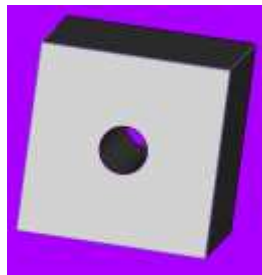


Saison 2023 – 2024 : atelier 2 conception débutant

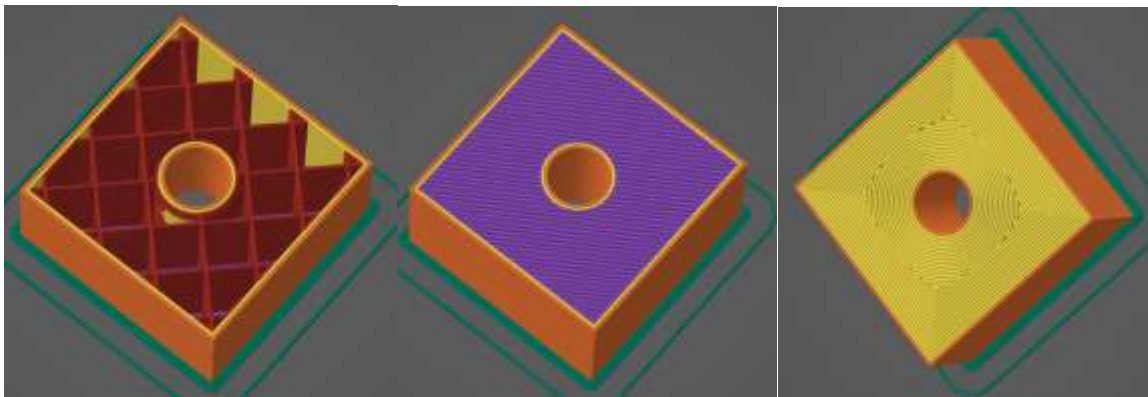
Balayage des fonctions de base de FreeCad 0.21.1

1) Préambule sur l'impression 3D

- a) L'impression d'un objet conçu par FreeCad se fait préalablement via un export d'un « corps » ou « body » FreeCad au format « .STL » (menu « fichier=>exporter »). L'objet FreeCad est **volumique** comportant des surfaces externes (exemple d'une boîte) ou internes (le trou dans la boîte)



- b) La préparation de l'impression 3D se fait par un « trancheur » ou « slicer » (Prusa slicer, Cura,...) à partir du fichier au format STL. En dehors des paramètres liés à la machine d'impression (dimension du plateau, dimension de la buse, nature du filament, vitesse d'impression, ...), il est nécessaire de définir la géométrie interne du volume avec le nb de périmètres, le nb de couches inférieures et supérieures et également le remplissage avec son motif et sa densité



Les exemples ci-dessus montrent une première version avec 2 périmètres et un remplissage de 15% avec un motif « grille » (à noter qu'il existe de nombreux motifs de remplissage qui tantôt servent l'Esthétique du modèle, tantôt sa résistance comme le motif nid d'abeille par exemple)

Le suivant avec toujours 2 périmètres et un nb de couches inférieures et supérieures qui remplissent complètement le volume.

Le troisième avec un nb de périmètres qui remplissent la totalité du volume.

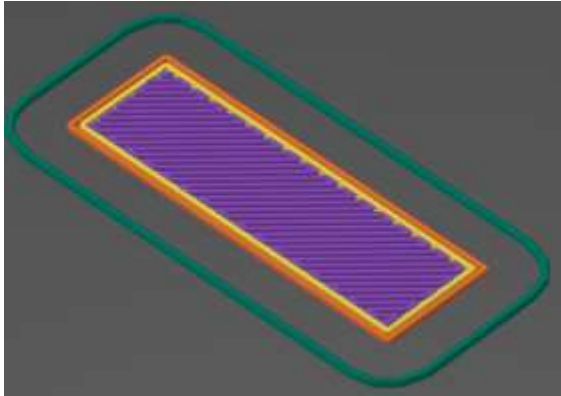
Sous FreeCad on ne s'occupe que de la description du volume et sous Prusa slicer on définit l'organisation de la matière qui va déterminer les propriétés mécaniques de l'objet

Voir document joint « Formation Prusaslicer » pour plus d'info

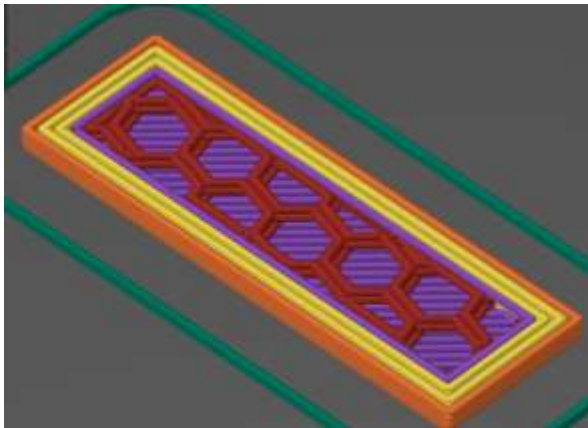
c) Un test en vrai grandeur

Je vous propose 3 éprouvettes issues du même volume FreeCad (30x10x2mm) mais réalisées en PLA et différemment lors du tranchage et de l'impression :

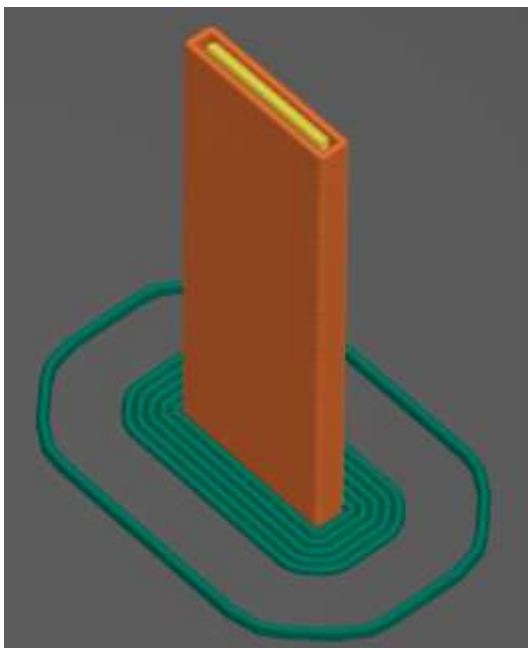
- A plat avec remplissage par 4 couches inférieures et supérieures :



- A plat avec un remplissage nid d'abeille sur 3 couches



- A la verticale avec 2 périmètres



2) Le contexte FreeCad 0.21.1

FreeCad s'appuie sur un format de fichier propriétaire xxx.FCStd et génère des fichiers de sauvegarde au format xxx.FCStd1. En cas de mauvaise manip, ce dernier format est récupérable sous FreeCad après l'avoir renommé en _bis par exemple et après avoir supprimé le « 1 » de FCStd1

FreeCad est un logiciel « paramétrique » comportant dans la vue combinée l'historique de construction de chaque « Corps » ou « Body »

A noter qu'un « Corps » = un objet que l'on va imprimer pour faire simple

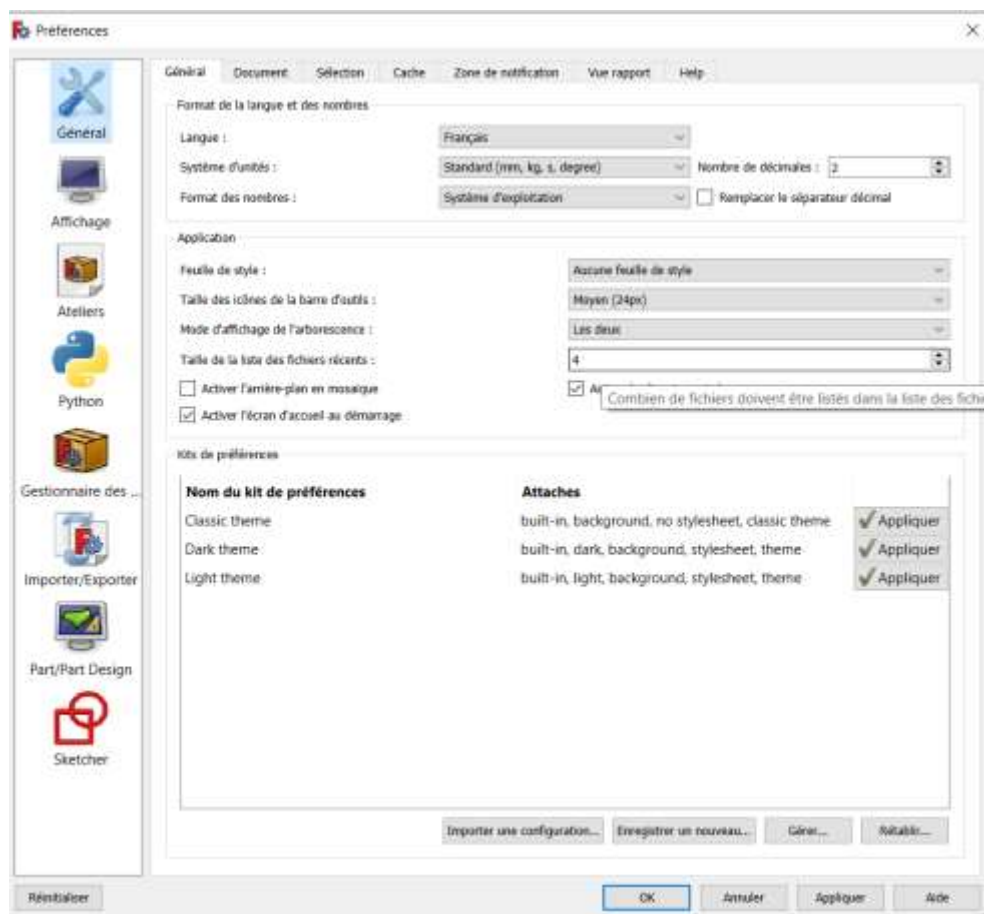
Ouverture d'une session FreeCad :

- Ouvrir le menu « fichier » et cliquer sur « nouveau » ou/et « enregistrer sous » (en fonction de ce que vous avez défini dans vos préférences) en lui donnant le nom qui va bien à l'endroit qui va bien
- Organiser vos icones pour que l'on partage le même environnement de « Part Design »

Pour cela vous pointez votre curseur sur les points verticaux (8) et vous glissez/déposez dans la barre du haut



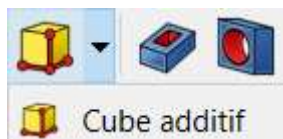
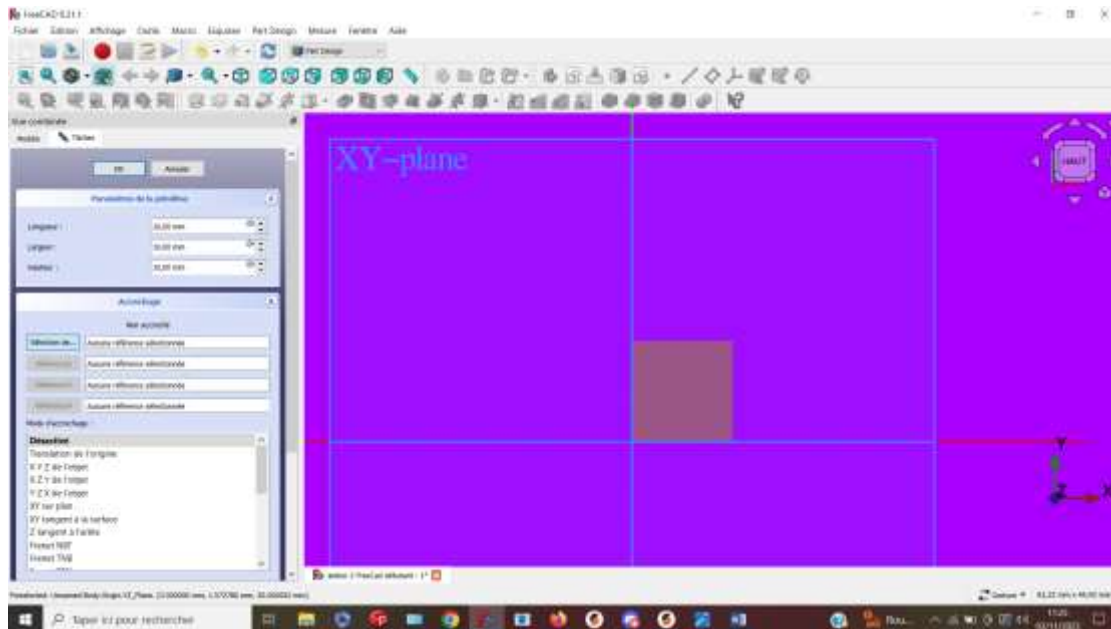
- Fixer les paramètres de vos préférences (Edition=>Préférences)




