

CAO pour l'impression 3D

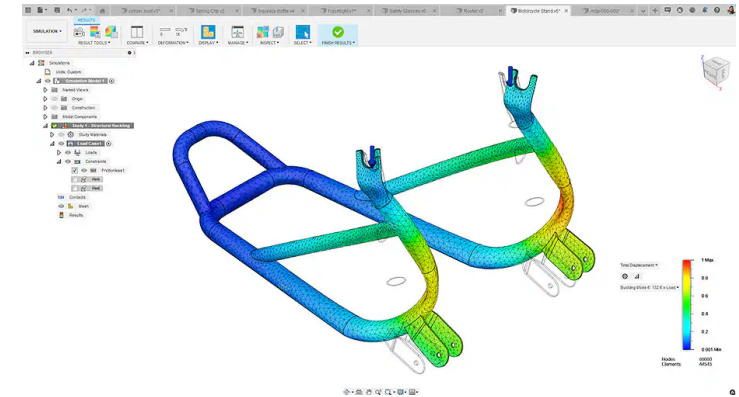
Modélisation 3D

Kévin Hoarau - Septembre 2023

Conception assistée par ordinateur (CAO)

Conception assistée par ordinateur (CAO)

- Les logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO) ou *computer aided design* (CAD) permettent d'effectuer des modélisations géométriques afin de concevoir des produits.
- Certains logiciels de CAO permettent également de tester le produit virtuellement à l'aide de simulations numériques.
- Le terme de modélisation 3D est souvent utilisé pour désigner la pratique de la CAO 3D.



Exemple de simulation dans Fusion
360

Catégories de logiciels de CAO 3D

- **Facilité de prise en main** : Tinkercad, Sketchup, ...
- **Conception paramétrique** : Solidworks, Fusion 360, FreeCAD, Onshape, ...
- **Langage de programmation** : OpenSCAD
- **Logiciel d'infographie 3D** : Blender, Maya, ZBrush, ...



*Exemples de logiciels de CAO 3D
("Selecting a free 3D CAD option", Teaching
Tech)*

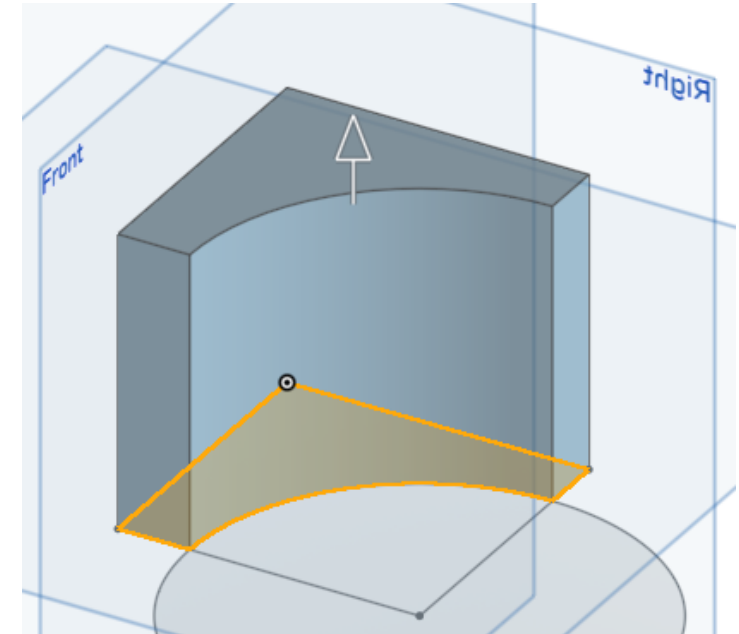
Dans ce cours

- Nous utiliserons des logiciels de conception paramétrique.
- Je recommande l'utilisation d'Onshape pour son fonctionnement dans le cloud (malgrès une politique tarifaire discutable).
- Fusion 360 est également une bonne alternative, mais nécessite une installation.
- Pour les amoureux de l'open-source et les plus aventureux, FreeCAD sera votre compagnon idéal.

