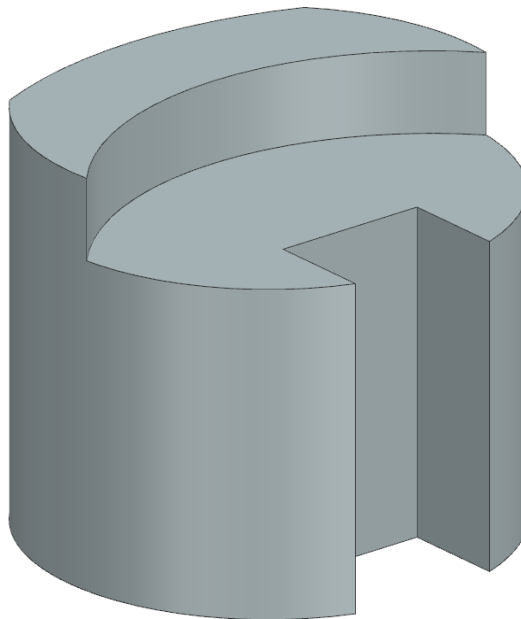


MATH0001 : Communication Graphique

Université de Liège - Faculté des sciences appliquées

Professeur : Éric Béchet
Assistants : Alex Bolyn
 Florian Rihoux

Séance 1 : Introduction au logiciel Siemens NX **Réalisation d'une butée**



Prérequis

- Logiciel installé et opérationnel (voir le manuel d'installation).

Objectifs

Voici les points principaux abordés lors de la séance. En fin de séance, vérifiez que vous connaissez ou que vous savez faire les éléments de cette liste.

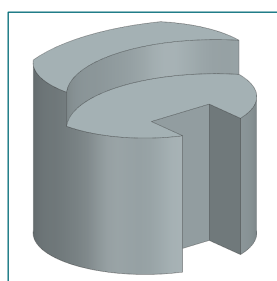
- Comprendre l'environnement de Siemens NX.
- Créer des esquisses et y tracer des courbes simples.
- Appliquer des contraintes géométriques simples.
- Appliquer des contraintes dimensionnelles simples.
- Réaliser des volumes par extrusion.
- Effectuer des opérations booléennes par extrusion (soustraction).

1. Introduction

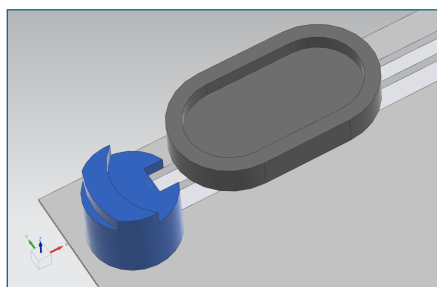
Ce premier exercice a pour but de vous introduire aux concepts de base qui vous seront utiles lors de la création de vos futures pièces sur le logiciel Siemens NX. Les méthodes de création proposées ici sont généralement utilisables sur d'autres logiciels de CAO, même si les opérations ou l'ordre de celles-ci peuvent varier.

Pour réaliser un modèle CAO, il n'y a pas un seul chemin ou une seule méthode. Il en existe parfois plusieurs pour une même opération ou obtenir des résultats similaires. Le choix se porte principalement sur les propriétés souhaitées pour le modèle final ou sur sa propre expérience. C'est pourquoi durant les premières séances, nous allons aborder différentes fonctionnalités qui vous seront utiles.

La pièce à réaliser aujourd'hui est une butée. Celle-ci (représentée en bleu dans le modèle d'assemblage), posée au bout d'un axe, permet d'empêcher le support glissant sur l'axe (représenté en noir) d'aller plus loin (le support viendra alors « buter » dessus).