3) Fonctions additives élémentaires

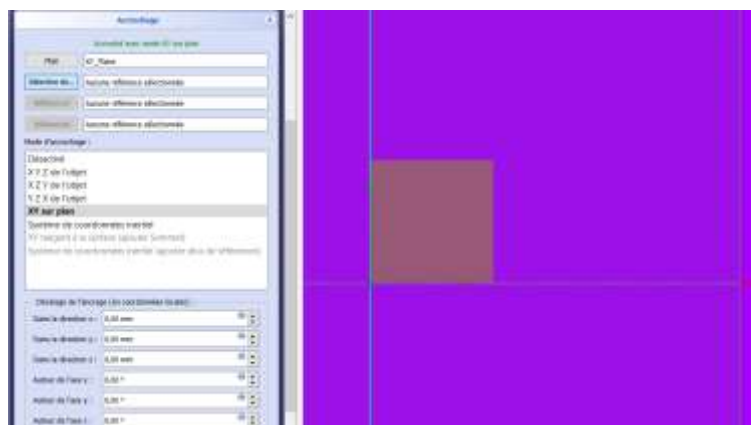
Vous êtes prêt à commencer la construction d'une géométrie élémentaire :

a) Cube additif (première icône en partant du haut)



Après avoir cliqué sur l'icône , un cube de 10x10x10 mm apparaît par défaut reposant sur les trois plans XY,YZ,XZ.

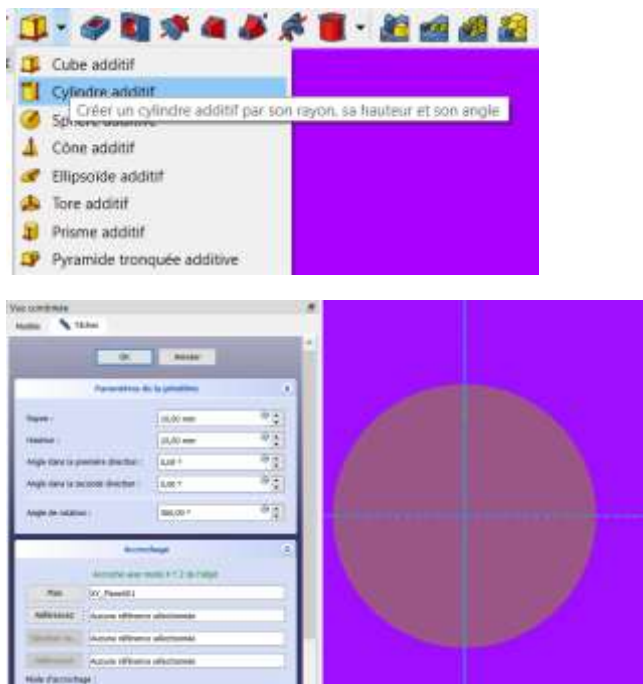
La première chose à faire est d'accrocher le volume sur un plan, généralement XY, en cliquant sur une des lignes bleues qui délimite le plan à l'écran



Ici le « XY_plane » apparaît dans la zone accrochage et la partie basse (décalage de l'ancrage) bascule de « grisée » à active.

On peut désormais modifier l'ancrage du volume par translation ou rotation et modifier les paramètres de dimension

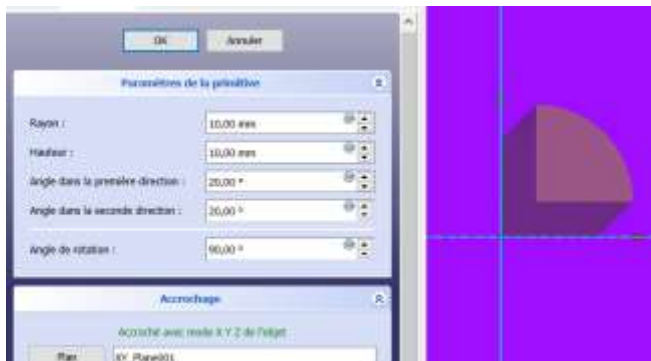
b) Cylindre additif (idem mais sur icone ci-dessous)



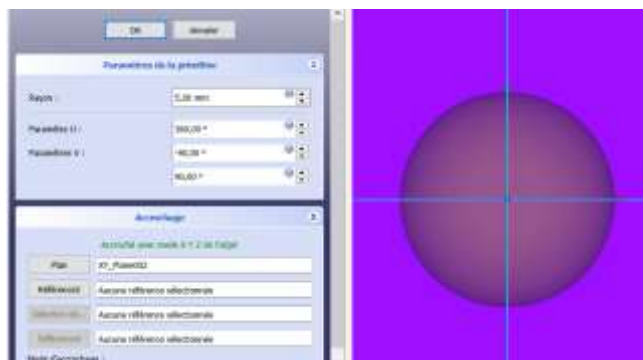
A noter que c'est l'axe du cylindre qui est positionné par défaut sur X=0 et Y=0

Comme pour le cube 1) j'accroche le cylindre sur XY pour pouvoir le déplacer si nécessaire 2) je fixe les paramètres de rayon et hauteur aux bonnes valeurs (par défaut R=10 et h=10 mm), 3) je positionne mon cylindre par rapport aux autres volumes préalablement décrits.

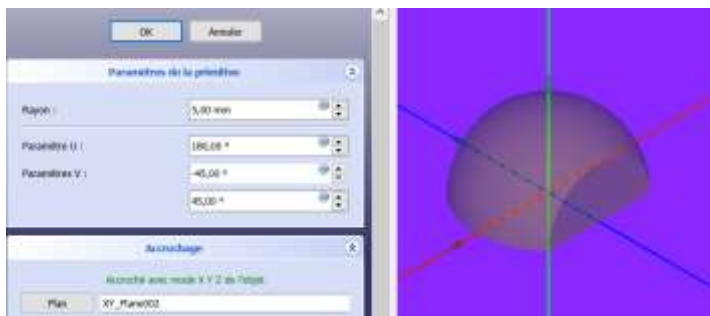
A noter la possibilité de définir une portion de cylindre et d'incliner les côtés (via les coordonnées cylindriques) tout en conservant le parallélisme des faces :



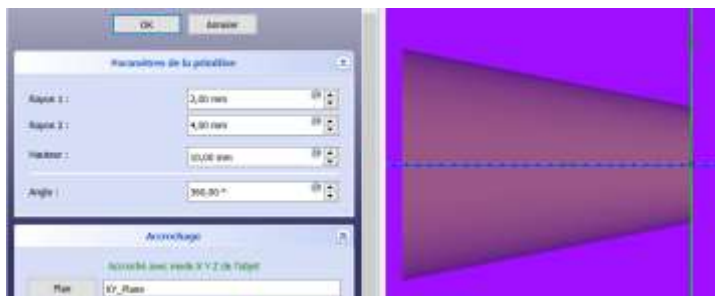
c) Sphère additive (troisième icone en partant du haut)



Comme pour le cylindre, on peut agir sur les coordonnées sphériques pour obtenir par exemple :

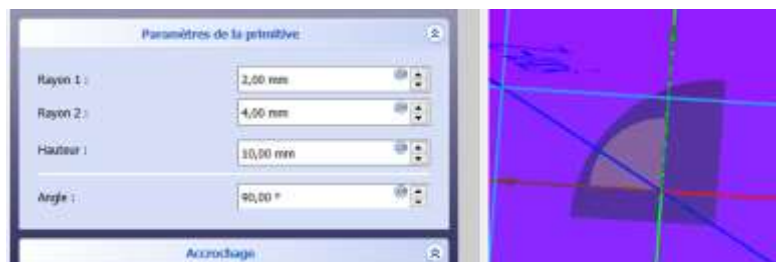


d) Cône additif (quatrième icône en partant du haut)

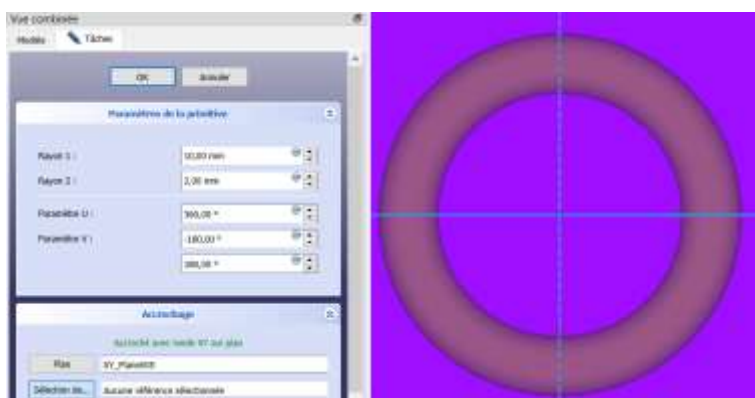


Les paramètres ci-dessus sont ceux par défaut et le rayon 1 est celui qui est posé sur le plan XY

De la même manière que les autres primitives on peut agir sur l'angle pour définir une portion de cône :

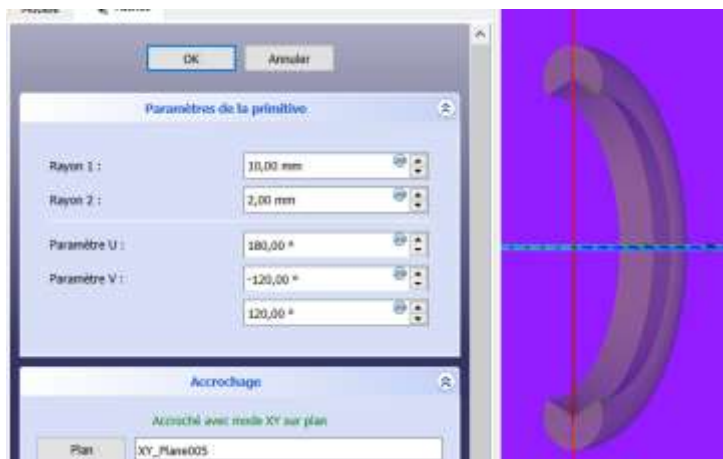


e) Tore additif (sixième icône en partant du haut)

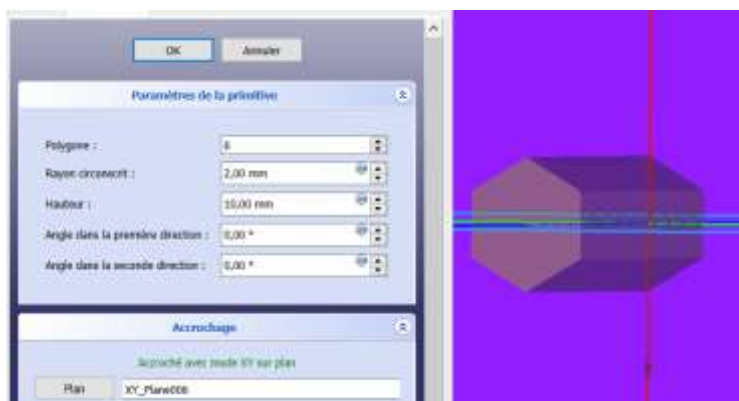


R1= le rayon de l'axe circulaire du tore et R2= le rayon de la section du tore

De même que pour la sphère, on également agir sur les paramètres des coordonnées sphériques U et V



f) Prisme additif (septième icône en partant du haut)



C'est l'objet qui permet par exemple de modéliser un écrou ou une tête de vis hexagonale en choisissant 6 cotés au polygone.

