

# Commencer à concevoir avec FreeCAD

Document rédigé initialement par DRMACRO sous le titre [Starting to design with FreeCAD](#).

## Public attendu

Il est important de préciser que ce document n'est pas destiné à un utilisateur expert ou avancé de FreeCAD qui a déjà développé ses préférences habituelles en atelier ou techniques de conceptions. L'objectif est de fournir aux nouveaux utilisateurs une assistance à travers ce qui apparaît au départ comme un labyrinthe étourdissant d'ateliers. Au cours de ce texte, des techniques de conceptions, générales ou spécifiques à FreeCAD seront aussi évoquées.

**Ce tutoriel suit la version 0.19.**

## Introduction

Une fois que le nouvel utilisateur a dépassé l'installation de FreeCAD et exploré son interface comme décrit dans le wiki 'Commencer', la liste des ateliers peut sembler menaçante. Même des utilisateurs chevronnés de logiciels de CAO peuvent être déroutés pour décider par où commencer. Il ne prend pas longtemps pour comprendre qu'il y a plusieurs façons de créer un truc. Par exemple, il y a un outil de Protrusion dans l'atelier PartDesign et un outil d'Extrusion dans l'atelier Part. Donc quel est celui qu'il faut utiliser pour le projet sur lequel je travaille ? Sans oublier de mentionner les outils de Lissage ou Balayage de ces ateliers Part ou PartDesign. Ensuite il y les esquisses de référence, les esquisses sans attaches de l'atelier Part contre celles avec attaches de l'atelier PartDesign.

Il y a de nombreux tutoriels ou vidéos sur *Youtube* qui expliquent comment utiliser ces différents outils. Mais, s'ils détaillent le '*comment*' de ces outils, ils expliquent rarement le '*pourquoi*'. Bien sûr, il y a aussi des situations où le '*comment*' se justifie par le fait '*qu'il n'existe pas d'autres manières de procéder ainsi*'.

Donc, où commencer pour concevoir la réalisation d'une idée donnée ? Cette question est discutée dans ce document.

## Un peu d'histoire

L'atelier Draft est prévu pour réaliser des plans en 2D. Il peut aussi faire du travail de 3D mais n'y est pas le plus amical. Cependant il y a des fois où il est le seul choix acceptable. Par exemple, pour dessiner des lignes en 3D représentant un chemin dans l'espace. Il possède aussi quelques outils limités pour dimensionner des formes. Il existe des opérations uniquement présentes dans cet atelier

Draft, comme la création de chaînes de caractères pouvant être soit extrudées, soit découpées d'un solide. Certaines fonctions spéciales de cet atelier Draft servent par exemple à travailler sur des fichiers au format DXF importés dans FreeCAD.

L'atelier Part a été développé antérieurement à l'atelier PartDesign, et de ce fait Part possède de nombreuses fonctionnalités. En fait, ce qui est créé dans chacun de ces 2 ateliers a des différences subtiles qui sont dans de nombreux cas plus importants pour les développeurs que pour l'utilisateur final. Mais une compréhension générale de quelques concepts vous rendra la vie plus facile en tant qu'utilisateur final. Nous en aurons un aperçu plus tard.

## Résumé des consignes pour le NOOB (néophyte)

- Installer la dernière version de FreeCAD
  - la dernière version stabilisée est la 0.19.3
  - La version de développement est la 0.20 qui est très stable et utilisée par beaucoup
  - Utiliser une version *appimage* si nécessaire (sans installation)
- Éviter les tutoriels sur l'atelier Draft pour le début
  - De nombreux utilisateurs sur FreeCAD depuis longtemps ne s'en servent jamais ou très occasionnellement.
- Commencer par vous former à l'atelier PartDesign
  - Trouver des tutoriels ou des vidéos propres à des versions récentes du logiciel
- Commencer par construire des modèles simples
  - Éviter de débiter par des fuselages d'avions ou des écrous taraudés  
Oui, on peut le faire. Mais ces tâches ne sont pas triviales
- Rejoindre le forum *freecadweb.org*
  - Essayer de concevoir des pièces
  - Poser vos questions :
    - Donner les informations relatives à son logiciel et à son système (lire le bandeau rose en haut de certaines pages du forum)
    - Fournir le fichier FreeCAD concerné (\*.Fcstd)  
Si sa taille est trop importante (>1Mb), essayer de le simplifier ou de le réduire pour laisser les problèmes visibles
    - Fournir aussi les autres fichiers (STL, STEP...)
  - Pour poser plusieurs questions :
    - Se limiter à 32 questions
    - Poser les autres questions dans de nouveaux posts, au fur et à mesure des réponses

# Recommandation après une nouvelle installation

Il y a plusieurs façons de personnaliser son FreeCAD. Par défaut, de nombreux ateliers sont présents. Des ateliers supplémentaires, comme des macros, peuvent être installés pour augmenter les fonctionnalités de base. Pour les plus motivés, des macros ou des programmes en Python peuvent être écrits ou trouvés auprès de nombreuses sources.

Pour un début, je recommanderais d'utiliser le menu Outil>Personnaliser>Atelier afin de masquer les ateliers qui ne seraient pas nécessaires au novice. Se contenter des ateliers PartDesign, Sketcher, TechDraw et Image qui seront largement suffisants pour l'utilisateur débutant. On pourra en ajouter d'autres les besoins arrivant.

