

Conception 3D avec FreeCAD Impression 3D (Ultimaker 2 & Flashforge Pro)

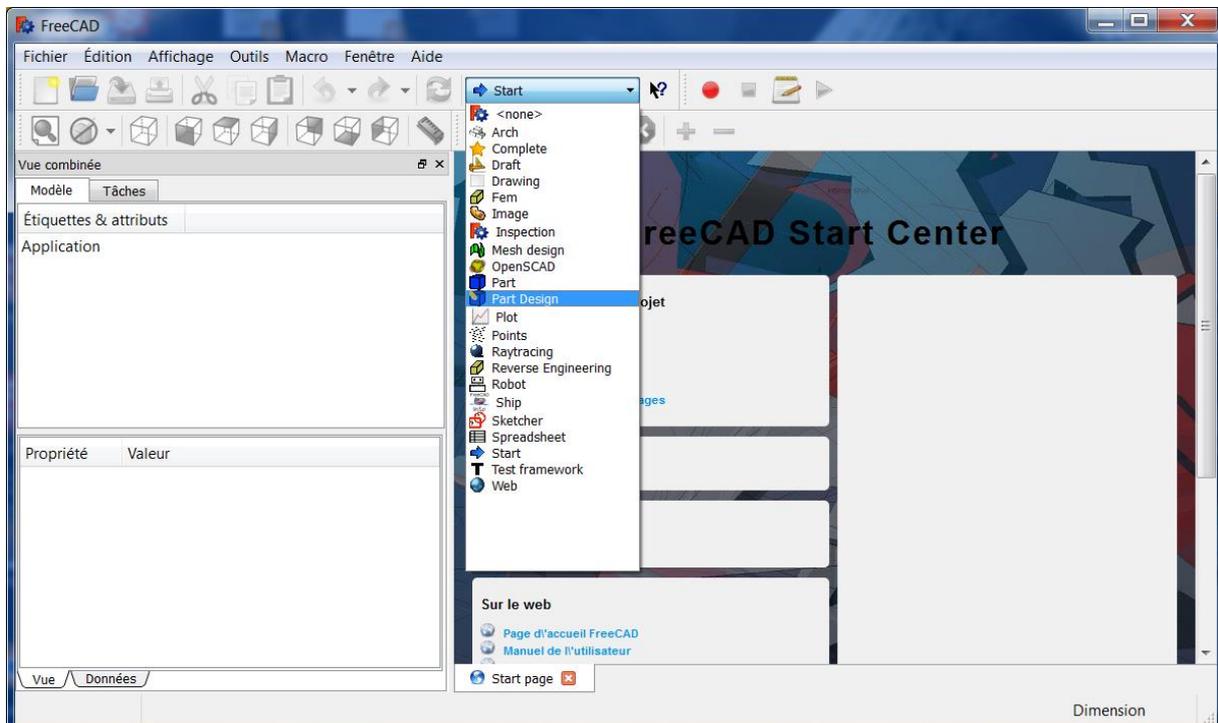
1. Conception 3D avec FreeCAD :

Avant d'imprimer en 3D, il faut d'abord concevoir... Ou se débrouiller autrement. On verra la seconde option un peu plus loin, mais si l'on veut obtenir exactement l'objet que l'on souhaite, pas le choix : il va falloir le modéliser en 3D soi-même.

De nombreux modélisateurs 3D payants (CATIA, Solidworks...) ou gratuits (AutoDesk Fusion 360, Google Sketchup, FreeCAD...) existent. FreeCAD semble être un de ceux qui est le plus accessible aux néophytes, voici les quelques étapes de la modélisation pour partir du bon pied. Il existe pour Linux Ubuntu, Windows et MacOS et est téléchargeable sur <https://www.freecadweb.org/wiki/Download>.

a. Ma première pièce sous FreeCAD :

- Lancer le programme
- Choisir l'atelier conception de pièce (part design)

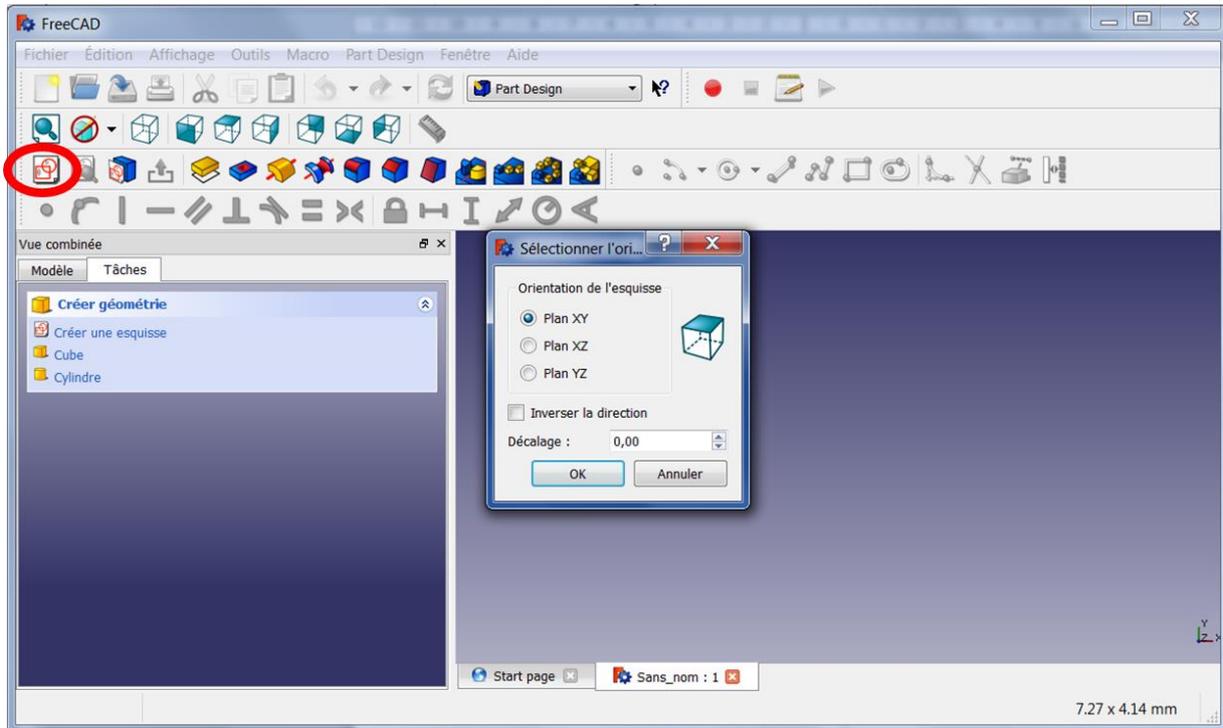


Première étape : tout part d'un dessin (esquisse) dans un plan 2D, on aura ensuite la capacité de transformer ce dessin en volume de plusieurs manières.

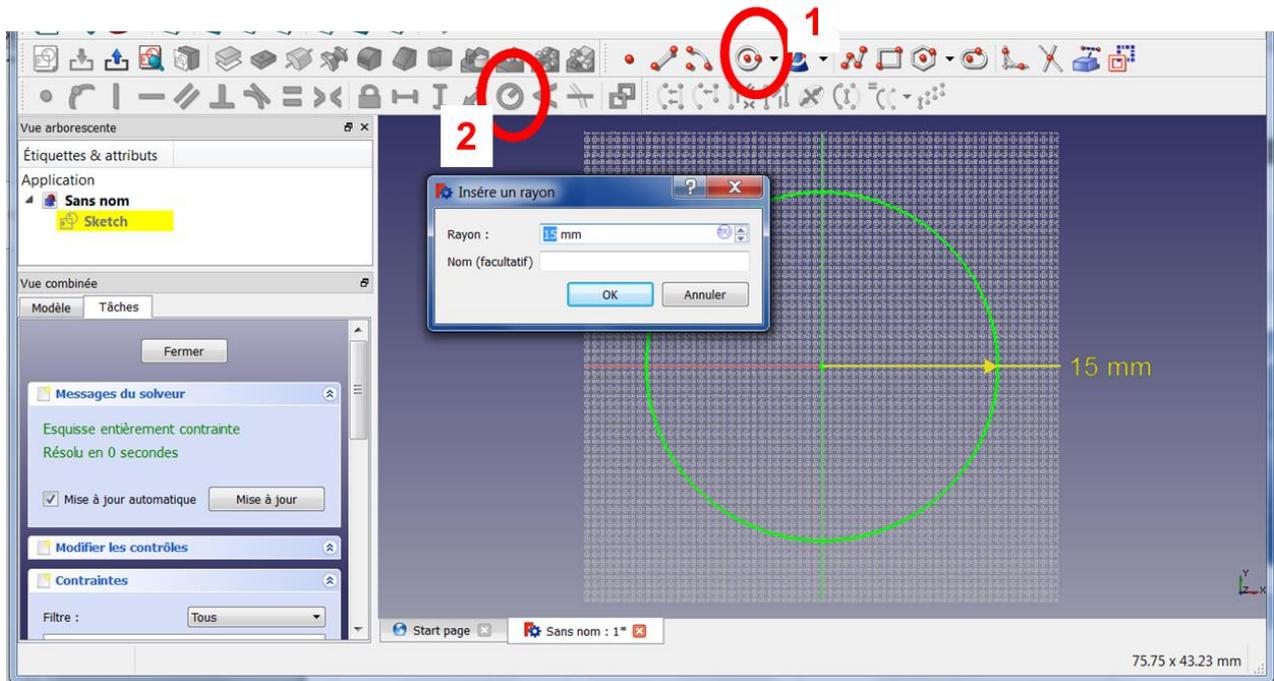
Note : pour l'utilisation de la souris (fortement conseillée, le trackpad est une vraie galère) :