La butée à réaliser



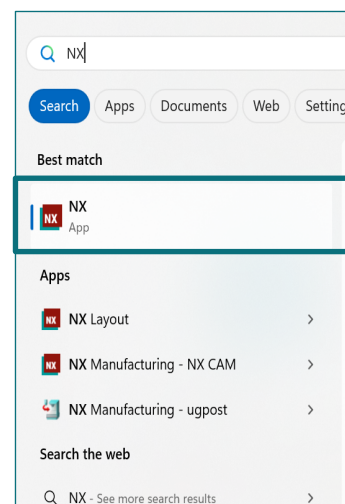
Assemblage final

1.1. Lancer le logiciel

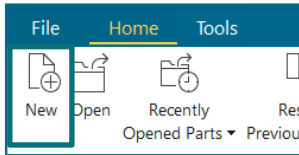
Lors de l'installation, plusieurs raccourcis vers différentes parties de NX ont été créés dans votre ordinateur. Ainsi, lorsque vous recherchez avec le mot clef "NX", vous obtenez plusieurs propositions (ex: "NX Layout", "NX Manufacturing —NX CAM", etc.).

Le NX que nous utiliserons pour ce cours s'appelle simplement "**NX**". Veillez donc à bien cliquer sur celui-ci et non un autre programme (il se peut qu'il ne vous soit pas montré directement, prenez le temps de le chercher), de risque de ne pas avoir toutes les options et fonctionnalités nécessaires pour réaliser les exercices et travaux du cours.

N'hésitez pas à l'ajouter dans votre menu *Démarrer* ou à lui créer un raccourcis dans votre bureau, si nécessaire.



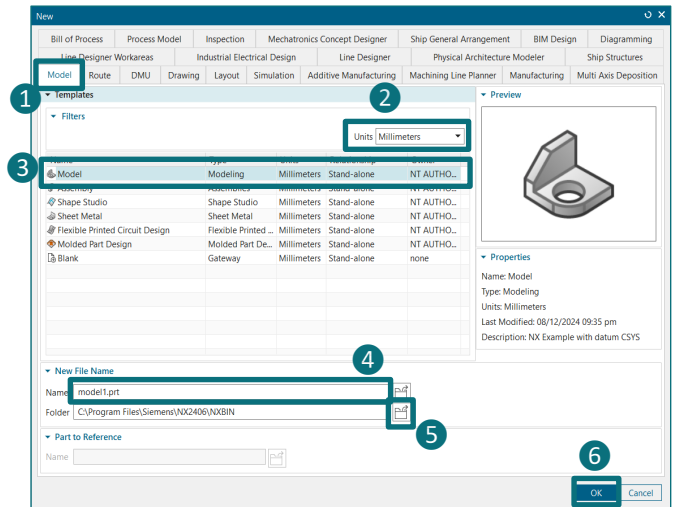
2. Créer un modèle



Avant toute chose, il faut créer un nouveau modèle (une nouvelle pièce) dans Siemens NX. Ouvrez le logiciel NX (voir page précédente) et cliquez en haut à gauche dans l'onglet *Home* sur le bouton *New*.

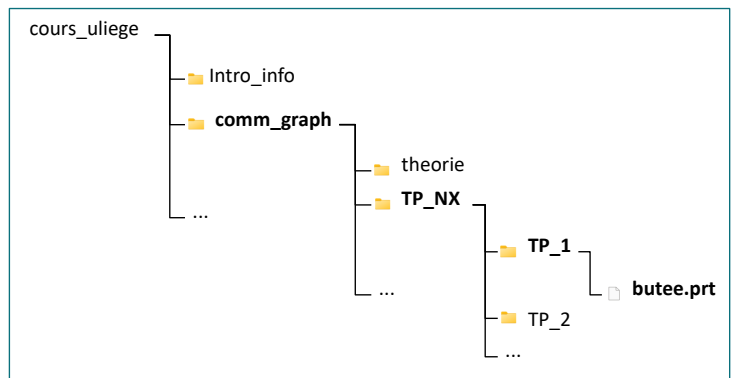
La fenêtre représentée ci-contre va s'ouvrir. Pour créer un modèle CAO, il faut aller dans l'onglet *Model* ❶. Vérifiez que les unités de mesure sélectionnées sont bien les millimètres ("Millimeters"; ceci est imposé par la convention de dessin européenne) ❷ et sélectionnez dans la liste en-dessous *Model* ❸.