## De zéro

Concevoir des objets n'est pas une tâche simple. Concevoir des objets avec un logiciel de CAO demande une variété de talents. Il y a entre-autre le talent de savoir utiliser les outils du logiciel afin de réaliser la forme de l'objet souhaité. La question se pose de commencer par une forme primitive (cylindre, cône, cube...) ou par le détour d'une forme à créer.

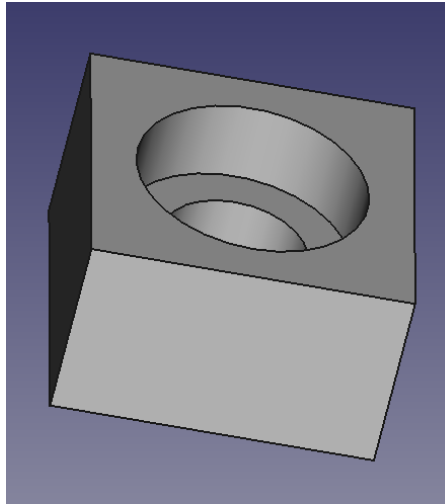
Quand vous savez quel modèle vous souhaitez réaliser, il faut décider de l'approche pour sa conception. Une pièce avec une section cylindrique peut être réalisée comme primitive dans les ateliers Part ou PartDesign. Une pièce avec une section plus complexe réclamera plutôt une Esquisse et une Protrusion de PartDesign. Pour ajouter à la confusion, il est possible de créer une esquisse de l'atelier Sketcher et de l'extruder en solide dans l'atelier Part. Ce point sera développé plus tard.

Pour un débutant, le conseil est de se cantonner à l'un ou l'autre de ces 2 ateliers. Mais il y a toutefois des choses à surveiller et auxquelles il faut faire attention. Si on crée un objet de forme et de dimension donné dans l'atelier Part et son équivalent dans l'atelier PartDesign, ces objets sont identiques visuellement et peuvent avoir le même centre de gravité, de rotation... Mais ils sont différents aux yeux de FreeCAD, car pour le logiciel ils sont représentés différemment de façon interne. Pour la plupart des objets, il est possible de modifier ce type de représentation interne. Ainsi, un objet extrudé de l'atelier Part peut être déplacé dans un emballage de l'atelier PartDesign simplement en le faisant glisser à la souris dans un corps d'objet PartDesign.

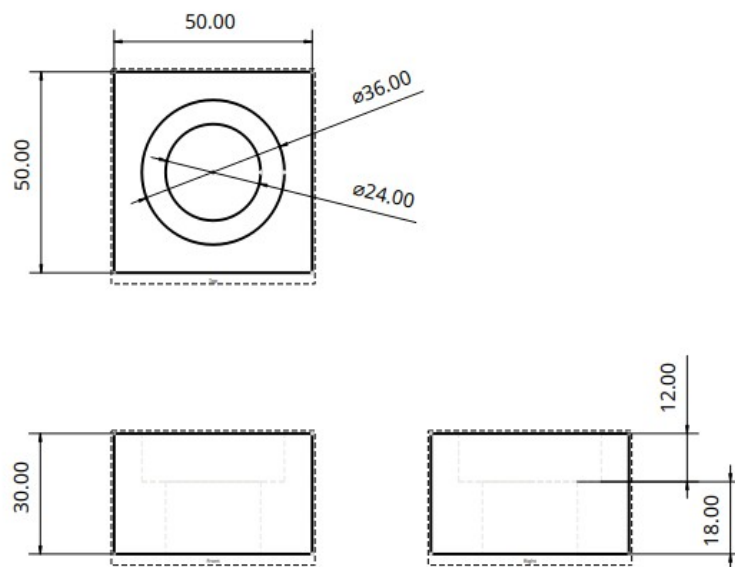
Je pense que l'atelier PartDesign est la meilleure place pour commencer. Cela est mon opinion.

De façon générale, la façon de faire dans l'atelier PartDesign consiste à dessiner une esquisse puis à en extruder (Protrusion) la forme. (Cela s'appelle même Extrusion dans d'autres ateliers. En fait, c'est Extrusion dans l'atelier Part.)

Nous détaillerons le procédé plus tard. Mais tout d'abord regardons comment fonctionne la conception.



Supposons que nous voulions modéliser un simple bloc avec un trou comportant un chambrage. Un fabricant pourrait s'attendre à usiner quelque chose ressemblant à ceci. L'image ci-après montre une projection typique en 3 vues du devant, du dessus et du côté droit.



*Figure 1: Dessin technique*

Ce dessin technique possède toutes les dimensions nécessaires. Mais comment réaliser un tel objet ? Comme habituellement avec ce type de logiciel de conception, il y a plus d'une façon de procéder. Réfléchissons donc à la méthode de réalisation.


Il y a un bloc de matière qui vu de dessus mesure 50 mm par 50 mm D'après la vue de côté, cela fait 30 mm de haut ou d'épaisseur. Donc la première chose à faire est d'obtenir un tel bloc.

Cela peut être bien sûr fait de différentes façons :


- i. Créer une esquisse du dessus et la remplir.
- ii. Créer une esquisse du devant et la remplir.
- iii. Créer une esquisse du côté et la remplir.

Il y a une raison derrière chaque choix. Mais, comme le trou chambré est centré avec le bloc, et que cette forme est simple, choisissons la première idée. La méthode de réalisation serait virtuellement la même pour chaque modèle créé.