Son pendant soustractif, « prisme soustractif » est particulièrement utilisé pour noyer les têtes de vis ou les écrous dans un assemblage avec comme rayon circonscrit la valeur « e » du tableau

Dimensions [modifier | modifier le code]

Les dimensions des écrous hexagonaux sont fixés par la norme **ISO 4032**^[*archive*]. Les dimensions des clés utilisées pour le serrage et le desserrage des écrous hexagonaux sont données par la distance en **millimètres** entre deux faces opposées (valeur k dans les tableaux ci-dessous). L'emploi de la lettre M suivie d'un ou plusieurs chiffres désigne le **filetage métrique** de la partie filetée puis le diamètre nominal en **millimètres**.

Écrous hexagonaux - Petites tailles

	M1	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6
p	0,25	0,35	0,40	0,45	0,5	0,7	0,8	1,0
h1	0,8	1,3	1,6	2	2,4	3,2	4,7	5,2
k	2,5	3,2	4	5	5,5	7	8	10
e	2,88	3,69	4,6	5,77	6,3	8,08	9,23	11,54

Diagram illustrating the dimensions of a hexagonal nut. The drawing shows a side view and a top view. The side view shows the height h and the width across flats k. The top view shows the nominal diameter d and the width across corners e.

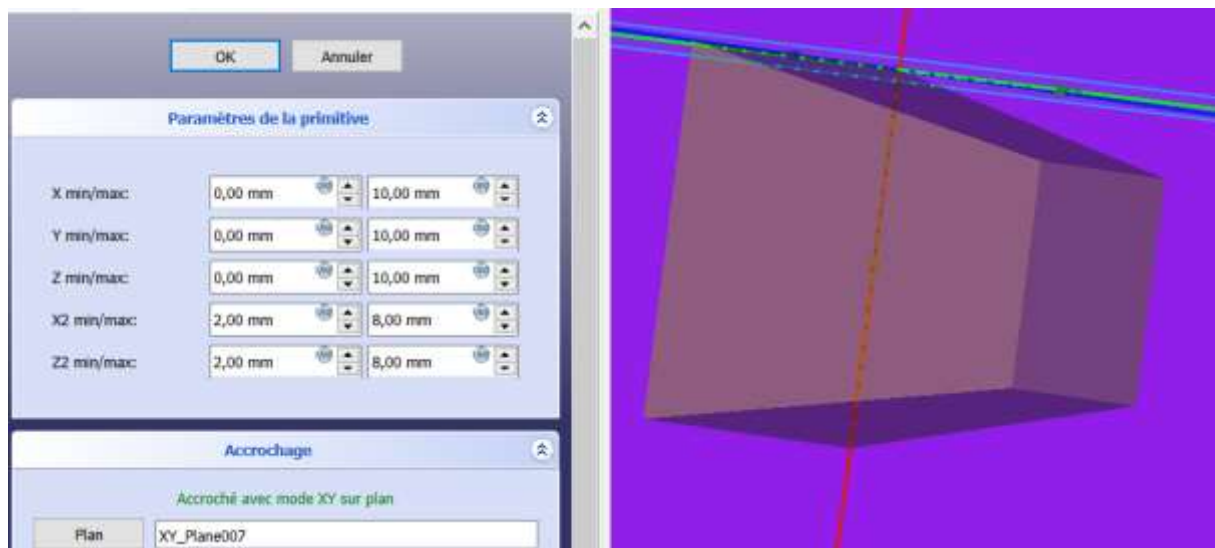
Dimensions principales.

Par construction, $e = k \times \frac{2}{\sqrt{3}}$

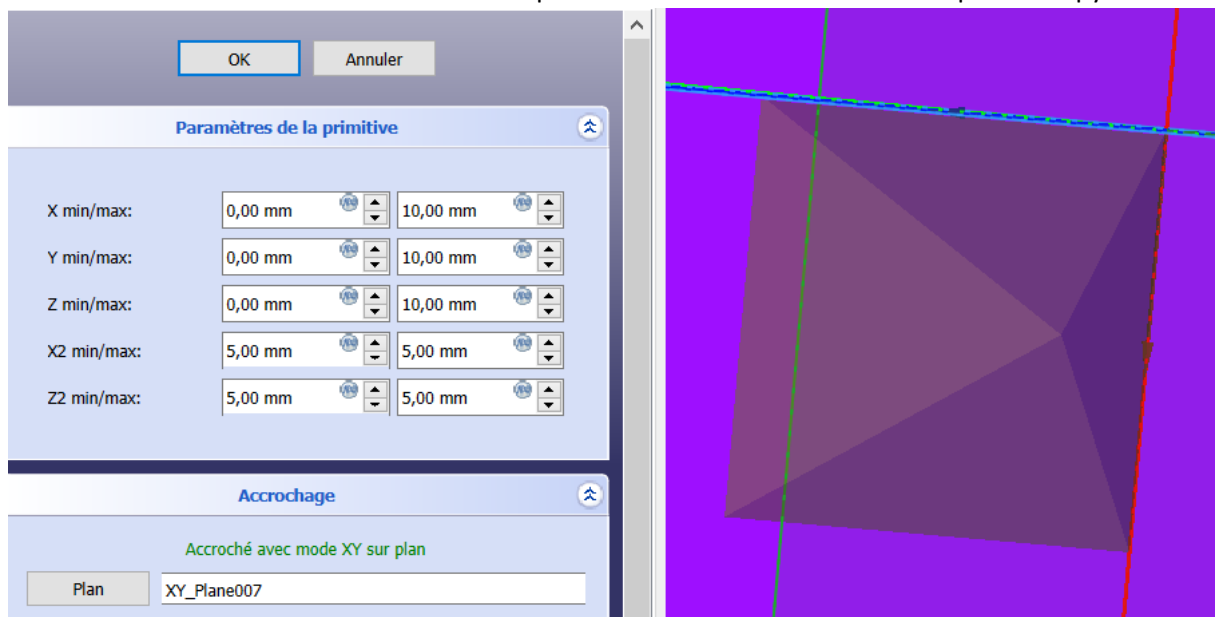
Écrous hexagonaux - Moyennes tailles - normes ISO ou DIN

	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M45
p	1,25	1,5	1,75	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5
h	6,8	8,4	10,8	12,8	14,8	15,8	18	19,4	21,5	23,8	25,8	28,7	31	33,4	34	36
Hm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13,5	15	16,5	18	19,5	21	22,5
Hh	7,5	9,3	12	14,1	16,4	17,6	20,3	21,8	23,9	26,7	28,6	32,5	34,7	37,5	38,2	40,5
hsl	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	42	45
k (ISO)	13	16	18	21	24	27	30	34	38	41	46	50	55	60	65	70
k (DIN)	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55	60	65	70
e	15,01	19,62	21,93	25,4	27,71	31,17	34,64	36,95	41,56	47,34	53,11	57,73	63,5	69,28	75,05	80,82

g) Pyramide tronquée (dernière icône)



Simple à utiliser dès que l'on a intégré comment agir sur les 10 paramètres => le mieux est de faire un essai soi-même en modifiant chacun des paramètres à tour de rôle => exemple d'une pyramide :



4) Fonctions soustractives élémentaires : exactement les mêmes que les additives mais en enlèvement de matière

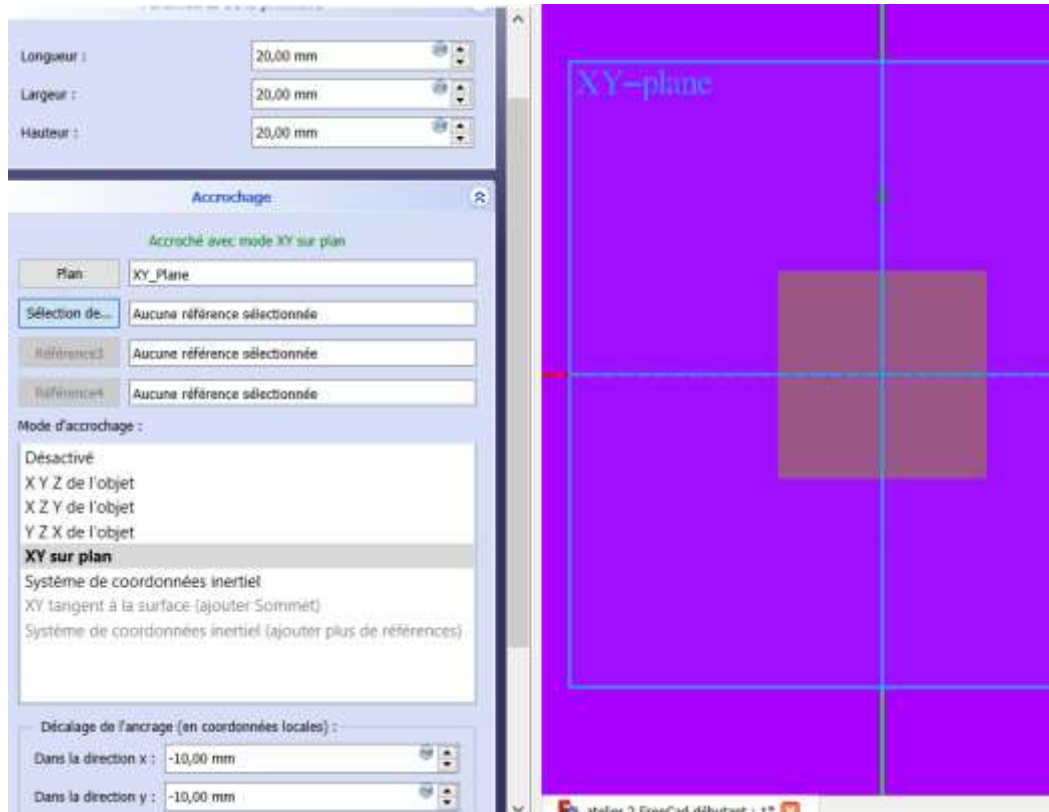


Nota : pour utiliser une fonction soustractive, il faut qu'il existe dans le corps actif concerné, un volume additif en intersection avec le volume soustractif créé

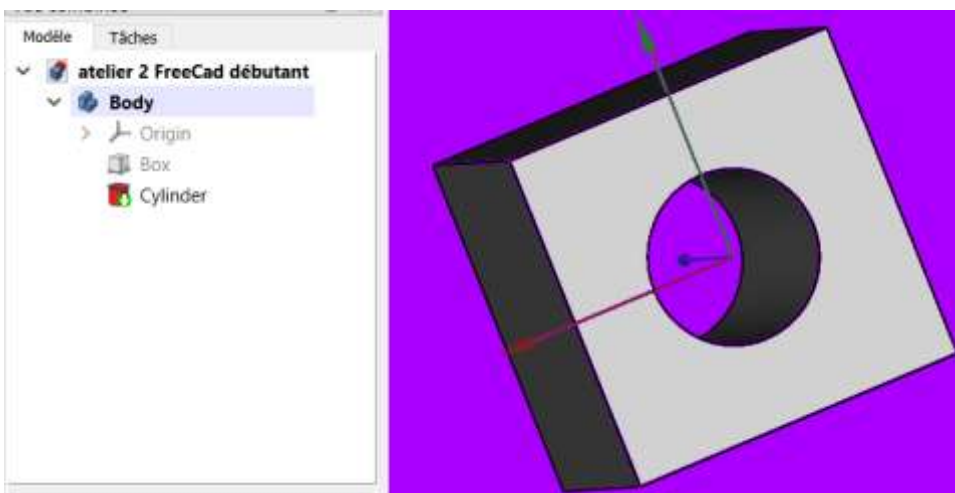
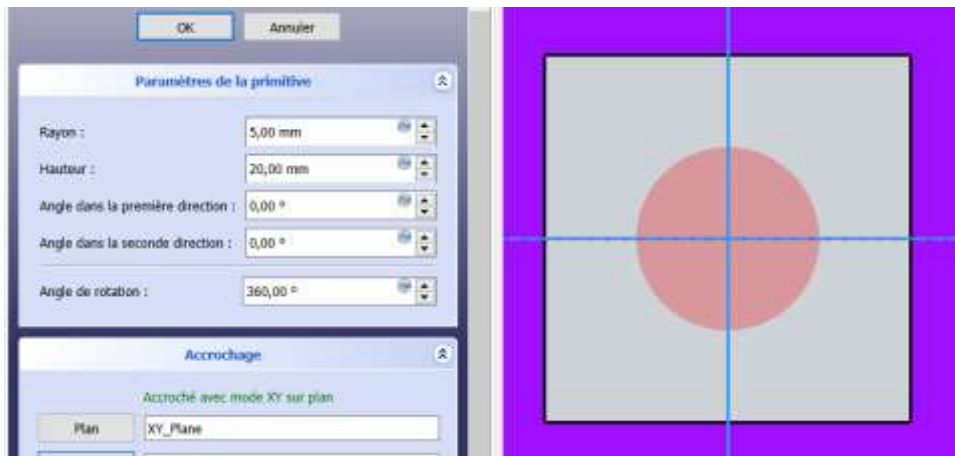
5) Exemples d'utilisation :