Avant de continuer, sachez que **Siemens NX est très sensible quant aux noms et positions des fichiers** (en bref : il n'aime pas qu'on bouge les fichiers de place et qu'on les renomme dans son dos).



Pour une meilleure utilisation et gestion, il est fortement recommandé de créer un dossier réservé uniquement à vos travaux NX et dont vos fichiers n'en bougeront pas. Il est aussi recommandé de ne pas changer les noms de vos fichiers une fois créés car Siemens NX risque de ne plus les reconnaître. Ainsi, donnez un nom clair à votre fichier tel que « butee.prt »^a. N'utilisez pas de caractères spéciaux comme "é è ê" ou encore des espaces^b, etc.; les programmes informatiques n'aiment pas ça et cela risque d'amener des erreurs ❹.

Le schéma ci-contre montre une méthode de classement de vos fichiers qui est intéressante : dans le dossier "TP_NX" du dossier dédié au cours de communication graphique ("comm_graph"), on peut créer pour chaque séance un nouveau dossier qui contient tous les éléments sur lesquels on a travaillé.



Avant de continuer dans NX, vérifiez si vous disposez d'un dossier où sauvegarder ce travail. Dans le cas contraire, créez le maintenant.

Par défaut, Siemens NX vous proposera un emplacement tel que *C:\Program Files\Siemens\NX\UGII*. **N'utilisez pas cet emplacement** car il est difficile à trouver et votre ordinateur ne vous autorise pas à y modifier ou ajouter des fichiers (il vous indiquera pas d'erreur sur le moment mais plus tard vous ne pourrez pas sauvegarder la pièce). Sélectionnez vous-même le dossier que vous venez de créer pour le cours (par exemple *TP_1*, voir explications ci-dessus) via le bouton ❺.

Si tout est bon, il ne reste plus qu'à valider la création de la pièce en appuyant sur **OK** ❻. L'interface change, comme montré à la page suivante et nous pouvons commencer la réalisation notre pièce.

3. Interface *Modeling* Siemens NX

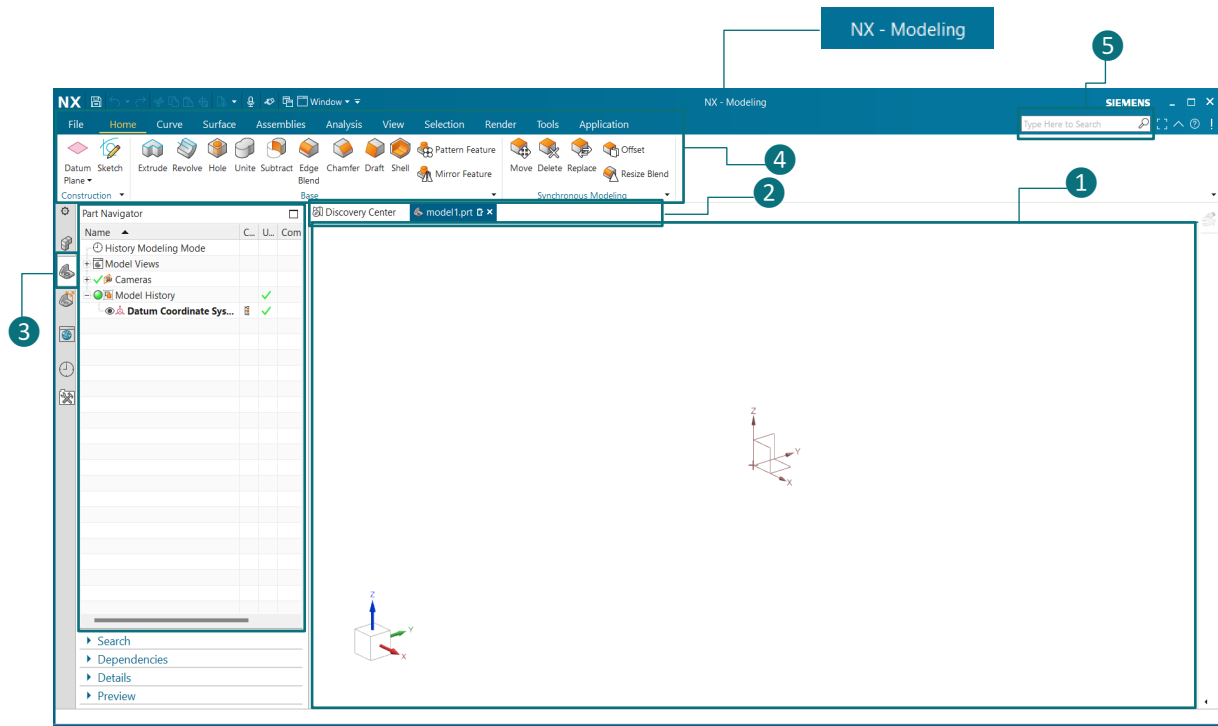
Nous venons d'entrer dans la partie *Modeling* de Siemens NX qui sert à la création d'un modèle CAO (sans surprise puisque nous avons bien choisi *Model* juste avant). Cela est visible dans le titre de la fenêtre : « NX - Modeling ».