Dans FreeCAD, choisir l'atelier PartDesign :

1. Créer un nouveau document. (utiliser l'icône, ou le raccourci clavier Ctrl+N.)
2. Créer un nouveau Corps et le rendre actif. (clic sur l'icône en forme d'escalier bleu )


Le mode par défaut est 'actif', comme cela est visible par l'arrière-plan gris du Corps dans la Vue multiple (Combo View) de l'onglet Modèle. (généralement sur le côté gauche de la fenêtre du logiciel FreeCAD.)

3. Créer une nouvelle esquisse en cliquant l'icône de Création d'une nouvelle esquisse , Choisir le plan de travail pour l'esquisse.

Si vous êtes dans l'atelier PartDesign et créez une nouvelle esquisse, le Corps sera ajouté automatiquement.

Détaillons maintenant les étapes permettant de créer ce bloc de matière en vous permettant d'avancer pas à pas à travers les étapes nécessaires.

Dans FreeCAD, choisir l'atelier PartDesign.

1. Créer un nouveau document. (Choisir l'icône , ou le raccourci clavier Ctrl+N)


Sauvegarder le document et lui trouver un nom approprié. Pourquoi pas « Exercice 1 » ?

Au départ, l'onglet avec le nom du fichier affiché en bas de la vue principale 3D du logiciel affiche « sans nom » et sera remplacé par le nom choisi.

Ma devise : **Sauver, sauver souvent !**

FreeCAD enregistre régulièrement une copie de sauvegarde qui peut être récupéré en cas de crash.

Conseil : Choisir Affichage > Afficher les axes de coordonnées (raccourci clavier A,C).

2. Créer un nouveau Corps et le rendre actif. (clic sur l'icône bleue ressemblant à un escalier )  
Remarquer que dans l'arbre que le nom du Corps, actuellement *Body* s'écrit sur fond gris signalant que ce Corps est le corps actif à ce moment.



Cliquer-droit sur ce *Body* montre qu'il est possible de le Renommer (ou directement par la touche F2). Lui donner un nom adapté, par exemple '*Lump*' (=Bloc).

À ce moment, le nom du document en bas de l'écran montre un '\*' à la fin du nom afin de signaler que le document actif n'a pas sauvegardé les dernières modifications.

### 3. Sauvegarder selon vos goûts.

Après avoir fait cela, prendre un moment pour détailler l'onglet de l'arbre de construction. On y voit le *Body* créé et renommé *Lump*. Sous ce Corps, on trouve une branche nommée *Origin*. Par défaut, celle-ci est grisée. On peut explorer plus en profondeur en cliquant cette ligne pour la sélectionner et en appuyant sur la barre d'espace du clavier pour la faire apparaître. Ceci est une partie importante de PartDesign. Cette *Origin* est une sorte de structure qui ancre le Corps dans l'espace, ainsi que toutes les branches à venir.

Par défaut, l'origine est fixée à X=0, Y=0, Z=0. L'*Origin* peut être déplacée depuis 0, 0, 0 mais est habituellement laissée telle quelle... De plus, il y a 6 lignes sous *Origin* qui représentent les Axes X/Y/Z et les Plans XY (dessus), XZ (devant), et YZ (à droite) d'un espace virtuel en 3D.

### 4. Créer une nouvelle esquisse

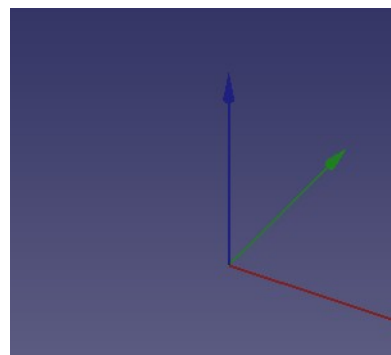
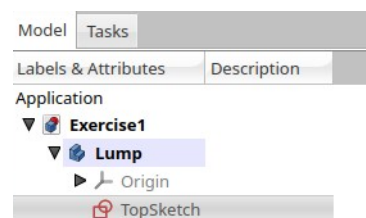
Choisir le plan de travail pour l'esquisse. Pour notre exemple, préférer le plan XY afin de voir cette esquisse en vue de dessus. Cliquer OK.

L'esquisse s'ouvre maintenant en mode d'édition. Pour l'instant, cliquer Fermer.

Cliquer-droit sur l'esquisse dans l'arbre de construction (ou F2) et renommer cette esquisse TopSketch (=EsquisseDuDessus).

Sauvegarder.

Regardez de nouveau l'arbre de construction dans l'onglet Modèle de la Vue Multiple :



### 5. Double-cliquer sur cette esquisse afin de l'ouvrir.

Remarquer que l'esquisse est maintenant ouverte et que la croix des axes s'affiche au centre de la grille (si toutefois la grille est en mode affichage). Pour afficher cette grille si elle n'apparaissait pas, choisir dans l'onglet Tâche de la Vue Multiple de déplier la zone 'Modifier les contrôles' et

valider 'Afficher la grille'. On peut voir la troisième dimension de cette croix en faisant pivoter la vue. La grille augmente sa taille selon les modifications de l'esquisse. Si vous modifiez l'orientation de la vue, il suffit de cliquer sur la face TOP du cube de rotation (cube affiché dans le coin haut-droit de la vue 3D).

