STL :** Pilier <sup>[21]</sup>

## Fichiers

Étant donné qu'il est possible de paramétrer la plus part de ces objets, plusieurs stl différents peuvent être générés à partir de ma librairie. Par conséquent les fichiers stl disponibles sur cette page représentent l'objet compatible avec lego, dans la version imprimable et avec aucun remplissage "en liquide".

- librairie <sup>[2]</sup>
- stl
  - Table de laboratoire <sup>[3]</sup>
  - Bécher <sup>[4]</sup>
  - Portoir de tubes à essai <sup>[5]</sup>
  - Tube <sup>[6]</sup>
  - Bec bunsen <sup>[7]</sup>
  - Ernlénmeyer <sup>[8]</sup>
  - Support <sup>[9]</sup>
  - Microscope <sup>[10]</sup>
  - Ballon sphérique <sup>[11]</sup>
  - Fiole <sup>[12]</sup>
  - Éprouvette <sup>[13]</sup>
  - Entonnoir <sup>[14]</sup>
  - Balance <sup>[15]</sup>
  - Flacon <sup>[16]</sup>
  - Bouchon <sup>[17]</sup>
  - Pince <sup>[18]</sup>
  - Pissette <sup>[19]</sup>
  - Noix double <sup>[20]</sup>
  - Pilier <sup>[21]</sup>

## Liens

- <http://www.ostralo.net/materieldelabo/chapitres/usuel.htm> <sup>[22]</sup>
- <https://www.labbox.com/fr/produits/F0100/> <sup>[23]</sup>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Verrerie\\_de\\_laboratoire#.C3.89l.C3.A9ments\\_de\\_verrerie\\_de\\_laboratoire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Verrerie_de_laboratoire#.C3.89l.C3.A9ments_de_verrerie_de_laboratoire) <sup>[24]</sup>
- Victor Garretas Ruiz

## Références

- [1] [http://edutechwiki.unige.ch/en/doblo\\_factory](http://edutechwiki.unige.ch/en/doblo_factory)
- [2] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/Module3-Victor\\_Garretas.zip](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/Module3-Victor_Garretas.zip)
- [3] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/table\\_lego.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/table_lego.stl)
- [4] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/becher.stl>
- [5] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/support\\_tube.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/support_tube.stl)
- [6] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/tube.stl>
- [7] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/bec\\_bunsen.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/bec_bunsen.stl)
- [8] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/ernlenmeyer.stl>
- [9] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/portoire.stl>
- [10] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/microscope.stl>
- [11] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/ballonSpherique.stl>
- [12] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/fiole.stl>
- [13] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/eprouvette.stl>
- [14] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/entonnoir.stl>
- [15] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/balance.stl>
- [16] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/flacon.stl>

- [17] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/bouchon.stl>
- [18] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/pince.stl>
- [19] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/pissette.stl>
- [20] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/noix\\_double.stl](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/noix_double.stl)
- [21] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/garretv0/stic-4/module3/stl/pilier.stl>
- [22] <http://www.ostralo.net/materieldelabo/chapitres/usuel.htm>
- [23] <https://www.labbox.com/fr/produits/F0100/>
- [24] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Verrerie\\_de\\_laboratoire#.C3.89l.C3.A9ments\\_de\\_verrerie\\_de\\_laboratoire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Verrerie_de_laboratoire#.C3.89l.C3.A9ments_de_verrerie_de_laboratoire)

# STIC:STIC IV (2015)/Kit pour étudier la table de multiplication

---

## Introduction

Page créée par Ludmila Banaru étudiante en master MALTT volé VOLT.

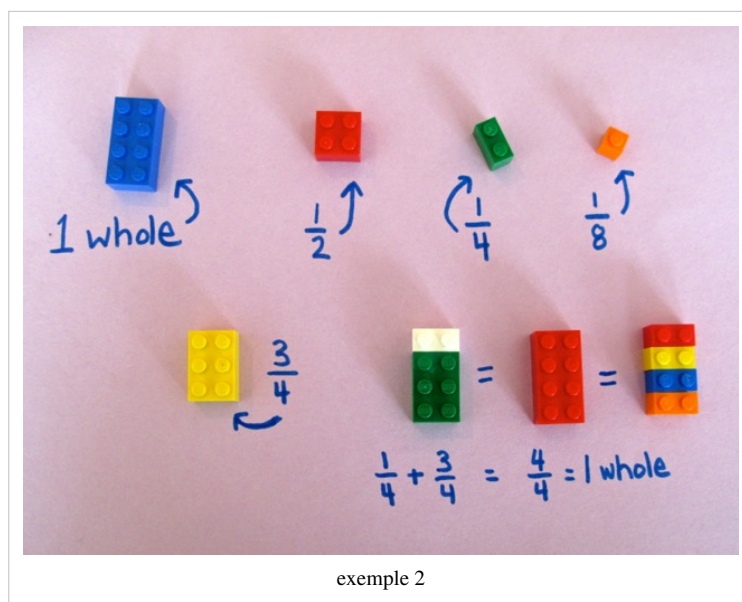
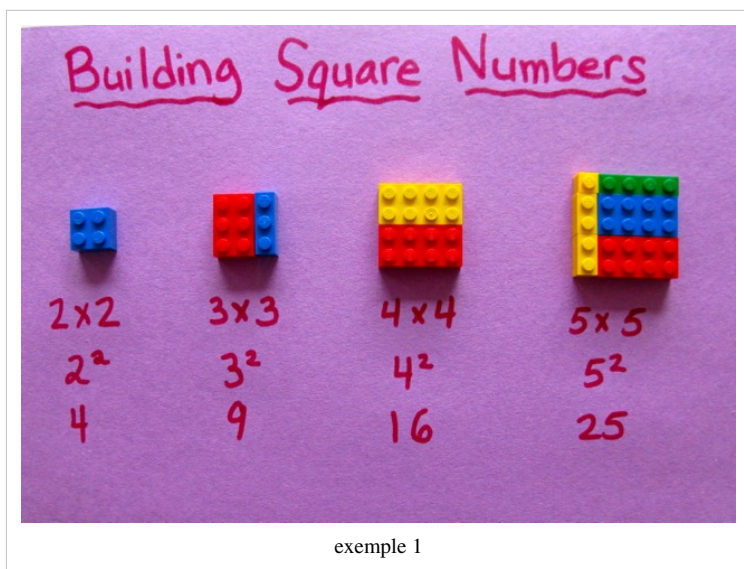
Objectifs pédagogique la pédagogie par le jeu:

Le jeu, associé aux notions de plaisir et de divertissement, peut sembler en contradiction avec les activités scolaires orientées vers l'apprentissage. La pédagogie par le jeu privilégie l'utilisation de certains jeux de réflexion et de logique dans les activités scolaires, en vue de favoriser l'acquisition des savoirs. Quels sont ses avantages: Utiliser le jeu dans l'enseignement présente plusieurs avantages :

- le jeu est une source de motivation et de plaisir pour l'enfant
- il est l'occasion d'exercer certaines compétences (langage, réflexion, actions)
- le jeu permet d'impliquer l'élève en tant qu'acteur
- il permet de faire participer tous les élèves, y compris ceux qui sont timides ou anxieux
- il atténue la crainte de l'erreur et de l'échec
- il développe la prise en compte des règles et le respect mutuel
- le jeu permet de faire collaborer les élèves entre eux
- il socialise les jeunes enfants.

L'idée de la création d'un kit d'apprentissage de la table de multiplication m'est venu après avoir lu l'article: "Using LEGO to Build Math Concepts" de Alycia Zimmerman, Décembre 27, 2013. Innover en éducation cela est parfois aussi simple que d'utiliser des objets familiers aux enfants pour mieux transmettre certaines compétences. C'est dans ce sens qu'une enseignante américaine s'est mise en tête d'enseigner les mathématiques de manière ludique grâce aux LEGO. Alycia Zimmerman a eu l'ingénieuse idée d'utiliser les fameuses briques pour expliquer à ses élèves certains concepts mathématiques. L'utilisation de jouets dans le cadre de l'apprentissage permet en effet de mieux matérialiser certains concepts et de rendre plus ludique et plus facile la transmission des savoirs. Simple, plus concret et plus accessibles aux élèves, l'utilisation des LEGO en mathématiques est beaucoup plus représentative que deux chiffres superposés et séparés par une barre.

Voici quelques exemples d'utilisation des LEGO dans ces cours de mathématiques:



## Ma version du kit de multiplication

Contrairement à cette enseignante de mathématique, j'ai décidé d'utiliser la base LEGO et de rajouter les chiffres sur cette base, tout étant imprimé en utilisant une imprimante 3D, ensuite de créer / proposer des opérations de multiplication auxquelles les apprenants devront répondre en combinant les bonnes chiffres et en les emboitant sur la base principale. Pour l'exercice "kit constructif" du cours SticIV j'ai décidé de construire la table de multiplication qui utilisera les chiffres et les opérateurs sous forme de légo et seront imprimés à l'aide d'un imprimant 3D. Il s'agit de faire apprendre aux élèves d'une manière ludique les nombre, les opérateurs, les opérations de multiplication( possibilité d'utiliser pour apprendre également l'addition et la soustraction). Cette page comprend des informations sur l'objectif de ce kit, la description du projet, les réflexions avant sa réalisation, la démarche suivie afin de réaliser le kit et finalement quelques informations concernant l'impression des éléments.

- Objectif

L'idée principale était de créer une kit ou un ensemble des objets/éléments LEGO, permettant aux apprenants de résoudre des exercices de multiplication tout en s'amusant.



Ce kit pourrait être intégré dans un cours de mathématique afin de faciliter l'enseignement des nombre, des opérations et plus précisément de faciliter l'apprentissage de la table de multiplication par le jeu.

- Description

Pour la réalisation de ce projet, j'ai utilisé le programme OPENSCAD, programme étudié lors de cours STIC 4. Le même programme a été utilisé pour créer les objets de la première partie du cours, les legos pour le "Village des savants". Ce fut une première familiarisation avec ce type de programme, qui a été repris dans la deuxième partie du cours et plus précisément pour réaliser les éléments légo pour le kit de multiplication. Le kit est composé de 40 pièces: trois fois les chiffres de 0 à 9 ainsi que des opérateurs de multiplication et le égal.

- Public Cible

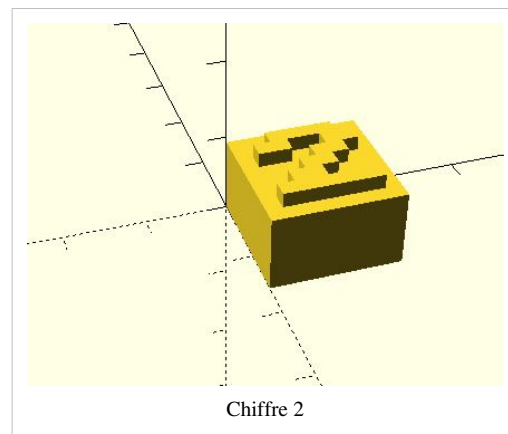
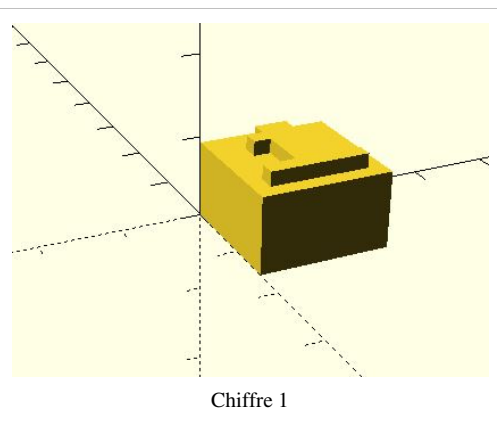
Le public cible sont les élèves de l'école primaire. Plus précisément les élèves des 7-9 ans l'âge à laquelle ils commencent l'étude des opérations plus compliquées lors de leurs cours de mathématiques.

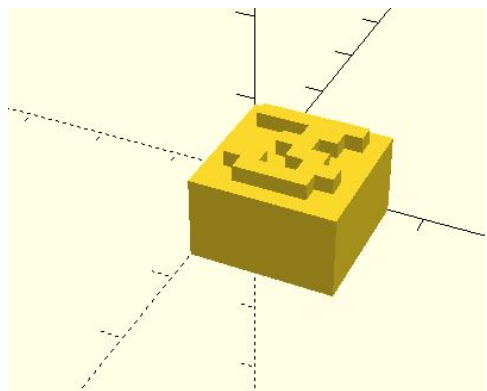
## Réalisation du kit "Table de multiplication"

J'ai utilisé la librairie DabloFactory ainsi que le logiciel OpenSCAD pour créer les différentes parties du kit. Pour la réalisation du projet, j'ai commencé à me familiariser avec la bibliothèque DabloFactory et explorer les exemples présentés dans cette bibliothèque. Ayant trouvé un élément intéressant pour commencer la réalisation de mon projet, je me suis rendu compte que l'élément en question était un DUBLO et pas un LUGO. J'ai donc modifié le code à ma manière, pour obtenir un élément qui représente un légo. En rajoutant la bibliothèque de texte, j'ai pu facilement présenter les chiffres et les opérateurs dans mon code OPENSCAD et sur la base légo.

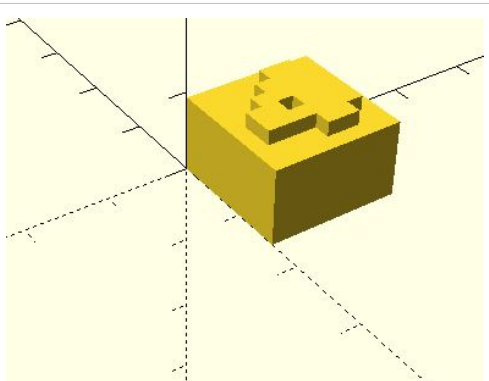
Les éléments se sont imprimés très bien, pour une meilleure compréhension et lisibilité, j'ai décidé de suivre le conseil d'utiliser un plastique d'une couleur différente pour les opérateurs. J'ai également décidé d'agrandir les possibilités de l'utilisation de ce kit, en imprimant des opérateurs comme l'addition et la soustraction.

## Prototypage

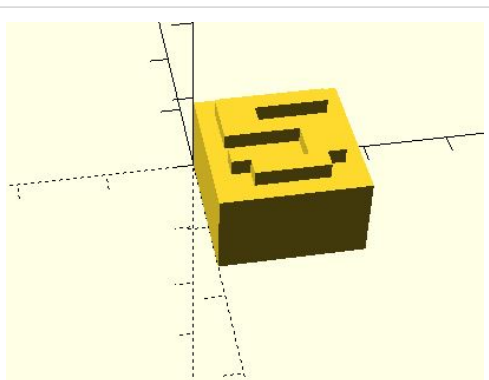




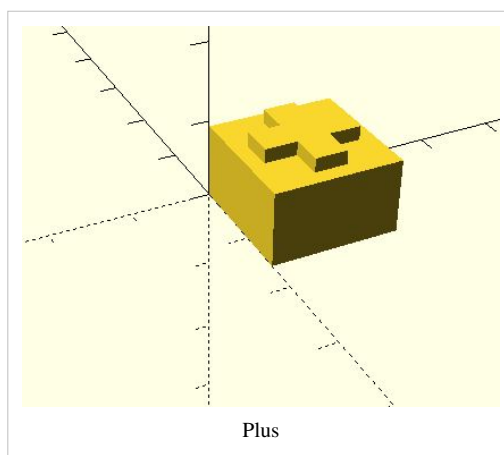
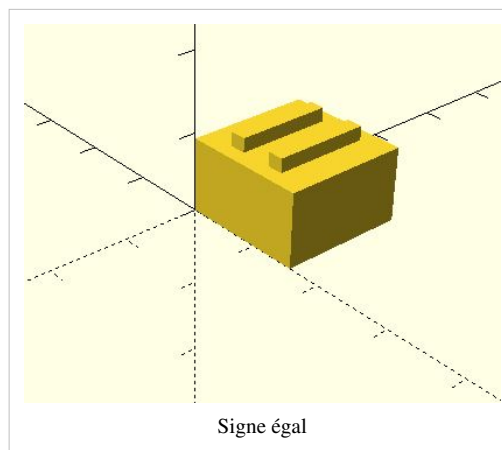
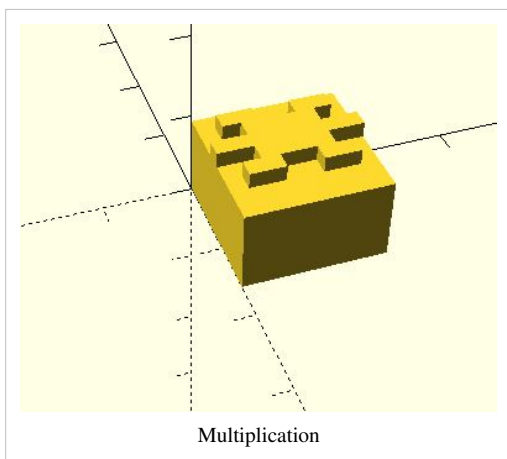
Chiffre 3



Chiffre 4



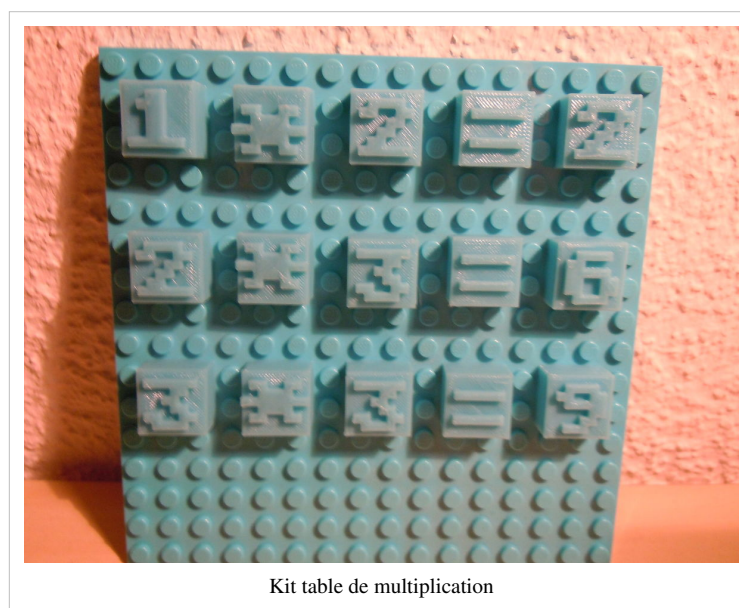
Chiffre 5



## Résultats de l'impression

### Test d'utilisabilité

Le kit de multiplication, sa version initiale a été testé la première fois le 28 décembre, avec une élève de 8 ans de l'école primaire française. Elle a été très intéressé par cette manière de résoudre des opérations de multiplication et a trouvé vite le résultat de ces opérations. Le deuxième test a été réalisé avec la même personne, le 28 janvier, mais cette fois j'ai proposé d'autres opérations que des multiplications à résoudre, comme présenté dans la deuxième image. La fille a beaucoup aimé cette activité, surtout parce que j'ai rajouté plus de couleurs, pour les opérateurs et les chiffres décimales. J'ai promis



de lui refaire le même

kit à l'occasion, pour qu'elle puisse le présenter à l'école et jouer avec ces camarades.

## Sources

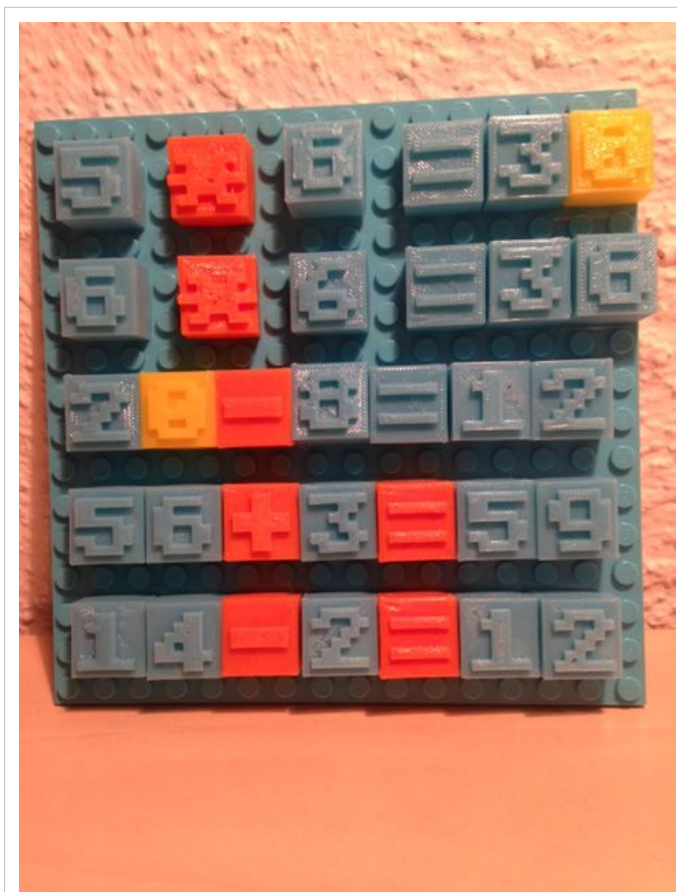
Imprimante 3D Felix 2.0 Tuto [[1]]

Zuckerman, Oren (2006, in preparation), Historical Overview and Classification of Traditional and Digital Learning Objects MIT Media Laboratory, 20 Ames Street, Cambridge, MA 02139. [[2]]

Tutoriel Netfabb [[3]]

Tutoriel 3Dprinters in education [[4]]

Tutoriel Digital design and fabrication in education [[5]]



Kit table de multiplication

## Références

- [1] [http://edutechwiki.unige.ch/fr/Configuration\\_imprimante\\_3D\\_Felix\\_2.0](http://edutechwiki.unige.ch/fr/Configuration_imprimante_3D_Felix_2.0)
- [2] <https://llk.media.mit.edu/courses/readings/classification-learning-objects.pdf>
- [3] <http://www.netfabb.com/helpcenter.php>
- [4] [http://edutechwiki.unige.ch/en/3D\\_printers\\_in\\_education](http://edutechwiki.unige.ch/en/3D_printers_in_education)
- [5] [http://edutechwiki.unige.ch/en/Digital\\_design\\_and\\_fabrication\\_in\\_education](http://edutechwiki.unige.ch/en/Digital_design_and_fabrication_in_education)

# STIC:STIC IV (2015)/Le Jeu DD

---

## Introduction

Participants: Borgognon Nathalie, Le Coultre Régis, Perrier Stéphanie - VOLT

Working title du projet: Le jeu DD

L'objectif du jeu est de modéliser l'interaction entre un vendeur en télécommunication et un client pour permettre au vendeur de prendre du recul par rapport à son activité et discuter de la validité de son analyse des besoins client. Pour ce faire, le vendeur doit reconstruire un dé. Le dé est fragmenté en plusieurs pièces qui sont à gagner en fonction d'une analyse correcte des besoins du client. Ce jeu est une aide pédagogique afin de mettre en pratique les techniques d'analyse des besoins appris en formation présentielle mise à disposition par l'opérateur de télécommunication. Ce jeu est prévu pour quatre personnes. La boîte comprend deux sabliers et plusieurs dés.

## Principe

Le jeu se déroule en deux phases. Une personne joue le rôle du vendeur, un autre le rôle du client et deux autres personnes jouent le rôle d'observateurs (arbitres), un du côté client et un du côté vendeur. Durant la première phase, le vendeur tente de bien cerner les besoins de son client en lui posant des questions ciblées issues des techniques à la vente acquise durant le cours présentiel. Au terme de cette première interaction, qui est limitée dans le temps à trois minutes (fin du premier sablier), le vendeur s'octroie une pièce de base de son choix (base du dé à compléter). La deuxième partie commence directement à la suite avec la présentation par le vendeur de la solution qu'il propose à l'aide des pièces de dé représentant les différents produits (qu'il peut emboîter sur la base grâce à des connecteurs). L'interaction se termine à la fin du 2ème sablier (5min au total).

Si l'identification des besoins est approuvée par les observateurs et que les pièces proposées par le vendeur permettent de compléter correctement le dé (les connecteurs correspondent), le joueur qui a pris le rôle du vendeur peut conserver le dés en question. Le jeu continue en décalant les rôles d'un cran dans le sens des aiguilles d'une montre. Le jeu s'arrête quant chaque joueur à pu s'essayer trois fois à la vente (total 60min).

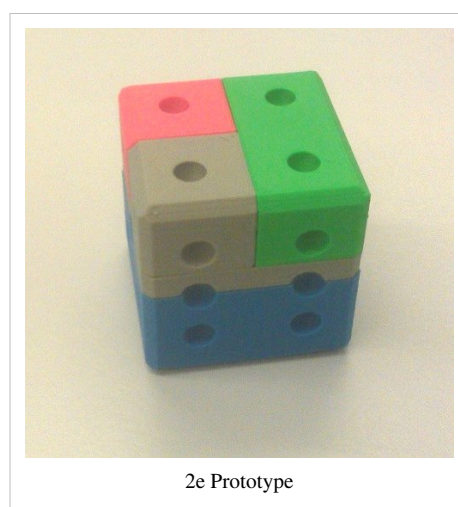
Les dés ainsi reconstitués seront utilisés pour d'autres jeux pédagogiques durant la formation présentielle. Chaque participant peut théoriquement se construire un maximum de trois dés.

## Public cible

Vendeur en télécommunication ayant acquis les techniques d'analyse des besoins client.

## Description des objets

Le portfolio de l'opérateur en télécommunication se compose de 5 produits, de manière similaire, le kit de jeu se compose donc de 5 dés différents selon les produits répertoriés dans le tableau ci-dessous :



2e Prototype

Type de pac	Vivo XL	Vivo L	Vivo M	Vivo S	Vivo XS
Internet	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible
TV	Plus	Plus	Plus	Basic	Basic
	Light	Light	Light	Light	Light
Telephone fixe	oui	oui	oui	oui	oui
	non	non	non	non	non
Téléphone mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile

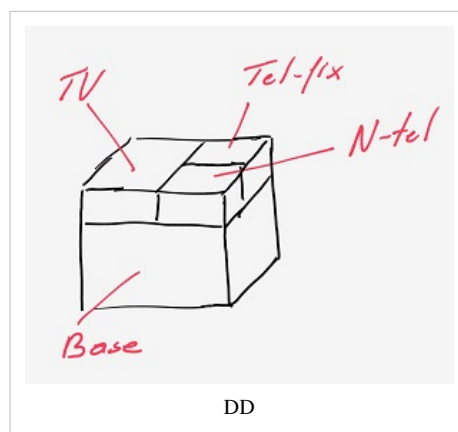
Un dé se compose des éléments suivant :

- Pièce internet
- Pièce téléphone fixe
- Pièce TV
- Pièce téléphone mobile

La base du dé représente la vitesse internet de l'abonnement. Le client ayant le choix entre prendre le téléphone fixe ou non, une pièce de couleur indique un choix positif, une pièce noire un choix négatif. Ces pièces sont emboîtables sur la base. Au niveau de la partie TV, le client peut choisir entre l'option Plus, light ou basic. Ce qui donne également 3 pièces différentes également emboîtables sur la base. Pour le téléphone mobile, une seule pièce est disponible.