- Zoom : molette avant/arrière

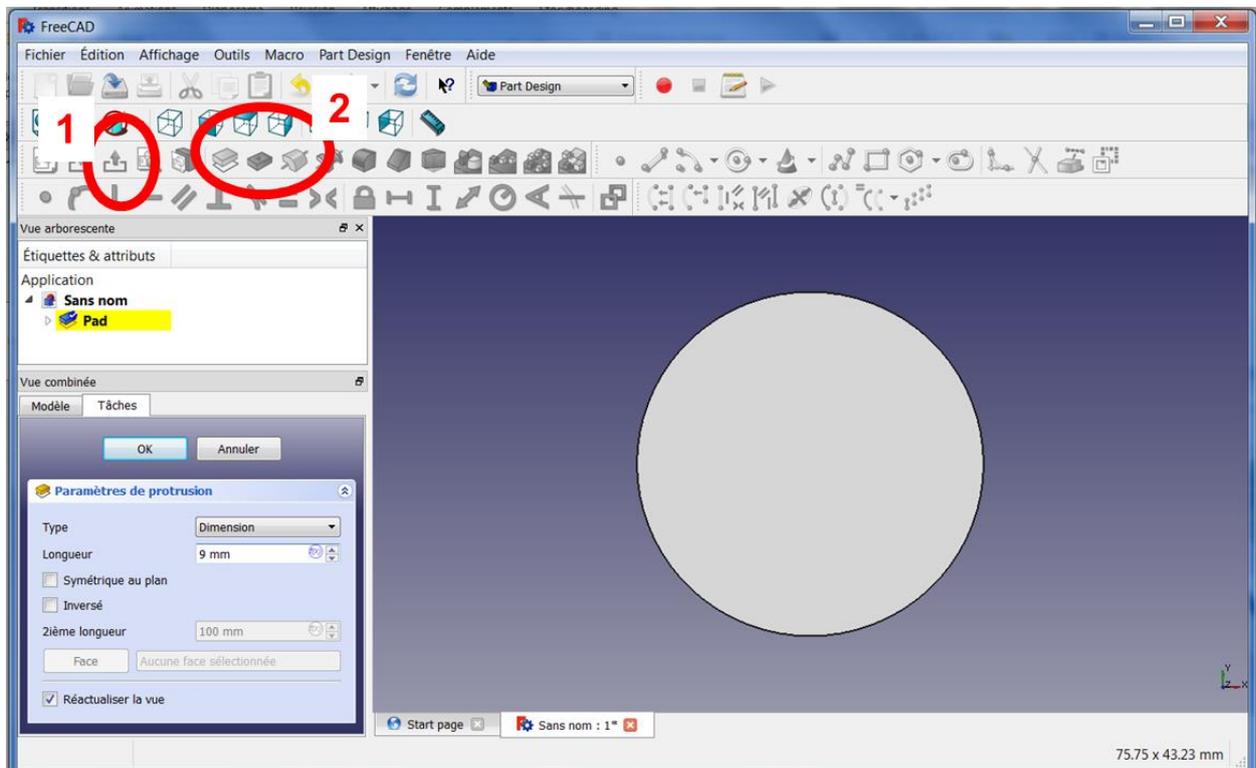
- Rotation dans l'espace : molette et click gauche enfoncés, faire bouger la souris
- Déplacer la pièce : molette enfoncée, faire bouger la souris
- Choisir l'atelier Esquisse
- Sélectionner le plan dans lequel faire la première esquisse (orientation de la pièce)



- Dessiner le contour à l'aide des différents outils proposés (cercles, arcs de cercles, lignes...)
- Créer d'abord les contraintes géométriques, elles vont imposer des règles de positionnement des éléments géométriques les uns par rapport aux autres (parallèles, perpendiculaires, tangents, confondus...)
- Pour sélectionner 2 éléments maintenir la touche Ctrl enfoncée
- Déterminer ensuite le type de contrainte à appliquer entre eux
- Créer ensuite les contraintes dimensionnelles (diamètres, distances...) qui elles contiendront des valeurs numériques, attention en mécanique, toutes les valeurs sont en mm !!

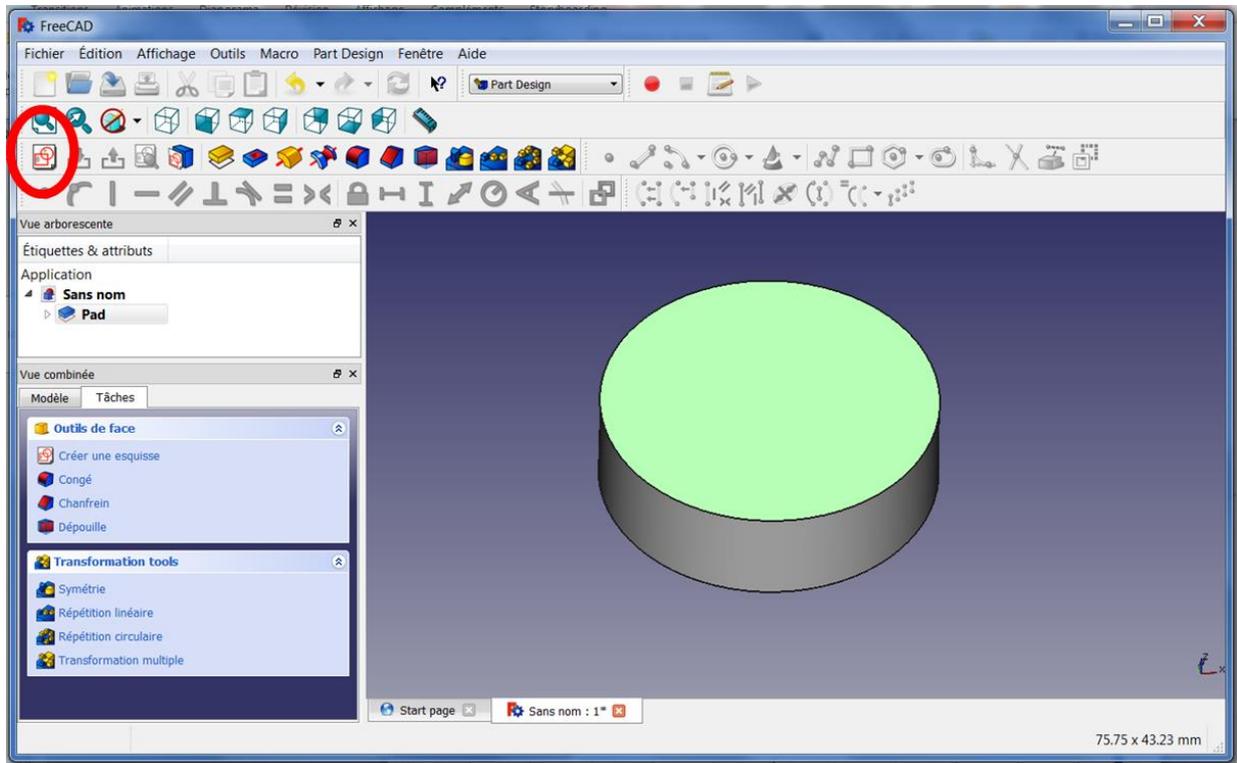


- Une fois l'esquisse terminée et complètement contrainte (tous les éléments doivent apparaître en vert), il faut vérifier qu'elle est fermée et pas auto-sécante, faute de quoi on ne pourra pas créer de volume avec.
- Sortir de l'atelier esquisse (flèche vers le haut notée 1), puis choisir le mode de création de volume (noté 2), soit en protrusion (ou extrusion) c'est-à-dire qu'on épaissit le dessin dans une direction avec une épaisseur donnée, soit en révolution, on le fait tourner autour d'un axe avec un certain angle.