Introduction à la conception paramétrique

Esquisse

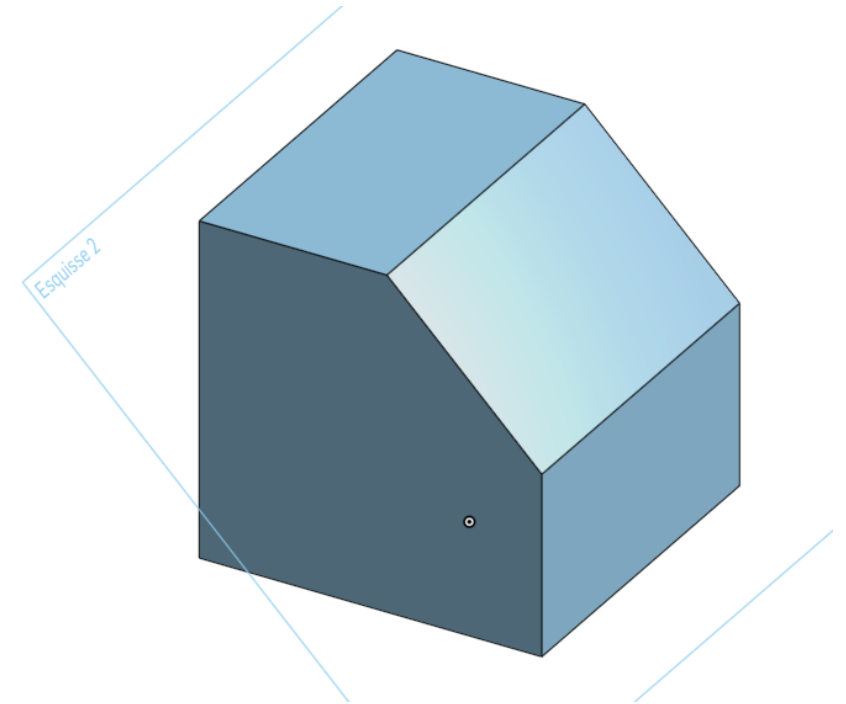
- Le point de départ de toutes modélisations 3D est généralement la création d'une d'esquisse ou *sketch*
- Elle permet de dessiner des formes en 2D qui seront ensuite utilisées pour construire des solides en 3D.
- En combinant des formes et des contraintes géométriques il est possible de construire des formes complexes.



Exemple de construction d'un solide à partir d'une esquisse

Création d'une esquisse

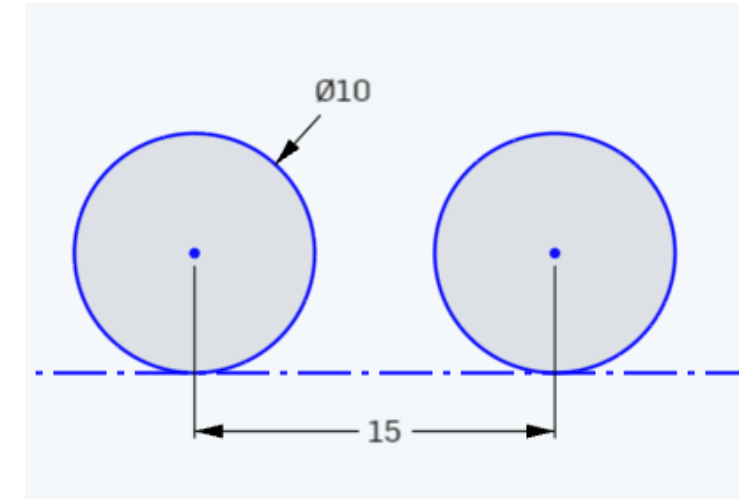
- Une esquisse doit être créée à partir d'un plan.
- Si le projet ne contient aucun solide alors on prendra un plan parmi (x, y) , (x, z) ou (y, z) .
- Il est également possible d'utiliser une face d'un solide comme plan pour la construction de l'esquisse.



Exemple de construction d'une esquisse à partir d'une face

Les outils de base de l'esquisse

- **Formes** : de nombreuses formes sont disponibles : lignes, rectangles, cercles, arcs, polygones, *etc.*
- **Mode construction** : le mode construction permet de dessiner une forme qui sera utilisée pour construire d'autres formes sans quelle soit prise en compte lors de la création du solide.
- **Contraintes** : des contraintes géométriques peuvent être définies sur les formes : cote, égal, parallèle, tangente, *etc.*

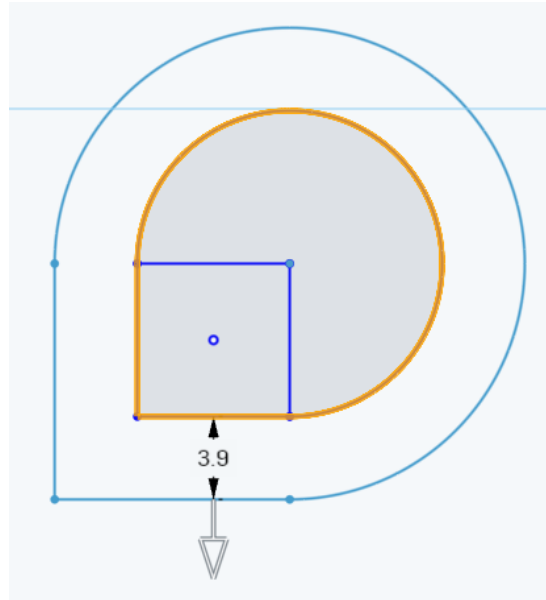


Deux cercle et une ligne de construction (contraintes appliquées : côtes, égal et tangente)

Les outils de répétitions

Les outils de répétitions permettent de créer une ou plusieurs formes à partir d'une forme existante.