Une contrainte inter-objet est présente car il 'est pas possible pour le client de choisir un abonnement TV Basic avec une vitesse internet disponible sur les pacs XL à M. La gestion de cette contrainte se fait au niveau des connecteurs.

En tout le kit contient 35 objets.



## Description technique du kit

Les dés étant des dés standard traditionnel, chacune de leur faces contiennent donc un certain nombre de point (de 1 à 6). La structure est identique pour chacun des 5 dés. Elle est composée de quatre éléments différents qui s'assemblent entre eux à l'aide de connecteur. Ces quatre éléments ont des dimensions et des couleurs définies. La base constitue le premier élément. C'est le plus gros, il mesure environ 3 x 3 x 2cm. Il en existe cinq variantes différentes. C'est le côté bi-couleur qui les différencie. Le deuxième élément TV mesure environ 3 x 1.5 x 1cm. Il y en a trois différents, c'est les connecteurs qui les différencient. Le troisième élément Tel-fix mesure environ 1.5 x 1.5 x 1cm. C'est les couleurs qui les différencient. Le quatrième élément N-tel mesure environ 1.5 x 1.5 x 1.5cm. Il n'y en a qu'un modèle. En résumé, il faut 11 pièces différentes pour pouvoir composer les 5 dés du jeu. Pour pouvoir effectuer toutes les variantes, il faut en totalité : 35 pièces !

## Prototypage

Pour pouvoir faire une distinction entre les dés (car ceux-ci doivent représenter des produits différents), nous avons opté pour une différenciation au niveau de la pièce de base. La problématique est double, il faut maintenir une taille de dé standard pour les 5 dés et garantir l'impression (en négatif) des points sur chacune des surfaces des dés, quelque soit la combinaison des différentes pièces. Nous avons esquissé plusieurs solutions; passant de l'allongement des connecteurs de type "colonnes" à l'ajout d'une pièce intermédiaire (jugé peu pédagogique) etc. Finalement, nous avons décidé de tenter de résoudre cette problématique en concevant la pièce de base en bicolore, une partie en

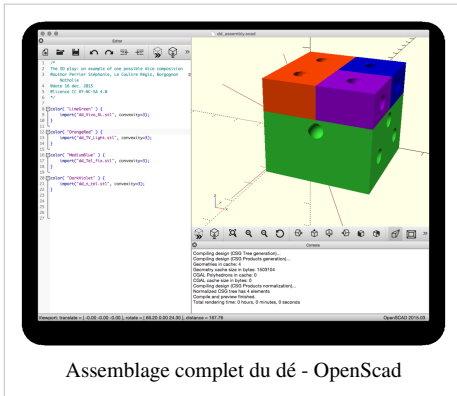
plastique de couleur et l'autre en plastique transparent.

La partie en couleur aura une épaisseur différente en fonction de l'abonnement choisi, XL ayant la plus grande épaisseur et XS la plus petite. La partie en plastique transparent complète la pièce de base jusqu'à sa hauteur maximale.

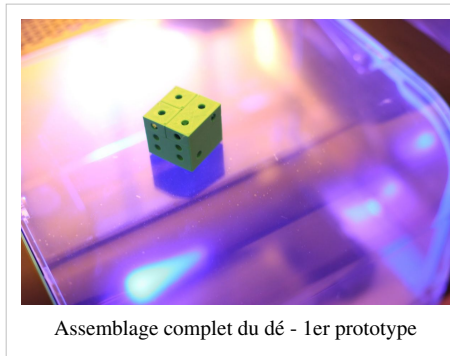
Notre imprimante ne possédant qu'un seul extrudeur, le challenge sera, lors de l'impression, d'arrêter l'impression, changer la couleur du plastique et faire repartir l'impression.

## Impression

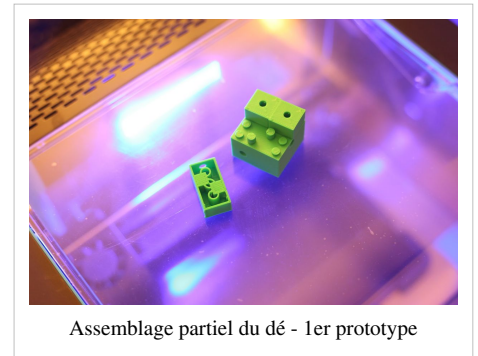
Fichiers SCAD & STL <sup>[1]</sup> - 1er prototype



Assemblage complet du dé - OpenScad



Assemblage complet du dé - 1er prototype



Assemblage partiel du dé - 1er prototype

## Résultats

### Retour sur l'impression

#### Conclusions du 1er prototype

Un premier prototype de principe a été réalisé d'une seule couleur (verte), afin de valider le principe de détrompeur ainsi que la géométrie générale.

Si le principe de détrompeur <sup>[2]</sup> a apporté satisfaction, la géométrie générale a dû subir quelques modifications. Comme par exemple, le recentrage des trous par rapport aux faces. En effet, ceux-ci n'étaient pas centrés lorsque le dé était assemblé complètement, comme en atteste l'image de l'assemblage ci-dessus sous OpenScad. De plus, dans un soucis d'esthétisme et de confort, nous avons ajouté des chanfreins sur les arêtes du dé monté.

Enfin, dans cette phase de prototypage, nous avons constaté que les trous borgnes crevaient dans la face si nous mettions la profondeur requise. C'est pourquoi nous avons refait la conception tout en contournant les problèmes de manipulation de librairie pour pouvoir donner plus de matière à la paroi et ainsi éviter que les trous ne deviennent traversant.

### Nouvelle conception & veille technologique

A l'issue de cette deuxième phase de conception, nous avons voulu imprimer les pièces, mais cette fois en intégrant le principe bi-matière dans les pièces de base. Après une veille technologique, nous sommes arrivés à la constatation suivante :

No	Technologie	Rendu	Difficulté	Remarques	Machine	Etat
1	Double tête	De très bon à excellent	Facile	Hormis la gestion du firmware (pas toujours maîtrisé sur Ultimaker).	Ultimaker / Robox	Disponible / Indisponible
2	Impression Stop & Go	De bon à très bon	Compliqué	Le changement de filament en cours de fabrication peut engendrer des dégâts sur la pièce en cours. De plus, suivant les machines, la purge utilise tout le plateau lors du changement de filament.	Ultimaker / Robox	Disponible / Indisponible (pas trivial)
3	Impression en 2 parties + collage	De mauvais à bon	Compliqué	Les problèmes de retrait de la matière (dimensions différentes entre les pièces à coller) et la maîtrise du collage (ni trop ni trop peu) en font une technique peu intéressante.	Ultimaker / Robox	Disponible / Disponible

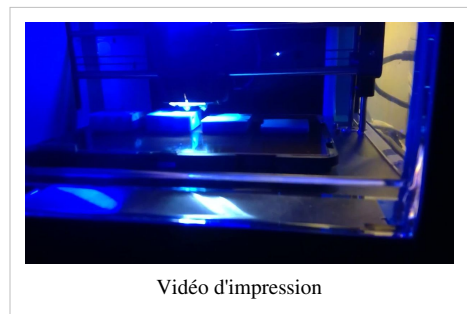
### Réalisation du 2e prototype

Fichiers SCAD & STL <sup>[3]</sup> - 2e prototype

A la constatation du tableau de la précédente veille technologique, nous avons d'abord opté pour une impression en double tête. Cependant la technologie à disposition à ce moment-là, ne permettait pas d'utiliser une telle machine, ce qui aurait été le plus simple. En effet, la seule machine montée en double tête au FabLab de Neuchâtel ne fonctionnait plus.

C'est pourquoi, nous nous sommes rabattus sur la solution numéro 2. Vu la simplicité apparente de mise en oeuvre, nous avons tout naturellement choisi de travailler sur l'ultimaker du FabLab de Neuchâtel. Or, après un réglage fastidieux pour ajuster parfaitement le démarrage de l'impression avec le système d'auto-levelling de la machine (système rajouté à la machine par un membre du fablab), nous avons dû constater qu'il ne serait pas possible d'utiliser ces machines, car le principe n'est pas parfaitement intégré avec la machine.

Enfin, il ne nous restait plus que la solution numéro 3. Moins bon qualitativement, cette solution a au moins le mérite d'être réalisable sur n'importe quelle machine. Du coup, nous avons imprimé sur la même machine que le 1er prototype: Robox. La seule condition est de slicer la pièce en deux parties tel que proposé sur instructables [4]. En réutilisant le même procédé, nous avons obtenu deux parties de pièces distinctes que nous avons alors collé à l'aide d'une colle à l'epoxy bi-composants.



Vidéo d'impression

### Usability Testing

#### Mise en place du "jeu de rôle"

Le test utilisateur rapporté ci-dessous concerne la version beta du jeu pédagogique 3D appelé le jeu DD, jeu réalisé dans le cadre du module STIC-IV 2015-2016. La totalité des différentes pièces élaborées dans le cadre de ce projet étaient à disposition, mais dans une qualité "première impression" et dans différentes couleurs, suivant les plastiques à disposition. Il est aussi à noter que nous avons imprimé qu'un exemplaire de chacune des pièces, mais que l'ensemble du kit requiert une redondance de plusieurs pièces, pour pouvoir disposer de toutes les options théoriques du jeu. Nous n'avions pas non plus pour ce test eu de sablier pour mesurer le temps, accessoire aussi prévu dans le



kit. Le test a été réalisé le lundi 25 janvier 2016 à Bern, dans les locaux même de la société Swisscom.

Le rôle de chacune des personnes présentes a été défini suivant ces trois catégories:

- Les utilisateurs: Réalisent les tâches que l'interviewer demande de faire, en verbalisant ses intentions, ses actions et les problèmes rencontrés.
- L'interviewer: Donne aux utilisateurs la consigne des tâches qu'ils doivent réaliser et les incite à verbaliser. N'indique pas la solution, mais réoriente et canalise les utilisateurs en cas d'errance prolongée.
- L'observateur: l'observateur note tous les problèmes, hésitations, remarques des utilisateurs.

Pour nous aider dans notre prise de note et pour pouvoir revenir sur des éléments précis, nous avons, avec l'accord de l'entier des participants, procédé à un enregistrement audio de l'ensemble des différents échanges de la séance. Préalablement à cette séance, nous avons aussi fait parvenir à chacun des participants les consignes retranscrites ci-dessous. Cela manière à gagner du temps en séance et permettre aux utilisateurs de se faire une première idée de ce à quoi il allait être confronté. Ces consignes étaient également à disposition lors de la séance.

La majorité des participants étant de langue maternelle suisse allemande, le test utilisateur s'est déroulé en allemand afin de permettre aux testeurs de pouvoir exprimer leur pensée sans restriction due à une barrière de langue. A l'issue du test, nous avons laissé les dés à disposition des utilisateurs. Ceci pour permettre encore à certain de revenir sur le sujet lors de la prochaine pause café. (voir s'il y a des réactions, idées qui viennent par la suite).

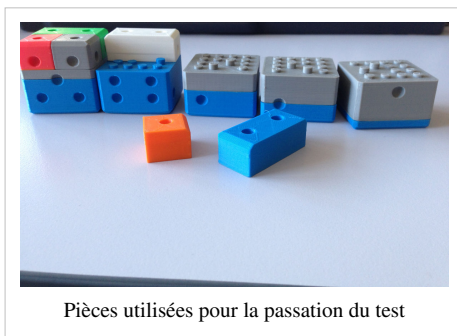
### Consigne

#### Objectif du jeu

L'objectif du jeu est de modéliser l'interaction entre un vendeur en télécommunication et un client pour permettre au vendeur de prendre du recul par rapport à son activité et discuter de la validité de son analyse des besoins client. Pour ce faire, le vendeur a pour objectif de reconstruire un dé. Le dé est fragmenté en plusieurs pièces qu'il peut gagner en fonction de la justesse de son analyse des besoins du client. Ce jeu est une aide pédagogique afin de mettre en pratique les techniques d'analyse des besoins appris en formation présentielle. Ce jeu est prévu pour quatre personnes.

#### Présentation du matériel

Le dé est composé d'une pièce de base, représentant le type de pac Internet sur lequel vient se greffer les différentes options possibles. L'importance du débit d'accès à l'Internet est représentée par la hauteur de la partie bleu de la base du dé. Une petite pièce par option (Tv, Tel. fix, Mobile) a été réalisée pour constituer les parties manquantes du dé. Ces petites pièces ont chacune une couleur distincte et se clippent sur la base du dé. La pièce grise permet de construire le dé dans le cas où le client ne souhaite pas le téléphone fixe, la Tv ou le mobile.



Pièces utilisées pour la passation du test



Pièces utilisées pour la passation du test

## Déroulement du jeu

Le jeu se déroule en deux phases. Une personne joue le rôle du vendeur, un autre le rôle du client et deux autres personnes jouent le rôle d'observateurs (arbitres), un du côté client et un du côté vendeur. Durant la première

Type de pac	Vivo XL	Vivo L	Vivo M	Vivo S	Vivo XS
Internet	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible	Vitesse max disponible
TV	Plus	Plus	Plus	Basic	Basic
	Light	Light	Light	Light	Light
Telephone fixe	oui	oui	oui	oui	oui
	non	non	non	non	non
Téléphone mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile	Portfolio Mobile

Tableau représentatif des couleurs attribuées aux pièces

phase, le vendeur tente de bien cerner les besoins de son client en lui posant des questions ciblées issues des techniques à la vente acquise durant le cours présentiel. Au terme de cette première interaction, qui est limitée dans le temps à trois minutes (fin du premier sablier), le vendeur s'octroie une pièce de base de son choix (base du dé à compléter). La deuxième partie commence directement à la suite avec la présentation par le vendeur de la solution qu'il propose à l'aide des pièces de dé représentant les différents produits (qu'il peut emboîter sur la base grâce à des connecteurs). L'interaction se termine à la fin du 2ème sablier (5min au total). Si l'identification des besoins est approuvée par les observateurs et que les pièces proposées par le vendeur permettent de compléter correctement le dé (les connecteurs correspondent), le joueur qui a pris le rôle du vendeur peut conserver le dés en question. Le jeu continue en décalant les rôles d'un cran dans le sens des aiguilles d'une montre. Le jeu s'arrête quant chaque joueur à pu s'essayer trois fois à la vente (total 60min). Les dés ainsi reconstitués seront utilisés pour d'autre jeu pédagogique durant la formation présentielle. Chaque participant peut théoriquement se construire un maximum de trois dés.

## Réalisation du test

### Public cible

La passation du test à été réalisée avec 7 personnes. Ces personnes sont issues du team responsable de la formation des collaborateurs des Swisscom Shop. Ces personnes, trois femmes et quatre hommes, sont âgé de 18 et 45 ans, ce qui représente bien la tranche d'âge du personnel que l'on retrouve aux guichets des shops. Leur niveau de compétences et d'expériences sont assez variés : Un médiamaticien en dernière année d'apprentissage, deux collaborateurs responsables de la partie "Info Management" avec des formations dans le domaine de la communication et du marketing, ainsi que trois personnes responsable de la conception des formations, certifié FSEA et ayant de bonnes connaissances informatique. L'ensemble de ces sept personnes qui ont participé au test n'ont pas une fonction dirigeante dans l'entreprise.

La formation présentielle actuellement dispensé aux vendeurs se veut interactive et ludique. Elle a pour objectif pédagogique principal de former les vendeurs à l'analyse des besoins du client par une technique de questionnaire ciblée. Le jeu DD a pour objectif de soutenir cet objectif pédagogique, d'une part, ainsi que d'apporter l'aspect ludique recherché. Nous avons tenu de faire passer ce test à des concepteurs de formations, pour deux raisons. Premièrement pour que l'on puisse bénéficier de leur regard critique de formateur sur notre jeu et deuxièmement pour qu'ils puissent réaliser concrètement qu'il existe des possibilités d'enrichir leur propres dispositifs de formation, quand ils élaboreront de nouvelles formation. Pratiquement, nous aurions encore souhaiter avoir une intervention directement durant une session de formation, ce qui aurait complété notre test. Malheureusement, cela n'était pas possible à organiser durant le mois de janvier, ceci pour des raisons institutionnelles indépendantes de notre volontés. Nous allons néanmoins rester en contact avec ce groupe de responsables de formation, pour voir si une possibilité s'ouvre à nous plus tard durant le printemps.

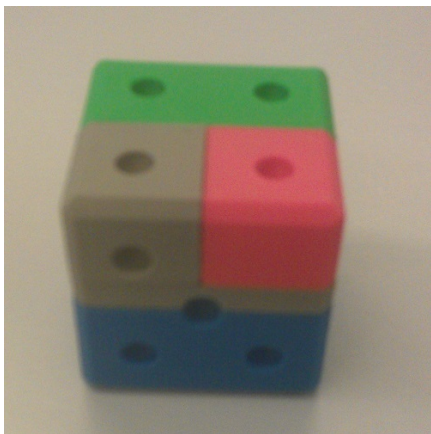
### Impression générale

Globalement, il y a eu une très bonne acceptation de l'idée de ce jeu pédagogique par les participants. Personne n'a réagit en disant que les formations actuelles étaient suffisantes comme cela et que tout ajout était inutile. Le côté ludique que cela apportait dans une formation à aussi été spontanément relevé. Ces différents petits points démontrent une très bonne réceptivité des testeurs à l'idée et au produit. Cela mérite d'être d'autant plus mentionné que nous ne répondions pas à un mandat, mais que c'est une proposition spontanée de notre part. Les formateurs en question auraient pu se sentir jugés ou du moins être mitigé que l'on vienne un peu "par la force" sur leur terrain.

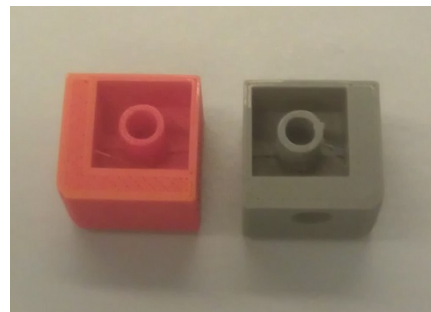
### Identification des problèmes

Quatre problématiques distinctes ont été identifiées, nous les avons numérotés par la suite, pour éviter les répétitions:

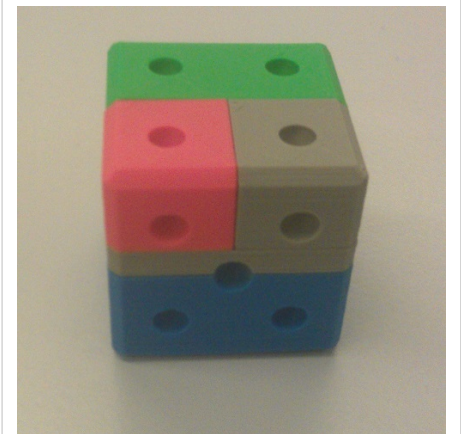
1. Le vendeur dit qu'il peine à se souvenir précisément quelles pièces correspondent à quels produits. Il cherche et retourne les différentes pièces dans tous les sens pour voir s'il n'y a pas une inscription ou du texte pour se repérer.
2. Le vendeur demande quel est la signification particulière de la couleur grise, car celle-ci est utilisée sur deux pièces différentes : Une fois pour la partie supérieure de la grosse pièce formant la base et une deuxième fois pour la pièce signifiant l'absence d'abonnement de téléphonie fixe par exemple. La même problématique est relevée pour l'usage de la couleur bleu.
3. Le vendeur cherche sans succès à emboîter une petite pièce carrée sur la base, en voulant faire correspondre la partie centrale du dessous d'un lego (cylindre) avec l'un des connecteurs qui est "plus haut que d'habitude". Il fait aussi une remarque à propos des dessous des différentes pièces à emboîter sont "bizarres".
4. Une problématique d'interversion possible entre des pièces similaires entraîne au mauvaise construction du dé en termes de nombre de points sur les différentes faces, ceci sans pour autant que cela soit une combinaison erronée au niveau du pack. Ceci n'est pas relevé par le vendeur, mais constaté par nous même (cf. illustration)



Dé mal monté



Pièces vue de dessous



dé correcte

### **Gravité**

1. Inconfort du vendeur qui trouve difficile de se concentrer sur sa technique de vente tout en étant obligé de retenir la signification des différentes pièces. Cette problématique peut être d'autant plus vive que la personne qui joue le rôle du vendeur est quelqu'un de relativement peu rôdé à la vente.
2. Incompréhensions avec possible déconcentration du vendeur, sans gravité particulière puisque la taille et la forme des pièces ne prête pas à confusion, et ceci dans les deux cas d'utilisation.
3. Perte de temps durant les essais qui seront non concluants, l'utilisateur essayant de réaliser une manoeuvre qui n'est pas prévue dans la conception. Cela risque hacher le jeu et de couper sa dynamique.
4. Pas perturbant pour le déroulement de la vente, mis à part si le vendeur vérifie directement la concordance de points inscrits sur les différentes faces du dé.

### **Diagnostic**

1. Besoin d'un meilleur support pour que le jeu puisse mieux s'intégrer dans l'environnement habituelle du vendeur et ne pas être vu comme artificiel, comme un artefact qui rend le jeu décalé par rapport à la pratique réelle.
2. Besoin d'une personnalisation sans équivoque des différentes pièces du jeu. Pas seulement la forme, mais aussi la couleur doit être distincte.
3. Lien avec la technique Légo pas assez évidente pour l'utilisateur. Ce dernier ne s'est pas suffisamment approprié le contexte de cette utilisation avec des connecteurs particuliers pas toujours identiques.
4. La modularité des connecteurs a été étudiée avec un point de vue possibilités et impossibilités de vente. L'usage de pièces carrée (type 4points) double les possibilités positionnement.

### **Proposition de remédiation**

1. Deux actions - Générer en plus d'une fiche explicative par rapport au jeu, un support visuel qui fait les liens entre les différentes couleurs et les différents produits. Ce support visuel pourrait être placé sur un flipsharp derrière le client potentiel, de manière à ce que le vendeur puisse facilement s'y référer tout en conservant un contact visuel avec le client. - Imprimer les différentes pièces avec chaque fois une couleur bien distincte. Pour cette première problématique, nous ne pensons pas qu'une identification à l'aide de textes sur les pièces soit très pertinente, car elle rendrait le jeu peu flexible en cas d'évolution des noms et des appellations des différents produits.
2. Avoir recours à un nombre plus important de couleur pour l'impression. Ceci pour éviter de devoir utiliser deux fois la même couleur. Cette option était déjà prévue, mais n'a pas été mise en oeuvre lors de cette impression beta.
3. Donner au vendeur un petit moment avant de commencer le jeu de manière à ce qu'il puisse s'approprier le concept et se rendre compte des différentes combinaisons possibles.
4. Réfléchir à l'élaboration de connecteurs latéraux pour "forcer" l'utilisateur à des positionnements uniques de ces pièces. Cette augmentation de la complexité de la manipulation comporte le risque de rendre le jeu moins fluide. On pourrait aussi laisser cela comme à présent et donner aux observateurs le rôle d'inverser les pièces au besoin, car cela n'a pas d'impact sur le pack de vente.

### **Remarque et conclusion**

Dans l'ensemble il faudrait mieux préciser le contexte de ce jeu : construction, dynamique lego, etc. Lors de ce teste, on a eu le désavantage de ne pas pouvoir disposer de l'ensemble du kit, ce que fait que les testeurs ont du essayer de se représenter à quoi cela pouvait bien ressembler ces cinq dés. Pouvoir présenter deux ou trois dés déjà monté donnerai certainement plus de sens.

De toute manière, il est nécessaire de réaliser une notice d'emploi du jeu à mettre dans la boîte.

Nous avons réfléchi au fait d'avoir une pièce qui rend compte d'un "non-service". Et nous sommes convaincu que c'est problématique dans une dynamique de vente (rôle de la pièce grise dans le cas d'un non-abonnement fixe). On pourrait modifier le rôle des observateurs du jeu. Ces derniers seraient au terme de la vente sollicité pour deux

choses :

- Compléter le dé avec les lego “non-produit”, histoire que le vendeur puisse à terme bénéficier d’un dé complet. Pratiquement, cela reviendrait à donner le stock de “pièces grises” aux observateurs. Pédagogiquement, c’est intéressant, car cela permet d’ouvrir une discussion avec le vendeur qui n’a pas “tout” vendu à son client. En effet, le vendeur reste sur un cube pas totalement complet. A voir si cela risque de le pousser à compléter son dé au détriment du client ? Il nous semble que cela donne une bonne base pour discuter de l’équilibre entre la satisfaction des besoins du client et le fait de vouloir “re-fourger” le maximum de “truc”.
- Vérifier les différentes faces du dé pour corriger d’éventuels interversions entre des pièces (4trous).

## Autocritique

Ce test utilisateur a été très instructif pour chacun de nous. Nous n’aurions pas pensé que cela permettrait de faire ressortir autant d’élément. Idéalement, il faudrait avoir le temps de poursuivre en effectuant les différentes remédiations et réaliser un deuxième test pour pouvoir ensuite présenter un concept un peu plus solide aux responsables de la formation chez Swiscom. Ceci notamment, comme mentionnée ci-dessus, après avoir aussi réalisé un test grandeur nature avec des apprenants. Ce module nous a permis de nous rendre compte de la complexité du processus associant développement d’objet et objectifs pédagogiques, mais aussi d’entrevoir toute la richesse de ce type de dispositif de formation.

## Procédure d'impression

Fichiers SCAD & STL <sup>[3]</sup>

- **Méthode d'impression 3D:** FDM (Fuse Deposition Modeling : modelage par dépôt de matière en fusion)
- **Type de matière:** ABS
- **Marque d'imprimante:** CEL
- **Modèle d'imprimante:** Robox®
- **Hauteur des couches:** 0.2 mm (200 microns)
- **Densité de remplissage:** 10%
- **Motif de remplissage:** ligne
- **Nombre de périmètres:** 2
- **Température de la tête d'impression:** 235 °C
- **Vitesse d'impression:** 30 mm/s
- **Type de surface du lit d'impression:** Robox® ThermoSurface
- **Structures d'accroche au plateau d'impression:** Aucune
- **Température du lit d'impression:** 115 °C
- **Structure de support:** Non
- **Post-traitement:** Collage des pièces Vivo de base - éléments dont les fichiers sont nommé dd\_Vivo\_[+]\_bottom.[stllscad] et dd\_Vivo\_[+]\_top.[stllscad]

## Liens

- Consigne [5]
- Résumé [6]

## Références

- [1] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/borgona0/stic-4/mdl2/>
- [2] <https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9trompeur>
- [3] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/borgona0/stic-4/mdl3/>
- [4] <http://www.instructables.com/id/How-to-3D-Print-multicolored-obejts/>
- [5] [http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/LMRI41/projet\\_phase4.html#Consigne1](http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/LMRI41/projet_phase4.html#Consigne1)
- [6] [http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC\\_IV\\_\(2015\)/Module\\_2#Stephanie.2C\\_R.C3.A9gis\\_.26\\_Nathalie\\_-\\_VOLT1](http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC_IV_(2015)/Module_2#Stephanie.2C_R.C3.A9gis_.26_Nathalie_-_VOLT1)

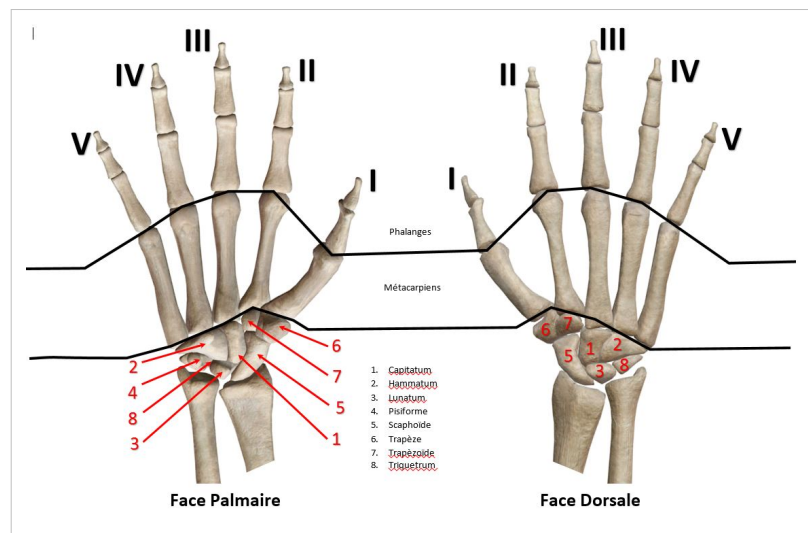
# STIC:STIC IV (2015)/Les os de la main

## Introduction

Participant.e.s: Kim Schmidt & Alexandra Theubet - VOLT

Working title du projet: Les os de la main

Nous avons décidé d'axer notre kit pédagogique sur une réflexion de l'anatomie humaine. En effet, nous sommes toutes les deux issues du milieu médical (respectivement Nutrition et diététique (N&D) et technique en radiologie médicale (TRM)). Nous avons choisi l'exemple de la main humaine, dont l'anatomie est apprise par les étudiants HES dès leur année de module complémentaire (année propédeutique).