6. Dans le panneau 'Modifier les contrôles', s'assurer que le choix des 'Contraintes auto' n'est pas validé à ce moment. Il y a quelques mises en garde dans les étapes suivantes, alors soyez attentif.

7. Choisir l'outil *Créer un rectangle*  (raccourci-clavier R).

Cliquer quelque part sur la grille pour commencer par le coin bas-gauche de notre rectangle, puis quelque part d'autres pour finir par le coin haut-droit du rectangle.

À la fin, l'outil Rectangle est encore actif.

Cela est pratique si l'on veut continuer à ajouter des rectangles, mais nous voulons maintenant dimensionner le rectangle juste créé. Donc quittons l'outil Rectangle soit par un clic-droit, soit par la touche d'Échappement. (Attention avec la touche d'Échappement qui utilisée 2 fois de suite vous fera sortir de l'esquisse. Ce comportement peut être modifié dans les paramètres d'Édition>Préférence>Esquisseur>Général.)

8. Déplacer le curseur de la souris sur le côté supérieur et horizontal.

Quand il devient jaune, le sélectionner en cliquant.


Déplacer le curseur de la souris sur le côté gauche et vertical.

Quand il devient jaune, le sélectionner en cliquant.

Vous devriez avoir 2 lignes de couleur verte.

Cliquer sur l'icône de contrainte d'Égalité  afin de rendre égales les longueurs de ces deux lignes.

Cette égalité, associée aux contraintes de verticalité ou d'horizontalité automatiquement ajoutée par l'outil Rectangle transforment notre rectangle en un carré.

9. Re-sélectionner la ligne supérieure et horizontale et cliquer sur l'icône de Contrainte de distance horizontale .

Saisir 50 dans la fenêtre de dialogue et cliquer OK.


Nous avons maintenant un carré représentant la vue du dessus de notre bloc de matière. Les dimensions sont contraintes aux 50 mm exigés et les côtés sont horizontalement et verticalement contraints aussi. Mais le carré n'est pas contraint lui-même vis-à-vis de l'origine. Il n'est pas requis de le contraindre à cette origine, mais cela rendra plus simple le positionnement des actions à venir.

Il y a plusieurs façons encore de fixer le carré à l'origine. Il est préférable de minimiser les contraintes de dimensions pour favoriser les contraintes de géométries. Ici, nous choisissons une contrainte de symétrie autour de l'origine.

10. Bouger la souris au-dessus du coin bas gauche et le sélectionner en cliquant.

Faire de même pour le coin opposé.

Faire de même pour le point d'origine du repère (il s'agit du point virtuel où la ligne rouge de l'axe des X croise la ligne verte de l'axe Y des ordonnées, exactement au point d'origine discuté précédemment).

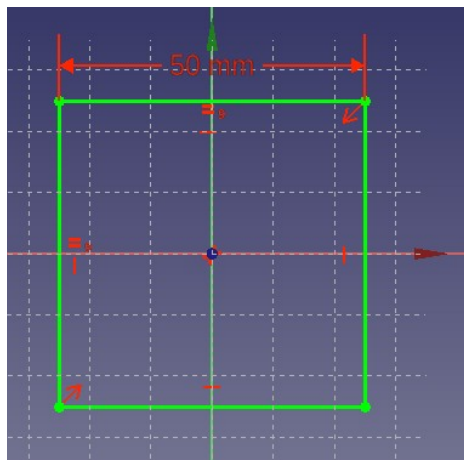
Maintenant cliquer l'icône de la contrainte de symétrie . Toute la géométrie se colore de vert pour marquer que l'esquisse est maintenant complètement contrainte.

L'ordre de sélection des différents points est critique. Le dernier point sélectionné, ici le point d'origine, est le point central pour la symétrie. Les deux premiers points sont les points qui deviendront symétriques relativement au dernier point.

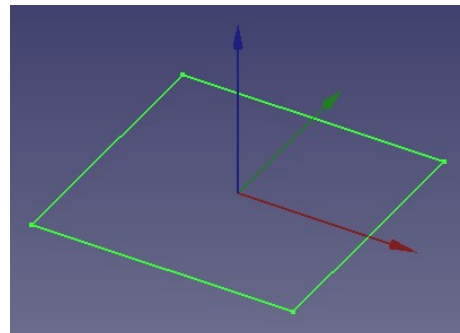
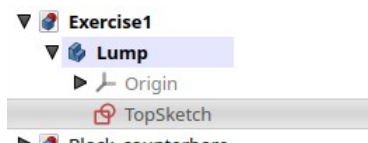
« Esquisse complètement contrainte » signifie qu'elle est contrainte pour l'état courant de la géométrie. En effet il peut exister plusieurs états différents satisfaisant mathématiquement toutes ces contraintes. Cela peut être d'importance pour des modèles plus complexes.

Il est préférable de minimiser les contraintes de type dimensionnement pour privilégier les contraintes de type géométrique car cela produit un résultat plus stable avec moins d'exigences de calcul. Ce dernier point est à prendre en compte quand le modèle devient compliqué.