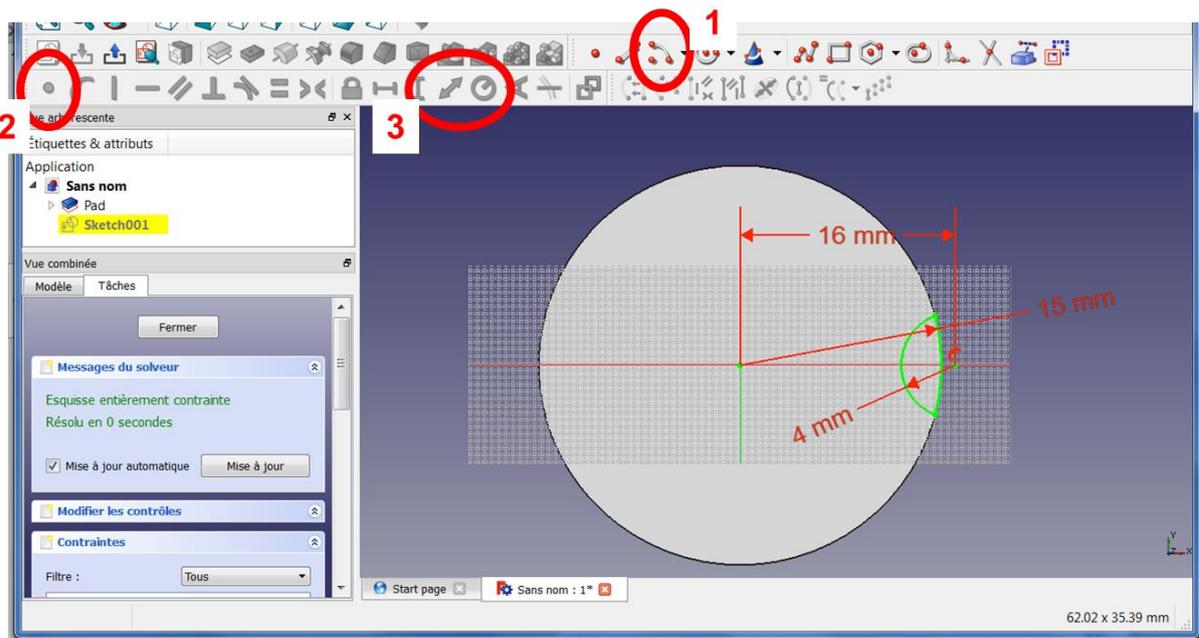
On peut ensuite ajouter ou enlever de la matière du solide de départ. Pour cela on doit faire une esquisse sur une des faces planes du solide déjà existantes.

- Cliquant sur la face choisie (qui devient verte)
- Faire une nouvelle esquisse avec l'icône esquisse

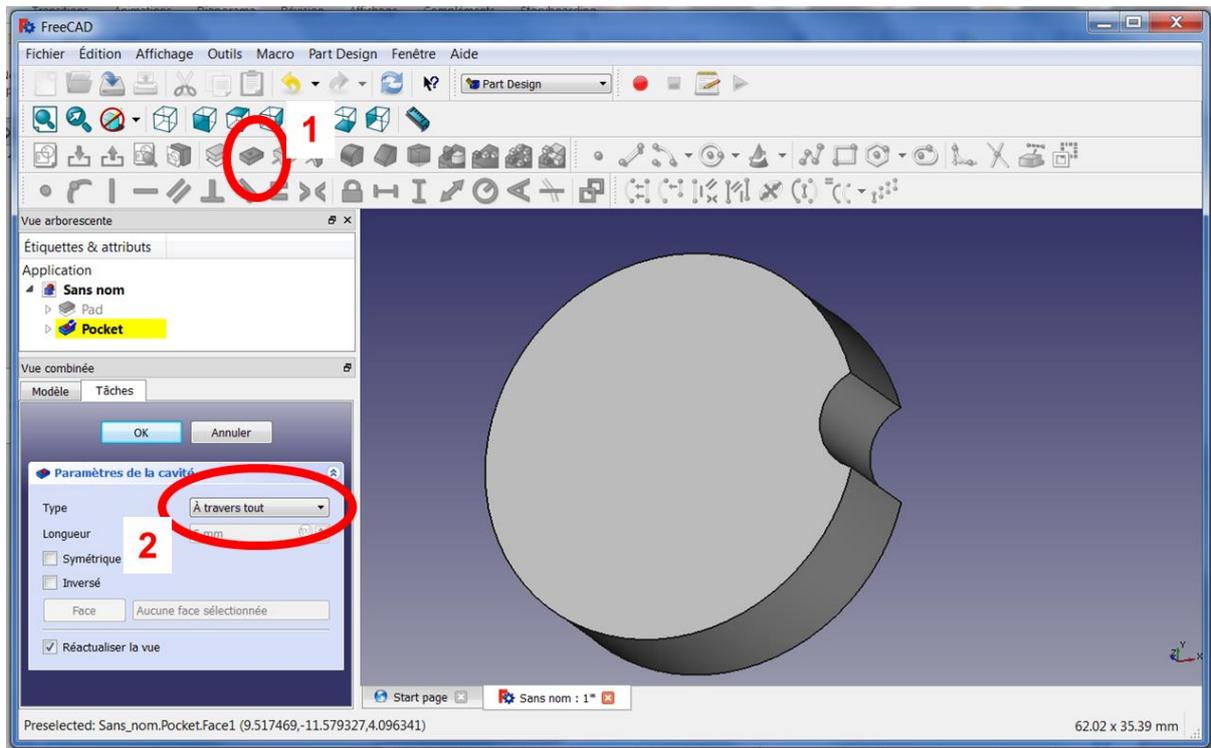


Et c'est reparti comme précédemment...

- Attention les éléments géométriques de cette nouvelles esquisse doivent être positionnés dans le repère général (X,Y,Z), et pas par rapport aux géométries du solide précédent.

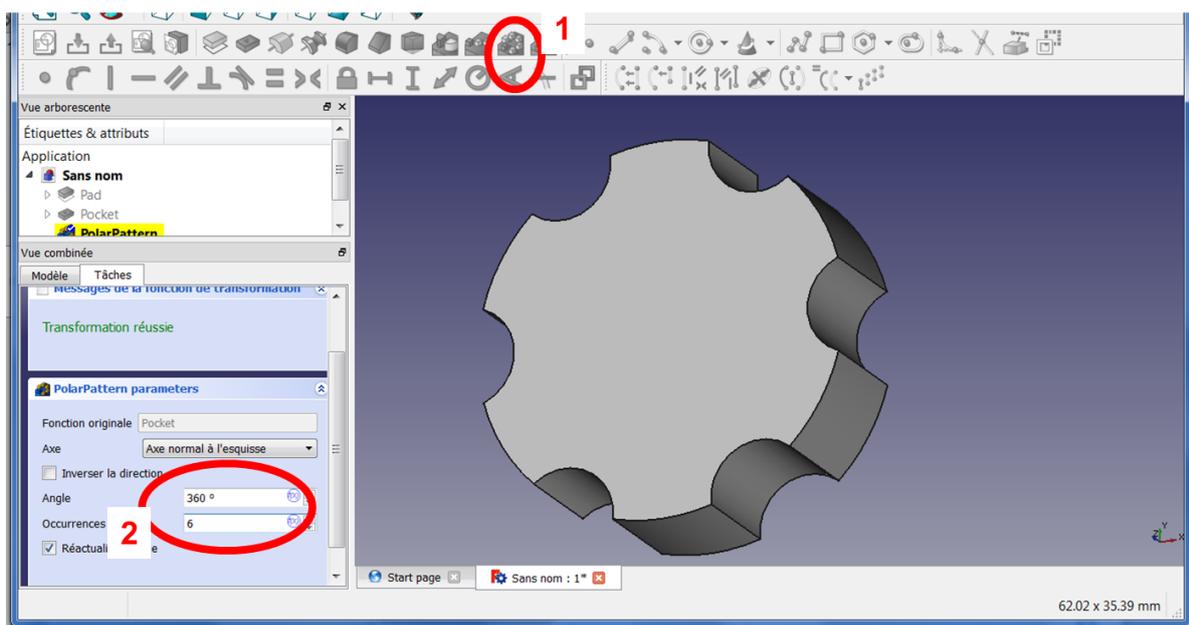


- A ce stade, on peut choisir de créer de la matière (protrusion, rotation comme précédemment), ou d'en enlever !! Pour faire des trous ou des gorges.