## Principe

Le kit pédagogique est composé de 27 pièces (9 carpe, 5 métacarpe et 14 phalanges). Le but de ce type de kit est de:

- Permettre aux utilisateurs de manipuler les os de la main (et par voie de conséquence se rendre compte des dimensions proportionnées, des articulations possibles ainsi que de la forme réelle des os)
- Permettre aux utilisateurs, grâce à un système qu'il nous faut encore mettre en place, de recréer la main ainsi que les articulations qui la composent (ce qui leur permet de se représenter les os, leurs emplacements et leurs articulations)
- Permettre aux étudiants de manipuler les os de la main, comme ils pourraient le faire avec les os du crâne, dont il existe un grand nombre de modélisations sur le marché.

## Idée de base

De part leur cursus, les étudiants TRM apprennent, avec précision l'anatomie de la main (os, tendons, muscles et autres structures). Cet apprentissage se fait très tôt dans leur cursus, ceci à cause de l'incidence de réalisation de l'imagerie de la main dans la vie sur le terrain. En effet, après les examens du thorax, le membre supérieur est la zone qui est le plus réalisée en radiodiagnostic. Ainsi les étudiants, et les professionnels de l'imagerie médicale se doivent d'avoir des bases très solides en matière d'anatomie.

## Public cible

Comme mentionné auparavant, le public cible peut être spécifique au monde médical (professionnels ou étudiants) ou non.

- Professionnel de la santé : ce kit pédagogique pourrait leur permettre de reprendre les aspects complexes des os de la main (articulations, facettes, sens,...). De plus pour des professionnels qui auraient un pied dans l'enseignement, ce kit pourrait être utilisé comme support pédagogique à l'enseignement de l'anatomie et/ou de l'imagerie radiologique de la main.
- Étudiants en profession de la santé: ce kit pourrait permettre à des étudiants de la santé d'accroître leurs connaissances en anatomie de la main. En effet, le fait d'utiliser ce type de support, en plus des traditionnels supports, pourrait leur permettre de mieux assimiler cette anatomie très spécifique.
- Public a-spécifique : nous risquons le pari que ce puzzle composé de pièces anatomiques aux proportions réelles puisse intéresser un public hors des professions médicales, pour le jeu ainsi que pour le challenge que ce type d'outil propose.

## Réalisation

### Mise en place

Pour pouvoir mettre en place un tel dispositif, il nous fallait tout d'abord une imagerie tomodensitométrique d'une main, qui ne présenterait pas d'altération majeure. Ce que nous avons en notre possession. Une fois les images complètement anonymisées, nous avons pu commencer le traitement des images.

Dans un premier temps nous avons essayé d'exporter les structures osseuses directement depuis le Client (la dénomination de Client correspond à un logiciel appartenant à une grande marque d'outils radiologiques.), ce dernier comportant une fonction d'export de données en .stl. Mais cet essai a été infructueux. Il ne nous a pas été possible d'isoler les structures osseuses. Ainsi, après l'export, nous avons obtenu un espère ce rendu volumique comportant des bouts d'os, des structures musculaires et des artefacts. Ces données n'étaient, en l'état pas du tout exploitables et leur post-traitement aurait été bien trop chronophage, ainsi nous avons décidé d'essayer une autre méthode.

Deuxième essai: nous avons commencé par exporter les images depuis le Client en format .dcm (le format .dcm correspond au standard médical DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine -). Ce format nous donne la possibilité de travailler les images sur Osirix (Osirix est un viewer dédié à l'imagerie médicale. Accès: <http://www.osirix-viewer.com/>). Sur ce support nous avons:

- Effectué une reconstruction MIP (maximum intensity projection) : ce qui nous a permis de faire "apparaître" les os ou tout du moins d'effacer les structures autres que les os.
- Effectué une segmentation semi-automatique sur les structures osseuses, ce qui n'a malheureusement pas marché (à la suite de cette manipulation nous avons obtenu une structure, tronquée, de l'ensemble des os, sans possibilité de les séparer. Ce qui ne nous était pas utile).
- Pour remédier à ce problème, nous avons isolé un à un les os composant la main, puis avons effectué une segmentation semi-automatique sur chacun des structures.





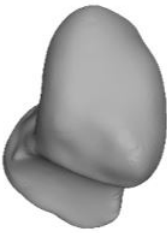

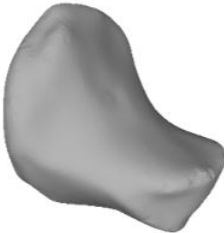

- Ensuite, nous avons transformé ces données en une succession de rendus volumiques que nous avons exportés un à un en .stl.





Pour pouvoir exporter convenablement les .stl, nous avons également utilisé le logiciel DeVide qui nous a permis d'une part de segmenter l'objet, de le lisser et pour terminer de réparer d'éventuelles mailles cassées.

Une fois tous les .stl obtenus, nous avons créé un répertoire dans lequel nous avons méthodiquement archivé les données obtenues, histoire de ne pas confondre.

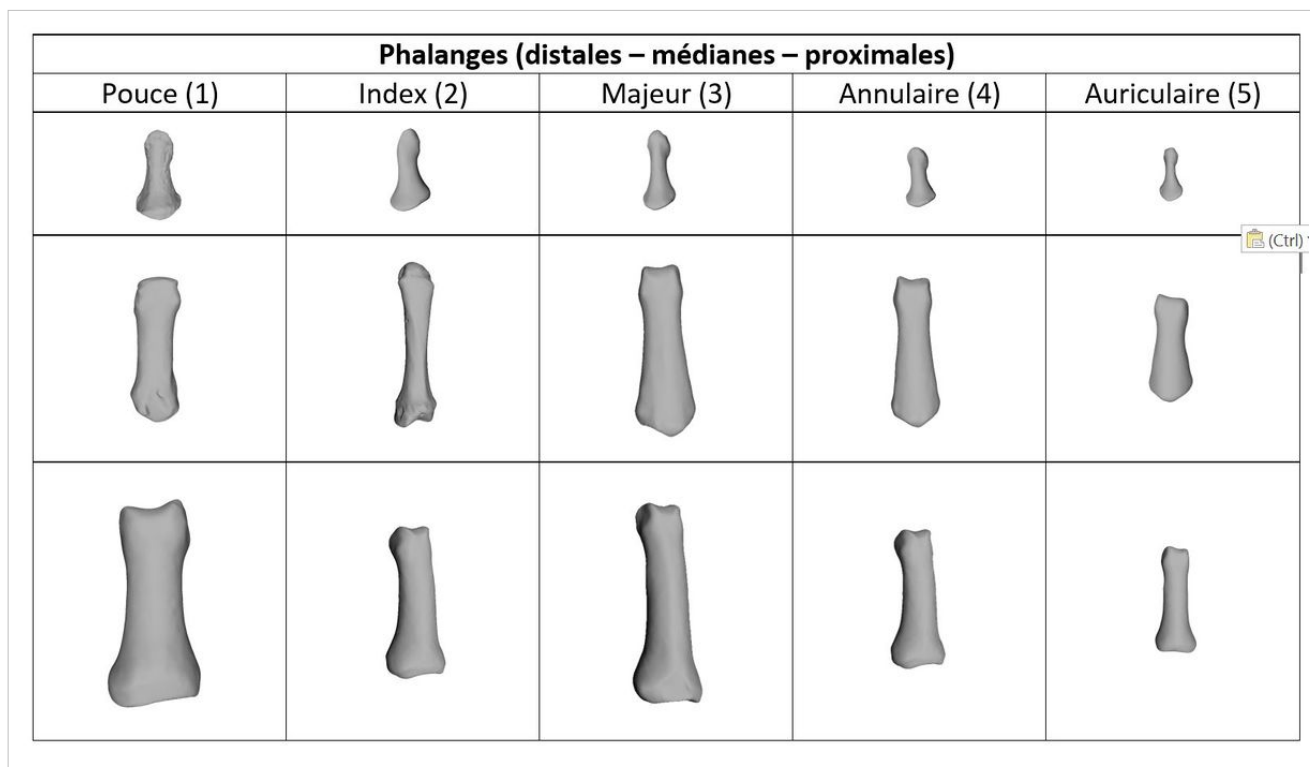
## Prototypage

Les dimensions ne sont pas forcément respectées.

Os du carpe			
Capitatum	Hamatum	Lunatum	Pisiforme
			
Scaphoïde	Trapèze	Trapézoïde	Triquetrum
			

Métacarpe				
Pouce (1)	Index (2)	Majeur (3)	Annulaire (4)	Auriculaire (5)
N/A				





## Impression

Reste à faire

- Donner aux structures leurs dimensions réelles (2x la taille anatomique)
  - Mettre en place les os dans le logiciel d'impression
1. Plan 1 : Carpe
  2. Plan 2 : Métacarpe
  3. Plan 3 : Phalanges

## Résultats

### Retour sur l'impression

Première impression lors du Hackday. Création des os du carpe et des phalanges du pouce. Seconde impression le 8 janvier 2016. Création des os du métacarpe et des phalanges de l'index, du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire.

### Usability Testing

Les tests ont été réalisés à la Haute école de santé les 21 et 22 janvier 2016. 7 testeurs ont été choisis, dont un médecin. Le kit pédagogique leur a été présenté, ainsi que le contexte de sa création. Il a été demandé aux testeurs d'assembler les os de la main en 3D en 30 à 40 minutes. Ils ont eu à disposition un IPAD avec une représentation 3D de la main, ainsi qu'un livre d'anatomie. A la fin du test, il a été demandé à chacun des utilisateurs son ressenti et ses impressions sur le kit pédagogique.

## Résultat du test

Les utilisateurs se sont rendus compte qu'ils avaient une vision erronées des différents os de la main. Ils expliquent cela par le fait qu'ils n'ont pas l'habitude de les voir en 3D. De plus, ils arrivent tous à la même conclusion, soit qu'ils auraient eu besoin d'images radiologiques à observer en plus des ressources mises à disposition. Les testeurs ont utilisé à chaque fois les deux ressources proposées et chacun d'eux à eu une préférence pour l'une ou l'autre des ressources. Tous les TRM et le médecin n'ont pas procédé de la même manière pour réaliser la reconstitution des os. Ils ont cependant organisé les pièces méthodiquement en commençant par distinguer les métacarpes et les phalanges pour terminer avec les os du carpe. Certains ont procédés inversement en commençant par les os du carpe. L'un des utilisateurs a dessiné une représentation de la main en écrivant les noms et a déposé les os dessus. Il a réalisé l'exercice plus rapidement que les autres.

Concernant les difficultés rencontrées, l'utilisation de la patafix a été difficile pour tous les participants. Des essais avec la pâte à modeler avaient été réalisés par les deux conceptrices du kit pédagogique, mais ceux-ci n'avaient déjà pas été concluant. Les utilisateurs ont expliqué perdre patience en reformant la main, cela leur a pris plus de temps qu'ils pensaient. Ils se sont tous sentis dépassés par l'exercice qui leur a été proposé, car ils selon leur dires, ils sont habitués à voir des images en 2D et non a pouvoir manipuler de la 3D. L'orientation des structures a également posé de nombreux problèmes aux panels de testeurs, les os du carpe ont posé le plus de problème.

En conclusion, il est a retenir que le kit pédagogique n'est pas encore optimal. En effet, ni la patafix ni la pâte à modeler n'a convaincu pour simuler les cartilages et les tendons, il faudra trouver quelque chose de similaire mais plus collant. Les TRM ont eu beaucoup de peine à manipuler la 3D, car ils sont beaucoup plus habitués à la 2D, notamment la lecture de radiographie ou d'écran. Finalement, les utilisateurs ont proposé d'intégrer ce kit à la suite d'un cours d'anatomie de la main, afin d'entraîner la visualisation 3D des étudiants.

## Liens

- Os de la main - GoogleDoc <sup>[1]</sup>
- Projet Initial <sup>[2]</sup>
- Présentation BrownBag <sup>[3]</sup>

## Références

- [1] [https://docs.google.com/document/d/1VcjhYj2WIyBXn1lGd34KP46m5rbdt2Ji-YXEYgDh\\_w/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1VcjhYj2WIyBXn1lGd34KP46m5rbdt2Ji-YXEYgDh_w/edit?usp=sharing)
- [2] [http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC\\_IV\\_%282015%29/Module\\_2#Kim\\_Schmidt\\_.26\\_Alexandra\\_Theubet\\_-\\_VOLT](http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC_IV_%282015%29/Module_2#Kim_Schmidt_.26_Alexandra_Theubet_-_VOLT)
- [3] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/schmikd0/Rendus/STIC/STIC-IV/Os%20de%20la%20main/Pr%C3%A9sentation/MALTT\\_STIC-IV\\_OS\\_Presentation.ppsx](http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/schmikd0/Rendus/STIC/STIC-IV/Os%20de%20la%20main/Pr%C3%A9sentation/MALTT_STIC-IV_OS_Presentation.ppsx)

# STIC:STIC IV (2015)/La pyramide labyrinthe

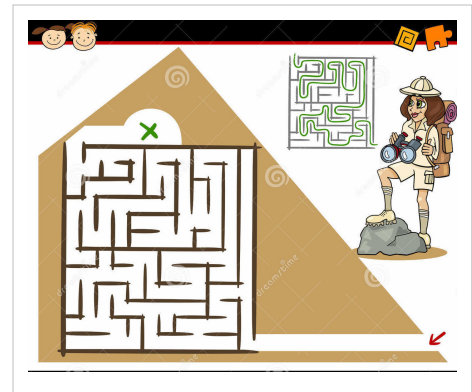
## Introduction

### Participants

Le projet est réalisé en collaboration par Aya Ben Mosbah et Mamoudou Diallo (Utopia)

### Titre de projet

La pyramide labyrinthe



## Objectif de projet

### Objectifs globaux

Le projet a un but ludique. l'objectif est d'apprendre en s'amusant.

La pyramide labyrinthe a deux objectifs. Premièrement, objectif éducatif , avec cette pyramide labyrinthe, on peut montrer aux petits enfants qui commencent à apprendre les formes à quoi ça rassemble la forme pyramide.

Deuxièmement, objectif jeu, en ouvrant la pyramide, l'enfant trouve un labyrinthe dont il pourra jouer et chercher le bon chemin pour sortir de l'autre coté du base de pyramide comme l'image ci dessus montre.

### Public cible

Ce projet pourrait être destiné à des enfants entre 5 ans et 8 ans

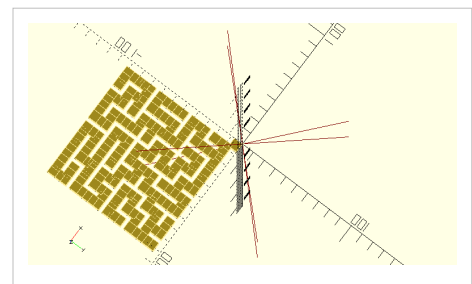
## Description technique de Kit

Dans ce projet, on a utilisé le programme OPENSCAD <sup>[1]</sup> pour construire la pyramide.

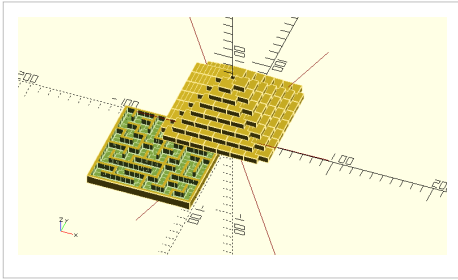
Le kit en composé de deux pièces, le sommet de pyramide et le labyrinthe.

La pièce en haut forme la sommet de la pyramide, ce sommet n'est pas pointu.

La pièce en bas forme le labyrinthe, ce dernier est composé de 199 cubes qui forment les murs de labyrinthe et ont les memes mesures 0.75 cm de largeur, 0.75 cm de largeur et 0.75 cm d'hauteur comme montre l'image à coté.



## Prototypage



L'objet pyramide labyrinthe est composé principalement de deux pièces qui sont :

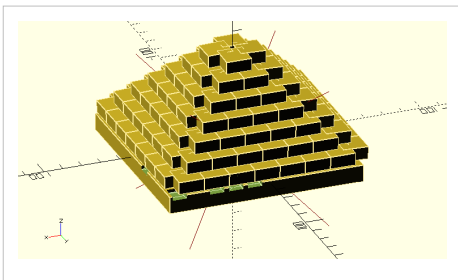
### Le sommet de Pyramide

Une pièce en forme triangle qui superpose au dessus de la base labyrinthe.

### Le labyrinthe et la base de Pyramide

Une pièce composée d'un ensemble des objets cube qui forment les couloirs de labyrinthe.

## Réalisation



En général, nous avons commencé tout d'abord par créer la base de Pyramide et le labyrinthe puis la pièce qui forme le sommet triangle de pyramide .

Les dimensions de pyramide sont précises. En effet, on a essayé de choisir les bonnes dimensions de la base de labyrinthe qui seront compatibles avec le sommet de Pyramide. La base et le labyrinthe est composée la première pièce de pyramide. Pour créer cette base, on a commencé de créer un cube de dimension 10.30 cm de longueur, 10.25

cm de largeur et 0.9 cm d'hauteur puis on a créer les petits cube de dimension 0.75 m longueur, 0.75 cm de largeur et 0.75 cm d'hauteur et les translater à chaque fois par 0.5 cm pour qu'ils forment les murs ou autrement dit le labyrinthe. Le sommet est la deuxième pièce de pyramide, il est sous forme de triangle. Le code de sommet de pyramide est reproduire de ce modèle de site web site Thingiverse <sup>[2]</sup>. On a essayé de modifier les dimensions pour qu'il sera adapter avec notre objet et avec notre base qu'on a.

## Impression

La pyramide est imprimée chez Imprimerie 3D Creoform <sup>[3]</sup> au Acacias.

L'impression 3D s'est fait en 12 heures.

Impression 3D de 2 pièces par procédé FDM (dépose fil) en ABS jaune. 1x modèle "inférieur" aux dimensions max. de X103 Y103 Z9 [mm] & 1x modèle "superieur" aux dimensions max. de X109 Y109 Z49[mm].

Résolution Z 0.15 [mm]

Technologie FDM (fil)

Volume > 100 [cm3]

Matière ABS jaune

Remplissage 100%

Lien vers le projet de Pyramide labyrinthe complet : Projet pyramide labyrinthe <sup>[4]</sup> Lien vers le fichier stl : Fichier stl <sup>[5]</sup>, Lien vers fichier scad : Fichier scad <sup>[6]</sup>

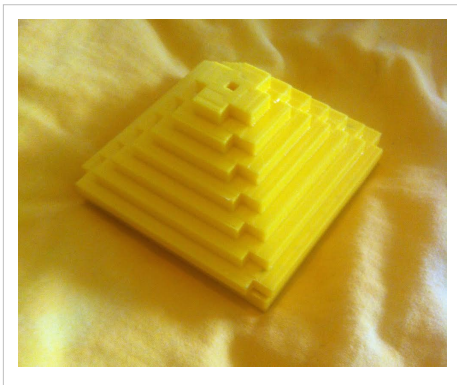
## Test utilisateurs

Le test utilisateur est fait avec deux frères. Un de 5 ans et autre de 7 ans. On a fait la passation pour les deux frères séparément. chacun seul pour que l'un n'influe à l'autre et pour que nous pourrions savoir exactement leur première impression sur l'objet. On a mis dedans la pyramide une petite boule qui permet aux utilisateurs de jouer. Les deux passations sont réalisées le 3 Février chez les enfants à leur maison à la présence de ses parents. Tout d'abord, on a pris la permission des parents des deux enfants pour passer ce test utilisateur en expliquant que c'est un petit test simple, on le fait dans le cadre d'un cours en MALTT. On a du aussi expliquer au parents l'objectif de créer cette pyramide et pourquoi on fait ce test. On a commencé par le petit enfant de 5 ans, on a montré tout d'abord le pyramide à cet enfant en lui posant la question " Quelle est la forme de cet objet? Au début, il n'a pas connu la forme puis sa maman lui a aidé. Après on a donné la pyramide à cet enfant , il a pris et il a cru que la pyramide est composé des pièces et qu'il peut construire une pyramide. Pour ce petit enfant le labyrinthe dedans la pyramide n'a pas trop pris son attention. Il a plutôt envie de construire une pyramide.

Pour le deuxième enfant de 7 ans, en lui posant la meme question, il a bien répondu. En lui donnant l'objet, il l'a ouvert et commencé directement à passer la boule entre les labyrinthes et là on a remarqué que cet enfant est attiré par la coté jeu de pyramide puisque il sait déjà la forme pyramide.

Pour conclure, d'après ces deux passations, on a remarqué qu'on a du découper le sommet de pyramide au moins en deux pièces pour que l'enfant puisse construire une pyramide et au meme temps, jouer avec le labyrinthe.

## Résultat

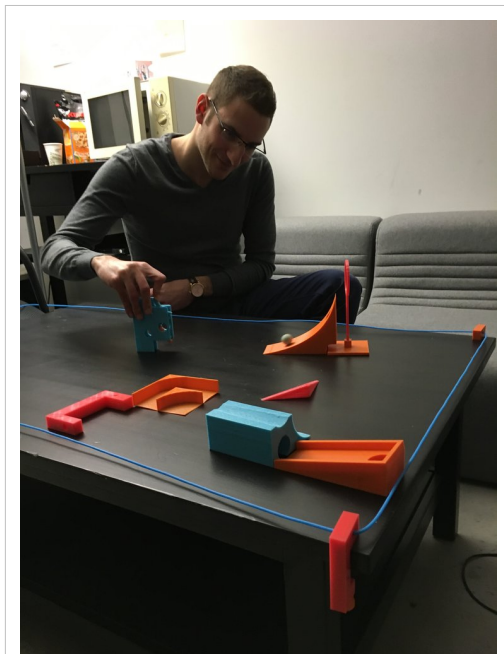


## Références

- [1] <http://www.openscad.org/>
- [2] <http://www.thingiverse.com/thing:945742/#files>
- [3] <http://www.creoform.ch/>
- [4] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/benmosb0/stic-4/projet%20final%20stic4-aya-mamoudou/>
- [5] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/benmosb0/stic-4/projet%20final%20stic4-aya-mamoudou/pyramide%20d'Egypte-Version%202-aya-mamoudou.stl>
- [6] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/benmosb0/stic-4/projet%20final%20stic4-aya-mamoudou/pyramide%20d'Egypte-Version%202-aya-mamoudou.scad>

# STIC:STIC IV (2015)/Mini-golf de table

Notre projet est la réalisation d'un mini-golf de table. Le but de ce dispositif purement ludique est d'être facilement utilisable dans tout contexte. Le jeu sera composé au final de trois types d'éléments: les pièces du parcours, les pièces de barrière de la table et un lanceur de bille.



Démonstration du parcours.

## Pièces de parcours

### Normes de taille

- Largeur de passage facile: 5 cm
- Largeur de passage difficile: 3.5 cm
- Taille du trou: 2.7 cm
- Taille de la bille: 2.2 cm (diamètre)
- Hauteur des bordures: 1 cm
- Largeur des bordures: 0.5 cm



Aperçu des pièces du mini-golf de table.

## Rampe linéaire

Cette rampe a plusieurs variables aisément paramétrables et permet la réalisation tant du trou d'arrivée que des rampes standards. Sont ajustables:

- La présence du trou d'arrivée
- La longueur
- La largeur
- La hauteur d'arrivée
- La présence de bordures sur les côtés et/ou au bout

## Rampe courbe

Cette rampe, réalisée en toute fin de notre projet, dispose de plusieurs possibilités d'utilisations. Elle peut en effet servir de trou d'arrivée vertical si on la pose contre un mur tout comme elle dispose d'un passage au bas de sa structure, cette même pièce pouvant donc être utilisée deux fois lors d'un même parcours. Cette structure est basée sur un module pré-conçu: le "Conic Bezier Curve <sup>[1]</sup>", inspiré lui même de plusieurs autres modèles disponibles sur Thingiverse.

## Autres pièces

Les autres modules du parcours sont constitués par :

- **anneau et son support** : à placer en fin de rampe, demande une certaine force de propulsion pour être franchi
- **obstacle triangulaire** : permet de dévier la trajectoire de la bille
- **rampe multifonctions** : peut être franchie de 3 manières - comme rampe avec franchissement d'obstacle (une plaquette est glissée au milieu de la rampe), petit tunnel et petite pente au sur le plateau supérieur
- **virage** : permet un virage à 90° de la bille

## Pièces de barrière de table

Ces pièces, redimensionnées une fois, servent de coinces et se disposent à chaque coin de table (du moment qu'elle est rectangulaire). Le coinces est composé d'une vis s'enfonçant dans le corps du coinces, permettant de bloquer la table entre le sommet du coinces et la vis s'enfonçant par le bas. Chaque coinces dispose d'un trou en haut de sa structure, permettant le passage d'une corde à linge (en plastique, achetée en grande surface) qui, une fois tendue entre chaque coinces, permet de créer une barrière tout autour de la table, empêchant ainsi la bille de tomber. Pour créer cette pièce, nous avons utilisé la bibliothèque Nut Job <sup>[2]</sup> pour calculer le format des vis et des pas de vis, disponible sur Thingiverse.

## Lanceur de billes

Ce lanceur a été la partie la plus ardue de notre projet. Il nécessite en effet de tenir en main tout en démultipliant la force d'appui sur la gâchette. Il était donc nécessaire de faire des engrenages doubles qui soient façonnés précisément. C'est de loin la partie du projet qui nous a pris le plus de temps en conceptualisation et en régulations.