a) Un cube avec deux trous perpendiculaire et un évidement prismatique

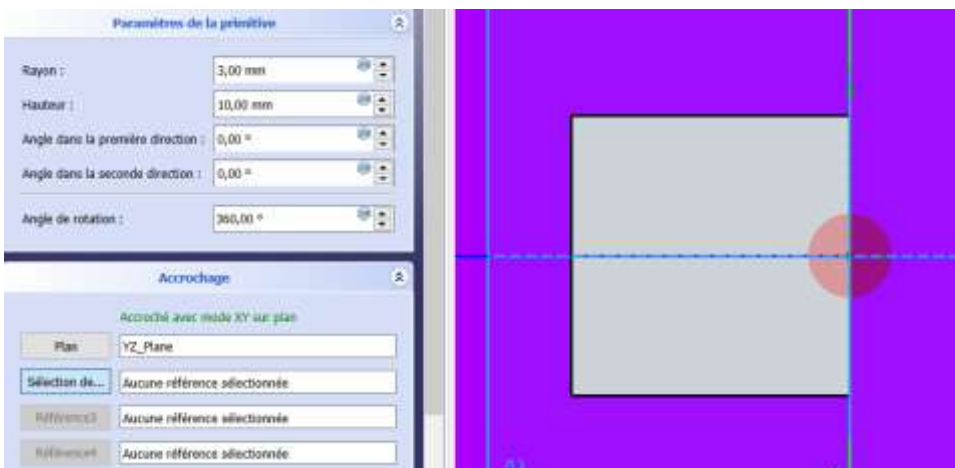
On part d'un volume additif « cube » de 20x20x20 que l'on accroche sur le plan XY et que l'on va centrer en $x=0$ et $y=0$



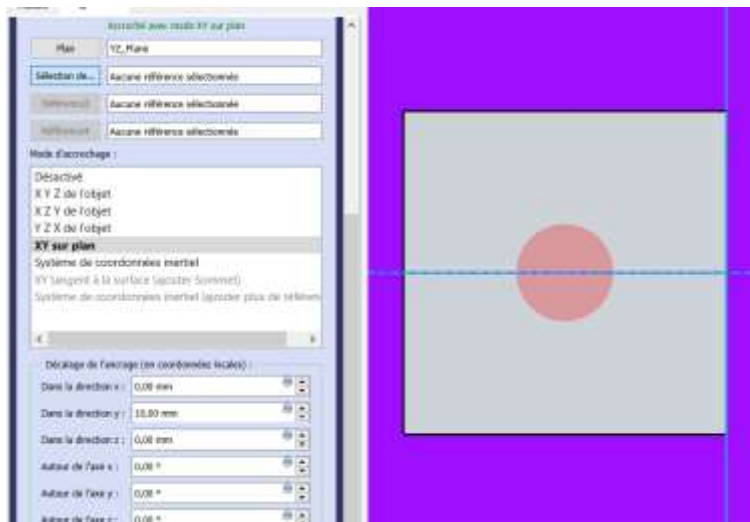
Je vais utiliser ensuite le cylindre soustractif pour réaliser un trou de 10 mm traversant en son centre et d'axe Z :



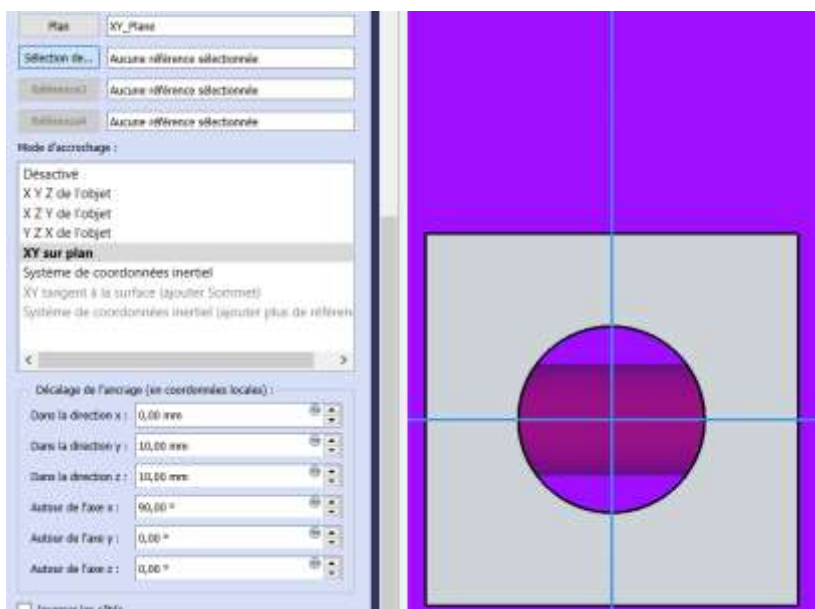
Puis un deuxième trou de diamètre 6 mm hauteur 20 mm et perpendiculaire au premier :



Pour cela je choisis d'accrocher le nouveau cylindre soustractif de 6 mm de diamètre au plan perpendiculaire au premier cylindre (plan YZ) puis je le déplace de 10 mm sur l'axe Z qui devient Y après avoir choisi un accrochage sur YZ (cf transformation des référentiels)



Deuxième solution : je conserve l'accrochage sur XY et je fais tourner autour de l'axe X et je le déplace de 10 mm sur y et z

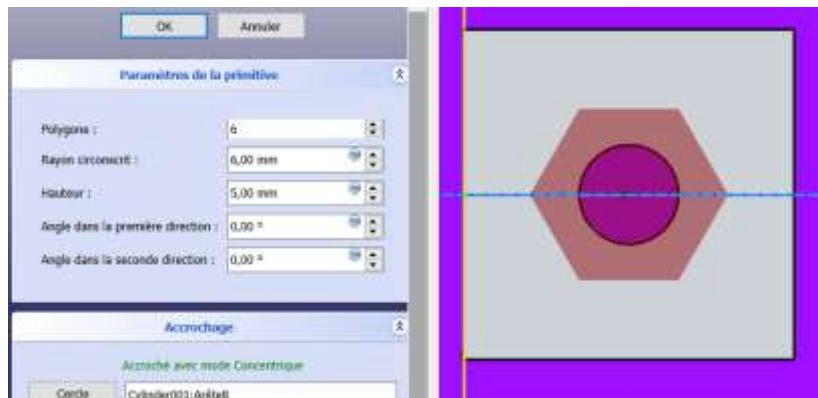


L'avantage de la deuxième solution est que les paramètres d'ancrage restent dans le référentiel d'origine mais nécessite plus de déplacement

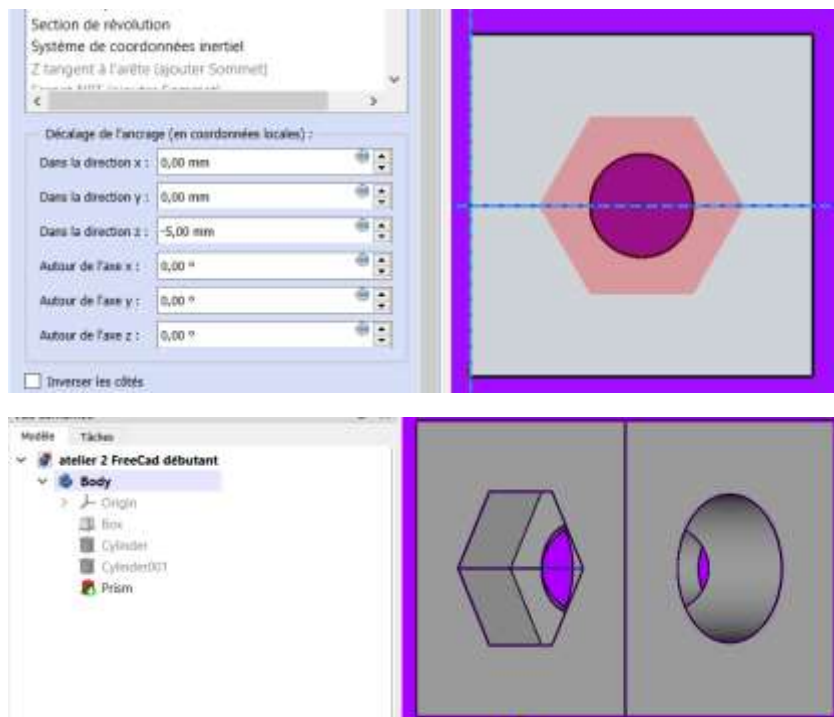
Chacun choisi sa méthode avec laquelle il est le plus à l'aise



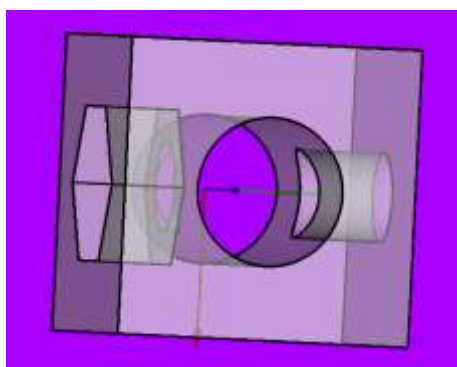
Et enfin je fais une empreinte prismatique pour encastrer une vis M6 : cf « e » pour le rayon circonscrit et « h1 » pour la hauteur dans le tableau ci-dessus : je retiens $r=6$ et $h=5$



J'accroche le prisme soustractif à l'arête du cylindre qui se trouve sur la face du cube (c'est un référentiel secondaire) et je l'enfonce de 5mm suivant Z



Et pour faciliter la compréhension des volumes créés, je vais mettre de la transparence au corps en le sélectionnant dans la vue combinée et en utilisant « apparence » dans le menu obtenu par un clic droit => transparence à 50% :

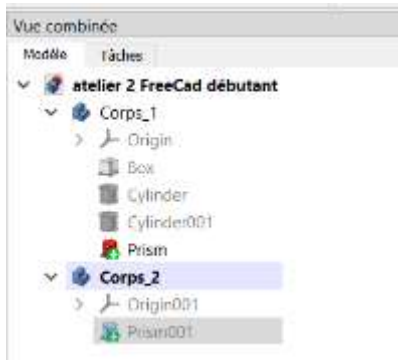


b) Mise en place d'un écrou dans l'empreinte du corps précédent

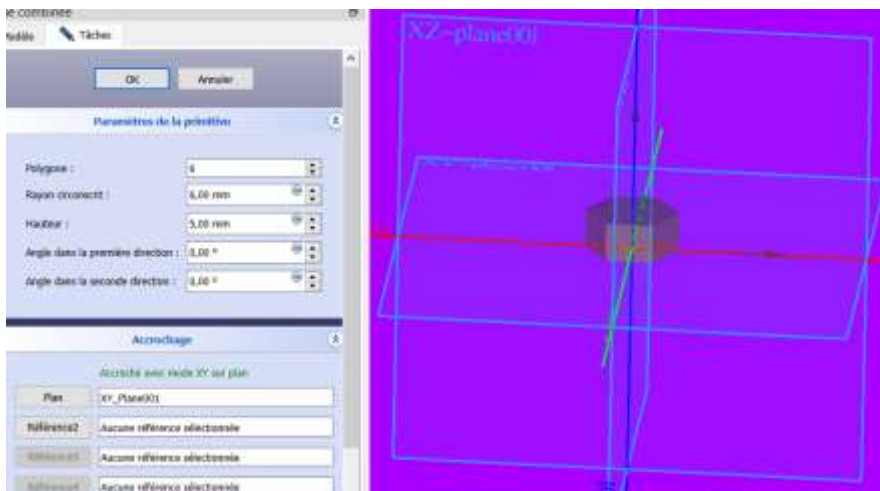
Comme il s'agit d'un deuxième objet à part entière, nous allons créer un deuxième corps pour l'écrou.