Comme nous l'avons aperçu lorsque nous avons créé le fichier *part*, il y a beaucoup de possibilités de projets différents. Ceci signifie que Siemens NX a plusieurs interfaces différentes, chacune contenant ses

a - Le fichier fini par *.prt* car c'est un fichier « Part ». « Part » signifie « pièce » en anglais.

b - Conseil : à la place des espaces, mettez des *underscore* (« _ ») qui eux sont autorisés.

fonctionnalités propres. Si vous ne reconnaissez pas les boutons après une fausse manipulation, il se peut que vous ne soyez plus en *Modeling*.



Notez bien plusieurs éléments utiles dans l'interface :

- ❶ La fenêtre graphique : c'est ici que vous verrez votre travail.
- ❷ Les onglets de travail : les fichiers en cours de travail sont affichés ici pour pouvoir passer de l'un à l'autre (sur la capture ci-dessus nous avons uniquement ouvert le fichier *model1.prt* et *Discovery Center* qui est la fenêtre qui s'affiche quand on ouvre NX).
- ❸ Le *Part Navigator* : Cette liste montre toutes les constructions faites dans le modèle CAO. Très pratique pour les sélectionner ou les éditer (gardez toujours un œil dessus). Elle affiche aussi les relations entre les constructions et indique s'il y a des erreurs sur des parties de pièce.
- ❹ Les onglets de commandes : La plupart des fonctions usuelles se trouvent dans l'onglet *Home* mais certaines, plus spécifiques, sont accessibles dans les autres onglets. Attention, les onglets accessibles dépendent de l'interface : si on veut changer d'interface (quitter ou revenir sur *Modeling* par exemple), c'est dans l'onglet *Application*.
- ❺ Recherche : bien pratique, elle permet rapidement d'accéder à une fonction si vous ne la trouvez pas parmi les onglets (il suffit de taper son nom et cliquer dessus dans la liste déroulante qui apparaît en-dessous).

Notez que dans la fenêtre graphique le repère est déjà placé : l'origine de mesure (le point (0,0,0)) et les axes x, y et z existent donc déjà. Ce repère est la référence géométrique de construction de la pièce. Il est d'ailleurs déjà mis dans *Part Navigator*.

4. Méthode générale de conception de pièce

De manière générale, les logiciels de CAO se basent sur le processus de fabrication des pièces, c'est-à-dire partir d'un dessin pour générer une pièce.