### Engrenages circulaires

Le mécanisme est composé de trois engrenages permettant qu'en appuyant sur la gâchette d'une part, le battant frappe la balle de l'autre. Pour réaliser ce mécanisme, nous avons dû faire appel à la bibliothèque de Parametric Involute Bevel And Spur Gears <sup>[11]</sup> créé par GregFrost, que Sébastien et Pedro ont un peu modifié et qu'ils ont accepté de partager.

Dans notre projet, on retrouve finalement 3 variantes des pièces d'engrenage, dont deux ont été spécialement conçues pour le projet :

- **Engrenage double** : joue le rôle de multiplicateur de force, se place entre la pièce avec gâchette et celle avec battant.
- **Gâchette avec engrenage** : ajout d'une extension large permettant une meilleure zone de contact avec l'index, la longueur exact pour une bonne prise en main a demandé quelques essais.
- **Battant avec engrenage** : ajout d'une extension fine et courte permettant de propulser la balle sans frottement avec le plan de jeu, a également demandé quelques ajustements.



### Boîtier

Pour construire le boîtier, nous sommes parti des dimensions d'un célèbre smartphone. Néanmoins les premiers tests de prise en main ont montré qu'un module trop peu profond exigeait un mouvement peu naturel de la main. L'idée de ce module était de générer deux plaques qui s'emboîtent parfaitement sans colle et permettent la rotation des pièces d'engrenage. La plus grosse difficulté ici aura été de mesurer les emplacements exacts des points de rotation pour les engrenages de telle manière à ce que la gâchette et le battant puissent remplir leur office. Enfin la réalisation de trous purement esthétique doit permettre de révéler la jolie mécanique de ce module tout en plastique.



## Test utilisateur

Nous avons eu l'occasion de faire tester plusieurs fois notre projet de manière informelle et avons dû en conséquences modifier de nombreux éléments. Le module qui a dû être le plus de fois modifié est sans conteste le lanceur de billes. En effet, nous avons dû redéfinir sa largeur pour qu'il tienne bien en main et qu'on puisse appuyer sur la gâchette sans gêne. Nous avons également redéfini la longueur des deux engrenages périphériques pour que d'une part le battant ne frotte pas contre la table et d'autre part, la gâchette soit assez grande pour être manipulée. Il a été en outre nécessaire de recalculer le ratio entre le mouvement initié par l'appui sur la gâchette et le mouvement du battant contre la bille, ce qui nous a amené à redéfinir le nombre de dents sur le double engrenage et repositionner cet élément.

D'autres éléments restent naturellement à modifier. Nous en avons fait une liste et tenterons de corriger ces problèmes ultérieurement.

## Modifications à prévoir

Au terme de ce projet, plusieurs améliorations sont à envisager :

### Généralement

- uniformiser le code de l'ensemble des modules et adaptation du code des modules de telle manière à ce qu'il suffise d'entrer le diamètre de la bille pour que la taille du parcours soit adaptée.

### Lanceur de billes

- arrondir les coins du boîtier du côté de la gâchette afin que l'utilisateur ne s'y écorche pas les doigts.
- éventuellement prolonger la partie inférieure de sorte que la bille puisse être appuyée contre la structure et qu'elle ne soit pas projetée de biais.
- éventuellement agrandir les trous esthétiques sur le lanceur pour mieux laisser apparaître le mécanisme.

### Virage

- modifier la courbure du virage de sorte que la bille ait le moins de chance possible de percuter une bordure plane.
- épaissir le socle du virage afin qu'il soit de meilleure qualité et qu'il ait moins de risque de se casser.
- rajouter du coup des polygones triangulaires aux deux entrées du virage pour éviter que la bille ne se heurte à un seuil trop épais.



Prise en main du lanceur, alternative 1.



Prise en main du lanceur, alternative 2.

### Rampe linéaire

- placer un passage transversal pour la bille sous la rampe à partir d'une certaine hauteur de la rampe.

### Références

[1] <http://www.thingiverse.com/thing:8931>

[2] <http://www.thingiverse.com/thing:193647>

## STIC:STIC IV (2015)/Morpion

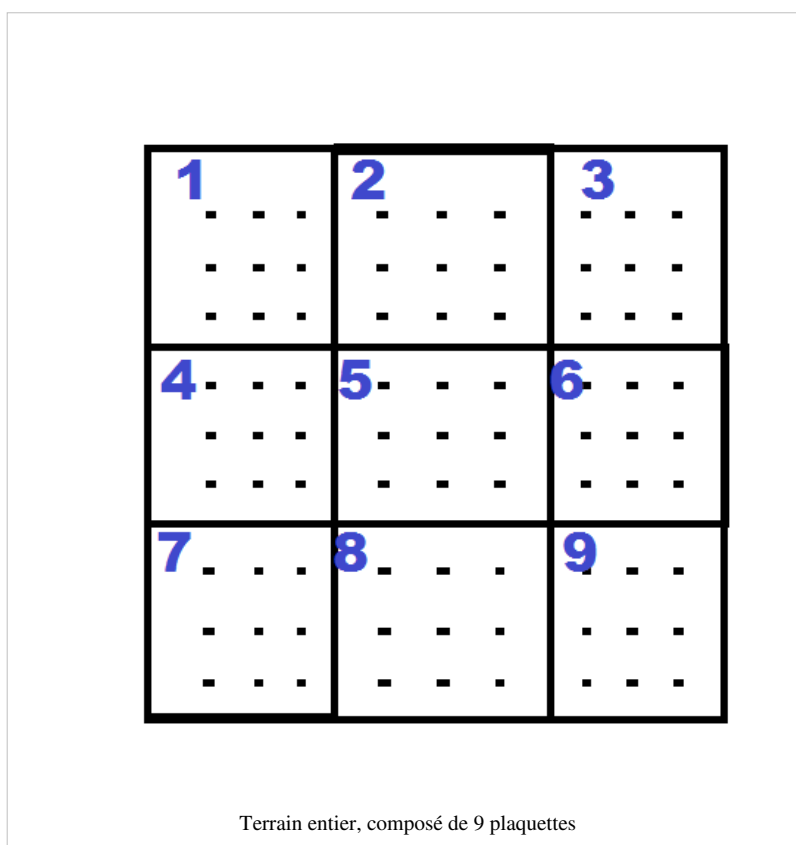
### Avancement du projet

Avancement général: **87%**

- Boîte: **50%**
- Pièces:
  - Plaquettes: **100%**
  - Accroches: **100%**
  - Pions: **100%**

### Idée du projet

L'idée de base du projet était de réaliser un jeu de "Super Morpion" (version plus complexe du morpion, avec 81 cases au lieu de 9), avec le plateau à monter. Durant l'avancement du projet, la modélisation 3D des parties du plateau de jeu ont pu être adaptée afin de pouvoir jouer soit au "Super Morpion", soit au Morpion de base. Le projet s'est inspiré du jeu "Ten" disponible sur l'Apple Store.



Une boîte de jeu a été imaginée afin de réunir les pièces dans un espace clôt et simple de transport.

### Règles du jeu

Règles en PDF <sup>[1]</sup>

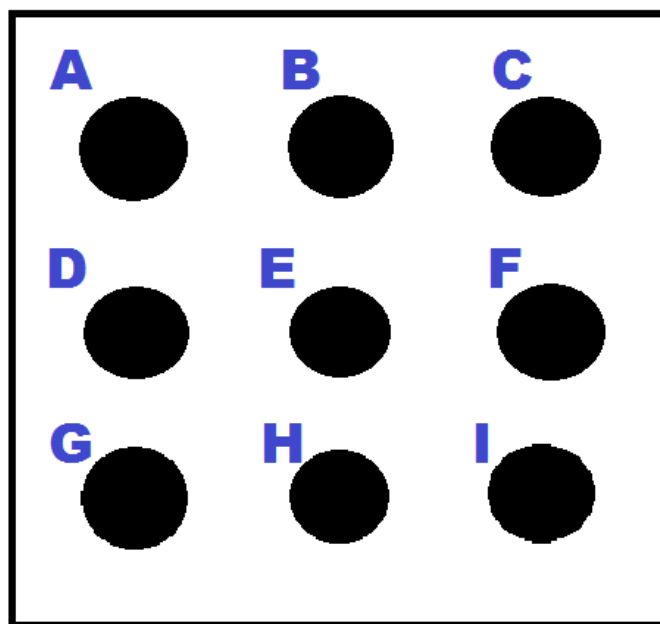
Tout comme dans le morpion, les joueurs jouent **l'un après l'autre**, en plaçant un de leur pion sur le terrain. La différence entre un morpion classique et le "Super Morpion" est

tout d'abord le nombre d'emplacements. Dans le morpion classique, il y a 9 emplacements possibles pour les pions, alors qu'ils sont au nombre de 81 dans le Super Morpion.

Pour complexifier le jeu de base, une nouvelle règle fait son apparition.

- Lorsqu'un joueur place une pièce, le joueur suivant jouera dans la partie du terrain correspondante.

*Exemple: Le joueur 1 joue dans la plaquette 3. Il doit poser un de ces pions dans un des 9 emplacements de cette plaquette. Il choisit l'emplacement E et y pose un pion. Le joueur 2 doit alors jouer dans la plaquette 5. Il choisit l'emplacement A. Le joueur 1 doit alors jouer dans la plaquette 1, et ainsi de suite.*



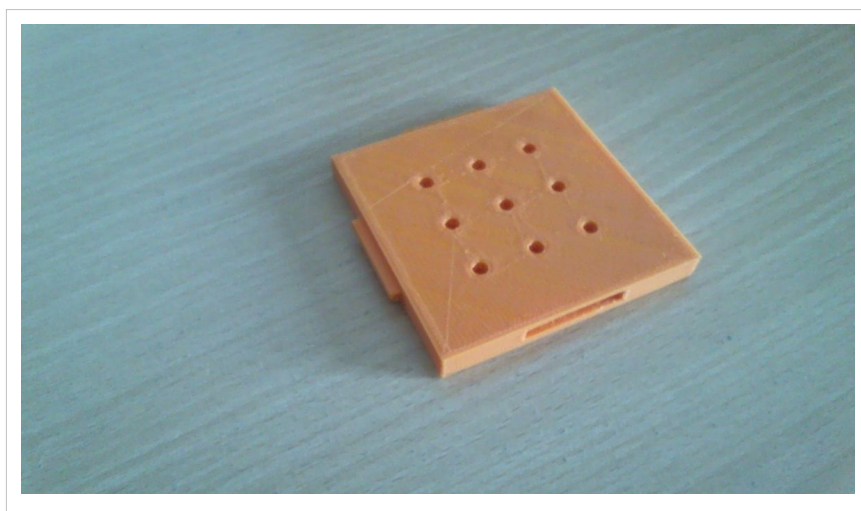
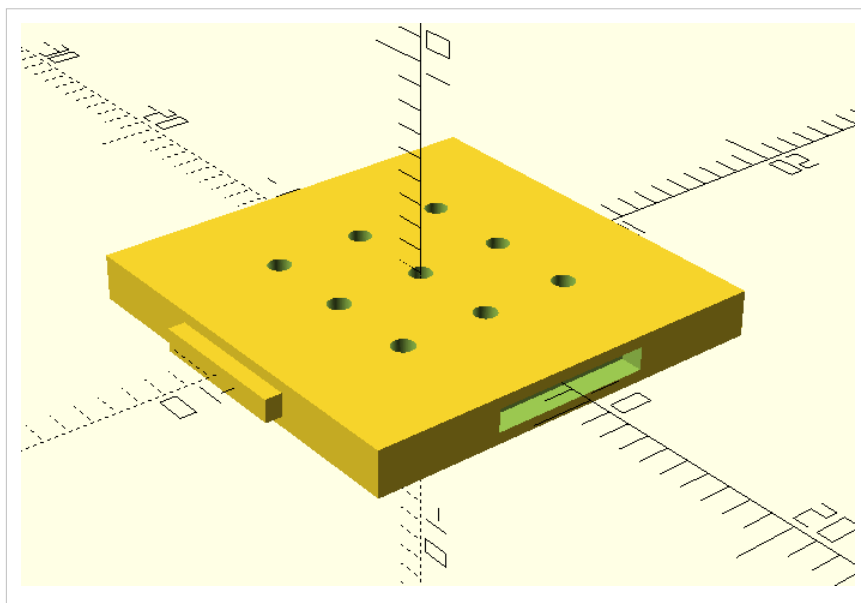
Emplacement d'une plaquette

- Lorsqu'un joueur arrive à faire une ligne/colonne/diagonale avec 3 de ses formes sur une plaquette, la plaquette lui appartient et les joueurs ne jouent plus dessus. Ils peuvent enlever les petites pièces et installer un grand pion de la forme correspondante.
- Lorsqu'un joueur doit jouer sur une plaquette finie (un joueur l'a remportée OU tous les emplacements sont utilisés), il peut choisir N'IMPORTE QUEL EMPLACEMENT sur N'IMPORTE QUELLE PLAQUETTE pour son coup.
- Lorsqu'un joueur arrive à faire une ligne/colonne/diagonale avec 3 PLAQUETTES, il remporte la partie.
- Si toutes les plaquettes sont finies et qu'aucun joueur n'a réussi à faire une ligne/colonne/diagonale de plaquette, c'est le joueur qui a remporté le plus de plaquettes qui gagne. Si les deux joueurs ont le même nombre de plaquettes, c'est une égalité.

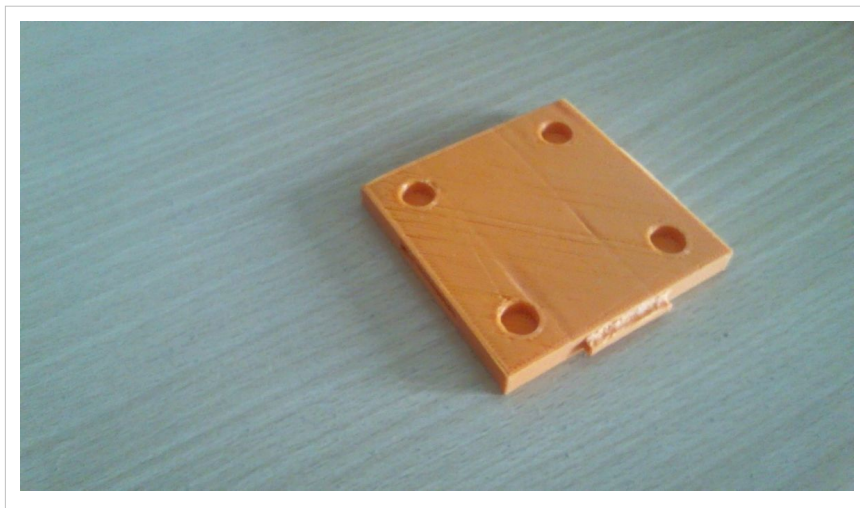
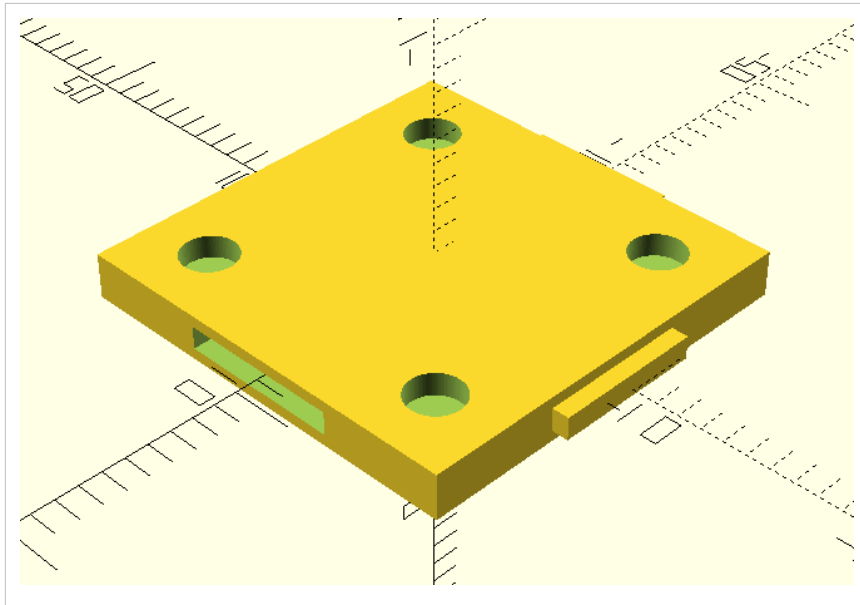
## Pièces

### Plaquette

Fichier STL <sup>[2]</sup>



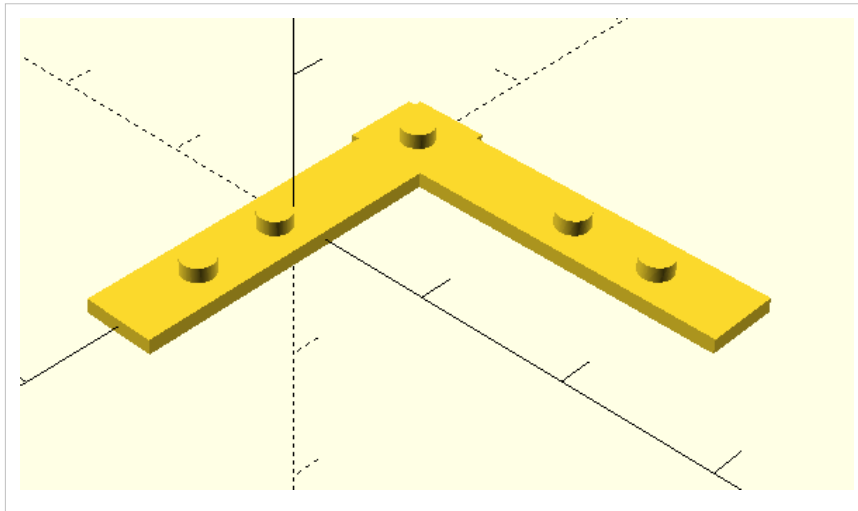
La version 2 des plaquettes a été imaginée pour gagner de l'espace et simplifier l'objet. En effet, les trous pour les accroches se situent sous la pièce et permet de gagner de l'espace pour jouer. De plus, ils ont été agrandis pour éviter les tétons trop petits qui cassent. Cependant, les parties sur les côtés de la pièce sont devenues carrées et cela pose un souci lors de l'impression puisque cela imprime dans le vide. Il a fallu repasser sur la pièce après impression pour enlever la matière qui avait coulé, afin de pouvoir emboîter les pièces correctement.



## Jointures

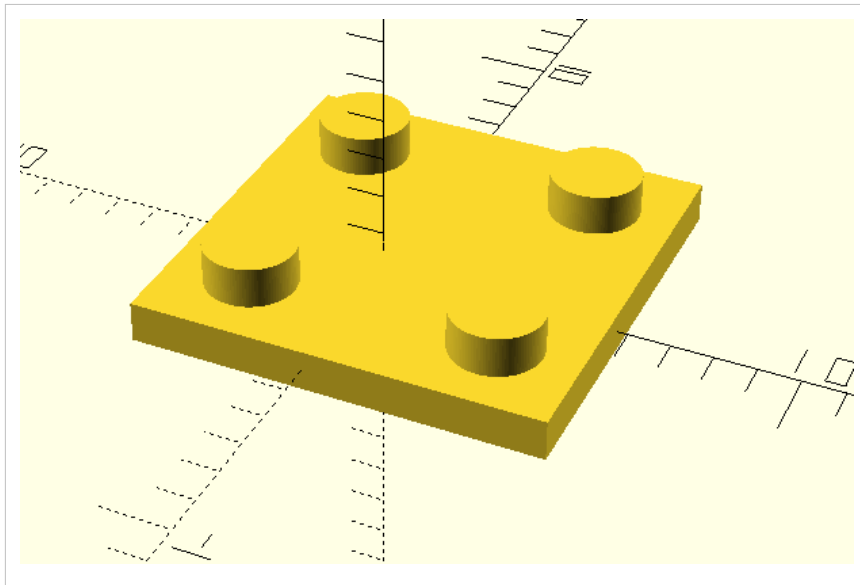
### Coin

Fichier STL <sup>[3]</sup>



Cette pièce permet de créer le bord du plateau, en reliant plusieurs pièces ensemble (une pièce dans un coin ainsi que la moitié des deux pièces adjacentes).

Etat actuel: Les pièces s'impriment bien et se crochent bien. Elles sont par contre très dépendantes des plaquettes (et l'espace entre celles-ci).

**Centre**Fichier STL <sup>[4]</sup>

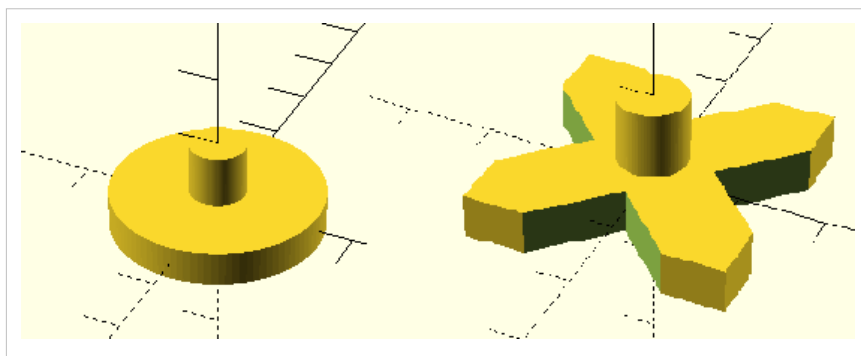
Ces accroches servent à tenir un carré de plaquettes, par exemple les plaquettes 1,2, 4 et 5. Ces accroches sont au nombre de quatre sur le plateau.

Etat actuel: Les pièces s'impriment bien et crochent assez bien. Tout comme les accroches des coin, elles sont dépendantes de l'espace entre les plaquettes.

## Pions

### Petits pions

Fichier STL pour la croix <sup>[5]</sup> Fichier STL pour le rond <sup>[6]</sup>

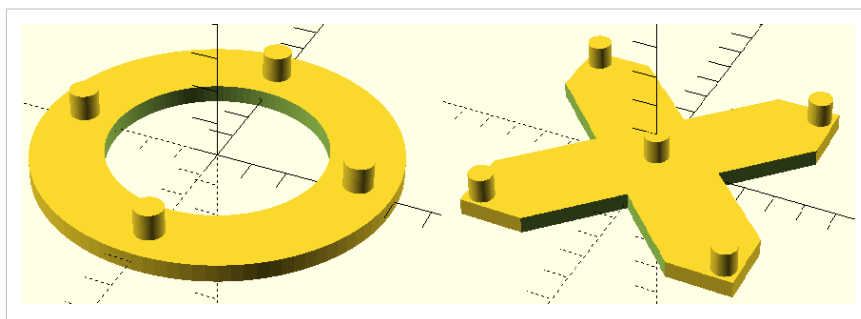


Ce sont ces pièces que les joueurs utilisent pour jouer à une partie de "Super Morpion". Il y en a deux types: les rondes et les carrées, chaque joueur ne jouant qu'avec un des deux types de pièces.

Etat actuel: Les pions s'impriment bien et s'assemblent bien avec les trous des plaquettes.

### Grands pions

Fichier STL pour la croix <sup>[7]</sup> Fichier STL pour le rond <sup>[8]</sup>







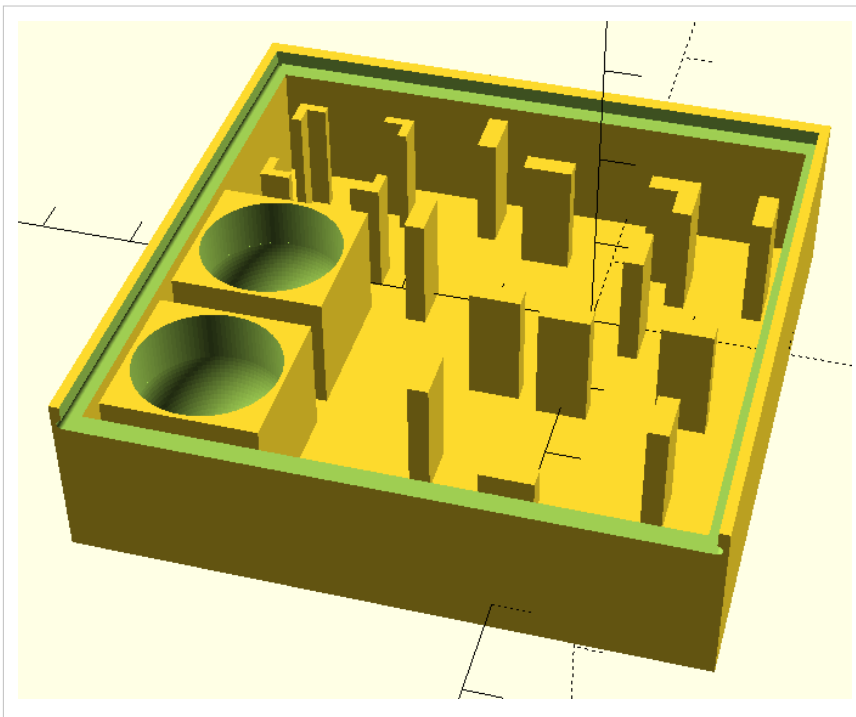
Ces pièces sont utilisées soit pour indiquer qu'une plaquette a été remportée par un des joueurs (dans une partie de "Super Morpion"), soit pour jouer à un morpion traditionnel.

Etat actuel: Les pièces s'impriment bien et s'assemblent bien avec les trous des plaquettes.

## Boîte

Fichier SCAD de la boîte <sup>[9]</sup> Fichier SCAD du couvercle <sup>[10]</sup>

C'est la boîte qui contient les différentes pièces et permet de les transporter plus facilement. Elle est faite de deux parties: une principale qui peut être résumée aux bords, fond et intérieur de la boîte et la seconde partie qui est le couvercle, qui se coulisse dans la boîte pour fermer celle-ci et éviter que les pièces partent.



Le couvercle est juste une surface plane qui se glisse dans le haut de la boîte. Sur le modèle 3D, la place est répartie de la manière suivante:

- Le coin en haut à gauche accueille les accroches "centre"
- En bas à gauche, des bacs sont prévus pour les petites pièces de jeu
- Sur le milieu de la boîte, les plaquettes peuvent être déposées
- Les accroches coins se mettent dans le coin en haut à droite

Etat actuel: Le modèle 3D a été effectué mais par manque de temps, ils n'a pas été imprimé. De plus, il est assez volumineux et ne peut pas être imprimé par n'importe quelle imprimante. Aucune indication si la boîte s'imprime bien ou non. Ce modèle a été effectué **avant** l'idée des "grandes" pièces, donc il faudrait revoir la structure pour

qu'elles puissent également rentrer.

## Sources

Ce jeu est adapté d'une version sur téléphone portable, se trouvant notamment sur l'Apple Store à cet endroit <sup>[11]</sup>

## Références

- [1] <http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/Regles.pdf>
- [2] <http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/plaquettev3.stl>
- [3] [http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/accroche\\_coin.stl](http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/accroche_coin.stl)
- [4] [http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/Accroche\\_centre.stl](http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/Accroche_centre.stl)
- [5] [http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/piece\\_croix.stl](http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/piece_croix.stl)
- [6] [http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/piece\\_cercle.stl](http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/piece_cercle.stl)
- [7] [http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/point\\_croix.stl](http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/point_croix.stl)
- [8] [http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/Point\\_cercle.stl](http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/Point_cercle.stl)
- [9] <http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/boite+piecesanscouvtestfinalmodif.scad>
- [10] <http://tecaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/maretbr0/stic-4/kitconstructif/couvercle.scad>
- [11] <https://itunes.apple.com/us/app/ten/id669964112?mt=8>

# STIC:STIC IV (2015)/Pictos3D

---

Page en cours de rédaction...