À cette étape, avec l'esquisse toujours ouverte, nous avons :



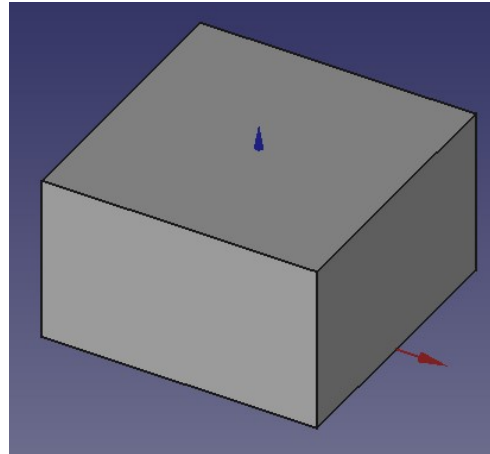
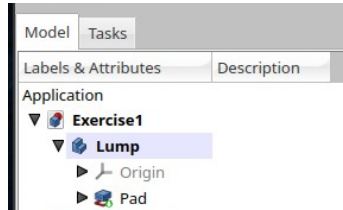
11. Cliquer Fermer maintenant et nous obtenons ceci (les axes ont été réaffichés) :





12. Avec la ligne *TopSketch* sélectionnée, cliquer l'icône de Protrusion  et saisir la longueur 30 puis cliquer sur OK.

Nous avons alors un bloc de matière de 50 mm × 50 mm × 30 mm :



Faire des trous se nomme Cavité. En terme plus technique, il s'agit d'une action soustractive. Pour tout dire, nous enlevons de la matière pour créer le vide dont nous avons besoin.

Dans la vraie vie, si nous voulons un trou rond, nous utiliserions un foret de taille adapté, trouverions le centre et percerions le tout. Pour le chambrage, nous pourrions utiliser un foret plus large à une profondeur adaptée.

Dans notre modèle, nous pourrions créer une autre esquisse pour le petit trou et appliquer une cavité dans la matière. Nous pourrions aussi ajouter un cercle directement dans cette première esquisse. Cela créerait un vide circulaire à travers tout le bloc. Ensuite créer une esquisse supplémentaire pour le plus grand trou, en positionnant cette esquisse de façon appropriée, et ensuite creuser à la profondeur voulue.

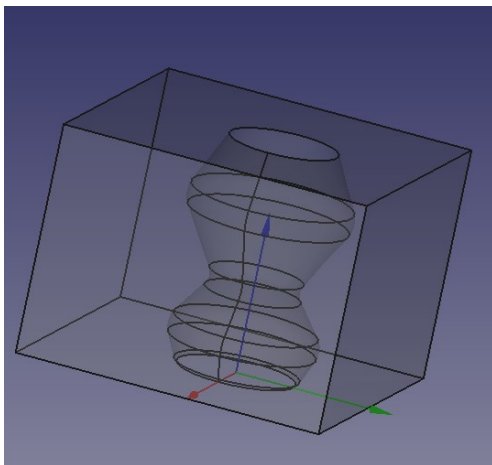


Figure 2 : Perçage complexe

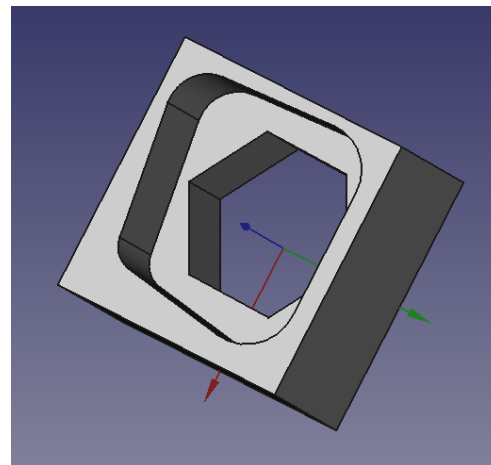


Figure 3 : Cavité complexe

Dans le monde virtuel de la CAO nous avons plusieurs options. Si nous faisons tourner autour de lui-même le profil du trou avec chambrage, nous pouvons accomplir ce trou complexe en une


seule esquisse. Il y a bien sûr d'autres possibilités et de bonnes raisons pour choisir une façon plutôt qu'une autre. La méthode par 2 trous d'esquisse est intéressante que vous ayez uniquement des trous circulaires ou que vous ayez d'autres types de trous, par exemple un trou pour une opération de fraisage. Voir Erreur : source de la référence non trouvée.

La méthode par révolution de profil permet des profils complexes qui généralement ne sont plus usinables par une machine de fraisage mais peuvent être aisément réalisés par une imprimante 3D. Voir Erreur : source de la référence non trouvée.

Maintenant procédons à la réalisation de ce trou avec chambrage. Nous pourrions les percer (ou Cavité dans FreeCAD), mais cela demanderait 2 esquisses en plus : une pour le trou central (même si celui-ci pourrait être ajouté à la première esquisse déjà dessinée) et une pour le chambrage.

Mais nous allons le faire grâce à une seule esquisse par Révolution de ce profil. Le choix d'une Révolution permet aussi d'introduire ici une technique des plus utiles pour de nouveaux projets.


13. S'assurer que la fenêtre d'esquisse est fermée.


Cliquer une nouvelle fois l'icône  et choisir le plan XZ (de devant) pour continuer.

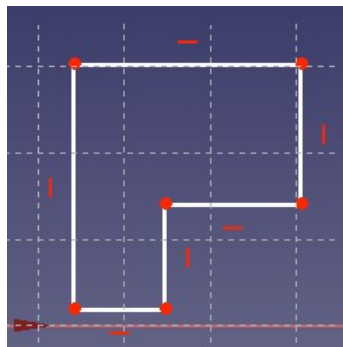
Confirmer le mode de 'contrainte automatique' dans le panneau des tâches, section 'Édition de contrainte'. Cela ajoutera automatiquement les contraintes horizontales ou verticales comme vues ci-dessus.