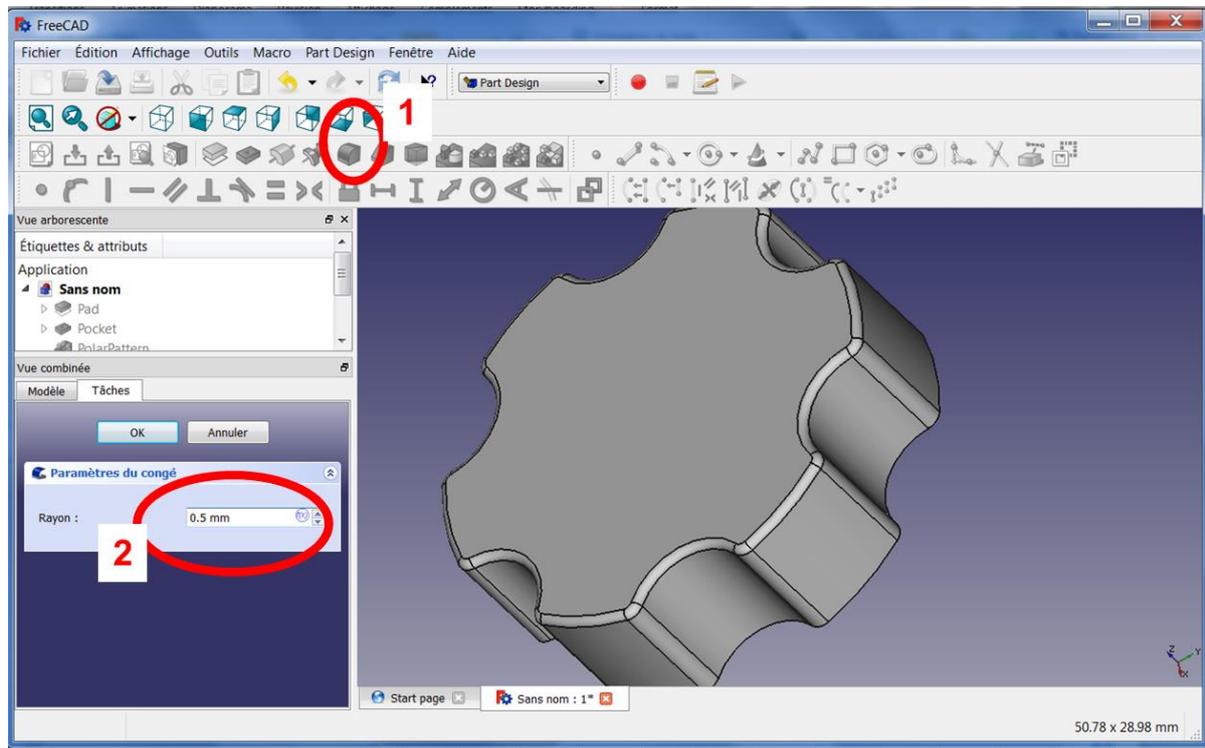


A vous ensuite d'explorer toutes les possibilités offertes par FreeCAD en cliquant sur les différents boutons. Ne pas oublier que la plupart des opérations se font à partir de faces ou d'éléments existants et qu'il faut souvent cliquer soit sur une face du solide, soit sur un des éléments contenus dans la vue arborescente à gauche.

- Par exemple, on peut multiplier un élément géométrique
- Choisir la répétition circulaire
- Lui dire d'en faire 6 sur 360°



- Ou encore, on peut ajouter des congés (arrondis) ou des chanfreins sur les arêtes, en les sélectionnant ou en choisissant des faces.



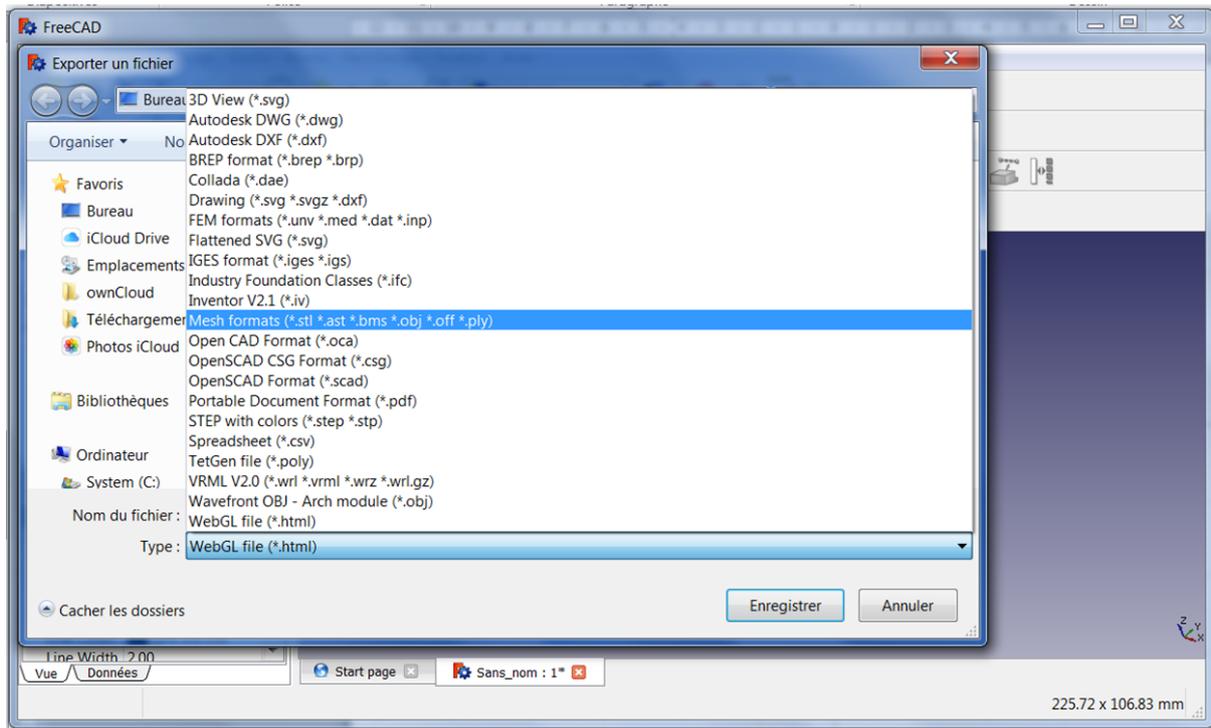
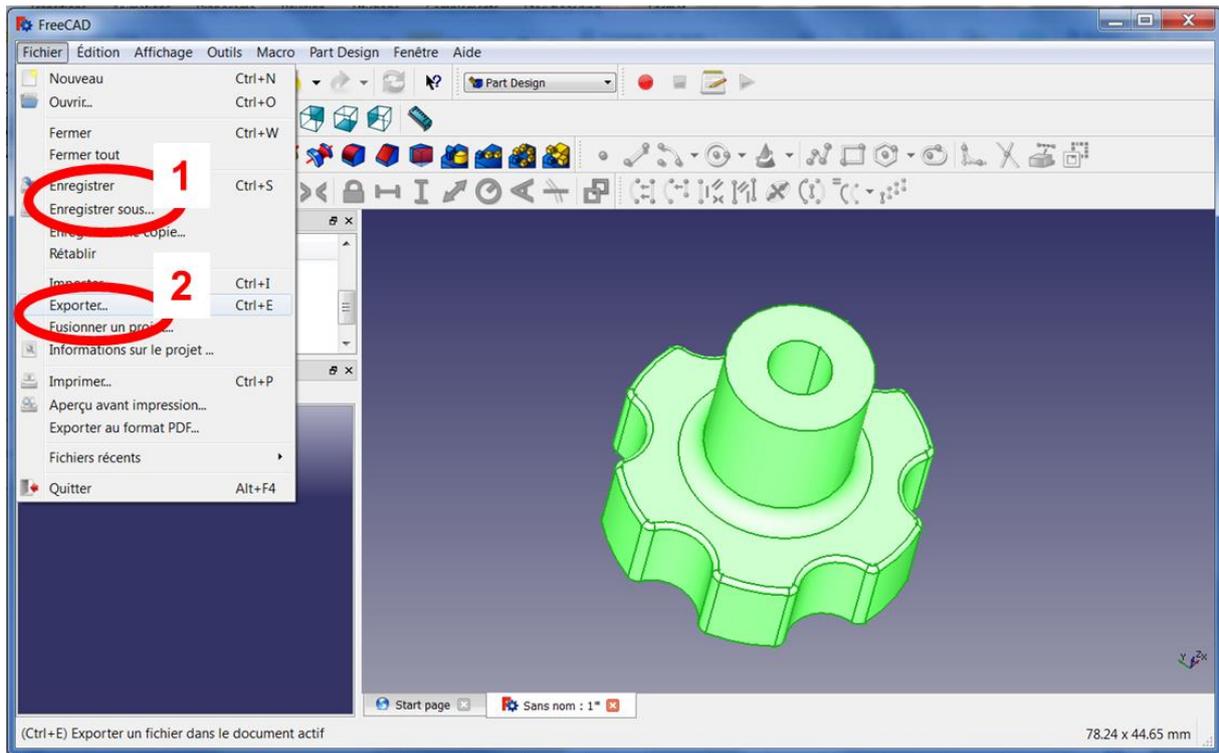
Une fois l'objet terminé, il faut l'enregistrer (il est même conseillé de le faire régulièrement tout au long de la conception pour éviter la perte de tout en cas d'erreur ou de plantage).