## Introduction

Dans le cadre du cours STIC IV j'ai décidé de réaliser des pictogrammes en relief (semi-3D), sur une base Lego.

## Objectif pédagogique

L'objectif est d'étudier la faisabilité de l'impression en 3D de pictogrammes dans le cadre de la mise en place d'un outil de CAA (Communication Alternative ou Augmentée).

En effet, certaines personnes en situation de handicap doivent s'appuyer sur des outils de CAA pour pouvoir communiquer efficacement avec leur environnement. De nombreux outils existent actuellement, allant d'un simple carnet avec un crayon, à des applications pour tablettes tactiles ou des systèmes de désignation visuelle.

Parmi les outils fréquemment utilisés, on retrouve les classeurs de communication. Il s'agit de classeurs dans lesquels sont insérés des pictogrammes que l'utilisateur peut manipuler pour s'exprimer. En général, les pictogrammes sont imprimés sur du papier épais, plastifiés, puis dotés d'un support velcro pour pouvoir être fixés sur les intercalaires du classeur, eux-mêmes dotés de velcro.

Malheureusement, ces pictogrammes imprimés ne sont pas accessibles aux personnes souffrant d'un handicap visuel en plus de leur handicap cognitif. Pour ces personnes, de petits objets en 3D sont généralement utilisés, issus de l'industrie du modélisme en général. Pour autant, les éléments sont souvent chers, et peu adaptés/adaptables à l'utilisateur final. C'est pourquoi l'utilisation de l'impression 3D me semble être une piste intéressante pour palier à ces difficultés.

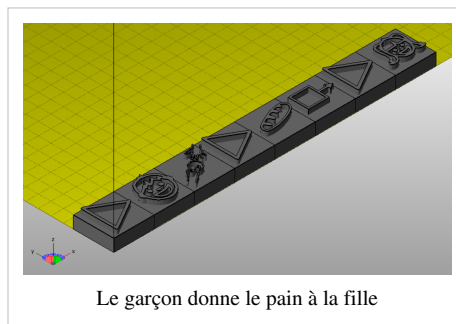
## Choix des pictogrammes

Pour cette session de test, j'ai choisi de ne sélectionner que 10 pictogrammes :

- un article : le/la
- une préposition : à/au
- 3 verbes : manger (verbe monovalent ou bivalent), vouloir (verbe bivalent), donner (verbe trivalent)
- 2 noms de sujets animés : garçon et fille
- 3 noms d'objets inanimés : banane, pomme et pain

Ces 10 éléments permettent de générer des phrases simples sujet-verbe

(ex : le garçon mange), comme des phrases plus complexes sujet-verbe-objet (ex : la fille veut la pomme) ou sujet-verbe-objet-destinataire (ex : le garçon donne le pain à la fille)



## Conception des pièces

Pour créer les pièces de démonstration, je me suis appuyée sur les pictogrammes de la base de données ARASAAC <sup>[1]</sup>, car ils sont sous licence Creative Commons.

Les pictogrammes étant disponibles au format .png, j'ai utilisé le logiciel Inkscape pour les convertir en fichiers .dxf et les intégrer dans OpenScad.

Pour cela, j'ai suivi les différentes étapes décrites dans le tutoriel.

Cependant, partant d'un fichier .png et non pas .svg j'ai rajouté une étape supplémentaire, à savoir la vectorisation du bitmap (Chemin > Vectoriser le bitmap). J'ai choisi d'effectuer une passe simple en seuils de luminosité (j'ai conservé la valeur par défaut à 0,450). J'ai ensuite supprimé l'image originale et recentré dans la page les chemins ainsi créés. Pour les éléments qui semblaient trop fins, j'ai ensuite utilisé l'option Chemin > Dilater pour permettre une meilleure distinction des motifs. J'ai également épaissi le trait de contour à 3px au lieu de 1px par défaut.

Une fois les différentes étapes de création des fichiers .dxf effectuées, j'ai intégré mes fichiers un par un dans le logiciel OpenScad. J'ai utilisé comme base la bibliothèque Doblo proposée par Daniel K. Schneider, afin que les pictogrammes puissent être "clipsés" sur une plaque de Lego qui serait intégrée dans le classeur de communication. J'ai volontairement laissé une hauteur "complète" de Lego (et non pas une demi-hauteur) afin de palier un peu aux problèmes de préhension que l'on retrouve parfois chez les sujets porteurs de handicap.

Ensuite, les fichiers OpenScad ont été exportés en .stl et j'ai vérifié à l'aide du logiciel MeshLab qu'ils étaient bien 2-manifold. J'ai enfin réparé les mailles et recentré les fichiers grâce au logiciel netfabb.

## Impression des pièces

L'impression des pièces a eu lieu avec les imprimantes disponibles pour les étudiants du master dans les locaux de TECFA.

## Difficultés rencontrées et possibilités d'évolution

Les principales difficultés rencontrées ont concerné la transformation des fichiers .png en .dxf utilisables. En effet, les pictogrammes choisis comme base avaient parfois un dessin trop fin, ou trop complexe. Il a fallu que je me penche un peu plus sur le fonctionnement d'Inkscape, et notamment l'édition de chemins, pour pouvoir modifier les fichiers comme voulu. Par ailleurs, la procédure de vectorisation des bitmaps permet d'obtenir des fichiers mettant en avant les contours des éléments. Ce n'était pas l'objectif initial (je voulais avoir des éléments "pleins") mais j'ai finalement décidé de les laisser tels quels car cela me semblait plus facile à détecter avec la pulpe du doigt.

En réalité, si je devais réaliser ces pictogrammes pour une utilisation "réelle" dans ma pratique logopédique j'aurai très certainement choisi les pictogrammes issus du programme Makaton <sup>[2]</sup>, qui ont un design beaucoup plus simple. Cela aurait été très certainement 1/ plus facile à créer, et 2/ plus facilement reconnaissable tactilement. Cependant, les pictogrammes Makaton ne sont pas libres de droit et je ne pouvais donc pas les utiliser et les partager publiquement dans le cadre de ce cours.

Enfin, j'ai contacté une société proposant l'impression de designs directement dans leurs boutiques (en France) ou alors en ligne : Cartridge World. Le devis pour l'impression de 4 éléments s'élevait à 45€. On doit donc compter une centaine d'euros pour 10 pictogrammes, ce qui me paraît élevé si on utilise ce système comme système de CAA. A ce niveau là il vaut mieux selon moi investir dans une imprimante (d'occasion ?) ou s'inscrire dans un FabLab.

## Liens et références

### Logiciels utilisés

- Inkscape <sup>[3]</sup>
- OpenScad <sup>[1]</sup>
- Meshlab <sup>[4]</sup>
- Netfabb basic <sup>[22]</sup>
- RepetierHost <sup>[7]</sup>

### Références

- Pictogrammes ARASAAC <sup>[1]</sup>
- Tutoriel OpenSCAD sur ce wiki
- Page du manuel d'OpenSCAD concernant l'extrusion <sup>[5]</sup>
- Bibliothèque DobloFactory <sup>[1]</sup>
- Tutoriel Netfabb Studio <sup>[2]</sup>

### Fichiers

Tous les fichiers (.dxf, .scad et .stl) peuvent être retrouvés sur mon espace travail <sup>[6]</sup>.

### Références

[1] <http://arasaac.org/>

[2] <http://www.makaton.fr/>

[3] <https://inkscape.org/>

[4] <http://sourceforge.net/projects/meshlab/>

[5] [https://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual/2D\\_to\\_3D\\_Extrusion](https://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual/2D_to_3D_Extrusion)

[6] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/utopia/batilly0/stic-4/projet3D/>

# STIC:STIC IV (2015)/Pyramide alimentaire constructible

**Cet article est en construction: un auteur est en train de le modifier.**

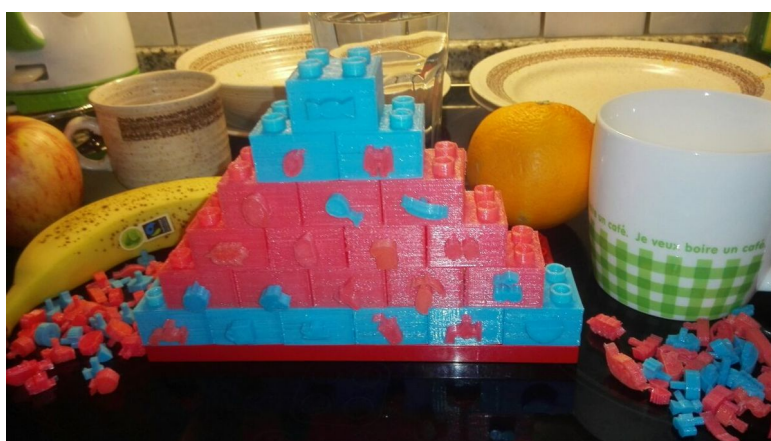
En principe, le ou les auteurs en question devraient bientôt présenter une meilleure version.

## Objectifs

L'objectif de ce kit constructif est d'aider à l'enseignement ou à la compréhension du système complexe qui est la pyramide alimentaire. Que ce soit pour un enfant ou un adulte, il peut être plus efficace de visualiser un objet concret qu'un dessin.

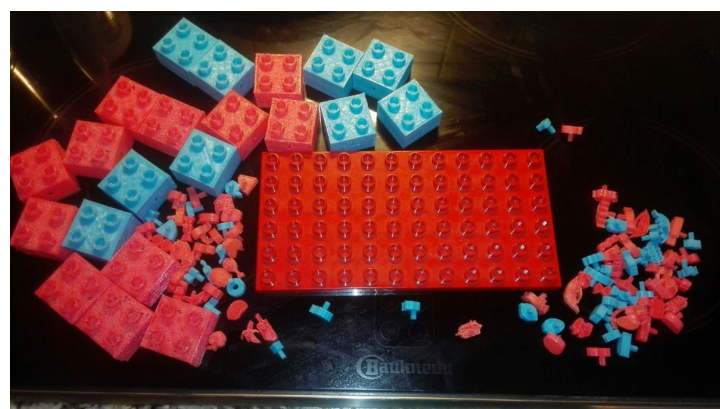
Ce kit s'adresse aux enseignants des journées/matinées de formation auprès des élèves ou aux diététiciens pour leur permettre d'expliquer de manière plus ludique le principe de la pyramide alimentaire.

L'utilisateur cible est l'apprenant. Il doit concevoir sa pyramide type qui devra être validée ou corrigée par son formateur. Il peut ainsi éliminer les aliments qu'il n'aime pas ou auxquels il est allergique et comprendre qu'il peut tout de même manger équilibré s'il n'aime pas les pommes. Après la construction de sa pyramide, l'apprenant devra la présenter à son formateur afin d'éviter toute mécompréhension concernant l'un ou l'autre des aliments de sa pyramide.



La pyramide une fois construite

## Description



21 dobro, une plaquette et plein de plugaliments

La pyramide est formée de pièces de dobro trouées, et est à construire par l'utilisateur. Chaque étage doit comprendre le bon nombre de pièces et les pièces doivent être de la "bonne couleur" (par rapport au code couleur énoncé ci-dessous) si les pièces dobro imprimées sont de 6 couleurs différentes. Ainsi, l'apprenant est obligé d'équilibrer sa pyramide pour pouvoir la construire.

Le kit est aussi formé de plugaliments qui se greffent dans les trous des briques. Les pièces sont trouées des deux côtés afin de

permettre de faire valider deux pyramides types (car il faut manger varié !).

Certains aliments sont à imprimer à plus d'un exemplaire (notamment les boissons) dans le but d'apparaître des deux côtés de la pyramide ou d'être utilisés en tant que deux aliments différents. De plus, certains objets font office de

"joker", notamment les représentations de contenant (c'est au constructeur de définir ce qui se trouve dans le contenant).

## Conception

- Les doblo proviennent de la Doblo factory [en] <sup>[1]</sup> et ont été troués en deux bords par un parallépipède rectangle qui est devenue la tige des plugaliments (réduite à 93% de la taille du trou).
- Les aliments proviennent tous d'icônes du site The Noun Project <sup>[1]</sup> sous licence Creative Commons, les crédits sont dans le kit disponible ci-dessous. Les icônes ont été traitée sous Inkscape (Redimensionner la page au contenu, Objet en chemin, Sélectionner tous les points, Rajouter des noeuds, Rendre rectiligne les segments sélectionnés) puis extrudées pour OpenScad. Les aliments ont ensuite été transformés en .stl. L'aliment et la tige ont ensuite été réunis sous OpenScad et chaque aliment a été traité individuellement afin d'être à une taille adéquate et de voir sa tige positionnée à un endroit cohérent.
- L'intégralité du kit est disponible à l'adresse suivante : PyramideAlimentaireKitComplet.zip <sup>[2]</sup>

## Impression

- Félix 2.0, filament PLA bleu : conseillé, bon résultat

Vitesse : 100% ; Plateau : 55°C ; Ext : ~190°C ; Qualité Draft pour les Doblo et Normale pour les Plugaliments

- Félix 1.0, filament PLA rose : déconseillé, résultat décevant, même en qualité supérieure

Vitesse : 90% ; Plateau : 55°C ; Ext : ~220 °C

## Plugaliments

### Bleu ciel

- Bleu comme Boisson et comme Bien s'hydrater est la base de toute alimentation !
  - 6 doblo
  - 6 plugaliments
1. Bouteille en verre
  2. Gobelet avec une paille
  3. Robinet
  4. Tasse - mug
  5. Tasse à expresso
  6. Tasse à thé



Plugaliments sur la pyramide et devant la pyramide

## Vert

- Fruits et légumes : 5 fruits et légumes par jour, vraiment ?
  - 5 dobro
  - 19 plugaliments
1. Ananas (rondelle, même objet que donut)
  2. Aubergine
  3. Banane (même objet que maïs)
  4. Betterave
  5. Brocoli
  6. Carotte
  7. Cerise
  8. Champignon
  9. Citron
  10. Framboise
  11. Mangue
  12. Navet (ressemble à un !)
  13. Pêche
  14. Poire
  15. Poivron
  16. Pomme
  17. Raisin (grappe)
  18. Salade
  19. Tomate

## Brun

- Produits céréaliers, pommes de terre et légumineuses
  - 4 dobro
  - 9-10 plugaliments
1. Blé
  2. Fève (même objet que patate)
  3. Frites (portion)
  4. Maïs (épi, même objet que banane)
  5. Patate (même objet que fève)
  6. Pâte longue
  7. Pâte papillon arrondie
  8. Pâte papillon dentée
  9. Petits pois (la vague du dessus s'arrache généralement après impression)
  10. Toast
-

## Rouge

- Produits laitiers, viande, poisson, oeufs & tofu
  - 3 dobro
  - 6 plugaliments
1. Coquillage
  2. Fromage
  3. Oeuf
  4. Poisson
  5. Poulet (cuisse)
  6. Saucisse

## Jaune

- "Le gras c'est la vie" : Huiles, matières grasses et fruits à coque
  - 2 dobro
  - 3 plugaliments
1. Cacahuète (même objet que patate, fève)
  2. Noix
  3. Olive

## Bleu foncé

- Sucreries, snacks salés et alcool
  - 1 dobro
  - 3 plugaliments
1. Bonbon
  2. Donuts (même objet que rondelle d'ananas)
  3. Glace

## Jokers

- Objets à divers usages
  - 4 plugaliments
1. Bol (de riz, de pâtes, de soupe, de potage, de lait...)
  2. Goutte (d'eau, d'huile...)
  3. Part de quelque chose, petite taille
  4. Part de quelque chose, grande taille (tarte, pizza, camembert...)



## Sources

Société Suisse de Nutrition : Pyramide alimentaire suisse <sup>[3]</sup>

## Références

[1] <https://thenounproject.com/>

[2] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltt/volt/maurin0/stic-4/pyramide/>

[3] <http://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/equilibre-alimentaire/pyramide-alimentaire-suisse/>

# STIC:STIC IV (2015)/Tangram

---

## Introduction

### Idée de base

L'idée était de créer un tangram sur un support lego. Le tangram, selon la définition de wikipedia, est constitué de , « sept planches de la ruse », ou jeu des sept pièces, est une sorte de puzzle chinois, il signifie (en chinois : 七巧板 ; pinyin : qī qiǎo bǎn, Wade-Giles : ch'i ch'iao pan). C'est une dissection du carré en sept pièces élémentaires. Des dissections plus générales, de formes différentes, sont également appelées tangrams. L'origine du mot « tangram » semble être occidentale : il serait composé de « tang », en référence à la dynastie Tang, et de « gram » provenant du grec, rappelant le caractère dessiné des figures. (wikipedia). Selon Lin et al. (2011) les tangrams peuvent améliorer la capacité spatiale des étudiants et pourrait servir à la compréhension de concept mathématique, et à renforcer l'observation, l'imagination, l'analyse des formes et la pensée logique (Lee, et al., 2008; Olkun, Altun & Smith, 2005; Russell & Bologna, 1982; Sedig, Klawe & Westrom, 2001; Yang & Chen, 2010 cité par Lin et al. 2001). Clements et Battista (1992 cité par Lin 2011) souligne également la promotion de l'imagination à travers la décomposition, le réarrangement et la re composition des éléments géométriques.

### Public cible

Le tangram peut être utilisé dans les écoles pour introduire les formes de base géométriques. Par conséquent il est intéressant d'un point de vue pédagogique pour les enseignants, cependant il pourrait être considéré comme un jeu à part entière. Idéalement les élèves serait âgé de 11 ans où les élèves devrait être capable d'identifier les figures basiques, l'analyse des propriétés des graphiques, et la reconnaissance des relations entre les différentes formes (Lin et al. 2001).

### Réalisation

Participation au Hackday <sup>[1]</sup>

Lien vers travaux (documents scad/stl/...) <sup>[2]</sup>

### **1ère version: en lego**

Dans un premier temps, j'ai créé un support lego pour mettre mes pièces...Puis j'ai créé les pièces lego Tangram, cependant ces pièces ont l'inconvénient qu'elles ne s'orientent pas dans tous les sens. Pour cette raison et en préparation à la deuxième version, j'ai manuellement enlevé la partie qui s'attache aux Legos afin que celui-ci ne possède qu'un bouton.

Photo <sup>[3]</sup>

### **2ème version: un bouton**

Pour la deuxième version que j'ai pu imprimer, j'ai changé le code afin que les pièces ne comportent qu'un seul "bouton" sous la pièce. Ce bouton permet de fixer la pièce sur le support lego, même si cette alternative est convaincante, je voudrais pour les prochaines fois créer des pièces lego avec trou afin d'y introduire des émanants. Les émanants pourraient permettre une plus grande flexibilité des pièces tout en pouvant conserver les pièces tangram sur un support, cette fois-ci, émanant.

Photo <sup>[4]</sup>

### **3ème version : sans bouton**

Ma troisième version une des plus abouties possède une forme carrée sous le tangram où il est possible de mettre un émanant afin de faire des tangram sur un tableau blanc (généralement émanant). Cette troisième version a été effectuée par contre je n'ai malheureusement pas de émanant de cette taille et n'ai pas pu l'ajouter....

photo <sup>[5]</sup>

### **4ème version : forme circulaire pour émanant**

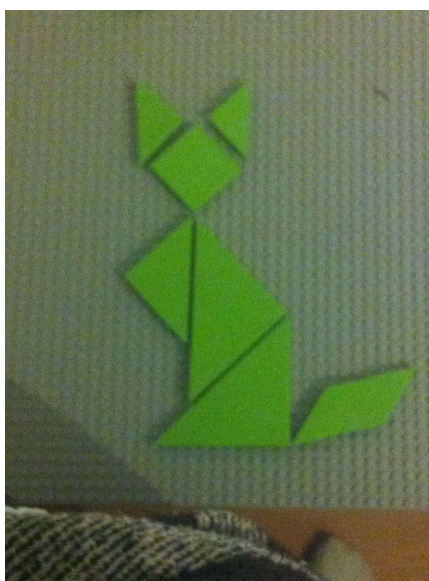
La quatrième version dont j'ai constitué un "prototype" est un tangram mais qui possède un trou de la taille d'un émanant mais cette fois en forme de disque. La logique du dispositif est la même que la troisième version mais avec un meilleur design.

photo1 <sup>[6]</sup>

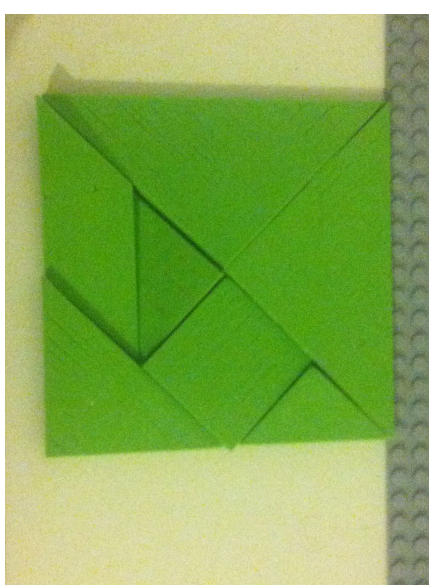
Ceci vous permettra par exemple de les coller à votre frigo

photo 2 <sup>[7]</sup>

## Résultat



Tangram d'un chat



le tangram

## Références

<https://github.com/dmtaub/DobloFactory> <sup>[8]</sup>

Tangram original <sup>[9]</sup>

## Références

[1] [http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC\\_IV\\_%282015%29/Hackday\\_Batelle](http://edutechwiki.unige.ch/fr/STIC:STIC_IV_%282015%29/Hackday_Batelle)

[2] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/>

[3] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG\\_2473.jpg](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG_2473.jpg)

[4] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG\\_2484.jpg](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG_2484.jpg)

[5] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG\\_2486.jpg](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG_2486.jpg)

[6] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG\\_2478.jpg](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG_2478.jpg)

[7] [http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG\\_2479.jpg](http://tecfaetu.unige.ch/etu-maltp/volt/andresg0/stic-4/project/IMG_2479.jpg)

[8] <http://Doblo%20factory>

[9] <http://www.thingiverse.com/thing:50835>

# STIC:STIC IV (2015)/La portée musicale

---

## Introduction

Auteur: Claudia Romero

Dans le cadre du cours Stic IV (design et fabrication avec imprimante 3D) nous avons développé un kit éducatif. Celui présenté ici répond à mon intérêt, en étant en rapport avec mon parcours professionnel. L'éducation musicale comporte sur une partie théorique très importante et peut quelque fois s'avérer difficile pour certains élèves. Le solfège étant très abstrait, il m'a paru être une opportunité intéressante de construire un kit 3D pouvant apporter un aide concret et tangible en se rapprochant d'un jeu. Ce kit musical est proposé comme un matériel didactique pour les enfants suivant un cours de musique en éducation primaire (à partir de 6 ou 7 ans).

## Description

Le kit est composé de diverses pièces qui ensemble pourraient représenté des divers jeux ou tâches éducatives. Ici, nous proposons un exemple d'activité possible à réaliser dans un cours où les étudiants sont capables de jouer à un instrument mélodique et ont certaines connaissances du solfège:

## Activité: LES NOTES DE MUSIQUE

### Objectif

Reconnaître les positions des notes d'une gamme d'une octave (do à do), dans une portée en clé de sol ou en clé de fa.

### Participants

Deux participants: chaque joueur doit avoir un kit avec toutes ses pièces (2 kits) et un instrument mélodique pour jouer.

## Instructions

- D'abord chaque participant doit choisir les pièces qui portent les clés (sol ou fa) au hasard pour la définir.
- Positionner la pièce de la clé au bon endroit.

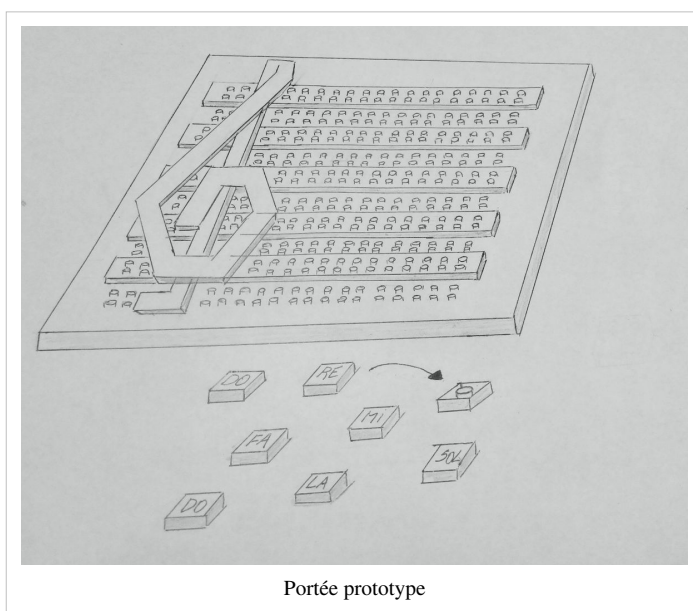
clé de sol, sur la deuxième ligne,

clé de fa, sur la quatrième ligne.

- Ensuite le premier participant devra lancer les dés avec les notes musicales.
- Selon le résultat il devra positionner les pièces au bon endroit. Il le fera de gauche à droite, telle une mélodie.
- A présent, c'est le tour de l'autre participant qui devra faire la même activité, mais dans sa portée.
- Chaque participant vérifie si la position des notes de son voisin est correcte.
- Après avoir positionné toutes les pièces des notes, chacun jouera la mélodie construite avec son instrument (flute, piano, violon, etc.).