Ces contraintes automatiques ne s'ajoutent que si la ligne créée est proche d'une position horizontale ou verticale. On voit alors apparaître une icône sous le curseur pendant les déplacements de la souris.



14. Cliquer OK et l'esquisse s'ouvre.

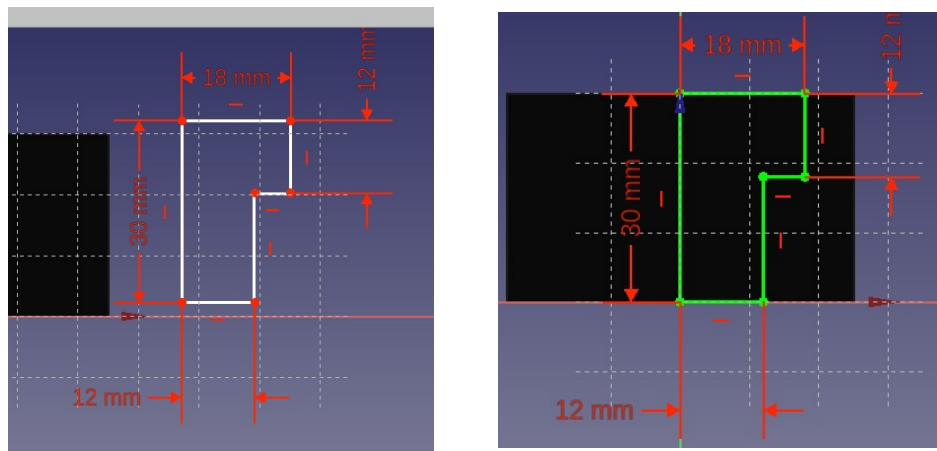
Le plan de l'esquisse est centré sur l'origine dans le plan XZ. Ainsi, une partie du bloc fabriqué plus tôt cache en partie les axes sous sa matière. Afin de revoir tout le plan de référence, nous utilisons l'outil de Vue en section  pour cacher la partie de bloc qui gêne. Le reste du bloc à l'arrière de ce plan est vu comme creux. Cet outil de Vue en section fonctionne en mode marche/arrêt.

15. Cliquer l'icône de l'outil Polyligne  et dessiner la forme générale de la moitié de la section de ce trou complexe.





Profiter que l'outil ajoute automatiquement les contraintes horizontales ou verticales en cliquant pour placer les points quand ces contraintes s'affichent sous le curseur. S'assurer que le dernier point (celui qui va fermer la forme) affiche la contrainte de coïncidence. Si une contrainte n'est pas respectée, il suffit à la fin de les rajouter en sélectionnant la ligne puis l'icône de la contrainte.

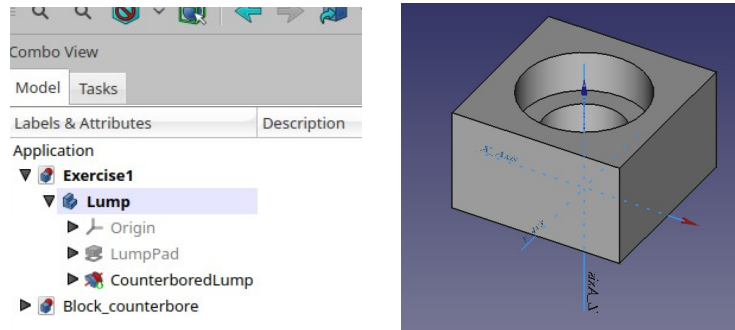
16. Il faut maintenant positionner, dimensionner et contraindre le profil du trou par rapport au bloc de matière. D'après notre dessin, nous savons que le chambrage est de 36 mm de diamètre alors que le trou proprement dit fait 24 mm. Sélectionner la ligne horizontale supérieure et cliquer l'icône de Contrainte de dimension horizontale  et saisir 18 pour le rayon (ou saisir '36/2'). Faire de même pour la ligne inférieure pour un rayon de 12 (ou '24/2'). Fixer les contraintes de dimension verticale  sur les lignes latérales verticales avec la hauteur totale du trou ou juste la valeur de la hauteur du chambrage, cela d'après le dessin technique précédent.



À cette étape, si on essaye de cliquer-déplacer une ligne, la forme complète se déplace mais sans se déformer. Vous pourrez noter qu'il reste encore 2 degrés de libertés. Et en effet la forme peut se déplacer haut/bas ou droite/gauche.

17. Pour fixer définitivement ce profil, on contraint le coin bas gauche du profil du point d'origine. Sélectionner le point bas gauche et le point d'origine. Cliquer sur l'icône de Création de coïncidence . Et alors toute la forme se teint de vert et le message 'esquisse contrainte complètement' s'affiche.
18. Cliquer sur Fermer.  
Pendant que nous y sommes, renommons la Protrusion et cette dernière Esquisse.  
Renommer Pad en *LumPad* (=Bloc), Sketch001 en *CounterboreSketch* (=EsquisseTrouChambré).
19. Maintenant nous pouvons réaliser une Révolution soustractive de cette dernière esquisse. Cliquer cette dernière esquisse pour la sélectionner, puis cliquer sur l'icône de Révolution soustractive . Les choix par défaut ne donnent directement satisfaction. Nous ne changeons donc aucune valeur ni paramètre. Cliquer OK.