2. Exportation d'un fichier pour l'impression 3D :

a. Depuis FreeCAD

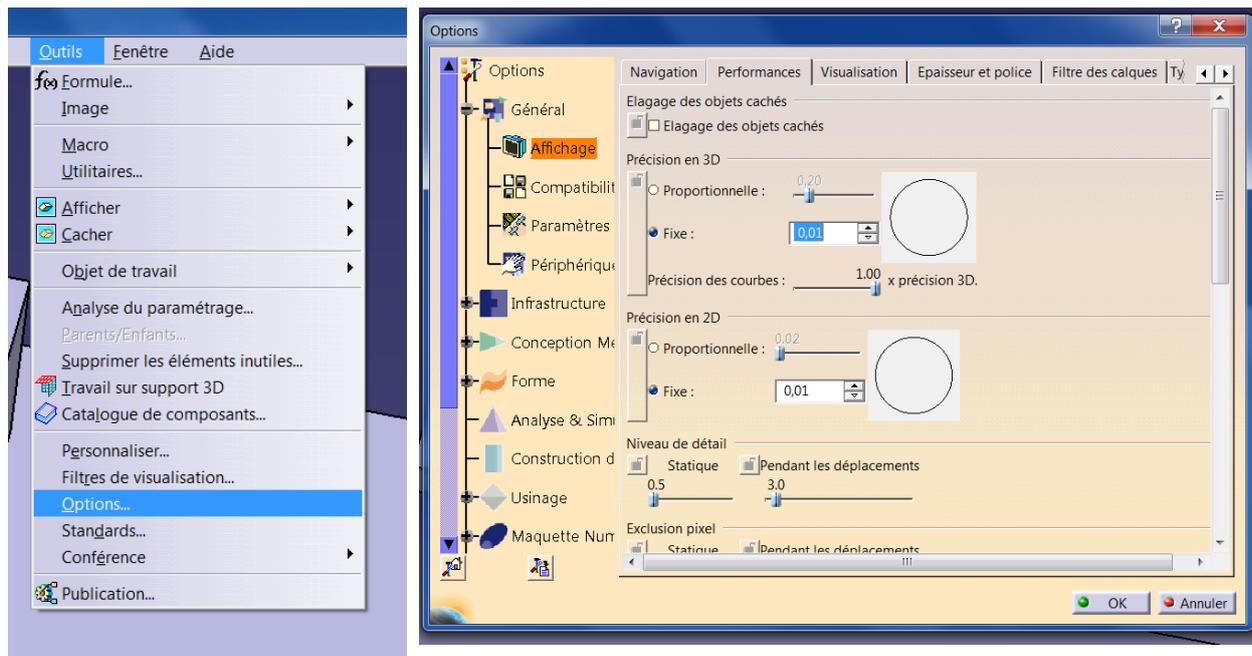
Alors là, c'est le plus facile, divers formats sont possibles, mais la plupart du temps, pour une impression 3D, on choisira .STL :

- Sélectionner tout le solide (Ctrl-A), il passe en surbrillance
- Choisir « fichier / exporter »
- L'exporter au format .STL



b. Depuis CATIA

Le principe est exactement le même qu'avec FreeCAD, à ceci près que CATIA utilise les paramètres d'affichage pour déterminer la finesse de définition du modèle .STL. Si on laisse les paramètres par défaut, le résultat n'est pas formidable... Il faut donc commencer par améliorer les performances d'affichage, en mettant tout à 0.01mm comme indiqué ci-dessous.



Une fois cela fait, il suffit d'enregistrer le modèle avec Fichier/Enregistrer Sous/ et sélectionner le format .STL.

3. Impression 3D, les grands principes :

Pour imprimer une pièce en 3D, il faut d'abord un modèle au format .STL. Il peut soit venir d'une pièce conçue en 3D (voir les paragraphes précédents), soit avoir été téléchargé directement depuis un site communautaire. Les plus célèbres sont :

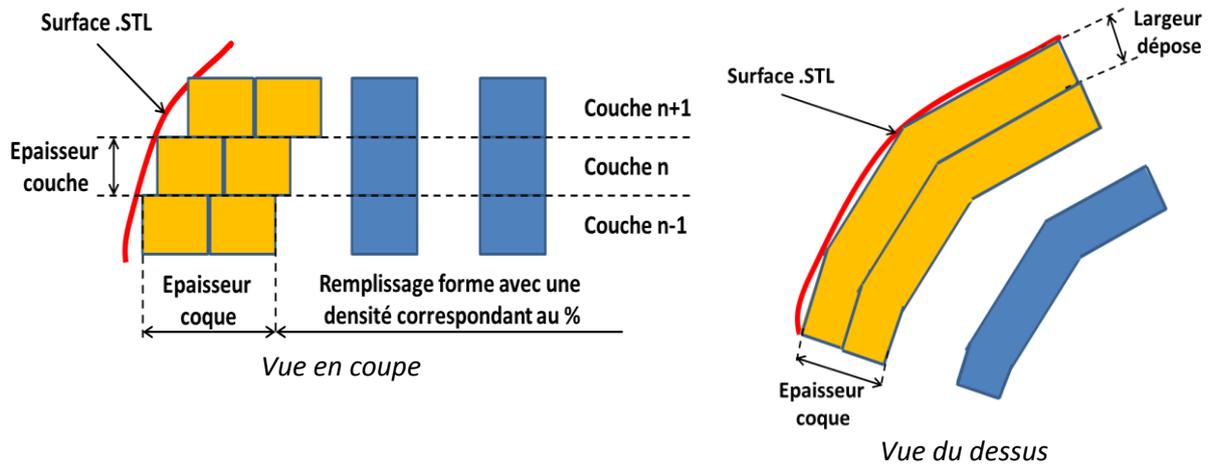
<https://www.thingiverse.com/>

<https://grabcad.com/>

Mais il y en a quantité d'autres...

L'impression 3D va consister en la dépose de couches successives de matière (dans notre cas du fil plastique fondu), qui ajoutées les unes aux autres vont constituer l'objet désiré. Pour cela, il faut commencer par découper l'objet 3D en rondelles, et c'est le travail du Slicer (logiciel spécifique). Une fois cette découpe virtuelle faite, le Slicer calcule des trajectoires de dépose à partir du modèle .STL et de quelques paramètres d'impression :

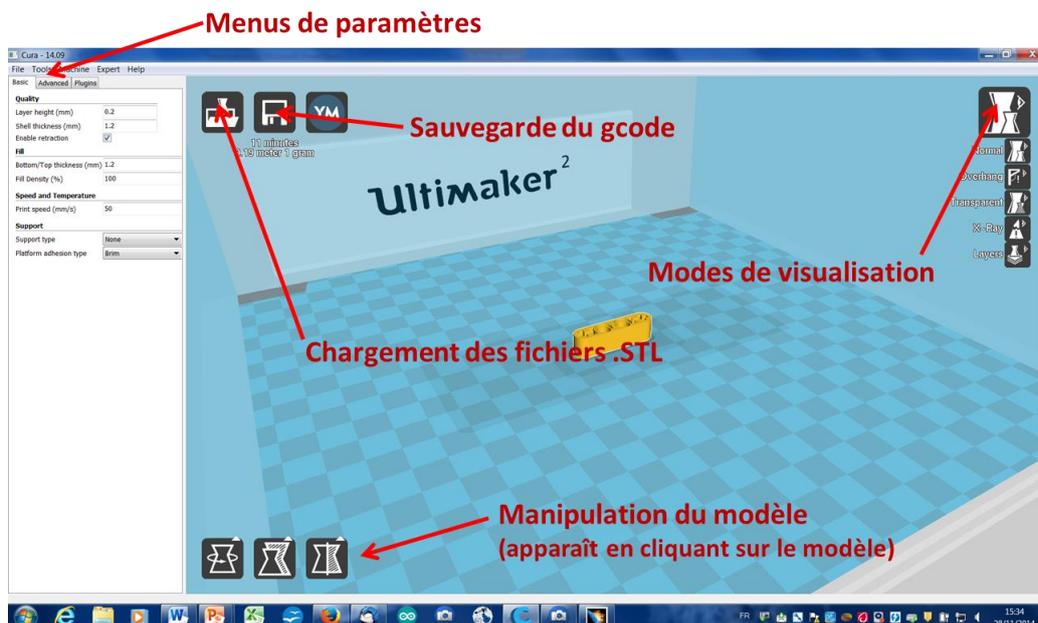
- Diamètre de la buse de dépose
- Epaisseur des couches
- Epaisseur de peau ou de coque
- % de remplissage
- Epaisseurs des couches supérieures et inférieures



Une fois ces paramètres définis, le Slicer génère tous les trajets que l'imprimante 3D va devoir effectuer pour fabriquer la pièce selon les réglages ainsi choisis.