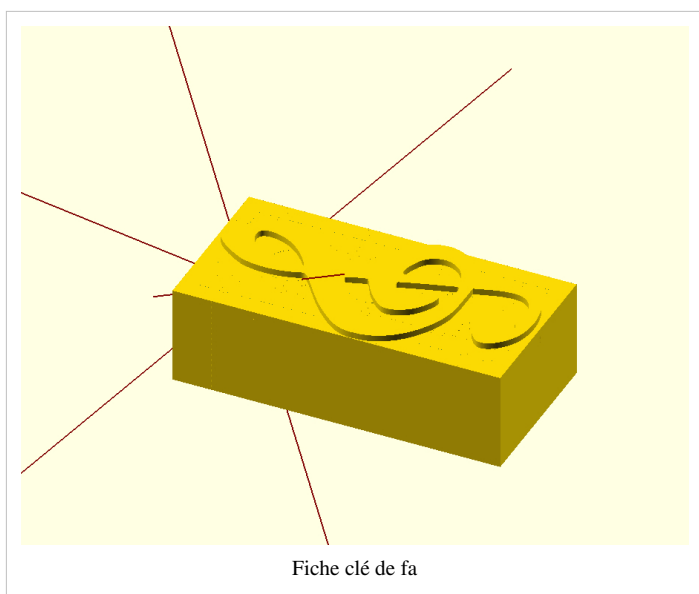
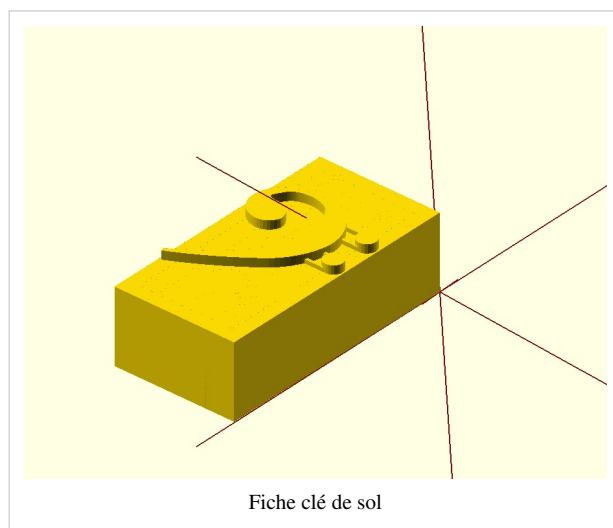
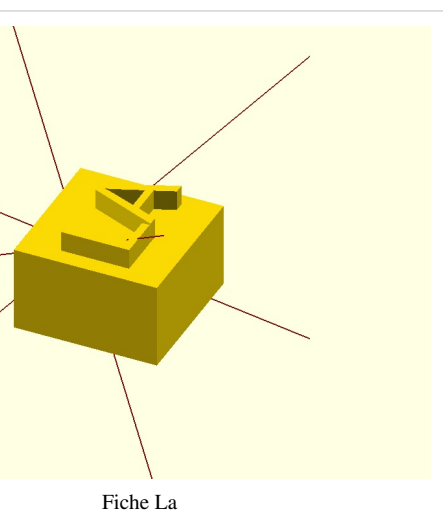
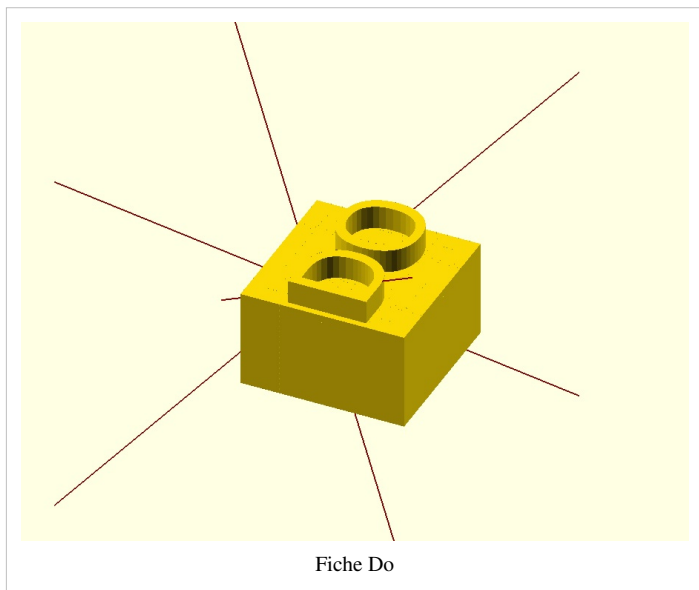
## Pièces

### Premier Prototype



Dans un premier temps, l'idée était de faire la clé de sol d'une taille appropriée pour la portée, mais il y a une limite : cela prend beaucoup de temps aux étudiants pour la construire et ce n'était pas l'objectif du kit. Alors nous avons modifié avec deux pièces: la clé de sol, pour la positionner dans la seconde ligne et en plus la clé de fa, qui n'avait pas été prise en compte avant. Cela a bien marché car les pièces représentant les clés sont maintenant plus faciles à manipuler.

### Prototype virtuel



## Pièces imprimées



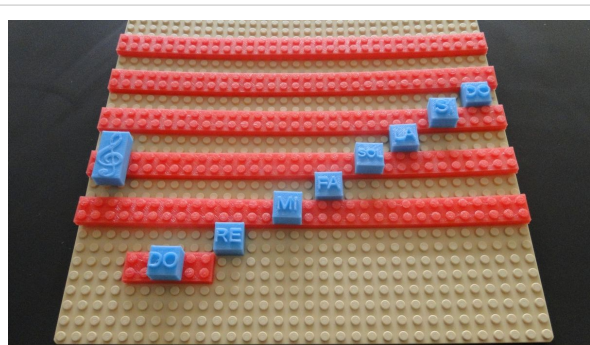
Notes



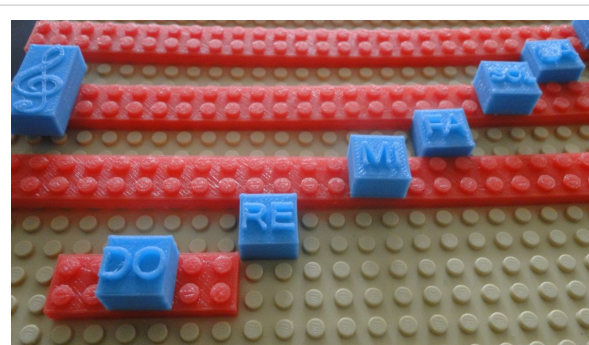
Clés



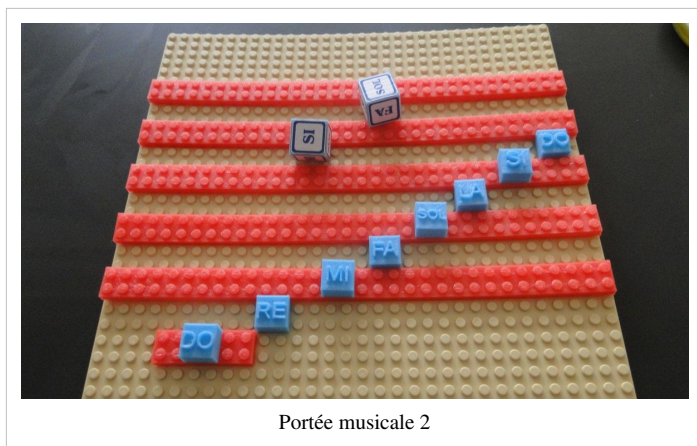
Dés



Portée 3D



Portée musicale 1



## Réalisation

Toutes les pièces (sauf la plaque de base) ont été imprimées à l'aide de l'imprimante 3D Felix 3.0 mise à disposition aux étudiants du cours. Il y a eu tout d'abord une difficulté : une mauvaise sélection d'un dossier a été effectuée et le résultat a donné des pièces imprimées sans la taille d'un lego, alors les grandes lignes de la portée ne pouvaient pas être assemblées dans la plaque de lego de base. Avec l'aide de Mr. Schneider les impressions suivantes ont été développées de la bonne manière. Ensuite, tout a bien marché. Dans une première étape faite avec avec le logiciel OpenSCAD et constituée d'une programmation simple, les pièces de lego ont été désignées avec des lettres et signes de musique, soit les dés et les lignes de la portée. Pour les dés les notes ont été faites d'une façon simple sur Photoshop. Je remercie Andrés Gómez pour ses conseils concernant l'impression.

## Test

L'activité a été testé avec deux garçons de 10 et 12 ans ayant des connaissances musicales. Nous avons dû adapter les règles car nous avons, au moment du jeu-test, qu'un seul kit. Malgré cela, l'activité a réussi son objectif qui était d'utiliser un outil concret pour la reconnaissance des notes musicales sur une portée. Je crois qu'on peut développer d'autres idées pour utiliser de diverses manières ce jeu puisqu'il a plusieurs pièces avec d'autres éléments utilisés dans le solfège. Il pourrait même être utilisé dans l'apprentissage musicale auprès d'adultes.

## Liens

Liens vers Productions page STIC IV <sup>[1]</sup>

Lien vers le fichiers du Kit <sup>[2]</sup>

## Références

[1] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/romerca0/stic-4/page-stic4/>

[2] <http://tecfaetu.unige.ch/etu-malvt/volt/romerca0/stic-4/portee/>



# STIC:STIC IV (2015)/Le jeu des panneaux de signalisation routière

---

## Objectif pédagogique

Le but de ce jeu est d'apprendre la signification des panneaux routiers en Suisse. Il est destiné aux enfants du premier cycle (12 ans) selon le plan d'études romand.

## Description du jeu

Chaque joueur amène sa voiture à la ligne d'arrivée, le premier qui atteint l'arrivée gagne le jeu. Il y a 1 voiture, 1 cône accident et 8 panneaux de signalisation par joueur (2 joueurs) . Il y a deux types de panneaux:

- Les panneaux pour bloquer l'adversaire: stop, accès interdit, giratoire, animaux, travaux et cône accident.
- Les panneaux pour enlever les pièges: circuler tout droit, obliquer à gauche et obliquer à droite.

## Règles

- On avance toujours de 2 cases.
- On utilise les panneaux pour bloquer l'adversaire ou pour enlever les pièges mis par l'adversaire.
- La case d'arrivée a le même numéro que la case de départ
- On avance jamais en horizontal sauf dans le cas d'être bloqué par le panneau "travaux".
- Si on utilise 1 panneau on n'avance que d'une case.
- On utilise qu'un seul panneau à la fois.
- Quand on tombe sur le panneau d'un autre joueur on passe par dessus.
- On met les panneaux devant la voiture ou devant le panneau de l'autre joueur.
- Le panneau stop bloque 1 case.
- Le panneau travaux bloque 2 cases.
- Le panneau animaux bloque 1 case et oblige à se déplacer en diagonale.
- Le panneau accès interdit fait revenir en arrière de 1 case.
- Le panneau giratoire force à le contourner.
- Le cône accident bloque 2 tours.

## Test du jeu

Une première version du plateau (en papier) a été conçue pour vérifier l'adaptabilité des règles. Le jeu a été testé par une fille de 12 ans qui a fait des suggestions par rapport au design et à l'utilisation de fiches comme le giratoire.

## Construction des pièces du jeu

Les images pour les panneaux ont été prises du site <https://thenounproject.com> basés sur les descriptions du site <http://le-permis.ch>.

Le code pour la création des fichiers \*.scad a été pris des exemples donnés par M. Schneider dans le cadre du cours Stick IV.

Toutes les pièces prennent entre 45 minutes et 1 heure pour être imprimées.

- Imprimante utilisée: Felix 2.0
  - Trancheur: SFACT
  - Support: seulement la voiture a été imprimée avec du support.
-

## Pièces

Les images de panneaux ont été traités initialement avec Inkscape pour les nettoyer et pour transformer toutes les courbes en lignes droites. Après cela les images ont été enregistrées comme des fichiers \*.dxf pour les intégrer après dans le fichier scad de base. Dans le fichier de base la taille et la position de chaque image a été modifiée et un fichier \*.stl a été créé pour chaque image. En suite, les fichiers \*.stl ont été traités avec les logiciels Netfabb Basic pour réparer le maillage.

Les instructions pour nettoyer et combiner les fichiers se trouve dans la section 7.3 "Some mashups" dans le site [http://edutechwiki.unige.ch/en/Doblo\\_factory](http://edutechwiki.unige.ch/en/Doblo_factory).

Les pièces ont une base lego-compatible. A l'avenir on peut penser à un plateau du type lego également pour garantir que les pièces ne se déplacent pas.

Pour l'impression on a utilisé le logiciel Repetier-Host pour les imprimantes Felix. Pour obtenir une bonne finition les 4 dernières couches de chaque pièce ont été remplies dans leur totalité.

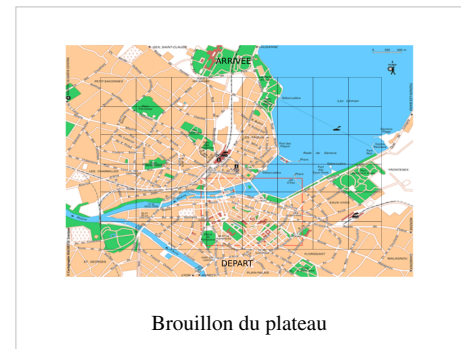


Pièces du jeu

## Plateau

Le plateau a été créé avec le logiciel Inkscape et il est nécessaire de l'imprimer en taille A3. Il est composé de 56 cases, dont 8 correspondent à la ligne de départ et 8 correspondent à la ligne d'arrivée.

Image de la carte de Genève: [http://www.routard.com/guide\\_carte/code\\_dest/geneve.htm](http://www.routard.com/guide_carte/code_dest/geneve.htm)



Brouillon du plateau

## Fichiers des pièces du jeu

Repertoire des fichiers <sup>[1]</sup>

## Logiciels utilisés

- Inkscape
- OpenScad
- Netfabb Basic
- Repetier-Host for Felix printers

## Fichiers originaux

- Cone: <http://www.thingiverse.com/thing:623204>
- Voiture: <http://www.thingiverse.com/thing:609957>
- Animaux : <https://thenounproject.com/panzano/collection/usa-traffic-signs/?oq=traffic%20signs&cidx=3&i=163023>
- Travaux : <https://thenounproject.com/aldricroib/collection/traffic-signs/?oq=traffic%20signs&cidx=2&i=240697>
- Giratoire : <https://thenounproject.com/search/?q=traffic+signs&i=7538>
- Oblique à droite et à gauche : <https://thenounproject.com/adamzubin/collection/traffic-sign/?oq=traffic%20signs&cidx=0&i=131433>

- Circuler tout droit : <https://thenounproject.com/AphoomZhah/collection/traffic-signs/?oq=traffic%20signs&cidx=1&i=180595>
- Accès interdit : <https://thenounproject.com/term/no-entry/10540/>
- Stop : <https://thenounproject.com/panzano/collection/usa-traffic-signs/?oq=traffic%20signs&cidx=3&i=162744>

## Références

[1] <http://tecfactu.unige.ch/etu-maltp/utopia/forerom0/stic-4/ConstructionKit>

---

# STIC:STIC IV (2015)/Form-idable

---

## Form-idable

Form-idable est un jeu créatif et artistique. À l'aide de connecteurs il est possible de combiner différentes pièces afin de créer des objets et des sculptures. Il convient à tout public à partir de l'âge de 4 ans.

## Objectif

Nous avons eu pour idée de créer un kit de construction pour enfants qui leur permettrait d'apprendre les formes et les couleurs et qui développerait leur créativité. À travers ce jeu l'enfant pourra reproduire en 3D des objets ou des sculptures en se basant sur une image exemple ou alors créer ses propres sculptures. De nos jours les enfants sont surtout entourés de légo et de duplo, dans lesquels l'enfant est supposé empiler des pièces pour créer leurs objets. Ici l'innovation serait d'utiliser les connecteurs afin d'assembler des pièces de manière plus flexible dans le sens où l'enfant devra choisir de un la forme du connecteur et de deux sont emplacement afin de créer sa production finale.

## Description

Nous avons pensé à créer différentes formes géométrique de couleurs différentes. Etant donné que ce jeu est destiné aux enfants dès l'âge de 4 ans, il serait donc intéressant de les initier aux différentes formes 2D et aux différentes couleurs qu'ils apprendront à l'école. Chaque pièce aura son propre motif de manière à ce que l'enfant puisse l'utiliser de manière différente (par exemple un cercle avec un motif d'oeil pourrait lui permettre de créer un personnage). Afin de connecter chaque pièce, l'enfant aura à disposition plusieurs connecteurs (droit, courbé ou sous forme d'équerre) qui lui permettront de fixer les pièces entre elles. De plus, l'enfant aura à disposition des images exemples que nous aurons préparé à l'avance, afin de créer certains objets ou personnages et que l'enfant pourra reproduire.

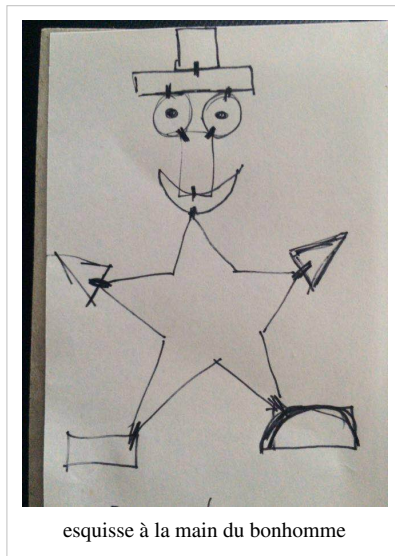
## Public Cible

Comme nous l'avons déjà mentionné ce jeu est destiné à tout public dès l'âge de 4 ans. Nous considérons qu'à cet âge là, il n'y aura plus de danger par rapport aux petites pièces contenues dans le jeu (les connecteurs). De plus dès 4 ans, les enfants sont initiés aux formes et aux couleurs à l'école. La manipulation des pièces contenues dans le jeu pourrait également aider à développer la motricité fine des enfants. Le seul challenge auquel ils pourraient faire face est donc de comprendre que les connecteurs pourraient les aider à assembler des pièces entre elles afin de former un objet final. C'est pour cela que nous avons estimé qu'il serait important d'avoir des images exemples qui sont spécialement destinées au jeune public afin de les aider à comprendre que grâce aux formes et aux connecteurs ils seraient capables de former une sculpture. Nous supposons donc qu'à 4 ans l'enfant ne sera peut être pas encore capable de faire sa propre création et qu'à cet âge là ils seraient plutôt dans l'imitation des adultes. Ce jeu serait donc une aide au développement de la manipulation de formes géométriques dans l'espace tout en travaillant la créativité.

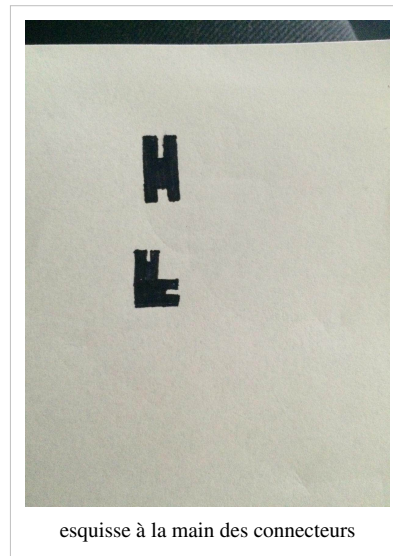
## Conception

### Les esquisses à la main

Pour notre projet nous avons décidé de créer une sculpture. L'enfant sera donc mener à construire, à l'aide d'un dessin représentatif, un bonhomme fait de formes géométriques distinctes (carré, triangles, étoile, rectangles, cercles,...)



esquisse à la main du bonhomme

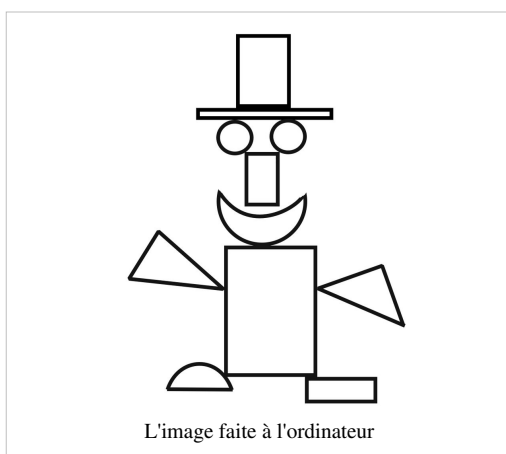


esquisse à la main des connecteurs

### L'image faite à l'ordinateur

Nous avons refait l'image du bonhomme sur ordinateur avec le logiciel paint. Nous avons créé une image noir et blanc pour permettre aux enfants de se focaliser sur les formes et ensuite choisir eux même la couleur préférée.

Les connecteurs nous ne les avons pas inclus dans l'image. Ceci pour rendre la tâche en peu plus difficile: l'enfant doit comprendre que pour créer le petit bonhomme il lui faut des connecteurs pour attacher les formes entre elles.

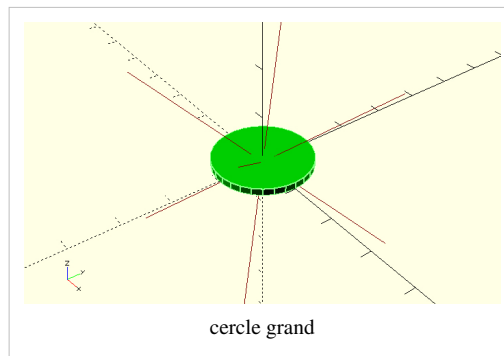
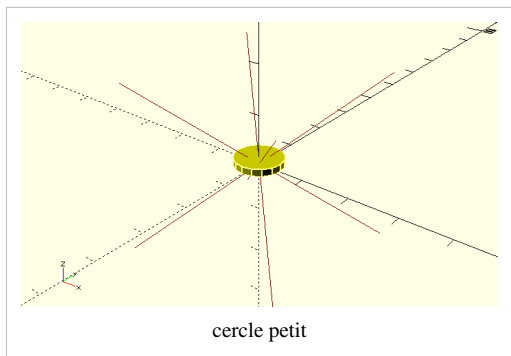


L'image faite à l'ordinateur

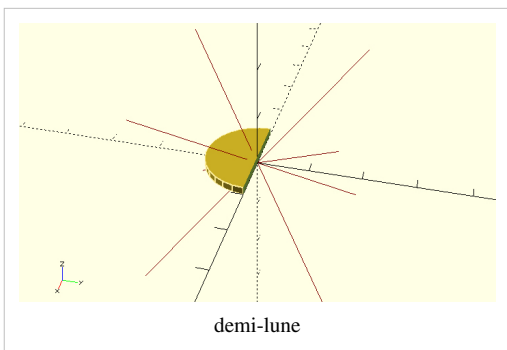
### Formes géométriques

Voici le nombre de formes géométriques et de connecteurs que nous avons décidé d'inclure dans le jeu:

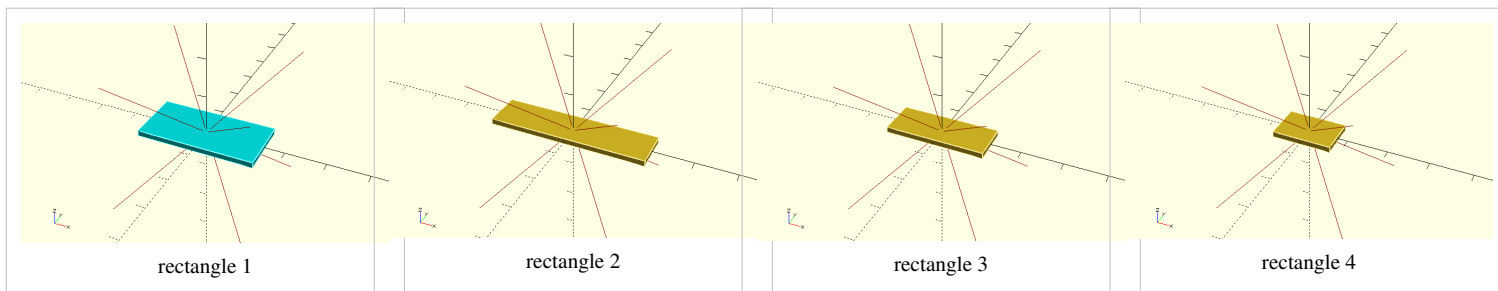
- 4 cercles (2 petits; 2 grands)



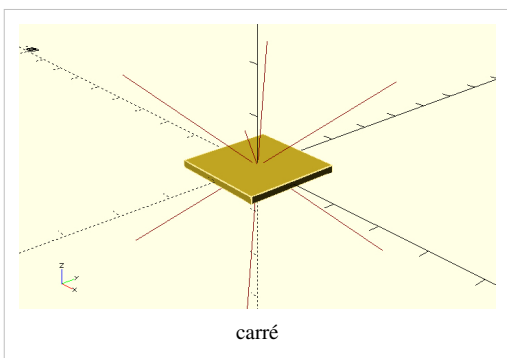
- 1 demi-lune



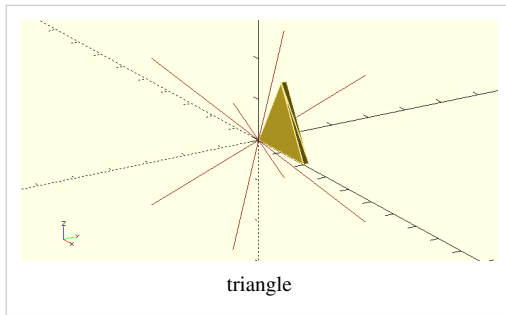
- 1 étoile à cinq (non réalisé finalement, le corps du bonhomme sera remplacé par un rectangle)
- 4 rectangles



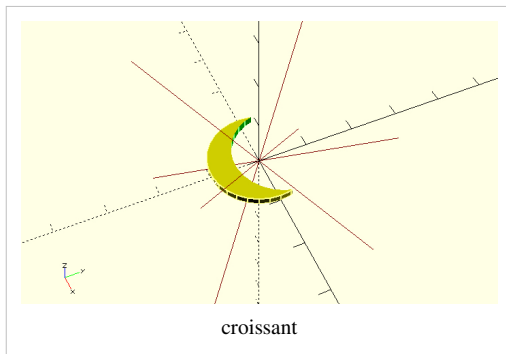
- 1 carré



- 1 triangle



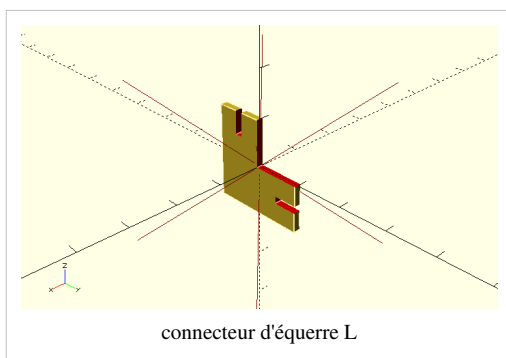
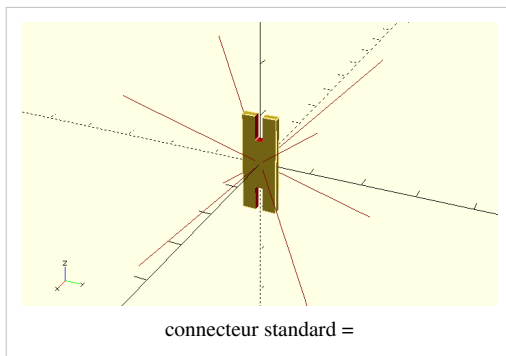
- 1 croissant



Les formes géométriques ont été conçus avec une seule contrainte: celle d'avoir une épaisseur de 1.5 mm. Cet épaisseur correspond à la largeur du connecteur ainsi de permettre le bon accrochage forme-connecteur. Pour la conception de la demi-lune et du croissant on a travaillé avec une procédure de soustraction (code `difference()`) et de translation (code `translate()`); deux actions très simple mais efficaces.