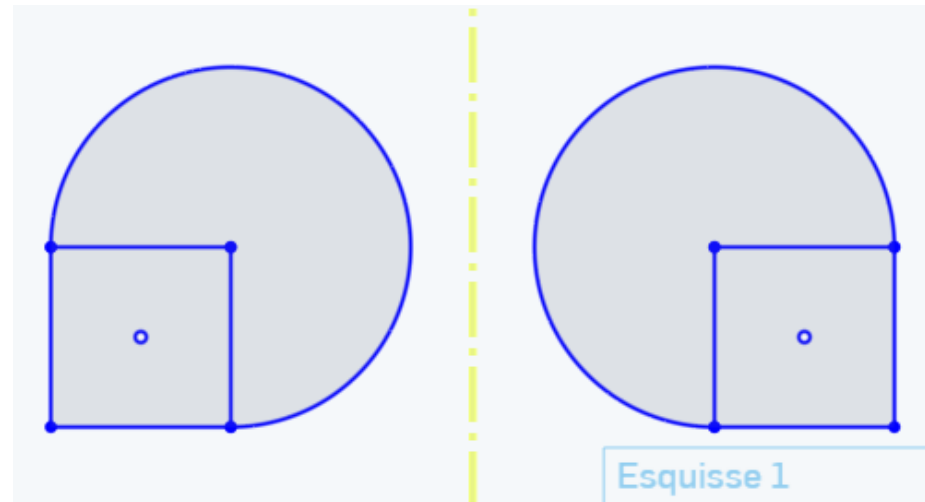
Le **décalage** permet de reproduire une forme de manière concentrique :



Les outils de répétitions

Les outils de répétitions permettent de créer une ou plusieurs formes à partir d'une forme existante.

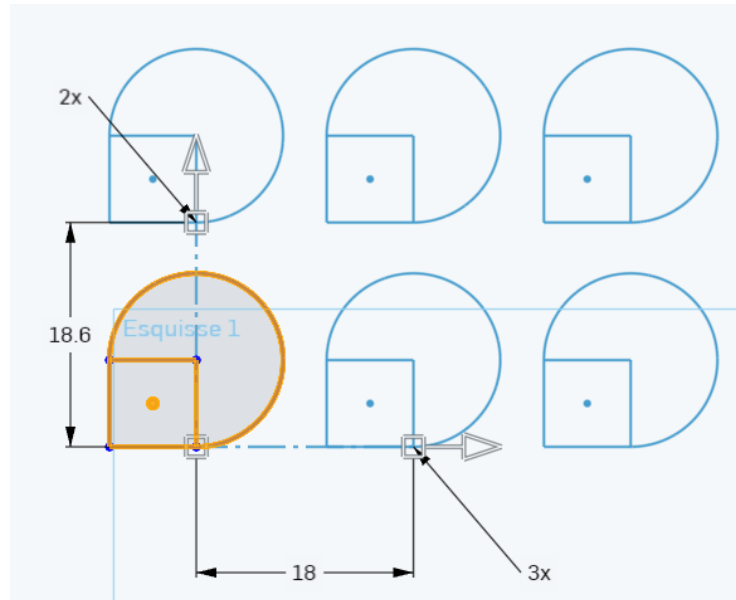
Le **miroir** permet d'appliquer une symétrie axiale :



Les outils de répétitions

Les outils de répétitions permettent de créer une ou plusieurs formes à partir d'une forme existante.

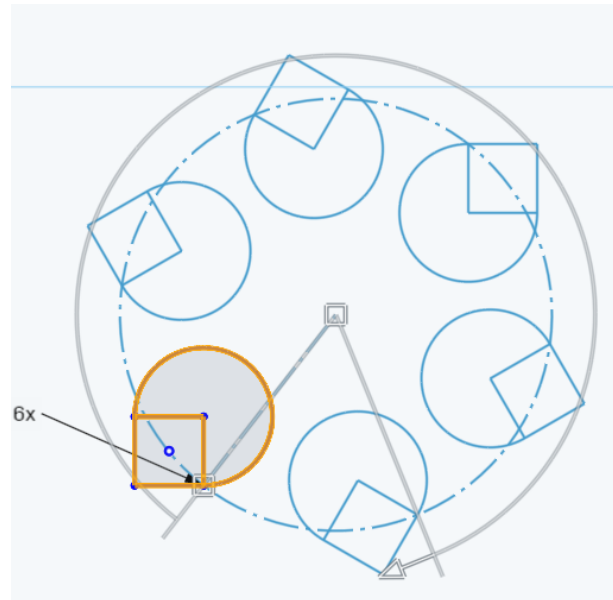
La **répétition linéaire** permet de reproduire une forme sur une grille :



Les outils de répétitions

Les outils de répétitions permettent de créer une ou plusieurs formes à partir d'une forme existante.