4. Impression 3D pour Ultimaker 2 :

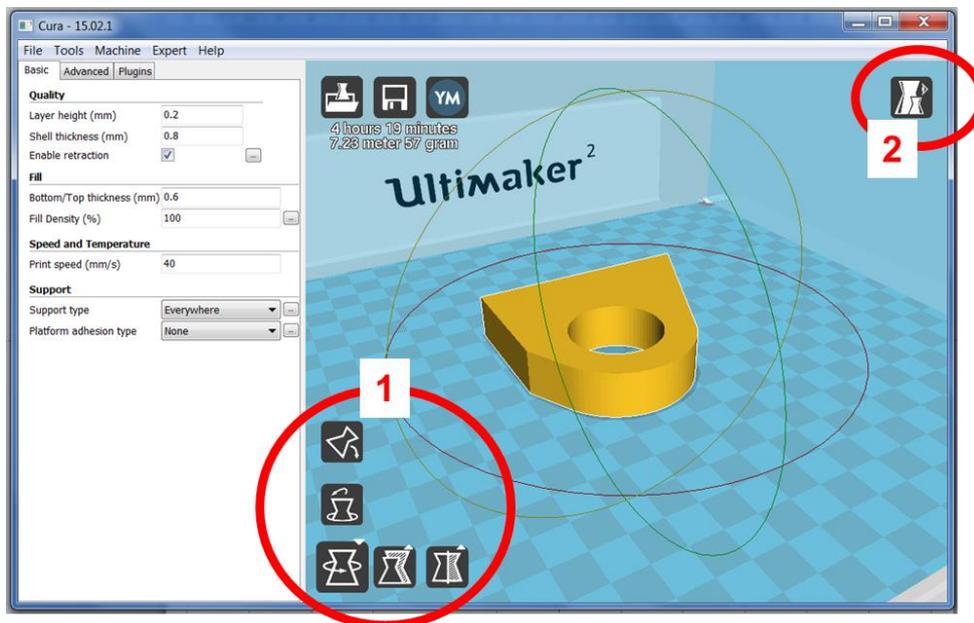
Un premier Slicer : CURA utilisé pour les imprimantes Ultimaker 2 installées au FabLab. C'est un logiciel libre téléchargeable sur <https://ultimaker.com/en/products/cura-software/list>, choisir la version 15.02.1 ou une version antérieure. Il est disponible pour Windows, MacOS et Linux.



CURA va permettre, une fois le fichier .STL de la pièce chargé, la manipulation du modèle en cliquant sur la pièce (icônes notés 1):

- La rotation permet de positionner le modèle selon un angle choisi
- La translation sur une autre zone du plateau se fait en cliquant puis tirant le modèle à l'emplacement souhaité
- Un changement d'échelle est possible directement à partir de CURA, ainsi que des opérations de symétrie

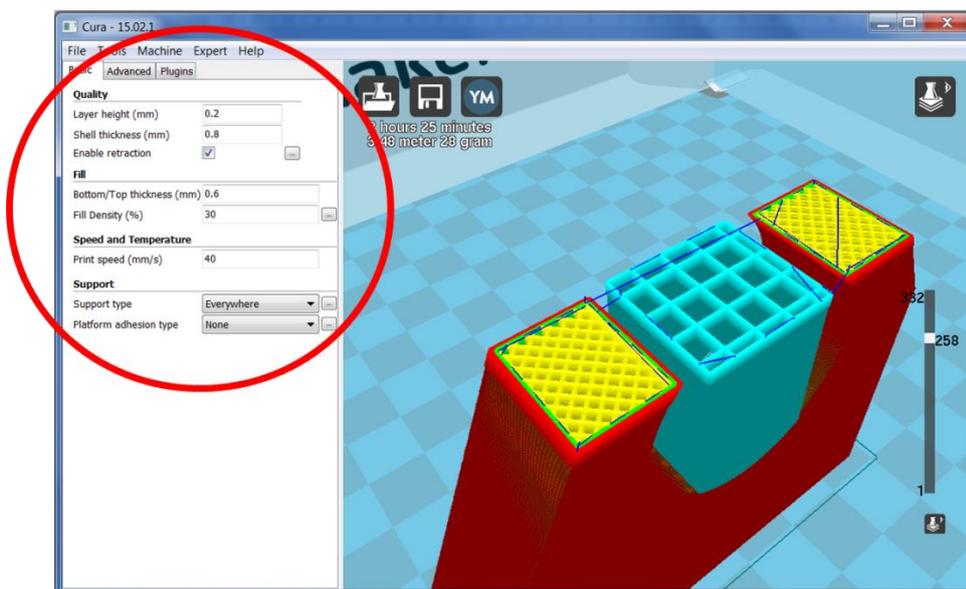
CURA propose aussi différents modes de visualisation (icône noté 2), l'option la plus intéressante est « Layers » qui permet de visualiser toutes les couches déposées en les balayant à l'aide du curseur. Les éléments de remplissage, ainsi que le support apparaissent dans des couleurs différentes



Avec un clic droit sur la pièce, on peut aussi facilement multiplier l'objet pour en avoir plusieurs copies. Lorsque plusieurs pièces occupent le plateau, ou que la pièce imprimée est trop haute, il y a possibilité d'imprimer tous les objets en même temps. C'est-à-dire que l'imprimante va imprimer la première couche de tous les objets, puis passer ensuite à la seconde. Avec l'option imprimer un objet à la fois, elle terminera toutes les couches du premier objet avant d'attaquer le second, mais cela n'est possible que si il y a suffisamment d'espace entre les objets pour que la tête puisse se déplacer. L'option est disponible dans l'onglet « Outils ».

Il va falloir ensuite, dans le panneau affiché à gauche:

- Choisir les paramètres d'impression (précision, densité, solidité, vitesse...)
- Choisir si besoin le support et la plateforme d'adhésion (Brim et jamais Raft)

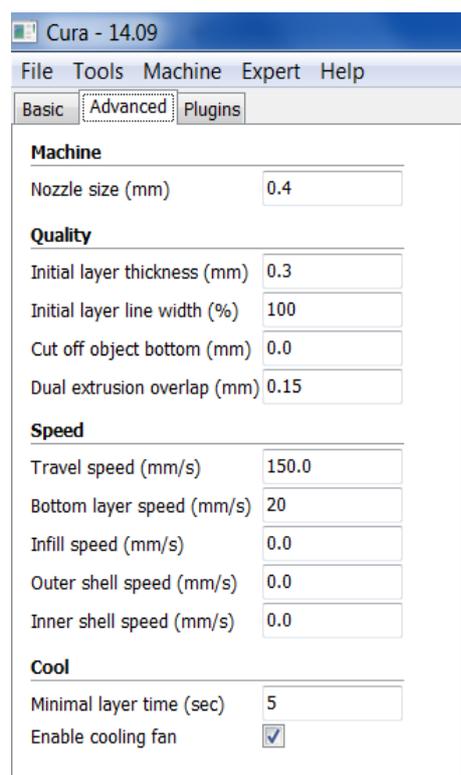
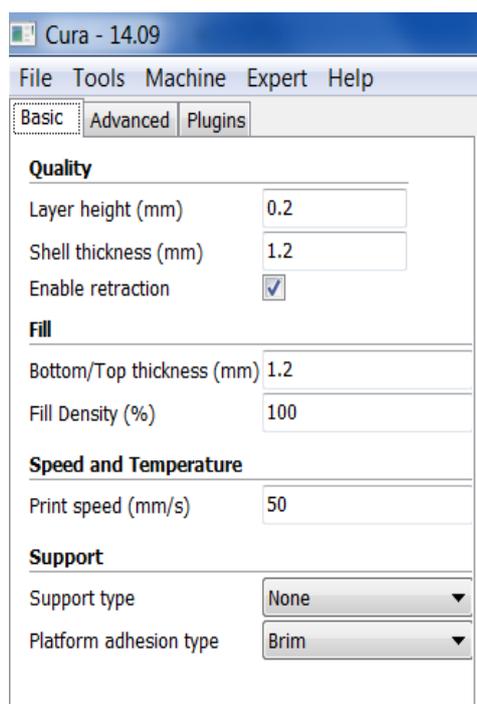


Dans le menu **Basic** on y trouve les principaux paramètres :

- Hauteur des couches (normal : 0.2mm, fin pour des surfaces très détaillées : 0.1mm)
- Epaisseur de la peau (multiple du diamètre de la buse de 0.4mm, la plupart du temps 1.2mm convient bien)
- Epaisseur des peaux des faces supérieure et inférieure (multiples de l'épaisseur de couche, le mieux est de les mettre identiques à la peau donc 1.2mm)
- Densité du remplissage (100% pour un objet plein, mais en standard 30 à 50% suffisent)
- Type du support pour soutenir le modèle (partout ou rien du tout si l'on en a pas besoin, la visualisation des layers permet de voir où le support est ajouté, il apparaît en bleu)
Les « ... » à côté permettent de régler les paramètres de ce support, choisir l'option « Grid », et une densité de 20%, ne pas toucher aux autres paramètres
- Type du support plateforme pour la base de l'impression (aucun sauf dans le cas où les surfaces de contact entre la pièce et le plateau sont faibles, à ce moment on choisit « Brim », ne JAMAIS choisir « Raft »)

Dans le menu **Advanced** on trouve d'autres paramètres, mais qui ne sont pas utiles à l'impression dans 99% des cas. Cela peut même créer des problèmes à l'impression. On va un peu plus loin dans la finesse des réglages, comme par exemple :

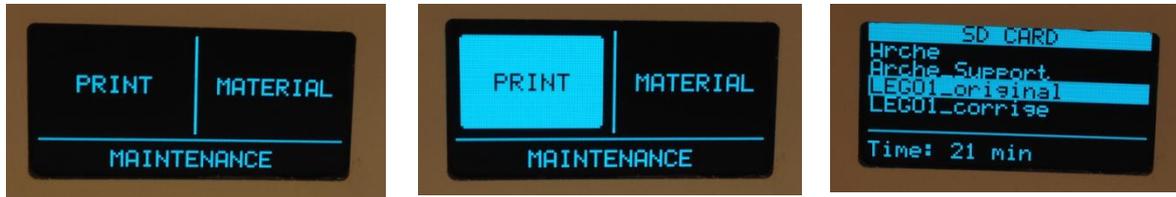
- Caractéristiques de la première couche
- Vitesses de déplacement
- Refroidissement par les ventilateurs montés sur la tête d'impression



Une fois que tout est OK, il suffit de sauvegarder le GCode ainsi obtenu sur une carte SD, de l'insérer dans la fente de l'Ultimaker 2 et hop, c'est parti, ou presque !

