

Ma doc reprop / imprimante 3D

Par X. HINAULT – Février 2012 – Tous droits réservés

Intro

La reprop (pour « replicating rapid prototyper ») est une imprimante 3D libre et open-source tant au niveau du matériel que du logiciel. Elle permet de réaliser des pièces en 3 dimensions à partir d'une modélisation sur ordinateur à l'aide de logiciels libres.

Une idée maîtresse de ces machines c'est qu'elles sont « auto-répliquantes » (en tout cas pour la reprop) : avec une reprop, on pourra fabriquer une autre reprop !

Une autre idée maîtresse aux imprimantes 3D : faire circuler l'information nécessaire pour faire les objets au lieu de faire circuler les objets eux-mêmes.

Vue d'ensemble des imprimantes 3D

Il existe plusieurs grands projets d'imprimantes 3D dans l'esprit « DIY » (« Do It Yourself »), notamment :

RepRap

Initié au Royaume-Uni (université de Bath), le projet reprop qui se décline en plusieurs modèles liés aux évolutions successives. Projet totalement opensource et libre tant au niveau matériel que logiciel : on peut copier, modifier la reprop sans souci !

Structure tubulaire simple à monter soi-même = Machine auto-répliquante (faut 75H quand même...)

Prix correct : on démarre à 500-600€ tout compris !

Les principaux modèles sont :

- Darwin : modèle original
- Mendel :
 - original : 2ème version
 - Prusa Mendel : modèle simplifié
 - Mendel Max
 - makergear mendel
- Huxley : modèle portatif
 - original
 - reprop
- Wallace



Site : <http://reprap.org/wiki/RepRap/fr>

Makerbot



MakerBot est une société américaine qui fabrique des imprimantes 3D à structure « boîte » en bois (découpées au laser et donc pas auto-répliquantes...)

Le côté « open-source » et libre a l'air beaucoup moins évident...

Existe dans plusieurs modèles :

- Thing O Matic (petit format) – 1000 \$
- Replicator (grand format) – 1700 \$

Ultimaker

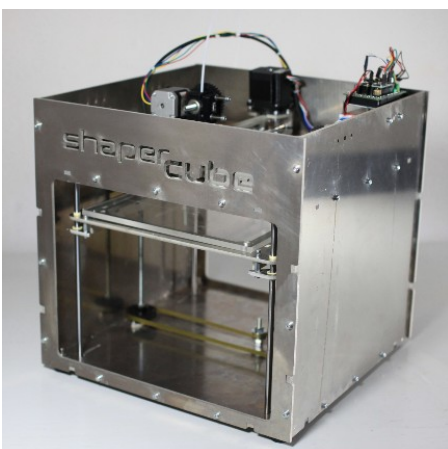


Ultimaker propose une imprimante 3D en structure « boîte » bois. Pays-Bas ?

Annoncée « open-source »

Un seul modèle : 1200€

Shapercube

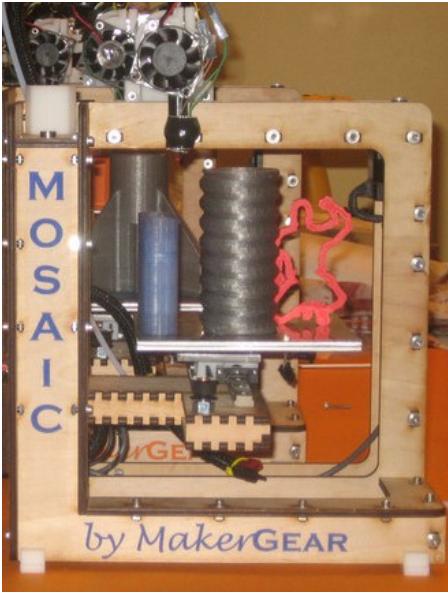


Modèle imprimante 3D en structure « boîte » métal

Vendu sur reprintsources (?)

1200€ TTC

Mosaic par MakerGear



Modèle imprimante 3D en structure ouverte en bois fabriquée par MakerGear en kit. USA.

Prix : 900\$

A noter : MakerGear propose aussi une Prusa Mendel en kit

Conclusion

- La vraie machine auto-répliquante semble être la RepRap sur laquelle se porte mon choix.
- Par ailleurs, la RepRap est le seul projet qui est véritable sous licence GPL tant au niveau matériel que logiciel.
- Le projet RepRap a également une ambition « philosophique » de changement social
- Enfin, la RepRapPro est fabriquée par les « inventeurs » de la reppap !