La **répétition circulaire** permet de reproduire une forme sur un cercle :

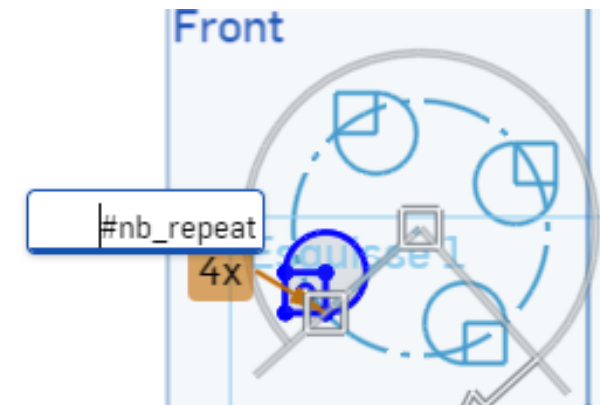


Les variables

- L'utilisation de variables est une bonne pratique permettant de modifier rapidement une modélisation.
- Lorsque la variable est modifiée les changements sont appliqués en cascades aux esquisses et aux solides construits à partir des esquisses.

Variable Studio 1		
Nom	Type de variable	Valeur
nb_repeat	Nombre	4

Déclaration d'une variable

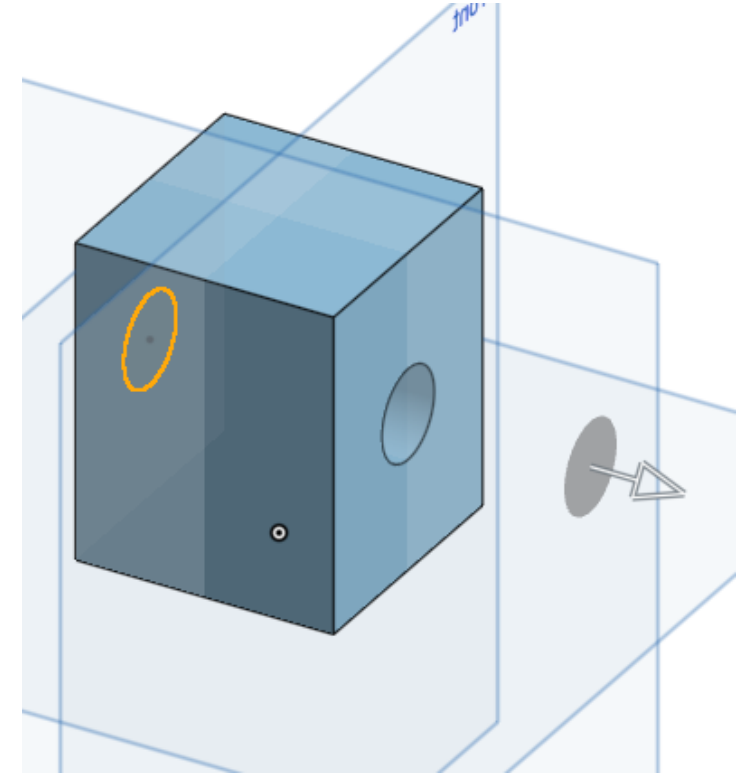


Utilisation d'une variable

Création d'un solide

Extrusion

- L'opération la plus courante pour créer un solide à partir d'une esquisse est l'extrusion.
- Si le nouveau solide entre en contact avec un solide existant alors il est possible d'effectuer des opérations booléennes : union, intersection, différence (e.g. perçage).

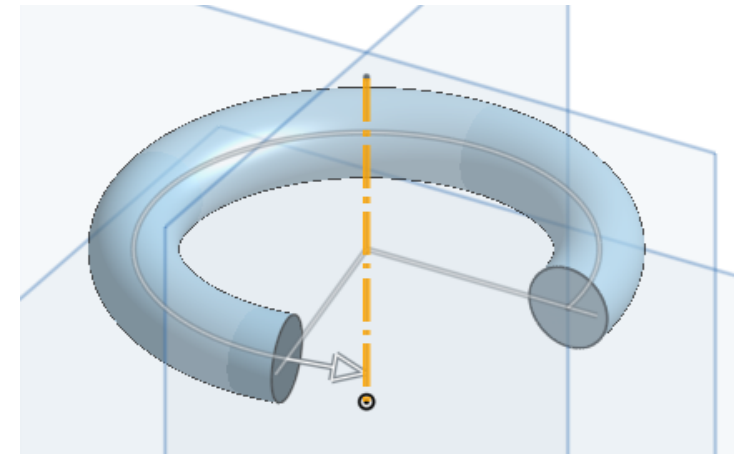


Exemple de perçage à l'aide d'une extrusion

Création d'un solide

Révolution

- Une autre opération très utile est la révolution.
- Elle permet d'extruder une esquisse en effectuant une rotation autour d'un axe.