Avec l'icône je crée le corps N°2 que je renomme Corps_2

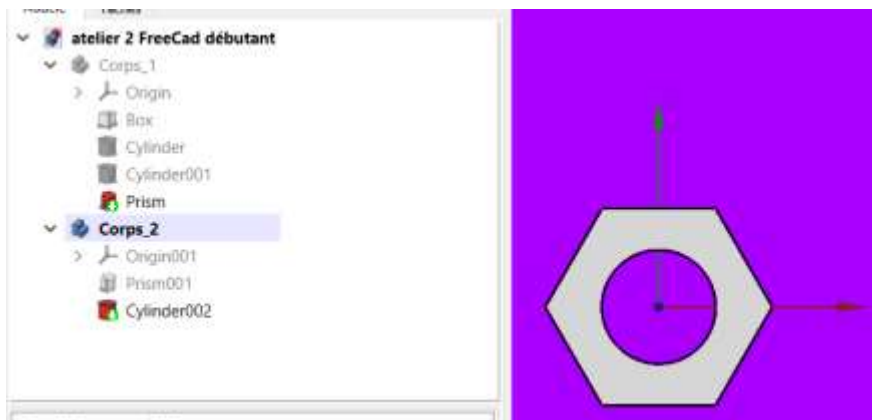


Et je crée un prisme additif après avoir masqué le Corps_1 avec la touche « espace » du clavier

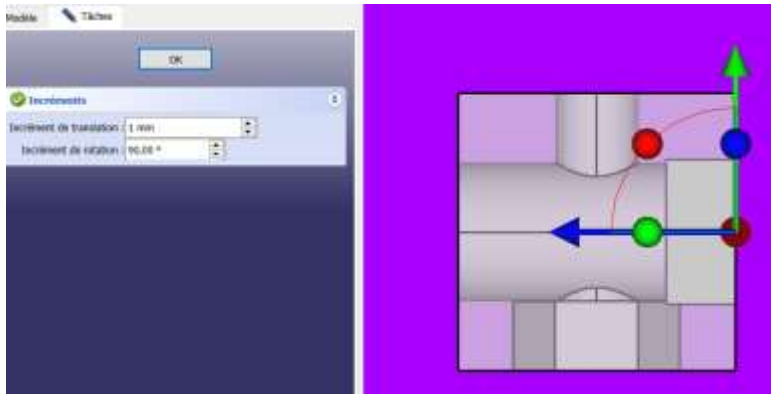


Je ne m'occupe pas pour l'instant de son positionnement dans l'espace par rapport au Corps_1.

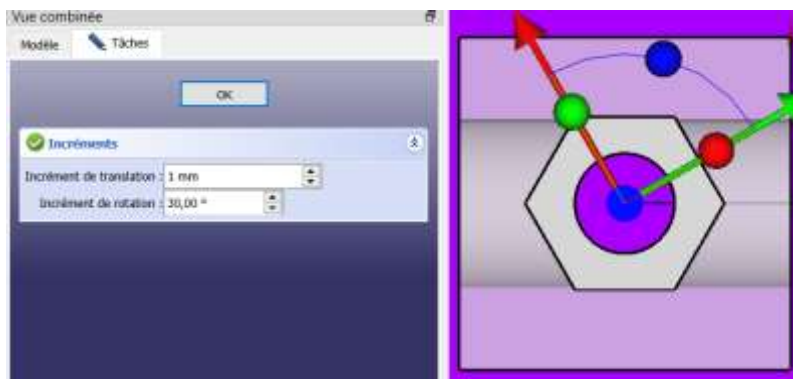
Et je fais ensuite le trou de l'écrou (on fera les filetages ultérieurement)



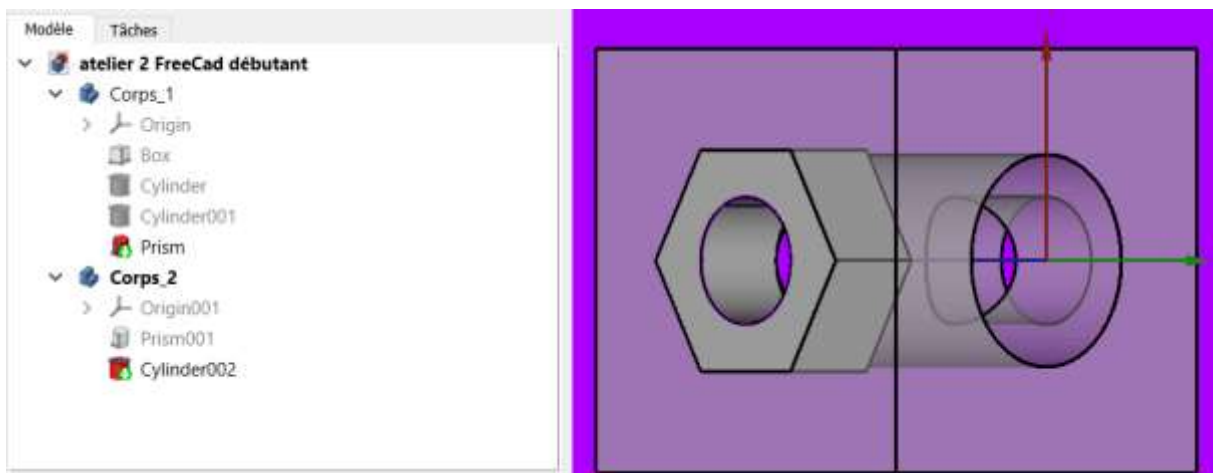
Je fais ensuite réapparaître le Corps_1 pour mettre l'écrou à sa place en utilisant la fonction transformation : clic droit sur Corps_2 > « transformer »



J'utilise un incrément de rotation de 90° dans la mesure où l'écrou est disposé perpendiculairement à son axe cible et j'utilise 1mm pour l'incrément de translation => première rotation sur le point rouge et je translate sur les flèches verte et rouge et enfin je fait une rotation de 30° avec le point bleu (modif de l'incrément de rotation)



Le Corps_2 est désormais à sa place



Nota important : toute création/modification au sein d'un corps nécessite préalablement d'avoir « activé » le corps concerné (double clic sur le corps qui se met alors en « gras »)

6) Création d'objet via l'atelier « Sketcher »

C'est une méthode classique et robuste des logiciels 3D de conception qui permet de réaliser des formes bien plus complexes qu'avec la méthode additive/soustractive.

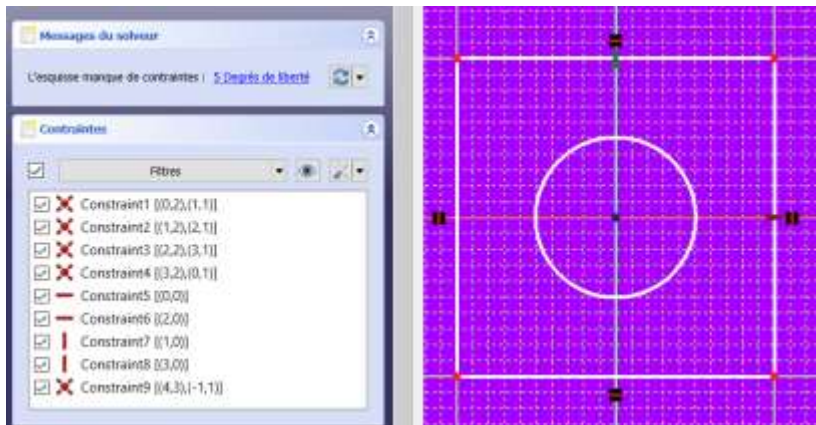
Je vous propose de confronter cette méthode sur l'exemple traité ci-dessus.

a) Création d'un cube de 20x20 avec un de ses trous centraux :

Je crée un nouveau Corps_1_bis dans le même fichier et j'utilise l'atelier « Sketcher » via l'icône

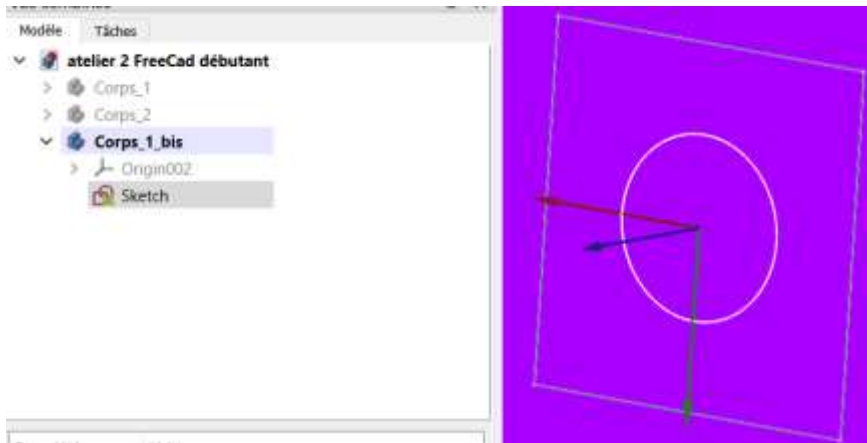



de « Part Design ». Je choisis le plan XY comme dans la construction précédente (au préalable je masque les Corps_1 et _2 avec la touche « espace » du clavier (ce n'est pas une obligation car je peux alors m'appuyer sur les contours de la géométrie de ces deux corps pour construire l'esquisse))

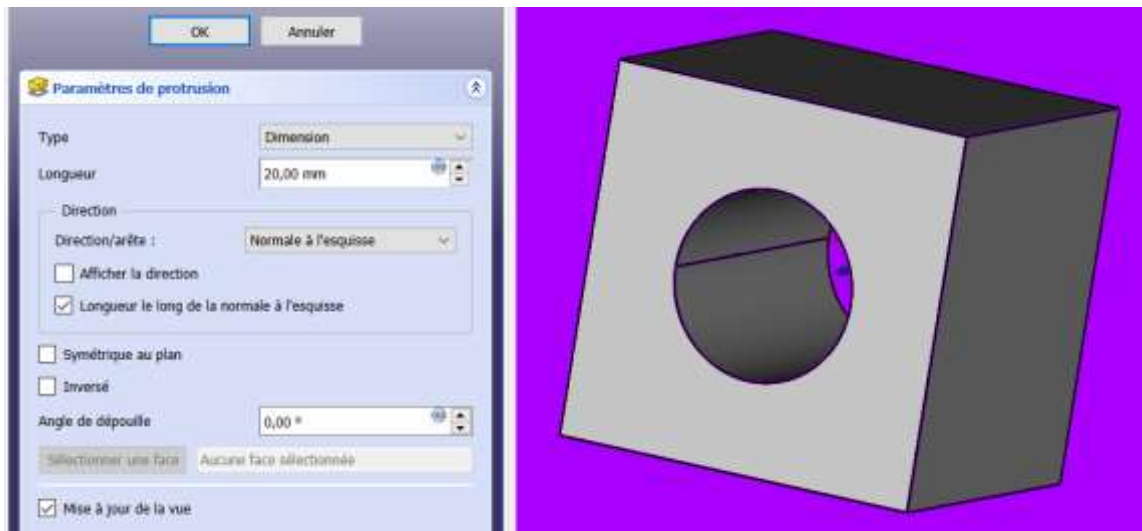


Je ferme l'esquisse (bouton « fermer » tout en haut dans l'onglet tâche)