Le concept d'auto-répliquabilité

- Une machine est considérée comme auto-répliquante lorsqu'elle est capable de fabriquer toutes les parties 3D de sa structure qui ne sont pas facilement disponibles
- Les pièces faciles à trouver ne sont pas fabriquées par la machine elle-même, ni l'électronique.

Le RepRap Project

- RepRap a été fondé en 2005 by Dr [Adrian Bowyer](#), a sénior en [ingénierie mécanique](#) à l'[Université de Bath](#) au [Royaume-Uni](#).
- Site officiel : <http://reprap.org/wiki/RepRap> et <http://reprap.org/wiki/RepRap/fr>
- Voir également : <http://fr.wikipedia.org/wiki/RepRap>

Projets apparentés :

<http://www.fabathome.org>

Ils utilisent le nom RepRap...

Les officiels...

- Le wiki officiel : <http://fr.wikipedia.org/wiki/RepRap>
- L'entreprise familiale du fondateur : <http://www.reprapltd.com/>
- Le site de la reprappro, prolongement ou suite de reprapltd : <http://reprappro.com/>

Les autres...

- <http://www.reprapcentral.com/> : site commercial rassemblant la plupart des imprimantes 3D et pas que les reprop...
- <http://reprapsource.com/> : revendeur du shapercube... !

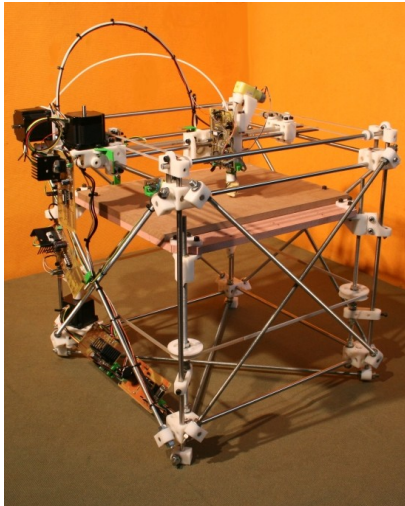
Les modèles de la reprop

Vue d'ensemble

Les principaux modèles de la reprop sont :

- 1ère génération : Darwin : modèle original (2008)
- 2ème génération : Mendel : (2009)
 - original : 2ème version
 - Prusa Mendel : modèle simplifié par Mr Prusajr
 - Mendel Max
 - makergear mendel – une prusa Mendel par MakerGear
 - RepRapPro Prusa Mendel
- 3ème génération : Huxley : modèle portatif (2010)
 - original
 - reprappro – par les inventeurs de la RepRap
- Autres Reprop :
 - Wallace

Darwin

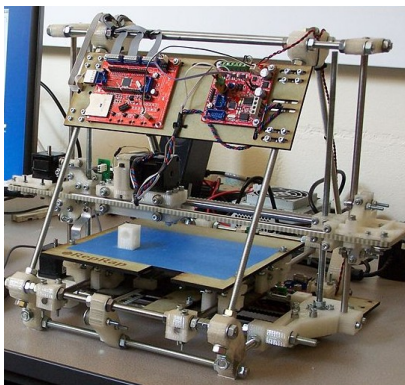


Le premier modèle, fabriqué en 2008.

Mendel

La Mendel est un modèle de taille plus grande que la Huxley.

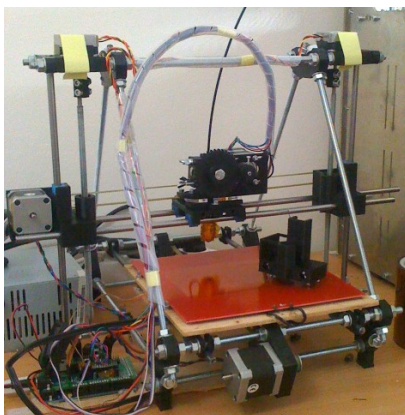
Mendel originale



Le second modèle, fabriqué en 2009.

La surface de travail est de 20x20x14

Prusa Mendel



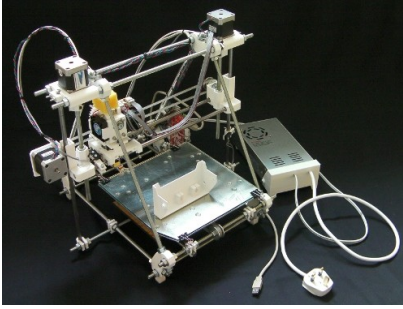
Une version simplifiée et améliorée de la Mendel Originale par un jeune étudiant Tchèque de 20ans, Josef Prusa.