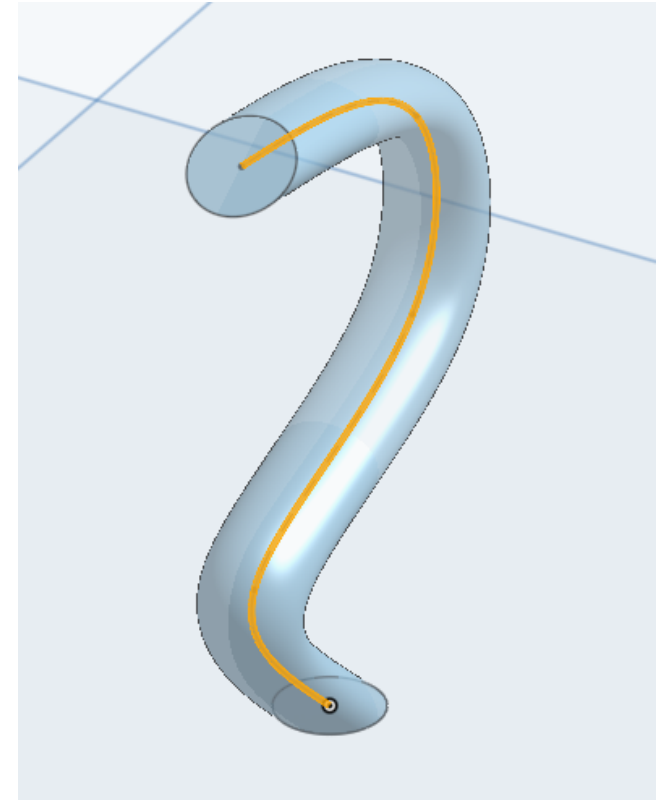


Exemple revolution

Création d'un solide

Balayage

- Le balayage permet d'effectuer une extrusion en suivant une courbe.
- La courbe utilisée peut prendre est libre et peut prendre n'importe qu'elle forme
- Cette opération est souvent utilisée pour créer des pas de vis.

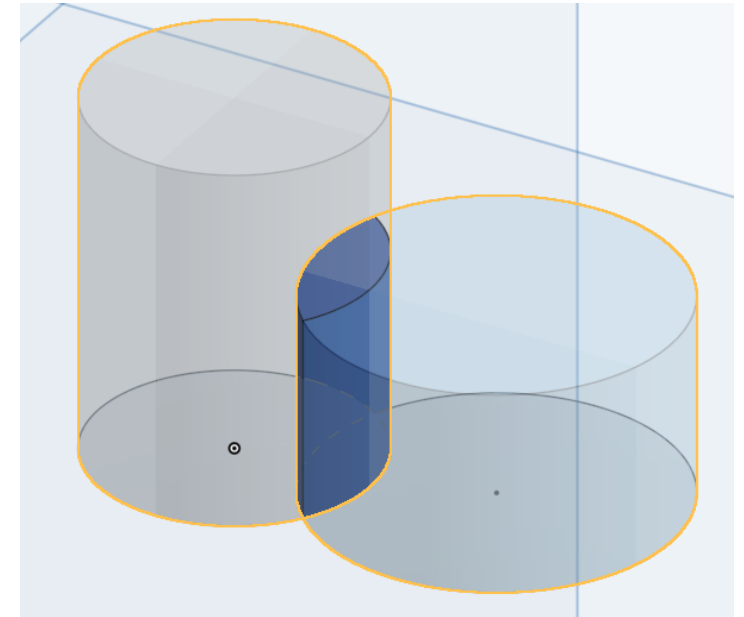


Exemple de balayage

Opérations sur les solides

Opérations booléennes

- Les opérations booléennes s'appliquent sur deux solides qui sont en contact
- Les opérations possibles sont : l'union, l'intersection et la différence.