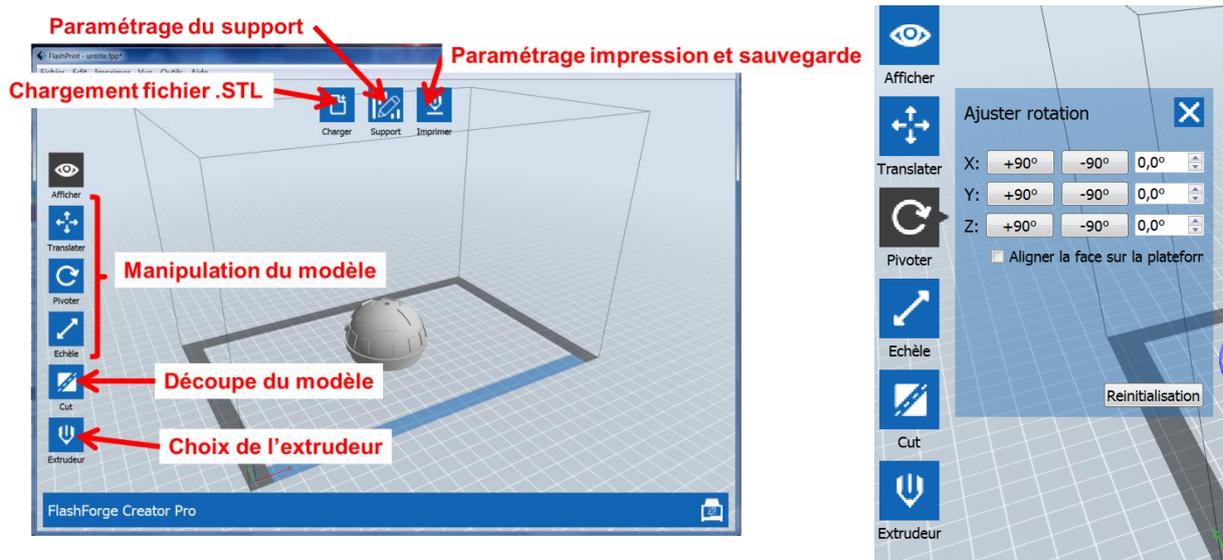
- Allumer l'imprimante à l'aide du bouton situé à l'arrière, si elle est hors tension
- La navigation dans les menus se fait à l'aide de la molette tournante et en validant la sélection par un appui sur la molette
- Vérifier que le plateau est vide et propre
- Insérer la carte SD avec le GCode dans le logement

- Enduire le plateau de laque d'accroche en bombant une fine couche sur tout le plateau en se plaçant à 10cm de la surface environ
- Choisir ensuite le programme de la pièce à imprimer en suivant les étapes ci-dessous.
- En fin d'impression, attendre quelques minutes de refroidissement avant de décoller délicatement la pièce du plateau, bien retirer tous les morceaux du plateau et laisser la machine propre.



5. Impression 3D pour FlashForge Pro :

La philosophie générale du Slicer et son paramétrage restent très proches de ce qui a été vu pour CURA et l'Ultimaker 2, mais il y a quelques subtilités et quelques options complémentaires. De la même manière, FlashPrint, le logiciel est gratuit et téléchargeable sur <http://www.flashforge.com/support-center/flashprint-support/>, il est disponible pour Windows et MacOS.



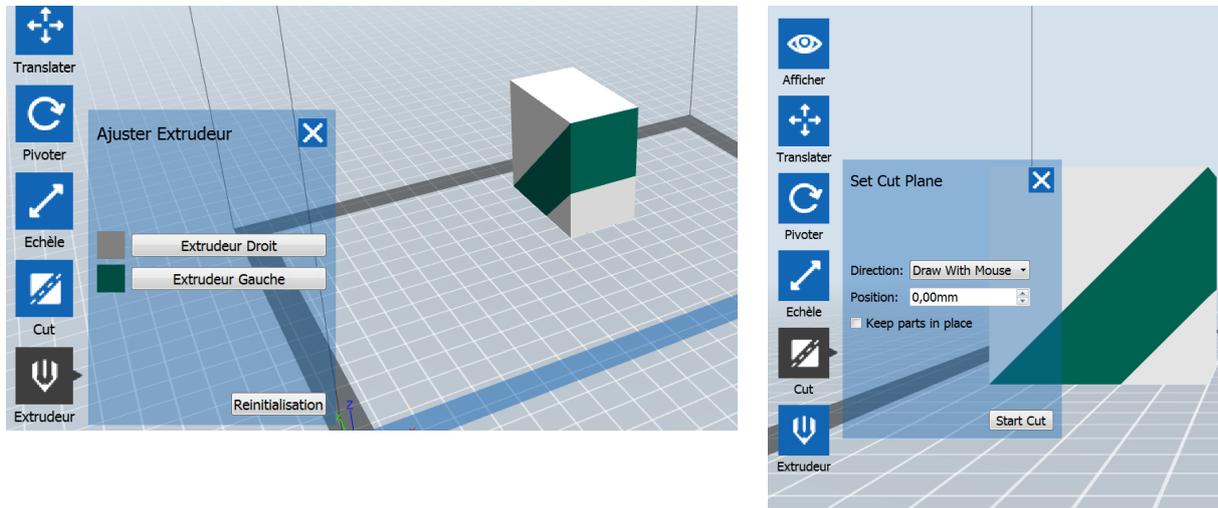
Les outils de manipulation du modèle sont les mêmes que pour CURA, donc là, pas de révolution, sauf pour la rotation qui peut être pilotée très précisément et qui permet surtout de positionner automatiquement une des faces du modèle sur le plateau en cochant la petite case en bas et en double-cliquant sur la face du modèle choisie, pratique...

La FlashForge Pro présente tout de même une différence de taille : elle embarque 2 extrudeurs sur la tête permettant donc d'imprimer avec deux matériaux différents ou deux couleurs en fonction des fils chargés dans la machine.

Pour utiliser cette option sympathique, il faut que la pièce soit constituée de 2 objets .STL distincts :

- Ils doivent être correctement positionnés l'un par rapport à l'autre pendant la phase de conception sur CATIA ou FreeCAD

- En rendant « invisible » chaque objet à tour de rôle, il suffit de les exporter comme 2 .STL avec 2 noms différents
- Les importer ensuite dans FlashPrint
- Sélectionner une des deux parties
- Dans « Extrudeur », choisir l'extrudeur qui convient (droit ou gauche)
- Recommencer pour l'autre partie
- La pièce apparaît alors en 2 couleurs

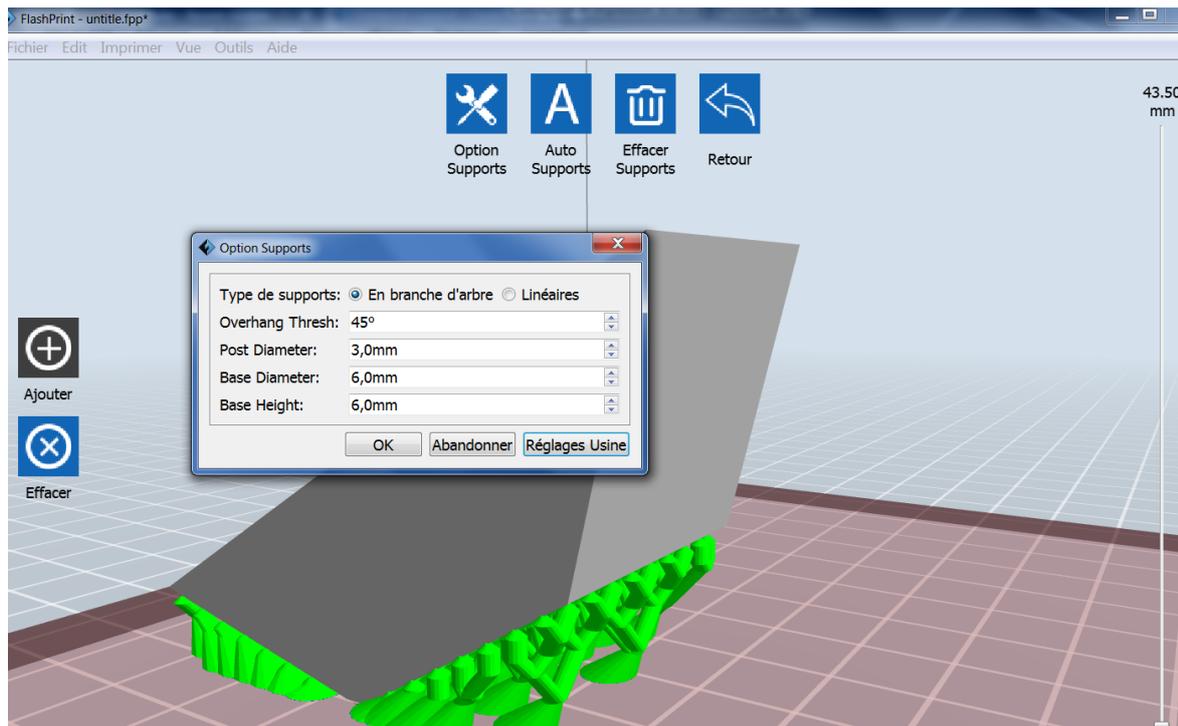


Autre option pratique, la découpe de pièce « Cut » selon un plan ou une droite tracée à la main :