### Connecteurs

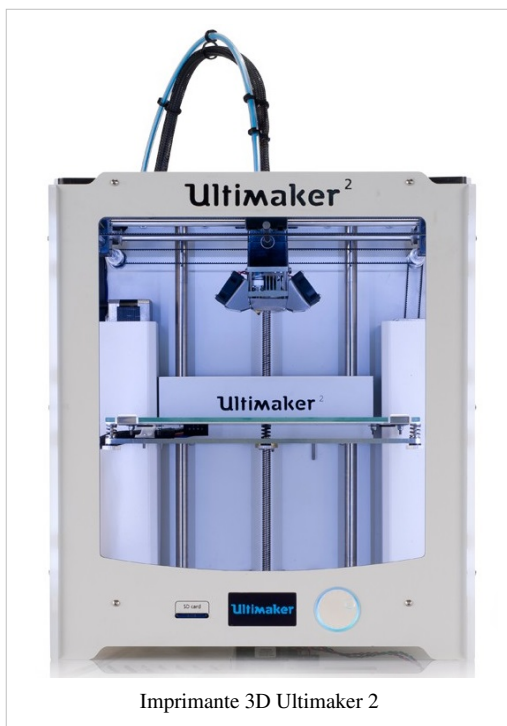
- 15 en forme standard =
- 5 en forme d'équerre L



Le challenge était de faire en sorte que les pièces se connectent correctement entre elles et que les épaisseurs correspondent. Comme pour les formes géométriques nous avons décidé de créer des connecteurs avec une épaisseur de 1.5 mm et une fente de 1mm, ce qui correspond à l'épaisseur des formes géométriques. Ceci pour permettre le bon accrochage connecteur-forme.

### Les impressions

Pour l'impression nous avons utilisé une imprimante Ultimaker 2.



### Février 2016

Nous avons imprimé nos deux premiers connecteurs standards. Le temps d'impression a été autour de 10 minutes. Nous sommes satisfaites du résultats et nous sommes réussies à les assembler à deux autres éléments qu'ils avaient plus ou moins une épaisseur de 1.5 mm.

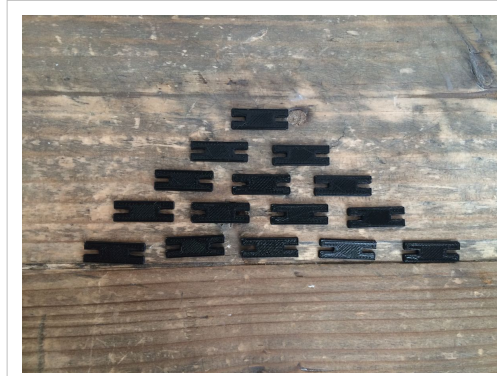


### Mars 2016

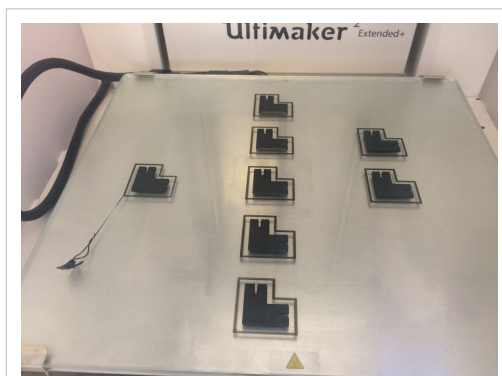
Notre avons imprimé les 8 connecteurs en forme d'équerre et les 15 connecteurs standards. Le temps requis pour l'impression des connecteurs standards a été de environ 26 minutes alors que pour les connecteurs en formes d'équerre a été de 27 minutes. Nous avons travaillé sur deux imprimante qui imprimaient au même temps. Nous avons gardé l'épaisseur de 1.5 mm.



connecteurs standards - après impression



connecteurs standards



connecteurs en forme d'équerre - après impression

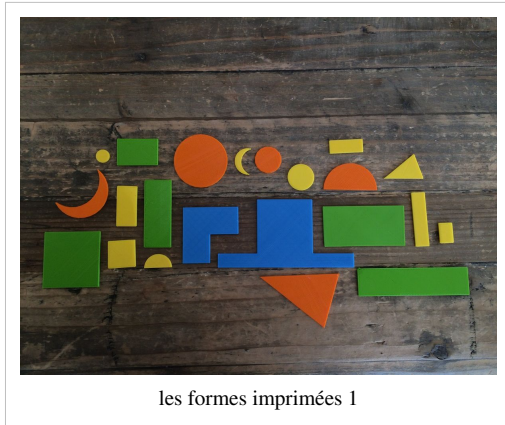


connecteurs en forme d'équerre

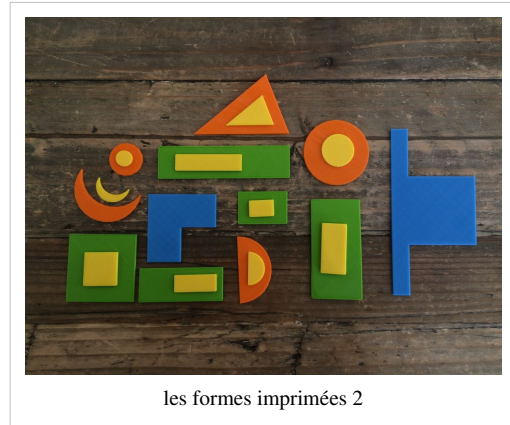
### Avril 2016

Nous avons imprimé toutes les formes géométriques en quatre couleurs et en deux différentes tailles. Nous avons fait une première impression de preuve et nous nous sommes tout de suite aperçu que le chapeau du petit bonhomme était trop difficile à assembler. Nous avons ensuite créer une forme composée en forme de chapeau. Pour se faire une avons utilisé le logiciel tinkerCAD. Nous avons donc imprimé deux fois 10 formes en trois couleurs différentes et en deux différentes tailles. Le temps requis a été de 40 minutes environs. Ensuite nous avons imprimé la forme du chapeau (plus une équerre). Temps requis pour l'impression environ 15 minutes.





les formes imprimées 1



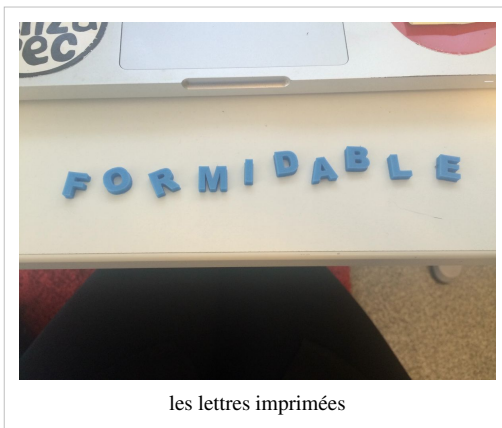
les formes imprimées 2

Finalement nous avons réalisé 20 formes géométrique standard plus 2 formes géométrique composées

- 2 croissants
- 2 carrés
- 8 rectangles
- 2 demi-lunes
- 4 cercles
- 2 triangles
- 1 chapeau
- 1 équerre

Nous avons utilisée au totale 4 couleurs: bleu, jaune, vert, orange.

De plus nous avons crée (avec tinkerCAD) et imprimé, 10 lettres formant le mot F O R M I D A B L E. Ensuite nous les avons collées sur une boite noir.



les lettres imprimées

#### Les fichiers stl

ici <sup>[1]</sup> le lien vers le site thingiverse où sont présents tous les fichiers stl pour construire le jeu Form-idable. Have fun !

#### Le produit final

Le produit finale se compose donc

- 15 connecteurs standards
- 8 connecteurs en forme d'équerre
- 22 formes géométriques

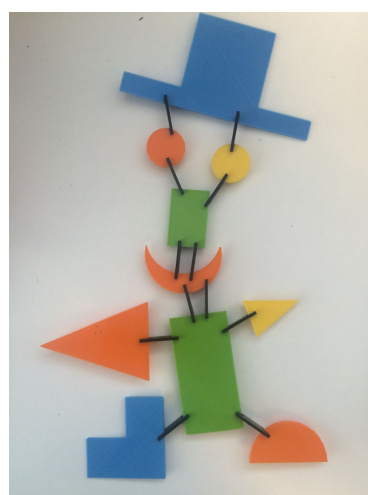
- 1 boite (+ 10 lettres imprimées qui forme le mot f o r m i d a b l e)



la boîte de formidable



Le Bonhomme assemblé par Yeelen



Le Bonhomme assemblé par Dania

## Test

Nous avons choisi de nous rendre chez les enfants (2 garçons et une fille de 4 à 5 ans) que nous allons tester et d'effectuer nous même les déplacements pour que le milieu soit un endroit où les enfants se sentent en sécurité et donc aptes à s'exprimer et se laisser aller. Nous avons fait en sorte que la présentation de l'activité et son déroulement se passe de la même manière avec chacun des trois enfants choisis bien que le déroulement ou l'aide à l'activité était plus poussée chez un et beaucoup moins présente chez l'autre. Il est important de préciser que ces 3 enfants sont des connaissances (ou de la famille), ils se sentent à l'aise en notre présence et la communication avec eux est donc facile. Nous nous sommes posés confortablement chez eux à la maison dans leur chambre et nous leur avons précisé que nous leur avons amené un jeu auquel on jouera « ensemble ». Nous leur avons donné la boîte du jeu form-idable et nous les avons laissé exploré le jeu. Celui-ci contenait à l'intérieur 2 sachets, un pour les connecteurs et l'autre pour les formes, plus un papier représentant le bonhomme à reproduire. Nous avons incité les enfants à regarder l'image en leur précisant d'essayer de reproduire le bonhomme « Charlie ». Ensuite nous avons observé les enfants en essayant de participer le moins possible à la construction du bonhomme et en essayant de ne pas les influencer dans leur choix.

## Résultat

- Enfant 1: garçon de 4 ans et 9 mois

Il commence par renverser par terre toutes les formes et les connecteurs et se met à les explorer. Il met les formes part terre les une à coté des autres en reproduisant le bonhomme tout en regardant l'image. Jusqu'à maintenant il n'a pas l'air de prendre en comptes les connecteurs, il n'a apparemment pas l'air de comprendre leurs utilités. Une fois le bonhomme terminé, il nous regarde et dit qu'il a fini. Effectivement sa reproduction du bonhomme est similaire à l'image. On le félicite et lui demande s'il arrive à mettre ce bonhomme debout. Il nous regarde interpellé sans réaction. On lui répète en lui disant « Essayes de mettre Charlie debout » Là il prend la feuille et met le papier avec le bonhomme debout. Ensuite on lui demande de faire la même chose avec le bonhomme qu'il a construit mais il nous regarde et sourit. Là on lui montre qu'on est en train de faire une voiture, on pose un rectangle par terre et deux cercles en dessous. Ensuite on lui montre les connecteurs qu'il avait laissé de coté jusqu'à maintenant, et on lui dit « regardes je vais mettre ma voiture debout, je vais utilisé les connecteurs noirs (en montrant les connecteurs) pour la mettre debout, comme ca je relie mon rectangle (on pointe pour montrer le rectangle) avec mes deux cercles (en pointant les deux cercles) » Et là on montre à l'enfant comment connecter la voiture. Ensuite on lui dit « essayes de faire la même chose avec Charlie, tiens ça et relie chacune de tes formes (en pointant toutes les formes). » Il a l'air assez hésitant, et nous regarde en reliant sa première forme comme s'il demandait un feedback de notre part. Là on l'encourage et on lui dit qu'effectivement c'est comme ca qu'il faut relier et de continuer à faire la même chose avec les autres pièces. L'enfant a l'air de comprendre et se met à connecter toutes les pièces avec un seul connecteur à chaque fois (on l'aide pour fixer le nez en lui rajoutant un autre connecteur). Tout au long nous avons continué à l'encourager pour qu'il prenne confiance. Une fois qu'il a fini on lui demande si maintenant il arrive à le mettre debout, et là il relève son bonhomme avec un grand sourire et semble tout fier de lui.

- Enfant 2: garçon de 4 ans et 2 mois

L'enfant sort les deux sacs de la boîte, les renverse par terre et commence à les manipuler. Il semble déjà avoir oublié qu'il avait à reproduire le bonhomme mais on le laisse explorer. Il met les formes l'une à coté de l'autre en les alignant comme pour faire une sorte de route. Il prend un connecteur et le passe sur chaque forme en disant « tchic, tchic, tchic ». Là on lui demande ce qu'il fait mais il ne nous répond pas, il semble être à fond dans son jeu. On prend alors un rectangle et deux cercles et on lui montre qu'on fait une voiture. On prend ensuite deux connecteurs et on dit « tchic, tchic, tchic, tchic, tchic, tchic » en plaçant chacun des connecteurs de manière à relier les formes. L'enfant nous regarde faire et on fait semblant de faire rouler la voiture en disant « vroum, vroum, vroum ». L'enfant nous regarde et sourit. Là on prend le papier en pointant le bonhomme et on dit « Charlie a un chapeau, voilà son chapeau (on commence à faire le chapeau en posant les formes par terre sans les connecter), ils sont où ses yeux? » L'enfant nous montre ses yeux sur le papier, on lui « donne moi ses yeux ? » et l'enfant nous donne les cercles. On continue par guider l'enfant pour chaque partie du visage et du corps en lui demandant à chaque fois « et maintenant qu'est ce qu'il manque ? », l'enfant semble prendre plaisir à rechercher les formes qui correspondent aux parties du corps et nomme chaque partie du corps en nous les donnant. Une fois le bonhomme reproduit, on le félicite en le remerciant de nous avoir aidé à refaire Charlie et que même Charlie était content maintenant. Ensuite on met le papier debout et on dit « Charlie veut se mettre debout il faut l'aider à se mettre debout » L'enfant nous regarde sans trop savoir comment faire. Il regarde le bonhomme par terre et lui dit « Aller Charlie debout, debout, debout... » On le regarde on lui dit qu'il faut l'aider en faisant « tchic, tchic, tchic ». Il regarde les connecteurs, en prend un et le passe au dessus de chaque forme en faisant le bruit. Ensuite on prend un connecteur et on fait tchic, tchic, tchic en reliant son chapeau, et on lui dit « regardes son chapeau est debout » L'enfant ne semble toujours pas comprendre, on continues par connecter les yeux, le nez et la bouche et on lui dit « Il arrive à relever sa tête » On l'encourage alors à relever son ventre, l'enfant prend le connecteur tout en nous regardant et le met sur le ventre et le connecte à la bouche de manière correcte. On le félicite et on lui dit que maintenant Charlie est presque debout mais qui faut encore qu'il relève ses mains et ses pieds. En le guidant, l'enfant connecte les mains et les pieds du bonhomme. Une fois fini on le félicite. L'enfant prend alors Charlie dans sa main et va le montrer à sa maman.

- Enfant 3: fille de 5 ans et 11 mois

L'enfant sort les deux sacs de la boîte. Elle regarde le sac des formes, l'ouvre et met les formes sur la table. Elle regarde les formes et regarde l'image comme pour voir si les formes qu'elle sort du sac correspondent à l'image. Elle sort ensuite le sac des connecteurs et nous demande à quoi ça sert. On lui dit que ce sont des connecteurs qui sert à relier chaque pièce à l'autre, on lui montre l'exemple de la voiture, en faisant une voiture devant elle en utilisant les connecteurs. On lui dit « maintenant à ton tour, fait la même chose pour refaire Charlie, en reliant les formes grâce aux connecteurs ». L'enfant semble parfaitement comprendre ce qu'on veut dire et commence à reproduire Charlie parfaitement sans même nous regarder pour demander de l'aide ou un feedback. Une fois qu'elle a fini, elle rajoute un cercle dans « la main » du bonhomme et nous dit « regardes il tient un gâteau dans sa main c'est son anniversaire ». Ensuite elle commence à nous parler des ses projets pour son anniversaire et passe totalement à autre chose !

## Conclusion

Les résultats sont à notre avis assez représentatifs. Il nous semble que ce jeu est assez compliqué pour un enfant de 4 ans et serait plus adapté à des enfants de 5 ans. Un enfant de 4 ans ne semble pas connaître la fonction des connecteurs et ne sait pas faire la différence entre un connecteur en forme d'équerre et un connecteur droit. Les enfants de 4 ans semblaient utiliser l'un ou l'autre de la même manière alors que l'enfant de 5 ans n'a utilisé les connecteurs en forme d'équerre que pour les pieds et les bras. Egalement, plus l'enfant est jeune plus il semble avoir besoin d'aide dans la construction du bonhomme en modélisant l'utilisation des connecteurs. La première réaction des deux enfants de 4 ans était d'utiliser les formes de manière 2D en les posant par terre soit pour reproduire le bonhomme soit pour aligner les formes. Toutefois, les connecteurs ont interpellé l'enfant de 5 ans dès le commencement du jeu. L'enfant a remarqué que ceux-ci n'était pas représenté sur l'image du bonhomme et nous a alors questionné sur leur utilité. L'enfant de 5 ans nous a montré une prise en main du jeu sans un besoin d'appui et est même allée plus loin en rajoutant un élément qui n'était pas présent sur l'image (le cercle pour représenter un gâteau). Ce petit rajout nous montre qu'un enfant de 5 ans serait capable d'utiliser le jeu de manière autonome et même de créer ses propres personnages ou ses propres objets sans forcément avoir un modèle à recopier.

## Références

- [1] <http://www.thingiverse.com/thing:1749582>

---

# Aspets conceptuels

---

## Kit de construction

---

### Définition

Un kit de construction est un ensemble d'éléments qui peuvent être joints pour construire un nouvel objet qui aurait une nouvelle utilisation. Selon Resnick et Silverman (2005), “[ce] sont des systèmes qui engagent les enfants dans la conception et la création d'objets, parfois sur l'écran, parfois dans le monde physique, parfois dans les deux situations à la fois”, (“construction kits” – that is, systems that engage kids in designing and creating things, sometimes on the screen, sometimes in the physical world, sometimes both.). Selon les auteurs les kits de construction sont utilisés, parmi d'autres utilisations, pour créer des histoires animées, des simulations ou des constructions robotiques.

Les kits de construction sont utilisés dans des domaines très variés comme la musique, l'architecture, l'éducation ou la programmation.

Dans l'article “Behavior Construction kits” de 1993, Mitchel Resnick parlait déjà de trois générations de kits de construction. La première permettait aux enfants de construire des structures, la deuxième permettait de construire des mécanismes et la troisième de construire des comportements. Aujourd'hui les trois générations sont toujours d'actualité et sont prises en compte dans l'éducation.

En éducation, les kits de construction peuvent être vus comme un type d'objets d'apprentissage <sup>[1]</sup> (“ specifically designed to promote learning through hands-on interaction. They are popular materials in early childhood education, at school and at home.”)

Oren Zuckerman a classifié les kits de construction dans la catégorie de “Construction and Design” dans la vue d'ensemble historique qu'il a proposée des objets d'apprentissage. Selon cette catégorisation ces objets permettent [...] de comprendre le monde physique à travers la création de modèles. Zuckerman a inclus dans cette catégorie la construction de structures 2D et 3D.

Voir aussi: [Objet d'apprentissage constructionniste](#)

### Exemples

L'impression 3D permet aujourd'hui de concevoir et d'imprimer nos propres objets. Dans le cours Stic IV on a appris à concevoir et imprimer différents objets 3D avec des objectifs pédagogiques. Parmi les projets finaux on trouve des kits de construction, des objets qui se joignent pour former de nouveaux objets et des objets qui mis ensemble (sans nécessairement construire quelque chose de nouveau) deviennent aussi des objets d'apprentissage :

- Animaux du monde
  - Carte Suisse 3D
  - Cubricks
  - Jeu d'engrenages
  - Kit ADN
  - Kit de chimie
  - Kit fusée Ariane
  - Kit pour étudier la table de multiplication
  - Le Jeu DD
-

- Les os de la main
- Les pyramides d'Egypte
- Morpion
- Pyramide alimentaire constructible
- Tangram
- La portée musicale
- Le jeu des panneaux de signalisation routière

## Références

- Zuckerman, O. (2006). Historical Overview and Classification of Traditional and Digital Learning Objects. MIT Media Laboratory, 20 Ames Street, Cambridge, MA 02139. PDF - CiteSeer Abstract.
- Resnick, M. (1993). Behavior construction kits. *Communication of the ACM*. Vol. 36, pages 64-71.
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005, June). Some reflections on designing construction kits for kids. In *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children* (pp. 117-122). ACM.

More references in the English version page [http://edutechwiki.unige.ch/en/Construction\\_kit](http://edutechwiki.unige.ch/en/Construction_kit)

## Domaines similaires

- Exemples de “construction toys” dans Wikipedia : [https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Construction\\_toys](https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Construction_toys)
- Sur les effets des types de “construction toys” : <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/ab0f3f42-feb3-11e2-b9b0-00144feabdc0.html>

## Références

[1] [http://edutechwiki.unige.ch/en/Constructionist\\_learning\\_object](http://edutechwiki.unige.ch/en/Constructionist_learning_object)

# Objet d'apprentissage constructionniste

---

## Introduction

### Résumé et traduction du texte en référence.

Les objets d'apprentissage sont des objets physiques. Ils sont conçus pour promouvoir l'apprentissage à travers les interactions. Ces outils peuvent être utilisés en milieu scolaire et dans nos foyers. John Locke, dans les années 1690, a fortement contribué à ce domaine en déterminant que "la connaissance découle de l'expérience", par exemple, tenter d'enseigner l'alphabet aux enfants par l'intermédiaire de jeux.

La vision de John Locke a su influencer d'autres penseurs comme Condillac et Rousseau et permettant une révolution des idées pédagogiques. Rousseau a complété le côté expérimental, et développé une vision des interactions basée sur la nature et les objets de l'apprentissage en tant qu'étapes des processus d'expérimentation. Condillac a plutôt développé l'angle de la sensation, et contribué à la théorie du "sensationalisme" qui soutient que "toutes connaissances découlent de nos sens" (Knight, 1968). Ces deux auteurs soutiennent donc deux mouvements distincts: Condillac détermine l'origine de l'intelligence par les interactions sensorielles avec les objets, alors que pour Rousseau, les sources des connaissances se trouvent dans l'expérimentation du monde réel et de l'interaction avec la nature.

## Auteurs clefs

### Etienne Condillac (1714-1780)

Ce philosophe développa la théorie du sensationalisme qui détermine que toutes nos connaissances découlent de nos sens et ne sont donc pas des idées innées. Il simplifie donc la théorie de la connaissance de Locke en ajoutant que toutes les expériences conscientes ne sont que le résultat des sensations passives.

### Jean-Marc Gaspard Itard (1774-1838)

Itard apporta de nombreuses nouvelles méthodes pour l'éducation et le traitement des sourds et des muets. Son approche éducationnelle se base sur les entraînements sensoriels et la stimulation (Itard, 1962). Il a connu une certaine notoriété quand il s'est occupé du traitement du jeune Victor, "l'enfant sauvage de l'Aveyron", un enfant trouvé dans les bois près du village de Lacaune en France en 1797. Il tenta de lui apprendre à parler en utilisant du matériel qu'il conçut et adapta pour entraîner Victor grâce à un alphabet sous forme d'objet tangible.

### Edward Seguin (1812-1880)

Seguin était l'élève de Itard et apporta de nouveaux éléments pour l'approche de l'entraînement sensoriel et les appliqua aux élèves atteints de retard mental dans des écoles d'éducation spécialisée. Il connu un certain succès en Europe et à l'étranger grâce à ses tests d'intelligence non-verbal basés sur des formes géométrique (Itard, 1962). Nous utilisons encore ces planches de formes géométrique dans les écoles enfantines. Seguin pense que l'intelligence doit être stimulée de manière active et s'appuyer sur l'utilisation d'exercices physiques et sur le développement sensoriel pour augmenter les capacités cognitives.

---

### **Maria Montessori (1870-1952)**

Maria Montessori fut l'élève de Seguin, elle s'intéressa beaucoup à l'aide qui peut être appliquée aux enfants atteints de retard mental. Elle a également approfondi les travaux de Itard et améliora les outils d'entraînement sensoriel et de stimulation. Elle créa les outils didactiques (didactic materials). Ce fut une femme extrêmement prolifique, elle établit une philosophie éducationnelle (the Montessori method, 1916) en étendant son travail sur les enfants atteints de retard mental aux enfants "normaux" à travers son réseau «casa de bambini». En s'impliquant dans les objets d'apprentissage, elle créa de fameux outils ("Montessori materials"), basés sur les outils de Seguin (panche de formes) et Itard (lettres d'alphabet), elle développa un nouveau design regroupant 4 principales catégories: vie pratique, sens, maths et langage. La méthode de Montessori suit des principes d'éducation comme le design des objets d'apprentissage qui se base sur le matériel pédagogique et le rôle de l'enseignant. Il faut que le design soit approprié au développement, isoler certaines propriétés, stimuler l'activité, être attrayant pour l'enfant et doit faciliter un apprentissage auto-géré, soutenir une collaboration et des interactions entre les apprenants d'âges divers. Le rôle de l'enseignant dans la méthode Montessori est de permettre à l'enfant d'agir indépendamment et d'offrir des possibilités d'apprentissage par l'enseignement indirect. Elle a également développé le concept de " polarisation de l'attention" qui détermine des moments de d'activités et de réflexion.

### **L'experimentation**

**Rousseau (1712 - 1778)**, influencé par l'apprentissage et les origines de la connaissance selon Locke, il écrit un roman intitulé Emile qui parle d'un jeune garçon et de son tuteur (Rousseau, 1762). A travers ce récit, Rousseau pose les bases des théories de l'éducation centrées sur l'enfant et propose qu'au lieu d'enseigner les idées des autres, il est préférable que l'élève tire ses propres conclusions basées sur ses propres expériences et insiste sur l'éducation individualisée. Pour lui, le rôle de l'enseignant est de faciliter l'apprentissage. Il définit trois principes d'éducation: (1) l'éducation de la nature: la croissance interne de nos organes et des facultés. (2) l'éducation des hommes: l'usage que nous apprenons à faire de notre croissance. (3) l'éducation des choses: ce que nous gagnons par notre l'expérience de notre environnement.

**Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827)** a été inspiré par le mouvement de l'empirisme et plus précisément par Emile de Rousseau, et en 1805, il a décidé de créer une école révolutionnaire à Yverdon, en Suisse. Il détermine que les enfants devraient apprendre par l'activité et à travers plutôt que par des livres et des mots. Pestalozzi Pestalozzi croit que les enfants devraient être libres de poursuivre leurs propres intérêts et de tirer leurs propres conclusions de leur observations. Pestalozzi a développé une méthode appelée "Anschauun" déterminée par l'observation directe et concrète.

**Friedrich Wilhelm Aouit Froebel (1782 - 1852)** s'est préoccupé de l'enseignement des jeunes enfants à travers des jeux éducatifs à la maison, dans le milieu familial. Il a cherché à encourager la création d'environnements éducatifs basés sur des travaux pratiques et impliquant l'utilisation d'outils. il était profondément inspiré par les idées pédagogiques de Pestalozzi.



## Réalité simplifiée

**John Dewey (1859 - 1952)** soutient que les environnements d'apprentissage doivent être une simplification de la vie présente. Les enfants devraient participer à des activités sociales et être impliqué dans l'apprentissage par la pratique, spécifiquement en faisant des activités qui font partie du réel de la vie, de la vie d'adulte, de la vie à la maison.

## Catégories des objets d'apprentissage

Ces différents penseurs se retrouvent dans des thèmes d'éducation commun tels que: apprendre de l'expérience, faire preuve d'un apprentissage actif par interaction avec du matériel d'apprentissage et avec les personnes. Selon eux, il faut contrôler l'environnement d'apprentissage. L'enseignant doit offrir des occasions d'apprentissages plutôt que de simplement délivrer du savoir.

## Kit de construction

Selon Froebel and Montessori, il est important d'utiliser des objets qui sont cohérent avec le niveau de développement de l'apprenant, qui sont hautement modulables et qui permettent des interactions sensorielles.