Je retrouve mon esquisse à plat dans le 3D

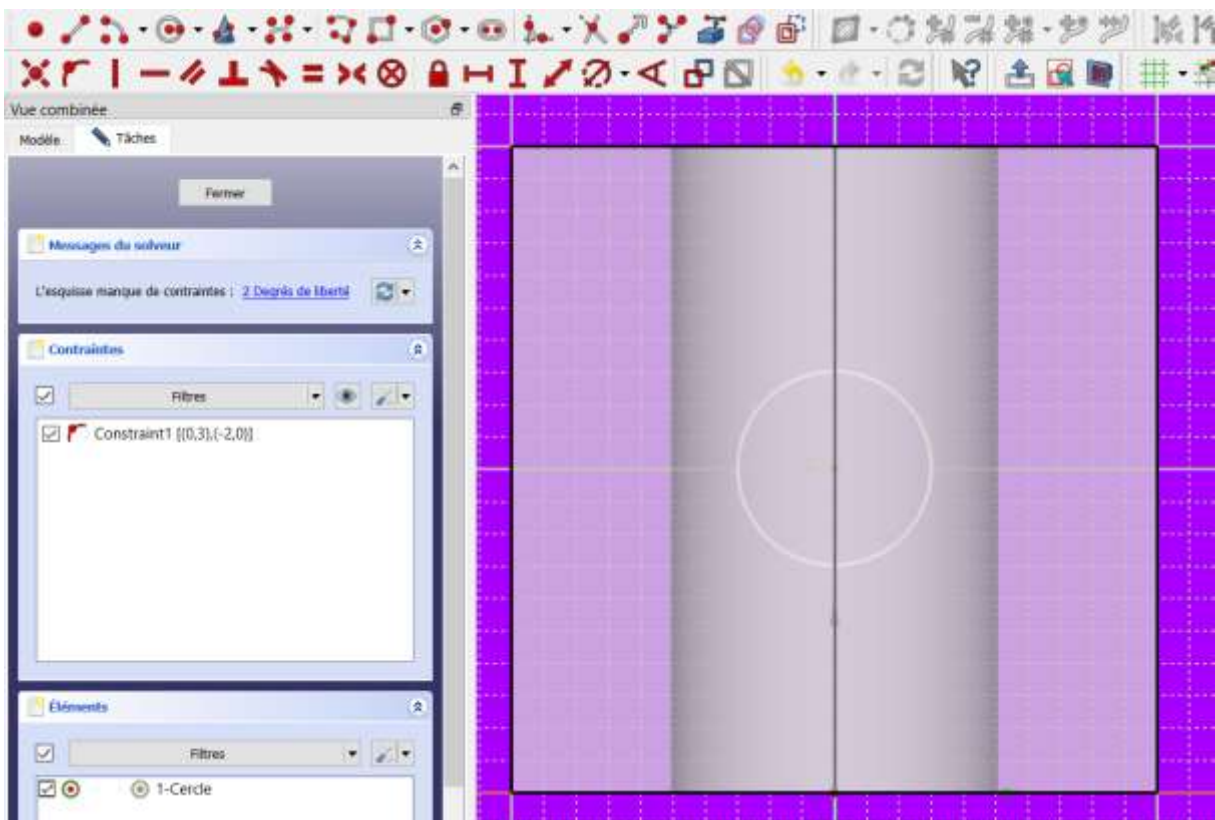


Esquisse que j'utilise pour une « protrusion » de 20 mm avec l'icône suivante  après avoir sélectionné l'esquisse dans la vue combinée

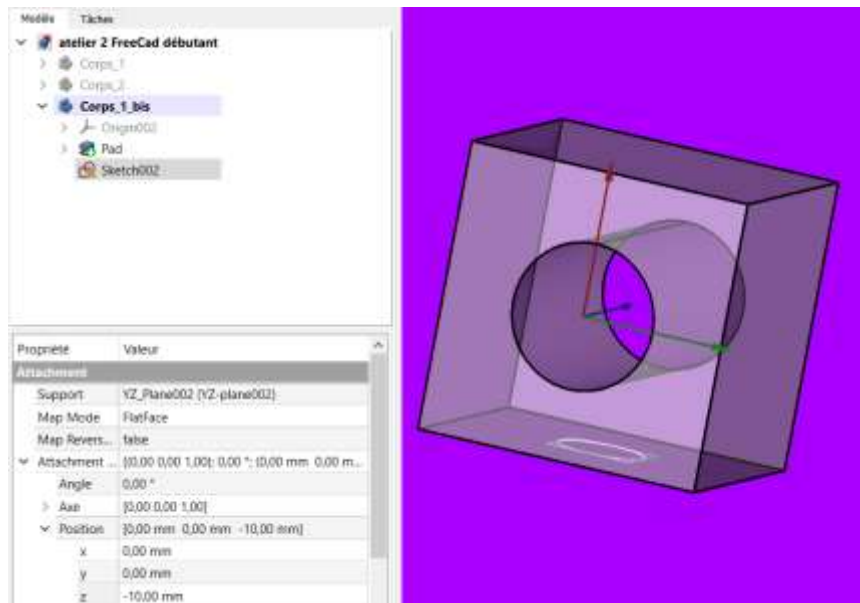


Je vais ensuite faire le trou de 6 ainsi que l'empreinte hexagonale au sein de Corps_1_bis par deux esquisses après avoir modifié l'apparence (clic droit sur Corps_1_bis, > apparence > 50%) pour faciliter la suite.

Utilisation du plan YZ



On n'oublie pas de fermer la tâche

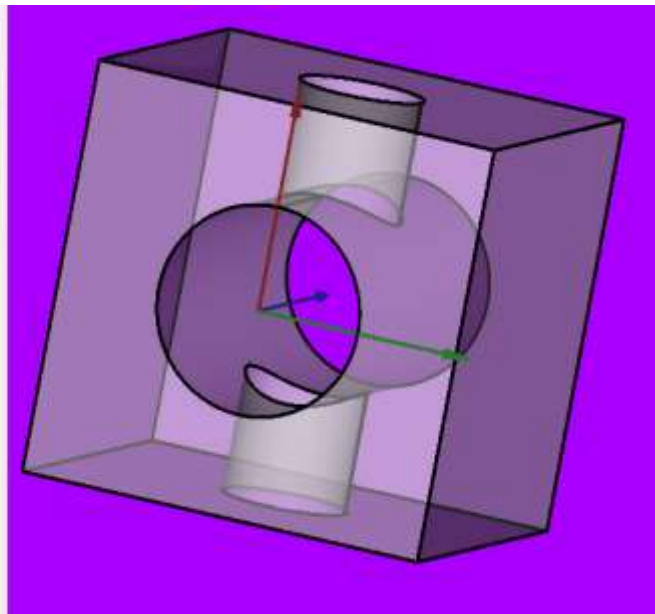


L'esquisse est donc posée sur le plan YZ alors qu'il faudrait qu'elle soit sur une des faces du cube pour avoir un trou traversant de part en part => on va devoir la déplacer de 10 mm pour cela =>

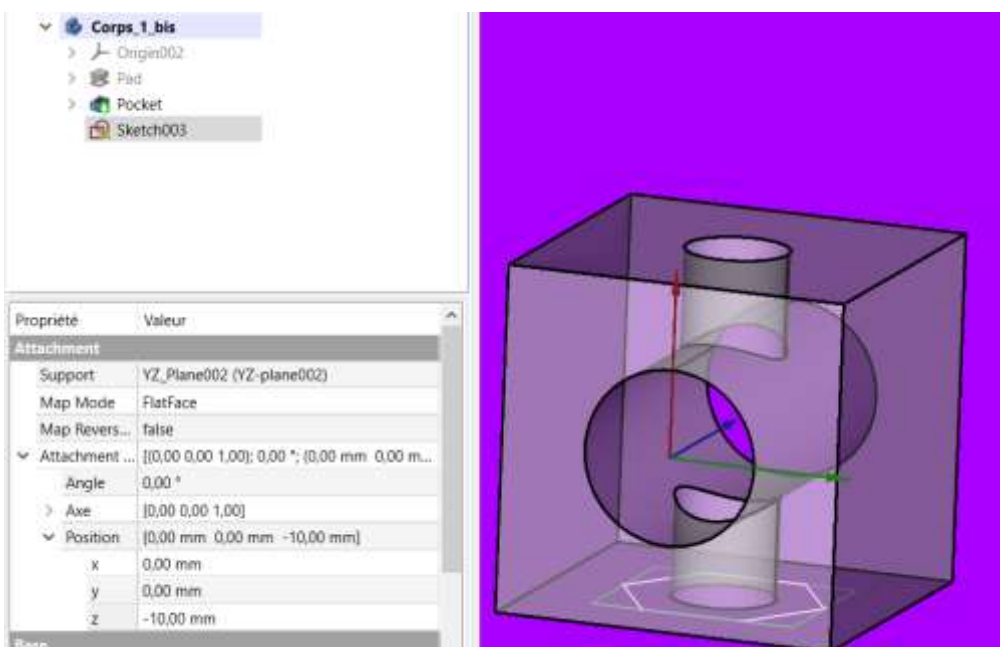
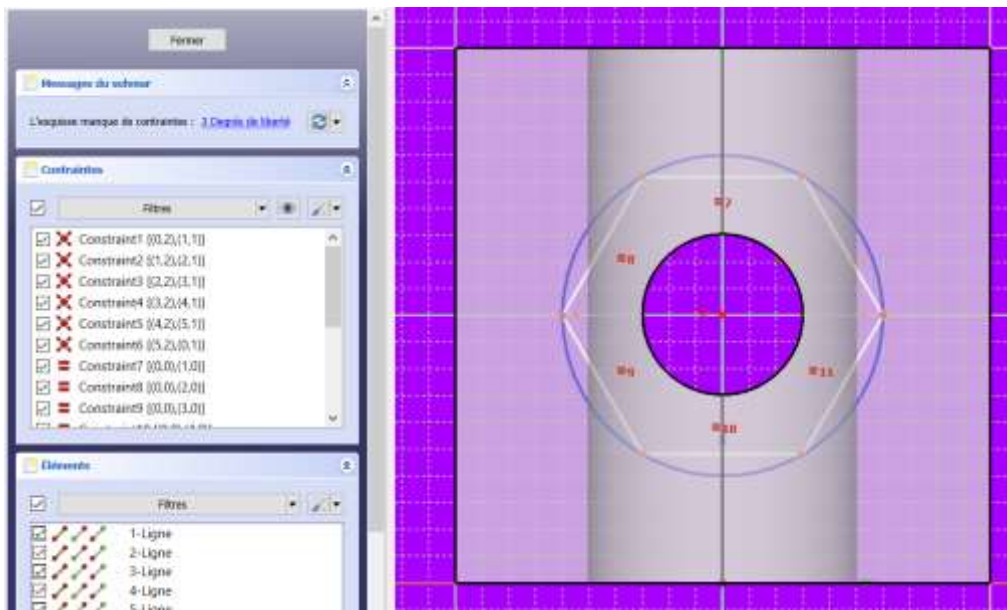
Cliquer sur Sketch002 dans la vue combinée et les propriétés apparaissent : modifier
« attachement>position>z =-10 »



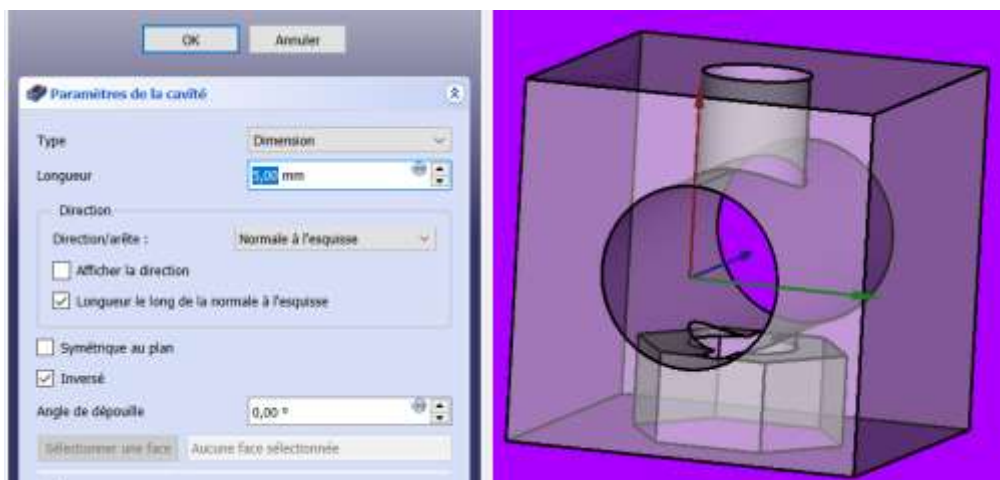
J'utilise ensuite la fonction cavité via l'icône après avoir sélectionné l'esquisse2 et je fais une cavité de 20mm de hauteur en cochant la case inversé



Je procède de même manière pour la cavité hexagonale sur le plan YZ avec un rayon de 6 mm :