20. Juste pour que tout soit rangé, nous renommons cette dernière Révolution par *CounterboredLump* (=BlocChambré). Et sauvegarder le document.

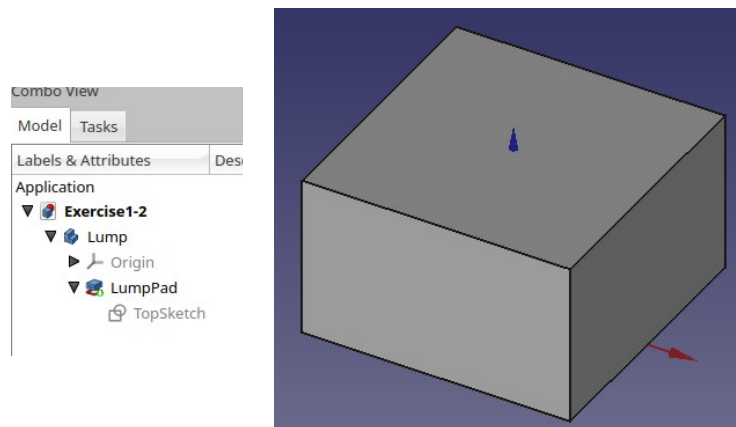


Dans vue de l'arbre de construction, il y a deux documents ouverts. L'un s'appelle *Exercice 1* et l'autre *Block\_counterbore*. On peut décider du nombre de documents visibles dans cet arbre dans le menu Affichage>configuration de l'arborescence.


Comme déjà signalé précédemment, cela n'est pas la seule façon de réaliser ce modèle. Regardons une autre façon de procéder.

Ouvrir le document *Exercice1.FCStd* et le sauvegarder comme *Exercice1-2*.

Nous pouvons supprimer des fonctions de l'arbre de construction du modèle en les cliquant pour les sélectionner et appuyant sur la touche de Suppression. (Ou clic-droit sur la fonction et choisir Supprimer.) Supprimer les deux dernières fonctions *CounterboredLump* et *CounterboreSketch* pour ne conserver que *LumpPad* (ainsi que *TopSketch*).



Maintenant double-cliquer l'esquisse *TopSketch* pour l'ouvrir dans l'esquisseur.

1. Cliquer sur l'icône de l'outil Créer un cercle  et cliquer à l'intérieur du carré dessiné précédemment. Cela place le point du centre du cercle. Bouger la souris pour modifier le cercle et cliquer pour dessiner ce cercle. Ne pas se préoccuper de sa taille qui sera fixée ultérieurement.

La couleur verte des lignes a disparu puisque l'esquisse n'est plus contrainte complètement.

Si l'on clique sur le cercle et qu'on le déplace, le cercle change de taille.


Cliquer sur le point central et le déplacer pour bouger tout le cercle, sans modifier sa taille.

2. Sélectionner le point central du cercle ainsi que *le point d'origine*.

Cliquer sur l'icône de l'outil de Contrainte de coïncidence .

Le cercle est alors fixé au *point d'origine*.

3. Cliquer sur la circonférence.

Cliquer la flèche vers le bas à côté de l'icône Contrainte de rayon .

Dans le menu déroulant, choisir l'icône de Contrainte de diamètre. Saisir 24 et cliquer OK.

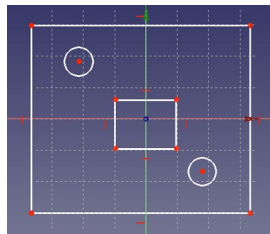
Nous utilisons le diamètre, car nous le connaissons grâce à Figure 1: Dessin technique que le trou à travers notre bloc de matière a un tel diamètre.

L'esquisse est redevenue 'complètement contrainte'.

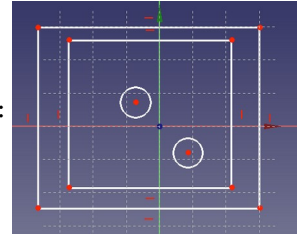
4. Cliquer sur Fermer pour sortir de l'esquisse.

Ne vous essayez pas à ajouter un autre cercle qui représenterait le diamètre du chambrage. Il est seulement possible d'avoir un seul niveau de perçage.

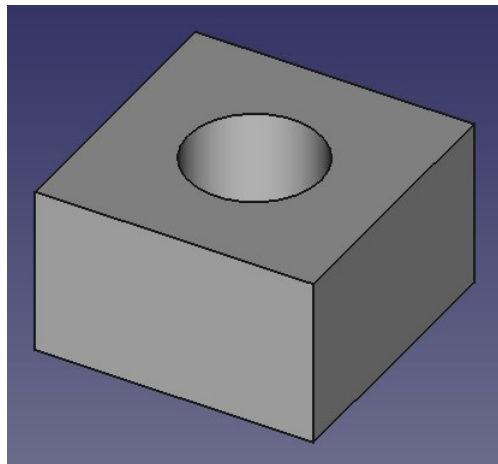
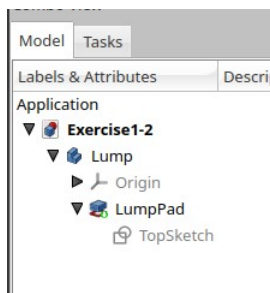
Ceci est correct :



Mais pas cela :




En refermant l'esquisse, nous constatons que le bloc de matière est transformé avec un nouveau perçage.