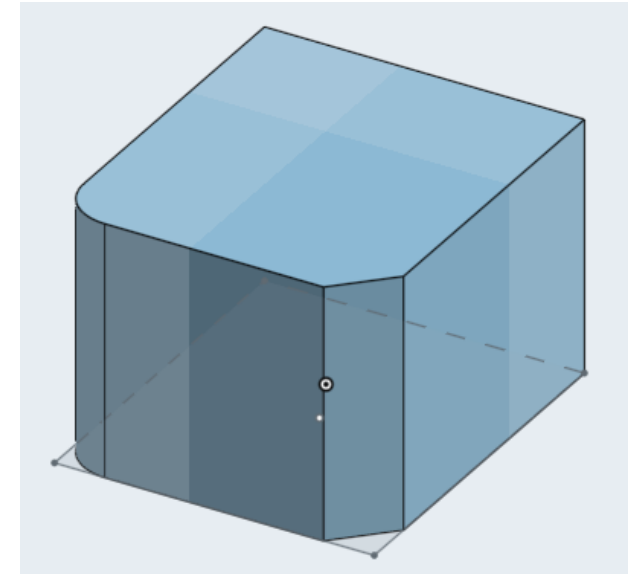


Exemple d'intersection entre deux cylindres

Opérations sur les solides

Congés et chanfreins

- Les congés et chanfreins permettent de rendre les arêtes d'un solide moins abrupt.
- Un congé permet d'obtenir une arête arrondie.
- Un chanfrein permet d'obtenir une arête inclinée.

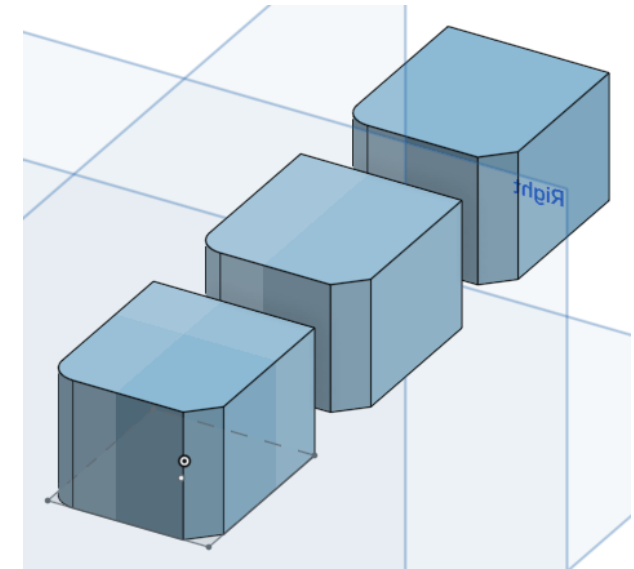


Exemple de congé (à gauche) et de chanfrein (à droite) de 5mm

Opérations sur les solides

Opérations de répétitions

- Comme pour les esquisses, il existe des opérations de répétitions
- L'opération miroir applique une symétrie à l'aide d'un plan de symétrie
- Les opérations de répétitions linéaires et circulaires permettent de reproduire un solide sur une grille ou un cercle.

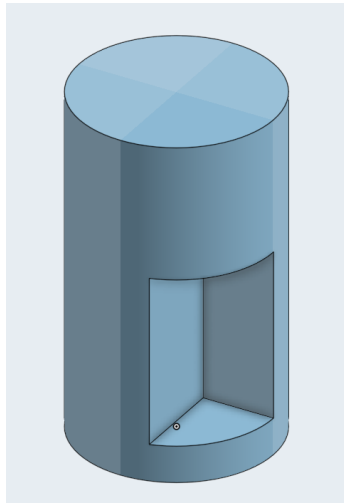


Exemple de répétition linéaire

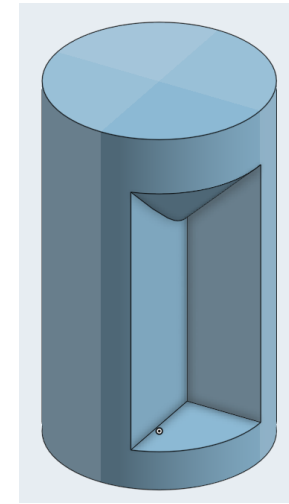
***Bonnes pratiques de modélisation
pour l'impression 3D***

Eviter les supports

- Dès la phase de conception, il faut penser à l'orientation que va avoir votre pièce durant d'impression.
- Il faut alors éviter de créer des angles trop importants.