Voir historique ici : <http://blog.reprap.org/2010/10/story-of-simpler-mendel-pla-bushings.html>

C'est ce modèle qui est conseillé pour démarrer (ou la Huxley)

Voir : http://reprap.org/wiki/Prusa_Mendel

RepRapPro Mendel



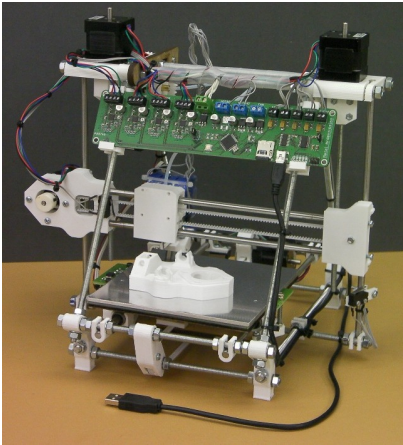
Une version revisitée de la Mendel par les fondateurs de la reppap

Voir : <http://reprappro.com/Mendel>

Huxley

Une version de taille plus réduite

RepRapPro Huxley



Une version de taille réduite simple à mettre en oeuvre et « portable », par les inventeurs de la RepRap.

Prix : **dès 500€ tout compris !**

Une bonne base de démarrage.

Autres

...

Et aussi :

les Repstraps : machine initiale que l'on se fabrique soit-même pour créer ensuite la reppap...

Les parties de la RepRap

La mécanique

Les pièces plastiques 3D

- Ces pièces assurent la jonction de la structure et la fixation des composants
- Ces pièces sont auto-répliquantes
- Ces pièces peuvent s'acheter à l'unité ou en kit sur pleins de sites, notamment :
 - http://reprap.org/wiki/Huxley_Buyers_Guide

- http://reprap.org/wiki/Mendel_Buyers_Guide

Les autres pièces mécaniques

- tiges filetées de structure
- courroie d'entraînement et poulies
- vis et écrous

La motorisation

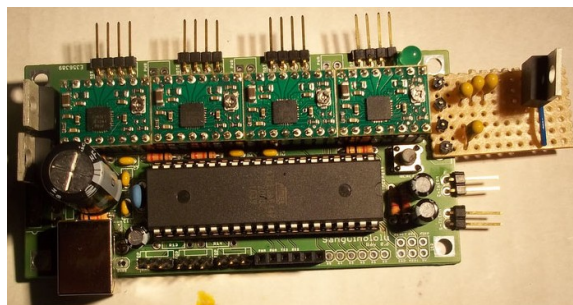
Moteurs pas à pas Nema classiquement

L'électronique de commande et de contrôle

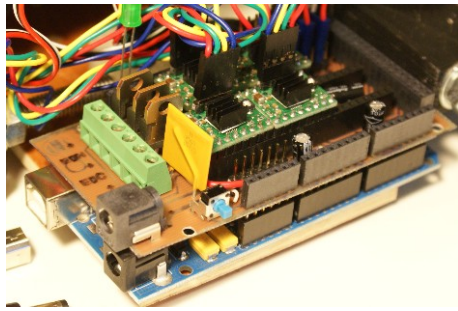
- Cette électronique associe une carte de contrôle et des interfaces de puissances.
- Plusieurs possibilités existent, compatibles ou basées sur Arduino :
 - <http://reprap.org/wiki/Melzi> : carte « tout en un » basée sur une carte Arduino Leonardo (équivalent Uno mais low cost) basée sur un ATMEGA644P et associant les interfaces de puissance des moteurs. **C'est l'électronique de la Huxley reprapro.**



- <http://reprap.org/wiki/Sanguinololu> : carte tout en un également, basée sur un ATMEGA644P et utilisée sur les premières reprap ou encore sur la Huxley – inconvénient : n'a pas de bornier à vis...



- <http://reprap.org/wiki/RAMPS> : un shield pour la Arduino Mega avec interface moteurs sous forme de petits modules



- Voir ici pour toutes les possibilités : http://reprap.org/wiki/Alternative_Electronics

La tête chauffante d'application du plastique

- tête chauffante 200°
- plusieurs tailles possibles pour la tête : 0,5mm par défaut pour le Huxley – Existe en 0,3mm.