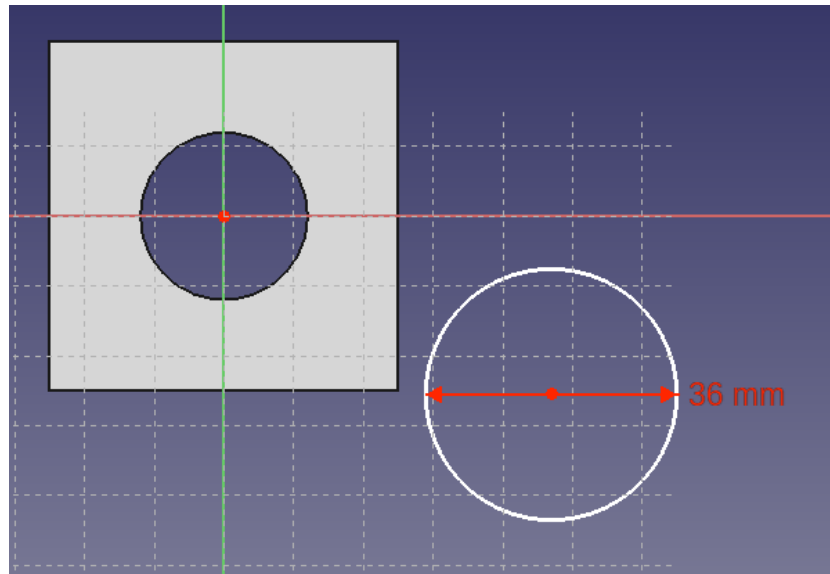



5. Réalisons enfin le chambrage.

Cliquer sur la face du dessus de *LumpPad*, celle-ci change de couleur.

Cliquer l'icône de Création d'une nouvelle esquisse .

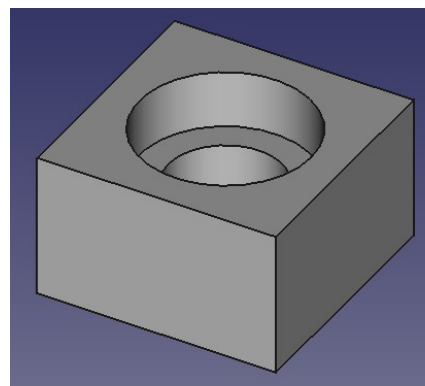
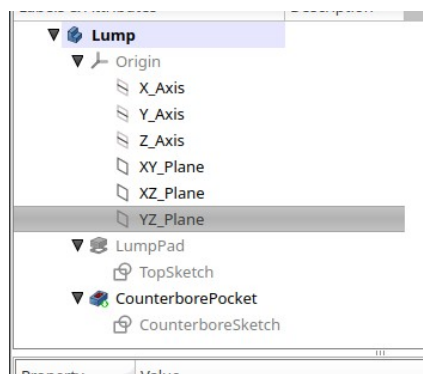
Le programme ne demande plus ici de sélectionner un plan. Cela est dû au fait que l'esquisse s'attache à la face supérieure et non plus à un plan du repère. Ce type d'attache est adapté à notre cas simple, mais il est la source de problèmes avec des modèles plus complexes quand on modifie une fonction plus en amont dans l'arbre de construction.  
(Nous discuterons de comment éviter cela en détail plus tard.)



6. Dessiner un cercle et contraindre son diamètre.  
Sélectionner son point central et *le point d'origine du repère*.  
Créer une Contrainte de coïncidence.
7. L'esquisse est maintenant entièrement contrainte. Fermer cette esquisse.  
Remarquez que le cercle construit est sur la face supérieure de *LumPad*.
8. Cliquer l'icône de Cavité  et saisir la valeur 12 dans le champ Dimension.

La cavité se crée selon une direction vers le bas. En effet, l'action de découpe agit selon une direction normale à l'esquisse mais opposée à celle d'une Protrusion. Si cette esquisse se trouvait sur le plan XY, il faudrait alors valider la case de choix Reverse dans la fenêtre de l'outil Cavité. Cela fabriquerait le chambrage en dessous de *LumPad*.

9. Nous avons fini la réalisation du même modèle :



En fait, il existe un outil qui réalise automatiquement les trous avec chambrage (en autre) de façon plus simple. Voir le document sur FreeCAD Hole tool ici : [FreeCAD Hole tool](#).

Comme mentionné ci-dessus, attacher une esquisse à une face ou à une arête du modèle géométrique peut poser des problèmes dans des réalisations complexes. Si par exemple une modification de fonctions précédentes provoque la renumérotation de face ou d'arête qui attachait une esquisse, celle-ci peut perdre ou changer son attache. Ceci est connu comme le Problème de nommage topologique (TNP) et est bien documenté.

Des tentatives ont lieu pour résoudre ce problème dans FreeCAD, même si l'erreur provient du moteur géométrique *OpenCascade* et pas directement du logiciel FreeCAD lui-même. Il existe un ensemble de techniques afin de palier à ce problème et nous les verrons plus tard dans cette série.

Dans le document suivant de cette série, nous traiterons de la réalisation de dessin technique  
Figure 1: Dessin technique.