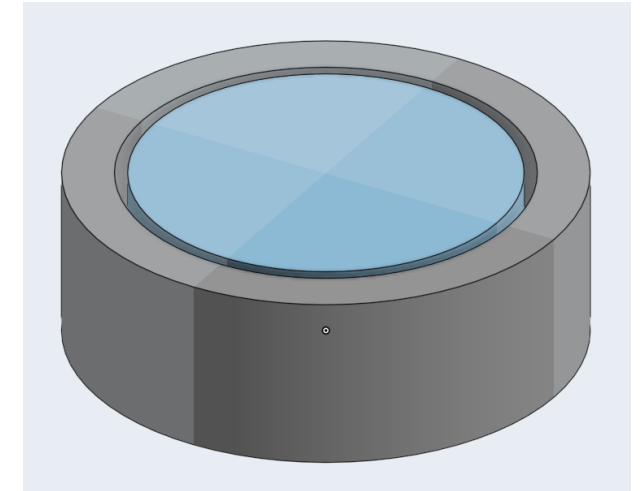
Pièce nécessitant des supports



Ajout d'un chanfrein

Penser aux tolérances

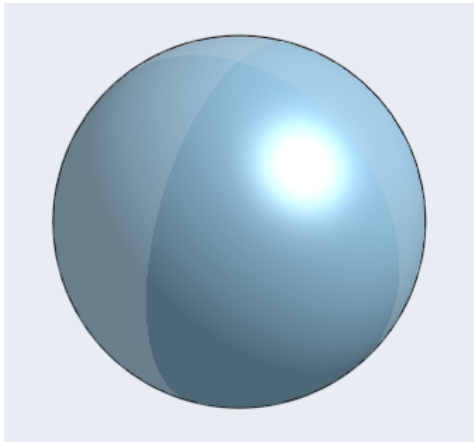
- L'impression 3D est un processus de fabrication imparfait.
- Si deux pièces doivent s'imbriquer, il faut penser à laisser des tolérances suffisantes.
- Généralement un espace de 0.5mm est suffisant.
- On peut également laisser un espace plus grand, mais cela créera du jeu.



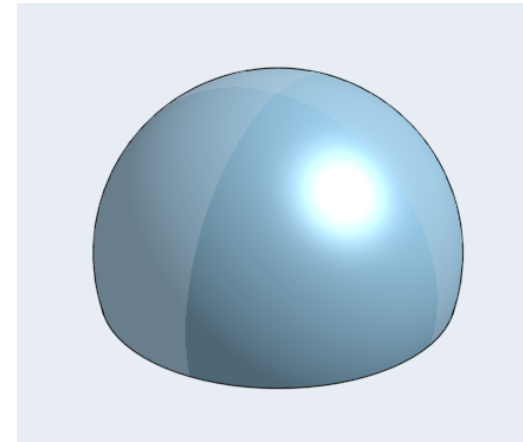
Deux solides espacés de 0.5mm.

Autres considérations

- Prendre en compte volume d'impression de l'imprimante.
- Ne pas créer de parois ou des détails trop fins. L'imprimante à une buse de 0.4mm et une hauteur de couche minimum de 0.1mm.
- La pièce doit avoir une surface plane, sinon il faudra des supports.



Pièce sans surface plane

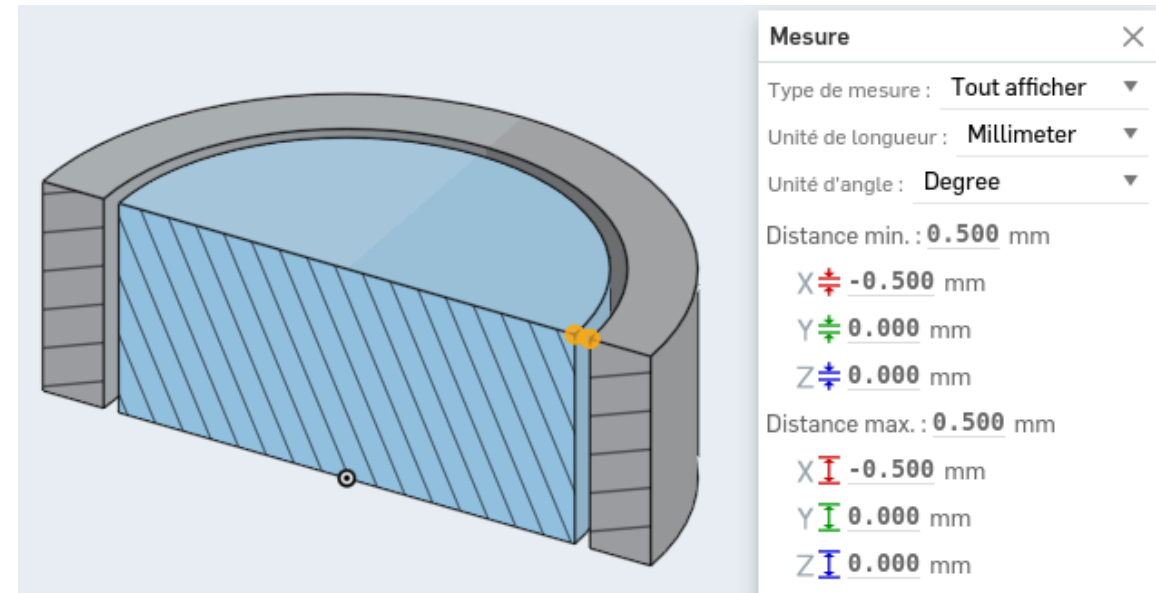


Pièce avec une surface plane

Vérifier sa modélisation

Deux outils pratiques :

- L'outil de mesure permet de vérifier les côtes.
- Le plan de coupe permet de visualiser une section de la pièce.