- Sélectionner la pièce à découper
- Se placer dans le bon plan de visualisation avec « Afficher »
- Cliquer sur « Cut »
- Choisir la direction du plan de coupe, soit avec la souris, soit avec un plan existant en donnant une distance
- L'option « Keep parts in place » laisse les morceaux en place, utile si on veut utiliser le système des 2 extrudeurs vu juste avant...
- Cliquer sur « Start Cut »

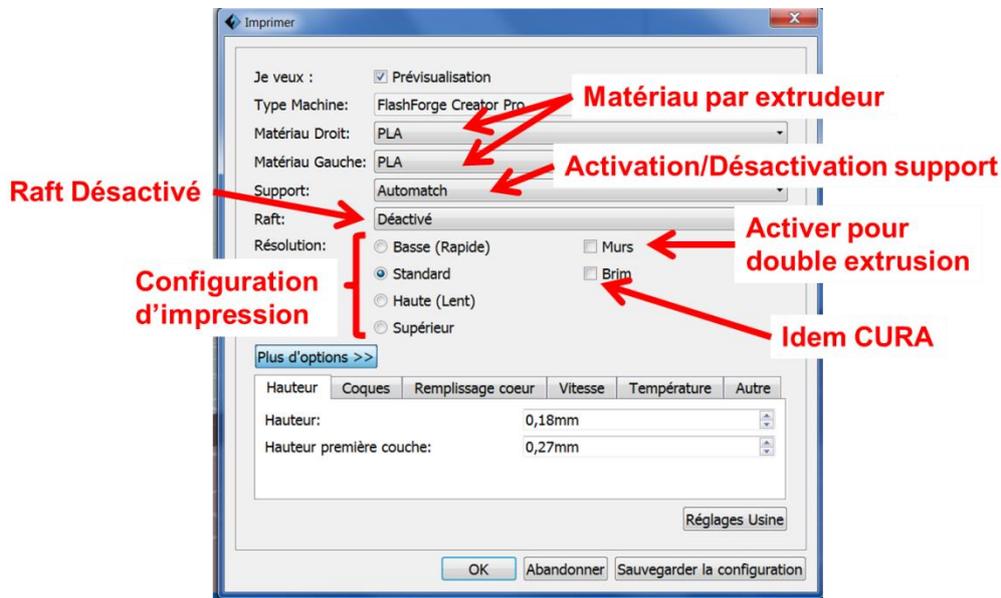
Au chapitre des subtilités, la gestion du support est elle aussi bien différente.

- Cliquer sur l'icône « Support »
- Choisir « Options supports »
- Il est possible de sélectionner des supports linéaires classiques, ou, plus intéressants des « branches d'arbres » paramétrables (diamètre et hauteur du tronc, diamètres des branches). C'est plus facile à retirer et consomme moins de matière. Le paramètre « Overhang Thresh » ne doit pas être modifié : c'est la pente à partir de laquelle FlashPrint ajoute du support.
- Cliquer ensuite sur « Supports Auto »
- Les supports sont individuellement supprimables avec les boutons à gauche
- Cliquer ensuite sur « Retour » pour revenir à l'écran principal
- Attention, l'ajout de supports rend la pièce non manipulable par la suite : seule l'option « Déplacer » continue à être active



La géométrie est donc prête, passons au paramétrage de l'impression proprement dit, là encore, l'interface est riche, voici comment elle se présente.

- Cliquer sur « Imprimer »
- Les options standards sont celles données sur la capture en-dessous



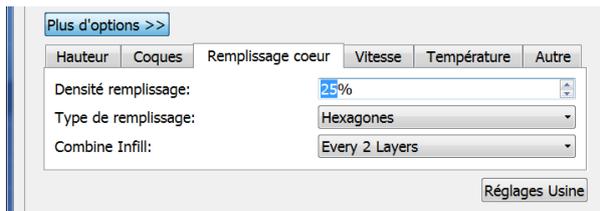
- Pour aller plus loin dans la configuration, cliquer sur « Plus d'options >> »
- Tous les onglets sont remplis avec des valeurs par défaut lors du choix de la configuration d'impression, mais ils sont modifiables.



Choix des hauteurs de couches (même philosophie que CURA), mais on peut différencier la première couche pour la rendre plus solide.



Épaisseur de coque comptée en « nombre de fils déposés », donc multiplier par le diamètre de buse pour avoir la valeur. Là aussi, on peut différencier les couches supérieure et inférieures pour les rendre plus solides.

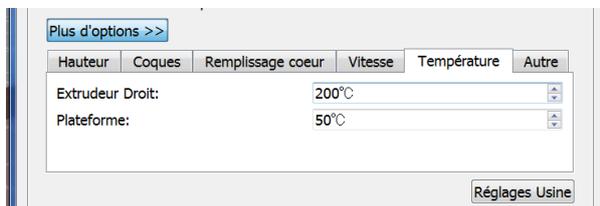


Choix multiples :

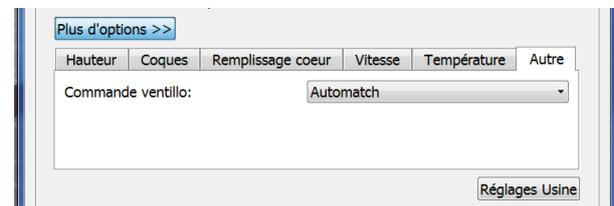
- Densité en % (20% à 50% c'est bien)
- Motif du remplissage avec 3 choix qui pourront influencer la résistance de la pièce
- Combine permet de fusionner le remplissage et la coque, permet de gagner du temps



Vitesse d'impression dépendant du matériau, le « voyage » concerne les trajets à vide sans déposer.



Très intéressant, on peut changer la température par défaut et l'inclure dans le programme. C'est utile si l'on a des défauts sur la pièce ou un matériau « exotique ».

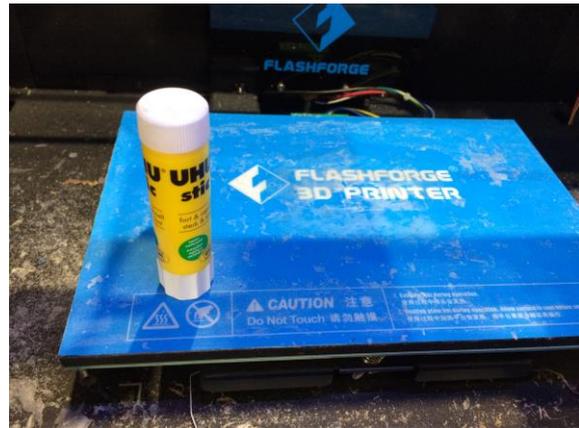


Ne pas trop jouer avec ça : le risque est une surchauffe du plastique déposé, et donc une possibilité qu'il reste collé à la buse...

- Une fois que tout est correctement réglé, cliquer sur « OK »
- Enregistrer le fichier .x3g, c'est lui qu'il faudra mettre dans l'imprimante avec une carte SD
- On accède à la fenêtre de visualisation des couches, avec un rendu plutôt très bon (on voit les escaliers, détails...), et possibilité de balayer toutes les couches avec le curseur de droite.

Eh bien nous y sommes, il ne reste plus qu'à passer sur l'imprimante 3D :

- Allumer l'imprimante à l'aide du bouton situé à l'arrière, si elle est hors tension
- La navigation dans les menus se fait à l'aide des flèches et en validant la sélection avec la touche « OK »
- Vérifier que le plateau est vide et propre
- Insérer la carte SD avec le .x3g dans le logement
- Enduire la zone du plateau où va se situer la pièce avec de la colle bâton UHU



- Choisir ensuite le programme de la pièce à imprimer en suivant les étapes ci-dessous.
- Le cycle de chauffe démarre indiquant la montée en température des différents éléments.
- En fin d'impression, attendre quelques minutes de refroidissement avant de décoller délicatement la pièce du plateau, bien retirer tous les morceaux du plateau et laisser la machine propre.