Les catégories d'objets d'apprentissage de Froebel déterminent l'importance que peuvent représenter les kit de construction car ils aident l'apprenant à comprendre le monde physique et à s'engager dans une activité d'expression de leur propres idées. Les artefacts de Froebel permettent par exemple d'apprendre la géométrie de manière indirecte; c'est en construisant et assemblant des blocs différents que l'apprenant va inférer des lois géométriques. Froebel est donc le précurseur de nos jouets de construction contemporains qui permettent à l'apprenant de construire des modèles des choses physiques et de s'exprimer visuellement en utilisant des kits 2D et 3D (Lego, Briques, Tinkertoys, Knex, formes de couleur, papiers découpés etc.).

## Objets pour les concepts abstraits

A contrario, les catégories d'objets d'apprentissage selon Montessori ne sont pas des kit de construction mais concernent plutôt les concepts abstraits au lieu du monde physique. Ainsi, chaque objet doit isoler les caractéristiques d'un concept abstrait. Le processus de manipulation de ce matériel permet à l'enfant "d'absorber" le concept abstrait à travers une interaction physique, de manière autonome, sans intervention de l'enseignant. Il n'y a donc aucune analogie au monde physique réel (ex: le matériel "long stairs" permet à l'apprenant d'absorber des connaissances sur les nombres.). Montessori est la précurseur de nos jouets actuels tels que les puzzles, les jouets de classification etc.

## Objets pour les jeux de rôle

Les catégories d'objets d'apprentissage de Dewey sont basés sur sa vision de l'environnement d'apprentissage déterminée par une simplification de la vie réelle. Ces objets doivent permettre à l'enfant de ressentir une part du monde adulte, du monde réel (ex: une dinette composée de plats, assiettes, tasses etc. ou des costumes de policier, pompier etc.). Ainsi l'enfant peut faire semblant de prendre part au monde de la vie d'adulte et apprendre par le jeu de rôle.

## Classification des objets d'apprentissage

### Objets d'apprentissage classiques (non-digital)

Construction & Design	Manipulation Conceptuelle (O)	Jeu de rôle sur la réalité (O)
Cadeaux de Froebel	Matériel de Montessori	bébé poupée
Tissage de papier	puzzle	nourriture
bloques pattern	trie de forme et empilage	jeu de ménage
unités de blocs	liaisons de couleurs	dinette
briques LEGO®	Cuisenaire Rods®	costumes de métier (pilote, docteur, etc.)
Lincoln Logs®	Tuiles numériques	maison de poupée
K'Nex®	bloques d'alphabet	trains

Les objets d'apprentissage classiques sont fabriqués en bois, plastique ou autres matériaux tangibles. Ils sont populaires encore de nos jours dans les établissements tels qu'à la crèche, en enfantine et en primaire

#### Construction & Design:

Les objets d'apprentissage dans cette catégorie sont définis par les kits de construction (pour la construction 3D), ou d'unités 2D qui se connectent et / ou s'attachent ensemble pour la construction. Habituellement, les unités sont basées sur des règles géométriques afin d'aider les enfants à explorer la réalité à travers l'arrangement approximatif d'unités de façon à ressembler à des choses du monde réel, comme une maison, un arbre, une personne, une ferme etc. Les blocs peuvent être utilisés pour explorer l'abstrait et les concepts d'encapsulation en géométrie, mais en général, à travers un processus de conception. L'activité avec ces objets d'apprentissage concerne la modélisation des choses dans le monde réel.

#### Manipulation conceptuelle:

Les objets d'apprentissage dans cette catégorie relèvent de la manipulation mathématique, des puzzles géométriques, puzzles nombre, de blocs de l'alphabet et des énigmes sur l'alphabet. La principale activité dans cette catégorie correspondant à l'organisation, le tri, l'empilage. Habituellement, il n'y a pas de créations de structures qui ressemblent à des choses dans le monde réel, mais plutôt une exploration interactive à travers l'action et / ou la résolution de problèmes. L'activité avec ces objets d'apprentissage relève d'une exploration interactive des concepts abstraits.

#### Jeu de rôle sur la réalité:

Les objets d'apprentissage dans cette catégorie font référence aux objets de Jeux de rôles tels que les costumes et déguisement, jeux de trains, poupées et maisons de poupées. La principale activité de jeu dans cette catégorie est de faire jouer l'imagination dans laquelle l'enfant prétend être un adulte, en utilisant des outils d'adultes, et leur responsabilités typique d'adulte. L'activité de jeu dans cette catégorie n'est pas similaire à 'jeu de fantasy', dans lequel les enfants vont faire semblant d'être des fées, des chevaliers, des princesses, ou des dragons. La caractéristique essentielle de la catégorie des jeux de réalité concerne les rôles en faisant semblant d'être un adulte à partir de la réalité de l'enfant. L'activité avec ces objets relève de l'interaction sociale et de l'exploration interactive des activités de la vie d'adulte et de leurs responsabilités.

## Objets d'apprentissage digitaux

Construction & Design Digitaux	Manipulation Conceptuelle Digitale (O)	Jeu de rôle digital sur la réalité (O)
LEGO Mindstorms	Neurosmith Music Blocks	Appareils de cuisine numérique
Cricket de MIT	Bloques Duplo électronique	Animaux numériques
Osaka Univ. ActiveCubes	Système de bloque MIT	
Tuiles intelligentes (université de Colorado)	Bloques de flux MIT	
Bloc de cellule (université de Colorado)	Sussex Univ. Chromarium	

L'électronique a apporté un renouvellement des objets d'apprentissage avec notamment les maquettes de trains, les voitures télécommandées, etc. Le coût de ces technologies s'est vu nettement diminuer ces dernières années, apportant une prolifération de ces jouets digitaux qui permettent l'utilisation de lumières clignotantes ou de sons associés.

### Construction & Design numérique:

Les objets d'apprentissage dans cette catégorie permettent la construction et la conception de structures en 2D et 3D, impliquant la détection et l'actionnement. Par exemple, Mindstorms (LEGO) permet la construction et la programmation des robots, de cricket (Resnick, 1996) permet la construction de sculptures cinétiques et d'art interactif, ActiveCubes (Ichida 2004) permet la construction de formes 3D, les tuiles intelligentes et blocs de cellules (Elumeze 2005) permettent la construction 2D et 3D de motifs lumineux. Ces objets d'apprentissage suivent la tradition de conception de Froebel, qui encourage les enfants à concevoir et construire des modèles du monde.

### Manipulation numérique conceptuelle:

Les objets d'apprentissage dans cette catégorie permettent l'interaction, l'exploration de concepts abstraits qui impliquent l'ordinateur ou la simulation de calcul. Par exemple, des blocs de musique (neurosmith) explorent la dynamique des motifs musicaux, Blocs Duplo Electronique (Wyeth, 2002) explore les logiques de calcul, blocs système (Zuckerman 2,003 explore la simulation de dynamique des systèmes, Bloque de flux (Zuckerman 2005) explore la causalité au fil du temps, et Chromarium (Rogers 2002) enquête sur un mélange de couleur numérique. Ces objets d'apprentissage suivent la tradition de conception de Montessori qui encourage les enfants à explorer des concepts abstraits indépendamment, par un processus d'auto-guidage, en utilisant des objets physiques.

### Jeu de rôles numériques basés sur le réel:

Les objets d'apprentissage dans cette catégorie permettent un jeu de rôle actif, aider les enfants à se livrer à l'imagination et jouer des scénarios impliquant des responsabilités d'adultes. Certains objets numériques le font avec succès; d'autres limitent le jeu imaginatif de l'enfant et dictent des scénarios de jeux spécifiques. La cuisine numérique et appareils électroménagers améliorent généralement le scénario du faire semblant, ce qui porte l'enfant à faire un pas de plus vers le monde de l'adulte. Ces objets d'apprentissage suivent la philosophie de Dewey qui encourage les enfants à se livrer à l'interaction sociale et jouer un rôle dans le monde des adultes.

## Références

- Zuckerman, Oren (2006, in preparation), Historical Overview and Classification of Traditional and Digital Learning Objects MIT Media Laboratory, 20 Ames Street, Cambridge, MA 02139. lecture obligatoire (PDF) <sup>[1]</sup>  
- CiteSeer Abstract <sup>[1]</sup>.

## Références

[1] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.94.7899>

# Sources et contributeurs de l'article

- Objets pédagogiques avec une imprimante 3D** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=69040> *Contributeurs:* Claire Peltier, Daniel K. Schneider, Lydie BOUFFLERS, Robin.petermann, Romero.Claudia, Sylviane
- Tutoriel OpenSCAD** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=62157> *Contributeurs:* Arnaud, Daniel K. Schneider, Garretv0, Lydie Batilly, Venni6
- Autodesk 123D Beta 9** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=58275> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Schmikd0, Vjollca Ahmeti
- Meshlab pour impression 3D** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=60854> *Contributeurs:* Andrés Gomez, Daniel K. Schneider, Stephanie Perrier
- Fabrication avec une imprimante 3D** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=61836> *Contributeurs:* Arocca, Claire Peltier, Daniel K. Schneider, Loic.boujoi, Mfalouji
- Configuration imprimante 3D Felix 2.0** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=52026> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Mfalouji, Romain Dewaele
- Filament pour impression 3D** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=55127> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Maurin0
- Traitement d'impressions polymériques 3D** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=61819> *Contributeurs:* Arocca, Daniel K. Schneider
- STIC:STIC IV (2015)/Productions finales** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=62156> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Ludmila Banaru
- STIC:STIC IV (2015)/Aires cérébrales** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54964> *Contributeurs:* Anna Artamon, Daniel K. Schneider
- STIC:STIC IV (2015)/Animaux du monde** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54867> *Contributeurs:* AnneSo63, Celine Renaud, Daniel K. Schneider
- STIC:STIC IV (2015)/Carte Suisse 3D** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54439> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Eirinikarani, Ludmila Banaru
- STIC:STIC IV (2015)/COX et ses drugs** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=55354> *Contributeurs:* Camacab0
- STIC:STIC IV (2015)/Cubricks** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=68244> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Ludmila Banaru, Venni6
- STIC:STIC IV (2015)/Jeu d'engrenages** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=56452> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Pedro de Freitas, SebastienWaeger
- STIC:STIC IV (2015)/Kit ADN** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54442> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Romain Dewaele
- STIC:STIC IV (2015)/Kit de chimie** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54443> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Garretv0
- STIC:STIC IV (2015)/Kit pour étudier la table de multiplication** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54762> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Ludmila Banaru
- STIC:STIC IV (2015)/Le Jeu DD** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54700> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Natbgn, Régis Le Coultre, Stephanie Perrier
- STIC:STIC IV (2015)/Les os de la main** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=61032> *Contributeurs:* Alexandra Theubet, Daniel K. Schneider, Schmikd0
- STIC:STIC IV (2015)/La pyramide labyrinthe** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=55135> *Contributeurs:* Aya benmosbah, Daniel K. Schneider, Mamoudou
- STIC:STIC IV (2015)/Mini-golf de table** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54939> *Contributeurs:* Andrea Giarrizzo, Daniel K. Schneider, Robin.petermann
- STIC:STIC IV (2015)/Morpion** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54872> *Contributeurs:* Brice Maret, Daniel K. Schneider
- STIC:STIC IV (2015)/Pictos3D** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=62017> *Contributeurs:* Lydie Batilly
- STIC:STIC IV (2015)/Pyramide alimentaire constructible** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54688> *Contributeurs:* Maurin0
- STIC:STIC IV (2015)/Tangram** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54789> *Contributeurs:* Andrés Gomez, Daniel K. Schneider
- STIC:STIC IV (2015)/La portée musicale** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=61434> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Ludmila Banaru, Nina.devincent, Romero.Claudia
- STIC:STIC IV (2015)/Le jeu des panneaux de signalisation routière** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=54760> *Contributeurs:* Angela F
- STIC:STIC IV (2015)/Form-idable** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=61992> *Contributeurs:* Daniamahfouz, Daniel K. Schneider, Kamanda0
- Kit de construction** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=66990> *Contributeurs:* Angela F, Daniel K. Schneider
- Objet d'apprentissage constructionniste** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?oldid=66989> *Contributeurs:* Daniel K. Schneider, Lydie BOUFFLERS, Venni6

# Source des images, licences et contributeurs

**image:Doblo-factory-v1-1-exhibit2.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Doblo-factory-v1-1-exhibit2.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:Openscad cube.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad\\_cube.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad_cube.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:Openscad-recharger-compiler.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-recharger-compiler.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:Openscad-doorstopper.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-doorstopper.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:800px-Doorstopper-webster-netfab.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:800px-Doorstopper-webster-netfab.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:800px-Doorstopper-webster.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:800px-Doorstopper-webster.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-for-loop1.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-for-loop1.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-for-loop2.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-for-loop2.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:IntersectionFor-Rotation.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:IntersectionFor-Rotation.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:IntersectionFor-Translation.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:IntersectionFor-Translation.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:Openscad-cube.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-cube.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:Openscad-sphere.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-sphere.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**File:Openscad-cylinder.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-cylinder.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-polyhedron-example.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-polyhedron-example.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-polyhedron-example3.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-polyhedron-example3.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-bad-polyhedron.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-bad-polyhedron.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-bad-polyhedron-annotated.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-bad-polyhedron-annotated.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**File:Openscad-mirror-x.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-mirror-x.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**File:Openscad-mirrors.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-mirrors.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:minkowski-sum.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Minkowski-sum.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:minkowski-sum2.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Minkowski-sum2.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:hull.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Hull.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad\_union.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad\\_union.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad_union.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad\_difference.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad\\_difference.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad_difference.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**file:openscad-difference-cube-example.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-difference-cube-example.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad\_intersection.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad\\_intersection.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad_intersection.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-debug-modifier.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-debug-modifier.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-background-modifier.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-background-modifier.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:half-ball2.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Half-ball2.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:owl.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Owl.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:hull2.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Hull2.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-polygon-example0.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-polygon-example0.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-polygon-example1.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-polygon-example1.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-polygon-extrusion-example0.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-polygon-extrusion-example0.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-polygon-example2.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-polygon-example2.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:extruded-moons.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Extruded-moons.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**File:lego-hamburger.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lego-hamburger.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:woman-svg-cleaned1.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Woman-svg-cleaned1.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:inkscape-join-selected-endnotes-with-new-segment.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Inkscape-join-selected-endnotes-with-new-segment.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**File:woman-svg-extruded.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Woman-svg-extruded.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:cowgirl-lugos.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cowgirl-lugos.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:icon-r2d2.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Icon-r2d2.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**File:Text rocks.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Text\\_rocks.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Text_rocks.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**File:windings\_rock.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Windings\\_rock.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Windings_rock.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:openscad-no-simple-object.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Openscad-no-simple-object.png> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_interface\_accueil.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_interface\\_accueil.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_interface_accueil.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_interface\_vide.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_interface\\_vide.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_interface_vide.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_menu\_fenetre\_haut\_gauche.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_menu\\_fenetre\\_haut\\_gauche.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_menu_fenetre_haut_gauche.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_browser\_menu\_centre\_gauche.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_browser\\_menu\\_centre\\_gauche.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_browser_menu_centre_gauche.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_menu\_haut\_centre.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_menu\\_haut\\_centre.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_menu_haut_centre.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_polyèdre\_keplerien.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_polyèdre\\_keplerien.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_polyèdre_keplerien.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_cube\_navigation.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_cube\\_navigation.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_cube_navigation.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_cube\_face.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_cube\\_face.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_cube_face.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_menu\_bas\_centre.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_menu\\_bas\\_centre.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_menu_bas_centre.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_roue\_navigation\_complete.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_roue\\_navigation\\_complete.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_roue_navigation_complete.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_menu\_navigation\_complements.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_menu\\_navigation\\_complements.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_menu_navigation_complements.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_indices\_contraintes.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_indices\\_contraintes.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_indices_contraintes.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_menu\_bas\_droite.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_menu\\_bas\\_droite.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_menu_bas_droite.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_mode\_entree\_precise\_saisie.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_mode\\_entree\\_precise\\_saisie.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_mode_entree_precise_saisie.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_metrique\_bas\_droite.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_metrique\\_bas\\_droite.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_metrique_bas_droite.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_menu\_espace\_personnel.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_menu\\_espace\\_personnel.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_menu_espace_personnel.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_menu\_contextuel.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_menu\\_contextuel.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_menu_contextuel.png) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**Image:123D\_edition\_trace.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_edition\\_trace.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_edition_trace.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Image:123D\_dessin\_bonhomme.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_dessin\\_bonhomme.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_dessin_bonhomme.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Image:123D\_ok.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D\\_ok.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:123D_ok.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Meshlab.PNG** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Meshlab.PNG> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:rapman-tecfa.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Rapman-tecfa.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Felix\_printer.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Felix\\_printer.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Felix_printer.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Menu\_vues\_standards\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Menu\\_vues\\_standards\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Menu_vues_standards_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:System\_coord\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:System\\_coord\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:System_coord_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Menu\_part\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Menu\\_part\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Menu_part_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_translation\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_translation\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_translation_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:ecran\_rotation\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_rotation\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_rotation_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_redimensionner\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_redimensionner\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_redimensionner_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Menu\_extra\_repair\_part.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Menu\\_extra\\_repair\\_part.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Menu_extra_repair_part.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_param\_repair\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_param\\_repair\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_param_repair_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_automatic\_repair\_netfabb.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_automatic\\_repair\\_netfabb.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_automatic_repair_netfabb.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_trancheur\_repetier.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_trancheur\\_repetier.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_trancheur_repetier.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:390px-Retort-stand.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:390px-Retort-stand.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_trancheur\_profiles.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_trancheur\\_profiles.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_trancheur_profiles.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_parametres\_config\_sfact.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_parametres\\_config\\_sfact.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_parametres_config_sfact.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_parametres\_config\_sfact\_carve.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_parametres\\_config\\_sfact\\_carve.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_parametres_config_sfact_carve.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_parametres\_config\_sfact\_cool.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_parametres\\_config\\_sfact\\_cool.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_parametres_config_sfact_cool.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_parametres\_config\_sfact\_dimension.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_parametres\\_config\\_sfact\\_dimension.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_parametres_config_sfact_dimension.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_parametres\_config\_sfact\_fill.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_parametres\\_config\\_sfact\\_fill.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_parametres_config_sfact_fill.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_parametres\_config\_sfact\_speed.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_parametres\\_config\\_sfact\\_speed.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_parametres_config_sfact_speed.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Ecran\_parametres\_config\_sfact\_temperaturel.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran\\_parametres\\_config\\_sfact\\_temperaturel.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ecran_parametres_config_sfact_temperaturel.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:duplo-raft4.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Duplo-raft4.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:swiss-army-knife-small.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Swiss-army-knife-small.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:cutting-map-knives.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cutting-map-knives.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:abrasive-files.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Abrasive-files.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:dremel-tools.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dremel-tools.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:demel-multi-tool.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Demel-multi-tool.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:dremel-gas-torch.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dremel-gas-torch.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:rapman-some-white.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Rapman-some-white.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:rapman-white-gone.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Rapman-white-gone.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:acetone-can.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Acetone-can.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:door-stopper-acetone.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Door-stopper-acetone.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:actone-comparison.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Actone-comparison.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:hobby-paint.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Hobby-paint.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:hobby-paint-on-pla.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Hobby-paint-on-pla.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:hobby-clamps.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Hobby-clamps.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Kit\_imprime.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kit\\_imprime.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kit_imprime.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Elephant.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Elephant.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Carte\_Suisse.JPG** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Carte\\_Suisse.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Carte_Suisse.JPG) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Cox.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cox.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:c\_all.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:C\\_all.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:C_all.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Carte - jeu d'engrenages.png** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Carte\\_-\\_jeu\\_d'engrenages.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Carte_-_jeu_d'engrenages.png) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Garretv0\_Table.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Garretv0\\_Table.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Garretv0_Table.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:FuseeCompletePrint.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:FuseeCompletePrint.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Kit2\_multiplification.JPG** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kit2\\_multiplification.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kit2_multiplification.JPG) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Un\_DD.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Un\\_DD.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Un_DD.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Carpe.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Carpe.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Pimg1.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Pimg1.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Minigolfdetable-parcour.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Minigolfdetable-parcour.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Plaquettev3\_facetop.JPG** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3\\_facetop.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3_facetop.JPG) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Pictos3D.png** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Pictos3D.png> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Kitpyramideconstruite.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kitpyramideconstruite.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Tangram\_chat.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Tangram\\_chat.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Tangram_chat.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Portée3.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Portée3.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:PiecesJeuPanneauxSignalisation.JPG** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:PiecesJeuPanneauxSignalisation.JPG> Licence: inconnu Contributeurs: -

**image:bonhommeE1.jpg** Source: <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:BonhommeE1.jpg> Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:lobe\_parietal.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe\\_parietal.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe_parietal.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Lobe frontal.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe\\_frontal.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe_frontal.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Lobe temporal.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe\\_temporal.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe_temporal.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Lobe occipital.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe\\_occipital.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lobe_occipital.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Aire de broca.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Aire\\_de\\_broca.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Aire_de_broca.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:aire\_wenicke.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Aire\\_wenicke.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Aire_wenicke.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -

**Fichier:Cortex sensoriel.jpg** Source: [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cortex\\_sensoriel.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cortex_sensoriel.jpg) Licence: inconnu Contributeurs: -





**Fichier:Chiffre 5.JPG** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Chiffre\\_5.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Chiffre_5.JPG) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Multiplication.JPG** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Multiplication.JPG> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Egal.JPG** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Egal.JPG> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Plus\_Ludmila.JPG** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plus\\_Ludmila.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plus_Ludmila.JPG) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:kit\_multiplication.JPG** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kit\\_multiplication.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kit_multiplication.JPG) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:STIC IV DD1.jpeg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:STIC\\_IV\\_DD1.jpeg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:STIC_IV_DD1.jpeg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:dd\_assembly.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dd\\_assembly.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dd_assembly.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:dd\_assembly\_2.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dd\\_assembly\\_2.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dd_assembly_2.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:dd\_assembly\_sprite.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dd\\_assembly\\_sprite.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dd_assembly_sprite.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:VidImpressionDD.mp4** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:VidImpressionDD.mp4> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:JeuDD1.JPG** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:JeuDD1.JPG> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:JeuDD2.JPG** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:JeuDD2.JPG> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:CouleurDD.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:CouleurDD.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Cube\_no-ok.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cube\\_no-ok.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cube_no-ok.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:A4\_dessous.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:A4\\_dessous.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:A4_dessous.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Cube\_ok.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cube\\_ok.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cube_ok.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Main\_Anatomie.jpeg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Main\\_Anatomie.jpeg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Main_Anatomie.jpeg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Metacarpe.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Metacarpe.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Phalange.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Phalange.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:labyrinthe-jeu.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Labyrinthe-jeu.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier: cubes.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Cubes.png> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier: objetPyramide.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:ObjetPyramide.png> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier: KhéopsPyramide.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:KhéopsPyramide.png> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier: Pimg3.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Pimg3.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Minigolfdetable-pieces.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Minigolfdetable-pieces.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Minigolfdetable-lanceur0.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Minigolfdetable-lanceur0.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Minigolfdetable-lanceur2.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Minigolfdetable-lanceur2.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Minigolfdetable-lanceur3.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Minigolfdetable-lanceur3.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:SuperMorpion entier.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:SuperMorpion\\_entier.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:SuperMorpion_entier.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Plaque exemple.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaque\\_exemple.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaque_exemple.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Plaquettev3 modèle3Dtop.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3\\_modèle3Dtop.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3_modèle3Dtop.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Plaquettev3 modèle3Ddown.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3\\_modèle3Ddown.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3_modèle3Ddown.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Plaquettev3 facedown.JPG.JPG** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3\\_facedown.JPG.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Plaquettev3_facedown.JPG.JPG) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Accroche coin.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche\\_coin.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche_coin.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Accroche coin imprimée.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche\\_coin\\_imprimée.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche_coin_imprimée.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Accroche centre.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche\\_centre.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche_centre.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Accroche centre imprimée.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche\\_centre\\_imprimée.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Accroche_centre_imprimée.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Pièces de jeu.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Pièces\\_de\\_jeu.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Pièces_de_jeu.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Pièces de jeu imprimées.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Pièces\\_de\\_jeu\\_imprimées.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Pièces_de_jeu_imprimées.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Marqueurs de points mod3D.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Marqueurs\\_de\\_points\\_mod3D.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Marqueurs_de_points_mod3D.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Marqueurs de points imprimés.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Marqueurs\\_de\\_points\\_imprimés.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Marqueurs_de_points_imprimés.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Boite morpion.png** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Boite\\_morpion.png](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Boite_morpion.png) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Kitpyramide1.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kitpyramide1.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Kitpyramidezooom.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Kitpyramidezooom.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Tangram chat.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Tangram\\_chat.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Tangram_chat.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Tangram carre.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Tangram\\_carre.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Tangram_carre.jpg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Portée prototype.jpeg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Portée\\_prototype.jpeg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Portée_prototype.jpeg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Do.jpeg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Do.jpeg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:La.jpeg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:La.jpeg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:lave fa.jpeg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lave\\_fa.jpeg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lave_fa.jpeg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:lave sol.jpeg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lave\\_sol.jpeg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Lave_sol.jpeg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Notes 1.jpeg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Notes\\_1.jpeg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Notes_1.jpeg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Clés.jpeg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Clés.jpeg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Dés.jpeg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Dés.jpeg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Portée 3D.jpeg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Portée\\_3D.jpeg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Portée_3D.jpeg) *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:Portée2.jpeg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Portée2.jpeg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:PlateauJeuPanneauxSignalisation.png** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:PlateauJeuPanneauxSignalisation.png> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

-

**Fichier:bonhomme.JPG** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Bonhomme.JPG> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:connecteurs.JPG** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs.JPG> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**Fichier:bonhomme1.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Bonhomme1.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:circlepetit.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Circlepetit.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:circlegrand.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Circlegrand.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:demi-lune.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Demi-lune.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:rectangle1.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Rectangle1.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:rectangle2.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Rectangle2.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:rectangle3.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Rectangle3.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:rectangle4.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Rectangle4.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:carré.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Carré.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:triangle.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Triangle.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:croissant.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Croissant.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:connecteur1.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteur1.jpg> *License:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:connecteur2.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteur2.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:Ultimaker-ii.jpeg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Ultimaker-ii.jpeg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:connecteurs\_3D.JPG** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs\\_3D.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs_3D.JPG) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:assemblage\_connecteurs.JPG** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Assemblage\\_connecteurs.JPG](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Assemblage_connecteurs.JPG) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:connecteurs\_s.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs\\_s.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs_s.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:connecteurs\_S.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs\\_S.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs_S.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:connecteurs\_equer1.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs\\_equer1.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs_equer1.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:connecteurs\_equer2.jpg** *Source:* [http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs\\_equer2.jpg](http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Connecteurs_equer2.jpg) *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:formes1.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Formes1.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:formes2.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Formes2.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:formidable.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Formidable.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:boite.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:Boite.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

**image:bonhommeE2.jpg** *Source:* <http://edutechwiki.unige.ch/fmediawiki/index.php?title=Fichier:BonhommeE2.jpg> *Licence:* inconnu *Contributeurs:* -

# Licence

---

CC BY-NC-SA Licence  
EduTech\_Wiki:Copyrights  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>