Plan de coupe et outil de mesure

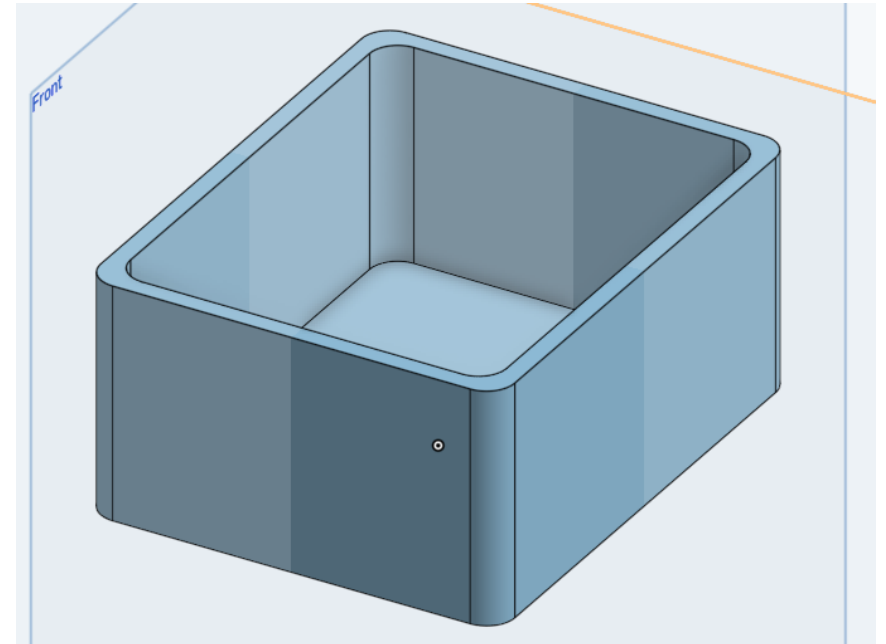
Un peu de pratique

Exercice 1 : la boîte

Nous allons créer une boîte paramétrique.

Les variables suivantes pourront être ajustées pour modifier la boîte :

- hauteur, longueur et largeur
- épaisseur des murs
- tailles des congés.



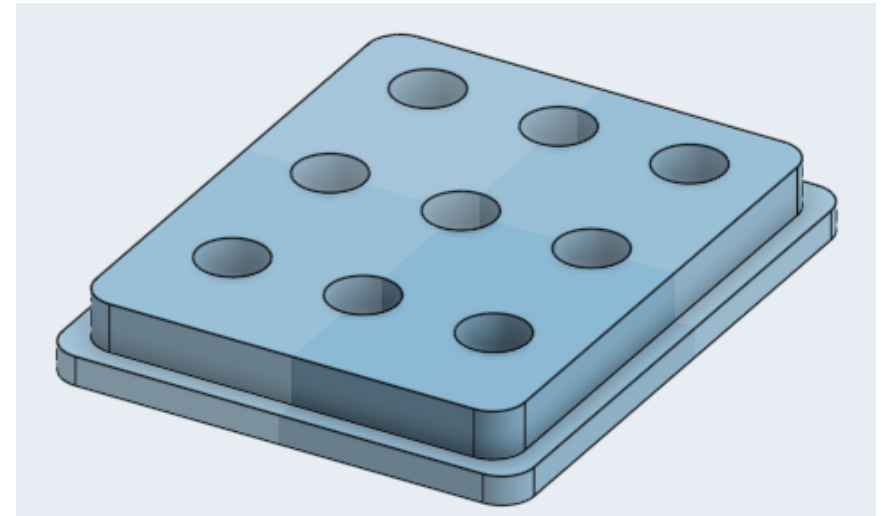
Résultat attendu

Exercice 2 : le couvercle

Nous allons maintenant créer un couvercle.

Les variables suivantes pourront être ajustées :

- hauteur, longueur et largeur
- tolérance pour le montage du couvercle sur la boîte
- tailles des congés,
- le diamètre des trous



Résultat attendu

Exercice 3 : le verre

Utilisez l'outil de révolution pour créer un verre à pied.



Exemple de résultat