La matière première utilisée pour l'impression

- plusieurs matières disponibles :
 - le PLA
 - l'ABS

Voici un comparatif des 2 (merci Simon !) :

- **PLA :**
 - plastique réalisé à partir d'amidon (je crois) de maïs, sent "bon" le caramel en fondant (effet sur les poumons à vérifier, si j'ai un cancer à 28 ans, c'est que c'était pas top), biodégradable (durée de vie à vérifier, j'ai rien trouvé la dessus encore)
 - **Température de fusion "basse"** (185°C mini, 200°C perso) permettant de ne pas trop faire chauffer l'électronique (la résistance chauffante reste fragile) et plateau chauffant à 60°C

==> Conso minimum 80W perso vérifié sur une impression.

- **ABS :**
 - Matériaux issus de la production de pétrole exclusivement
 - Sent très fort (de mon point de vue) en fondant
 - Nécessite une température **plus haute pour fondre (230°C)** et surtout un plateau chauffant **à 130°C** pour une bonne adhésion !

==> + grosse conso = + de risque sur les composants élec voir mécanique (130°C) pour une surface de 20x20 ce n'est pas rien !

- plusieurs diamètres
 - le PLA existe :
 - en 3mm,
 - et 1,75m (sur la Huxley)
- En plusieurs couleurs

Fournisseurs :

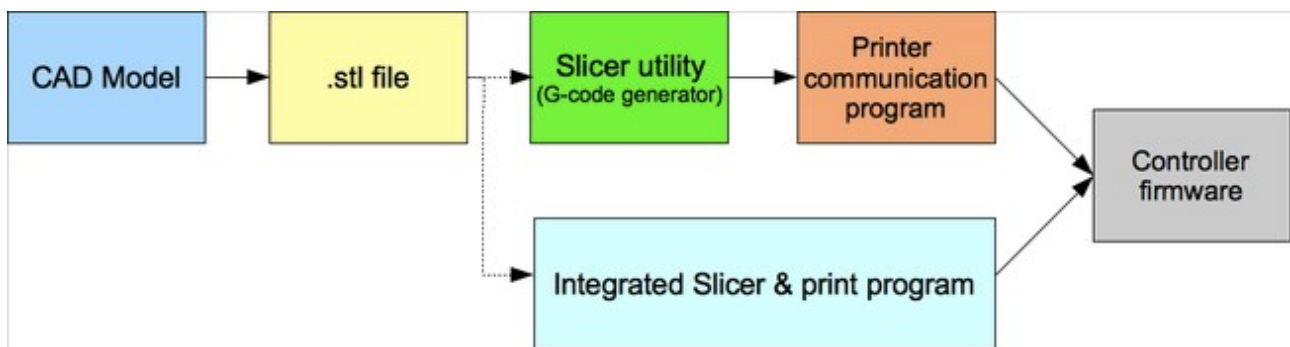
- cf paoparts

Les pièces de « maintenance » utiles pour la reprop

...

Vue d'ensemble de la « toolchain » de mise en oeuvre d'une reprop

Voici résumée toute la chaîne logicielle (« toolchain » en anglais) de mise en oeuvre par une reprop :



Voir ici : <http://reprap.org/wiki/Toolchain>

On distingue donc :

- **la création d'un fichier de dessin 3D (CAD) de la pièce.** C'est l'étape initiale. La création du fichier CAD peut se faire à partir de zéro ou bien à partir d'un fichier pré-existant *.SVG ou même *.STL (voir ci-dessous). A noter que de nombreuses pièces « clés en main » sont disponibles sur le site Thingiverse et que cette étape n'est pas obligatoire pour une simple reproduction de pièce. Voir : <http://www.thingiverse.com/> (à noter : site créé par MakerBot Industries)
- **obtention d'un fichier *.STL :** ensuite, il faut convertir le fichier CAD en fichier *.STL qui est un format simplifié qui décrit la surface d'un objet 3D sans information sur sa couleur, etc... Voir http://en.wikipedia.org/wiki/STL_%28file_format%29 **Le fichier *.STL est nécessaire et suffisant pour imprimer une pièce.** C'est aussi ce type de fichier qui est disponible sur Thingiverse : on peut se contenter de télécharger le fichier STL et d'imprimer sa pièce, un peu comme on le ferait avec un fichier *.PDF !
- **+/- Visualisation fichier *. STL :** une fois le fichier *.STL obtenu par conversion à partir d'un fichier CAD ou bien par simple téléchargement, il peut être intéressant de visualiser sa pièce en 3D, même si on ne pourra pas la modifier. Cette étape n'est pas indispensable mais bien pratique, surtout si l'on part d'un fichier.
- **Conversion en G-Code :** le G-Code est un langage de programmation des machines à commande numérique. C'est ce langage qui va être « compris » et utilisé par la machine pour imprimer la pièce. Il va donc falloir utiliser un logiciel de conversion du fichier *.STL en code G.
- **Programme d'impression via port USB :** Une fois le fichier de code G obtenu, il va falloir l'envoyer vers la carte de commande (compatible Arduino le plus souvent) via le port USB.