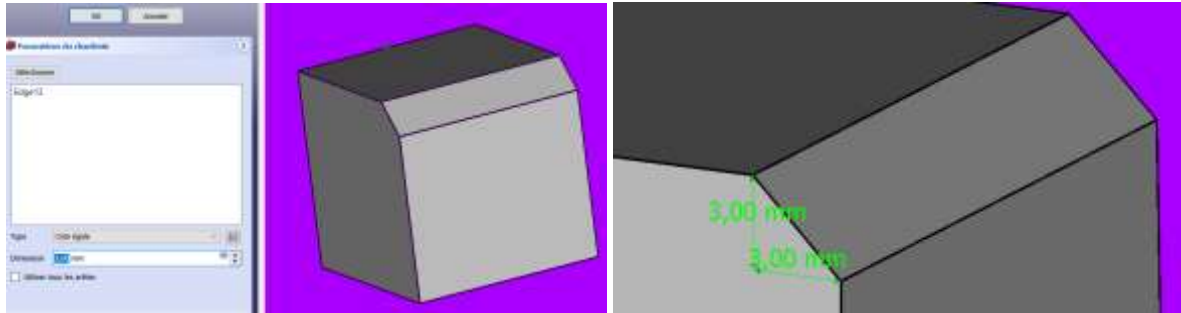
Puis une cavité de 5 mm de hauteur depuis la face en inversé comme au-dessus



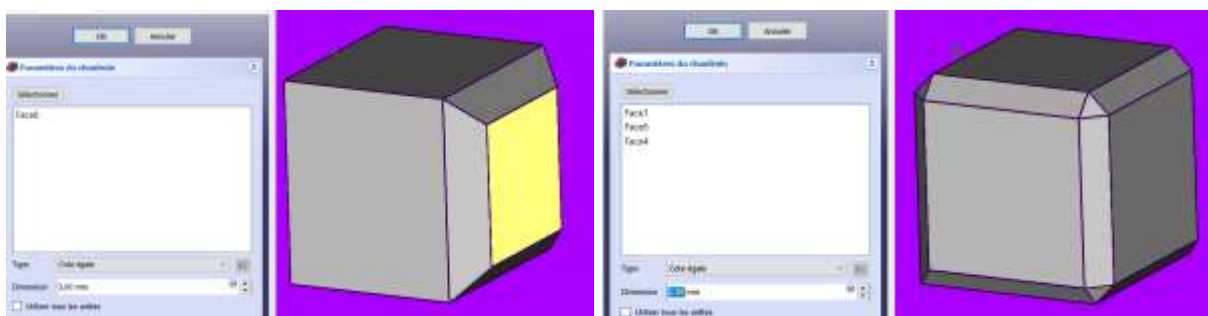
7) Quelques exemples de fonctions de transformation

a) Le chanfrein (chanfer)

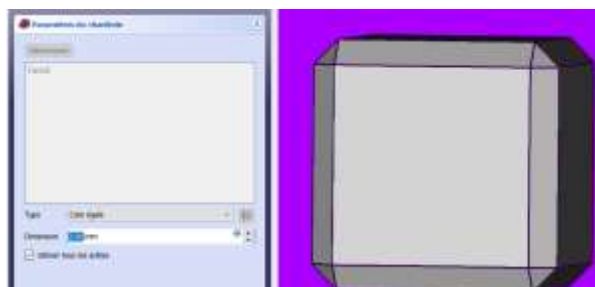
Après avoir sélectionné l'arête pertinente, j'utilise l'icône  et je dimensionne à 3 mm la valeur dans la vue combinée/tâche



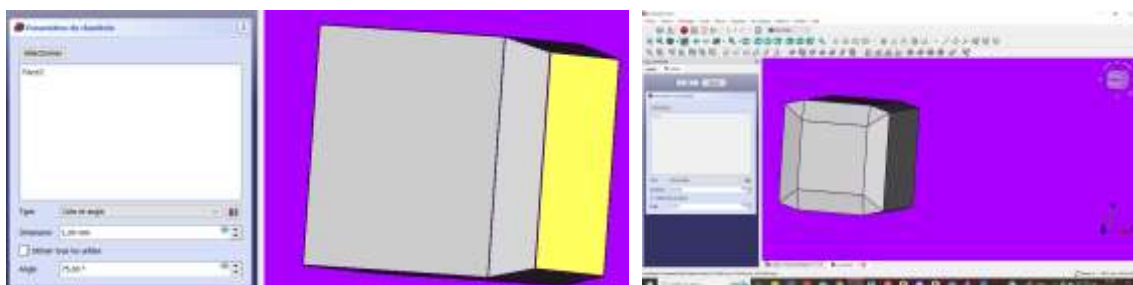
Je peux également appliquer la transformation « chanfrein » sur une face ou plusieurs faces en sélectionnant les faces concernées :



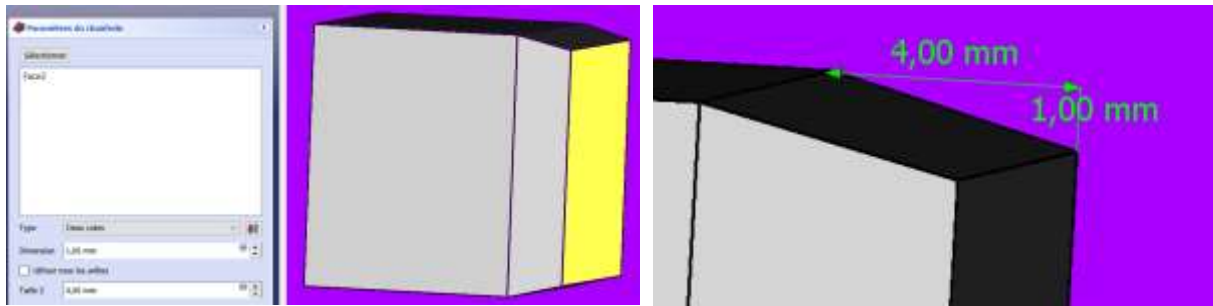
A noter qu'en cochant la case « toutes les arêtes », il suffit de sélectionner une seule face :



Il y a également une possibilité nouvelle de jouer sur l'angle du chanfrein en sélectionnant « type>côte et angle » et aussi en l'appliquant partout en cochant « utiliser sur toutes les faces »

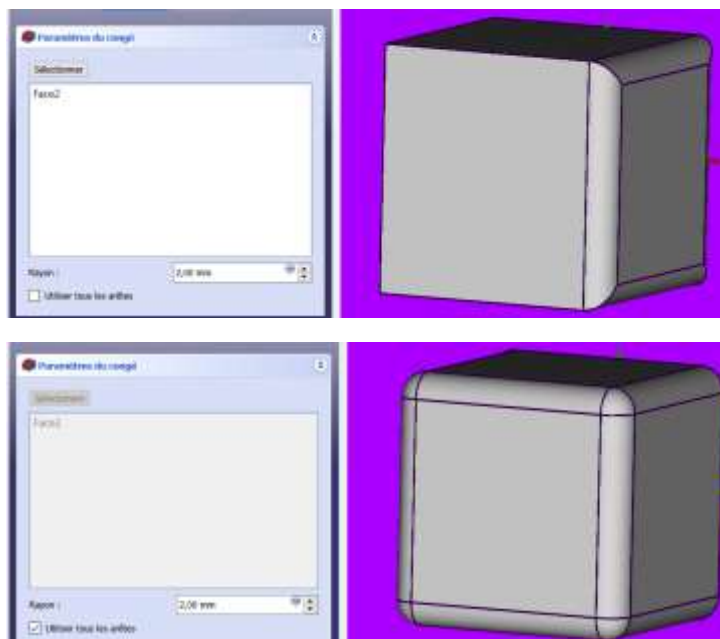


Un résultat similaire peut être obtenu en sélectionnant « deux côtes » dans la case « type » et en jouant sur la valeur de la hauteur (première valeur) et profondeur (deuxième valeur)

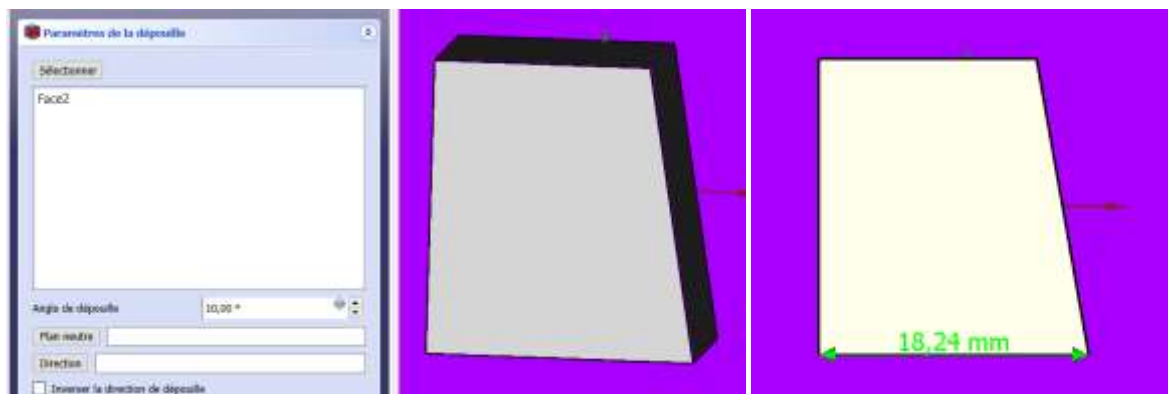


b) Le congé

Idem chanfrein mais sans les angles bien sûr ☺



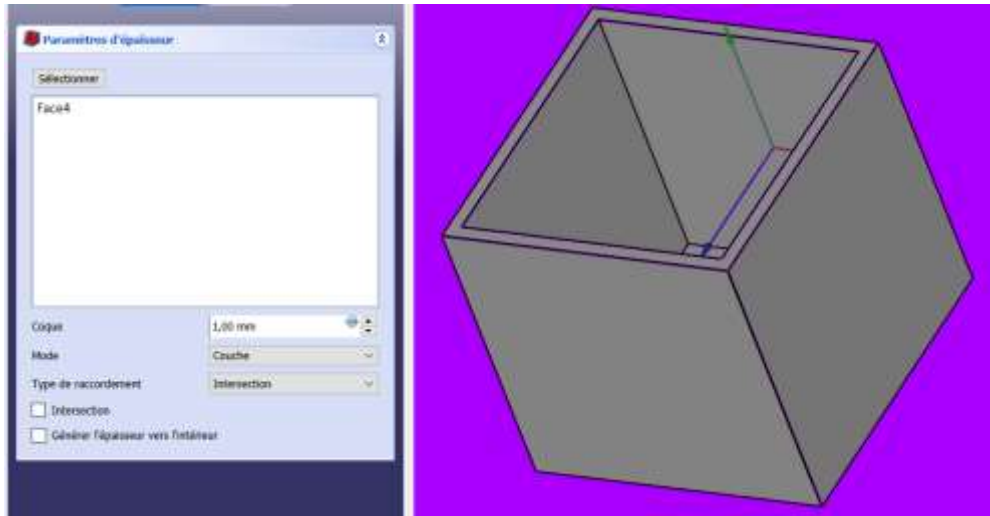
c) La dépouille (icône à droite de celle du chanfrein)



Cette fonction permet d'incliner la face choisie de l'angle choisi mais attention car elle va diminuer la base du cube (selon une logique que je n'ai pas réussi à comprendre pour l'instant)

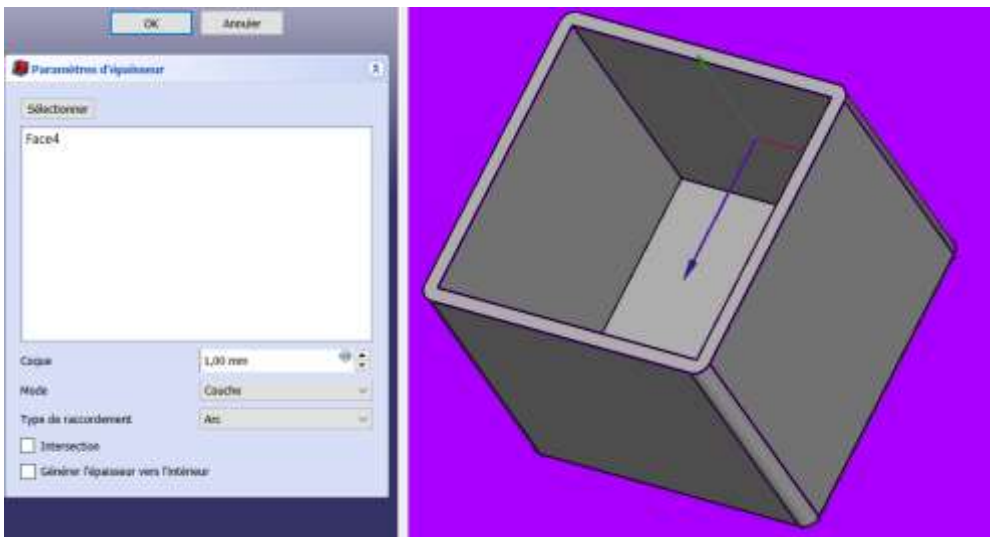
Cette fonction est utile pour concevoir des pièces moulées à condition de bien prendre en compte la diminution lors de la conception

d) La boîte (utilisation de l'icône  et sélection de la face ouverte)