On utilisera pour cela un logiciel de communication série pour communiquer avec la carte de commande.

- **Firmware de contrôle = micrologiciel de la carte de commande** : La carte de commande devra au préalable avoir été programmée avec un micro-logiciel qui est essentiellement un décodeur du G-Code. Il s'agira dans la plupart des cas d'un programme Arduino « tout prêt » qui sera donc programmé dans la carte de commande qui est une carte Arduino ou compatible Arduino. Ce programme interprétera les instructions de code G et contrôlera les moteurs de l'imprimante en conséquence.

A noter que certaines de ces étapes vont être « rassemblées » dans un même interface ou logiciel, un peu à la façon du logiciel Arduino qui est à la fois éditeur / compilateur / programmeur et Terminal Série.

Etape 1 : Modélisation CAD

Le but de cette étape

Le but de cette étape, appelée CAD (Conception par Ordinateur) est de modéliser la pièce 3D, c'est à dire de la concevoir. On pourra ainsi modéliser en 3D un support de servomoteur, une roue dentée, etc... Il existe plusieurs possibilités de logiciels libres pour cela, que nous allons voir ici.

Les différents cas de figure

En pratique, plusieurs situations sont possibles :

- soit on part de zéro et on crée sa pièce de rien : le plus souple, mais nécessite la prise en main d'un logiciel libre de CAD 3D.
- Soit on part d'un dessin 2D réalisé dans un logiciel de dessin vectoriel tel que Inkscape que l'on va « extruder », c'est à dire que l'on va le transformer en 3D. Typiquement, un carré que l'on va transformer en cube. Ceci sera possible avec certains logiciels 3D libres, notamment OpenSCAD.
- Soit encore, on part du fichier de description *.STL d'une pièce, fichier que l'on aura téléchargé sur internet, et que l'on importe dans un logiciel de CAD 3D afin de le modifier à ses besoins. Ceci est possible avec notamment FreeCAD.
- Soit même on se passe de cette étape de conception 3D et on utilise un fichier de description 3D *.STL tout prêt téléchargé sur internet. C'est le plus simple pour commencer.

Donc, en pratique, beaucoup de souplesse possible en fonction de ses besoins ou ressources disponibles.

Vue d'ensemble des logiciels libres de CAD 3D

De nombreuses possibilités existent, listées ici : http://reprap.org/wiki/Useful_Software_Packages

Grosso modo, on peut distinguer :

- logiciel de CAD 3D par programmation : OpenSCAD
- logiciel de CAD 3D à interface graphique : FreeCAD

Il existe des solutions opensources et libre, des solutions gratuites non libres (Sketchup de Google),

etc... Si l'on souhaite rester dans l'esprit « rebrap » qui est sous licence GPL, il est logique de privilégier des logiciels à la fois libre et opensource ET multi-plateformes !

Mon choix 1 : OpenSCAD,

Type : par programmation style C, visualisation 3D

OS : Linux, Windows, Mac

Import : *.STL, *.SVG, *.DXF

Export : *.STL

site officiel : <http://www.openscad.org/>

Manuel ici : http://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual

Les + :

- import de fichier STL ! On télécharge un STL sur Thinline et on l'intègre dans sa conception
- import de fichier SVG Inkscape pour extrusion en 2 lignes !
- Codage : très puissant dans certaines situations
- scripts SCAD dispo en ligne...

Les - :

- par codage... mais en même temps c'est très puissant parfois. L'assemblage de plusieurs pièces 3D n'est pas simple.

Questions :

- modif STL importé possible ?

Avis global :

- nickel pour des modélisations simple.

Mon choix 2 : FreeCAD

a l'air bien

Mon choix 3 : Wings

Importe STL

Exporte STL

Etape 2 : Obtention d'un fichier *.STL

Mon choix : OpenSCAD

Autres possibilités

Etape 3 : Visualisation de fichier *.STL

Mon choix : ReplicatorG

Autres possibilités

Etape 4 : Génération du G-Code

Etape 5 : Communication PC-RepRap

Mon choix : Replicator G

Autres possibilités

Etape 6 : Micrologiciel de la RepRap

Mon choix : Sprinter

Autre possibilités :