Avec plusieurs possibilités :

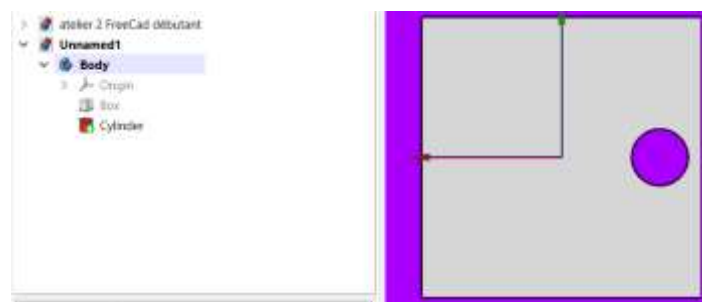
- Type de raccordement « intersection » (comme ci-dessus) ou « arc » ci-dessous



- Epaisseur vers l'intérieur (mais dans ce cas le type de raccordement « arc » n'est pas possible)

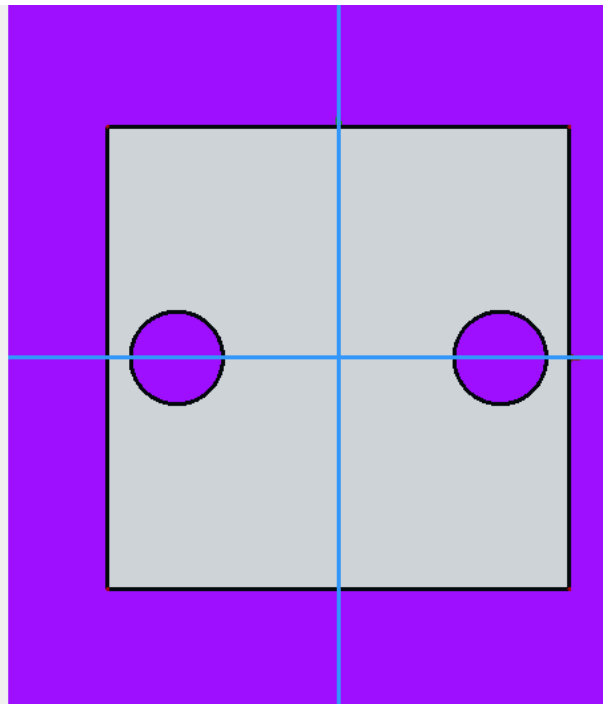
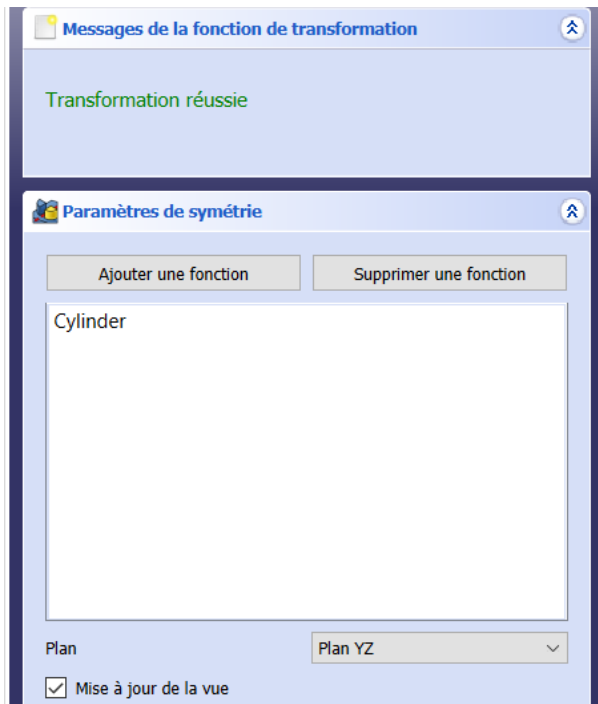
e) Les fonctions de symétrie / répétition

- Symétrie :




Je pars d'un cube avec un trou de 4x20mm désaxé de -7mm en X et j'applique la fonction symétrie

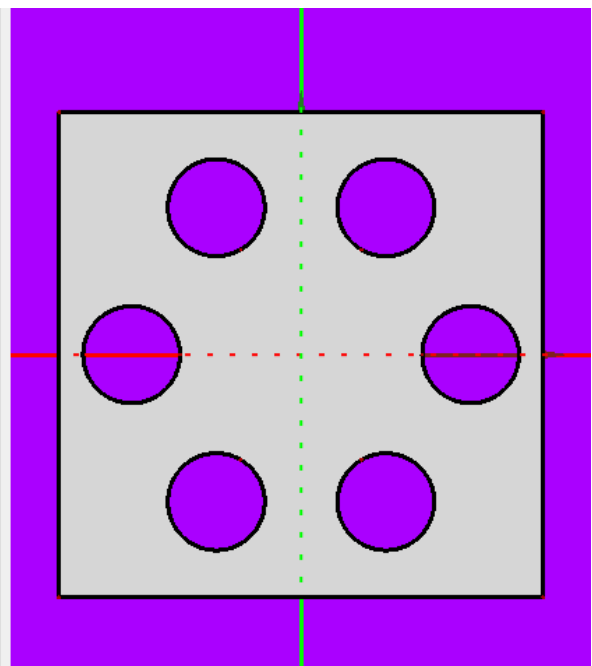
avec l'icône  au trou (Cylinder)



Pour cela je dois choisir le plan à partir duquel je choisis la symétrie (ici YZ)

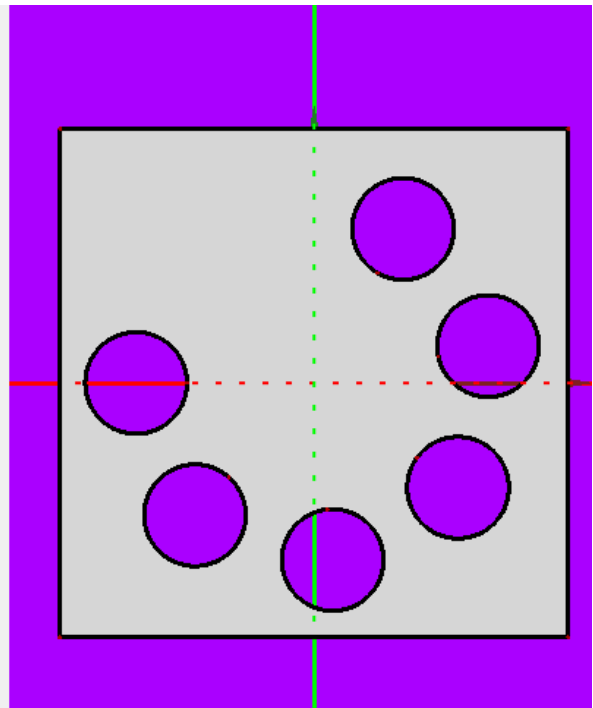
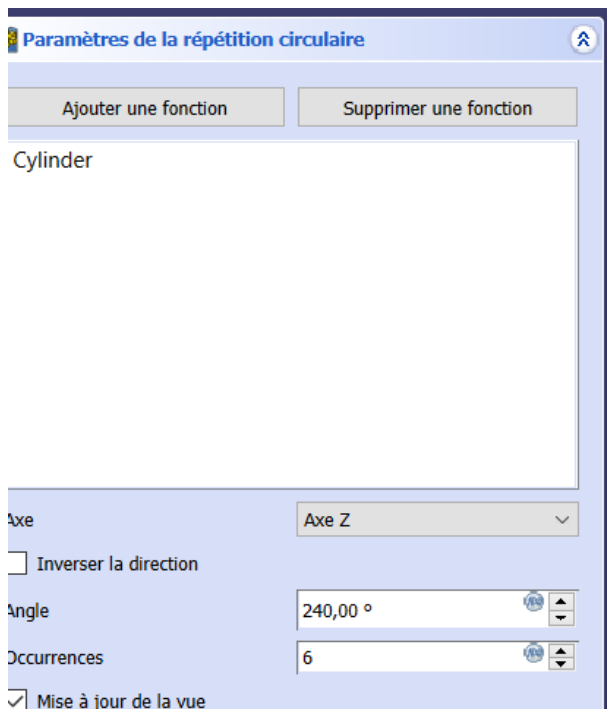
- Fonction répétition circulaire

J'utilise le même contexte de départ que ci-dessus et j'utilise l'icône  sur le trou (Cylinder)

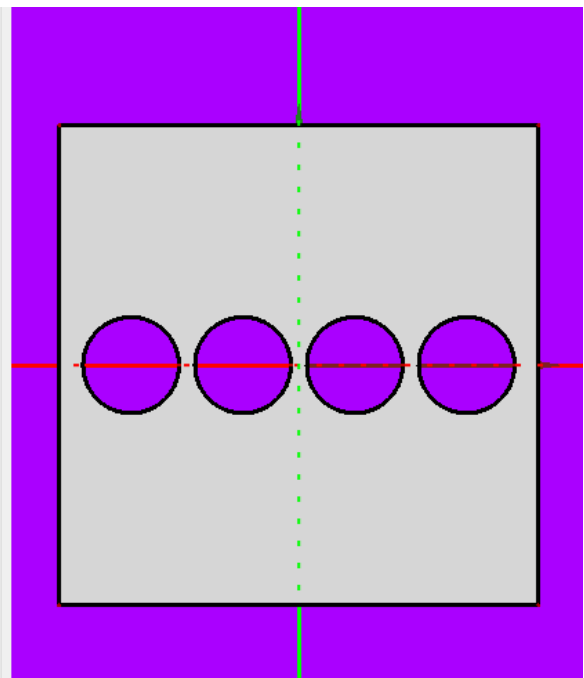
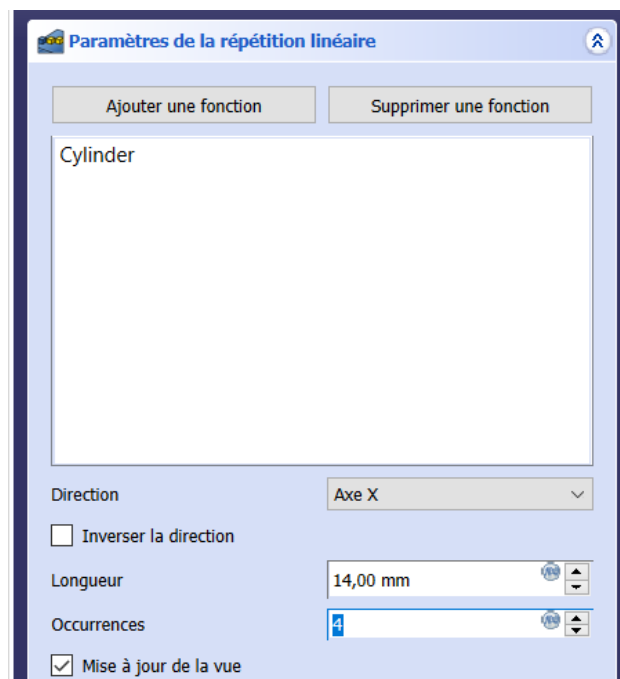


La répétition a lieu autour de l'axe Z et je lui demande 6 occurrences sur les 360°


Je peux réduire l'angle d'application des 6 occurrences par exemple à 240° :



- La répétition linéaire avec l'icône  sur Cylinder



Les 14 mm sont la distance sur laquelle je vais appliquer la répétition avec 4 occurrences sur l'axe X

La dernière icône  permet de combiner les 3 transformations précédentes (pour plus tard)