Si nous voulons générer un volume (même aussi simple qu'un cylindre), nous devons :

- 1) Dessiner la section du volume : on réalise une esquisse en 2D (un dessin). Ceci se réalise sur Siemens NX via l'interface appelée *Sketch*.
- 2) Générer le volume : nous pouvons ensuite passer de la 2D à la 3D en ajoutant une épaisseur ou une longueur. Dans la plus part des cas, on va allonger la section, ce qui correspond à une extrusion. Nous utiliserons donc la fonction *Extrude* dans Siemens NX.

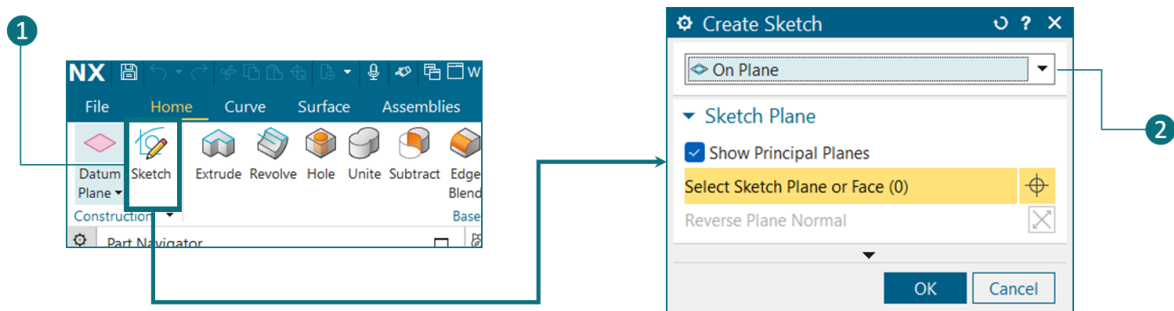
Vous rencontrerez rarement des pièces constituées d'un seul volume simple. Dans ce cas, il est impossible de générer toute la pièce avec une seule esquisse et une seule extrusion. Il faut donc penser à diviser la pièce voulue en volumes simples (cylindre, sphère, parallélépipède, etc.) et réaliser chacun de ces volumes les uns après les autres.

Nous allons voir les différents cas et différentes applications durant les prochains travaux pratiques afin de comprendre d'une part la conception CAO et d'autre part les spécificités de Siemens NX.

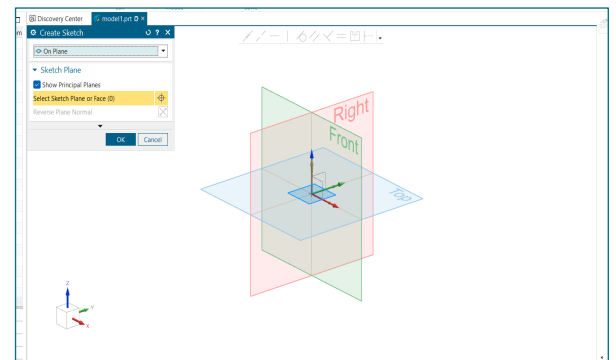
5. Créer une esquisse

Comme précisé précédemment, nous devons dessiner la section du volume avant de l'extruder. Nous pouvons faire le parallèle avec un dessin sur papier : nous allons effectivement faire une esquisse et cela doit se faire sur un plan.

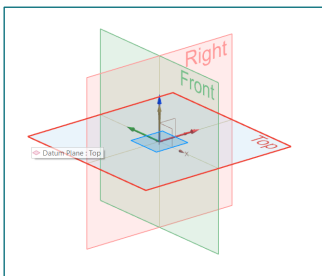
Pour créer une esquisse, cliquez sur *Sketch* dans l'onglet *Home* ❶. Immédiatement, Siemens NX ouvre une petite fenêtre demandant sur quel plan vous voulez dessiner l'esquisse ❷.



Remarquez également que Siemens NX vous montre les plans principaux existant, il s'agit des trois vues principales du dessin (voir cours théorique). Elles s'appellent vue de dessus (*top view*), vue de face (*front view*) et vue de droite (*right view*). Notez que ceux-ci sont définis par le repère du modèle, les vues représentées dans les plans peuvent être déterminées par un autre repère.

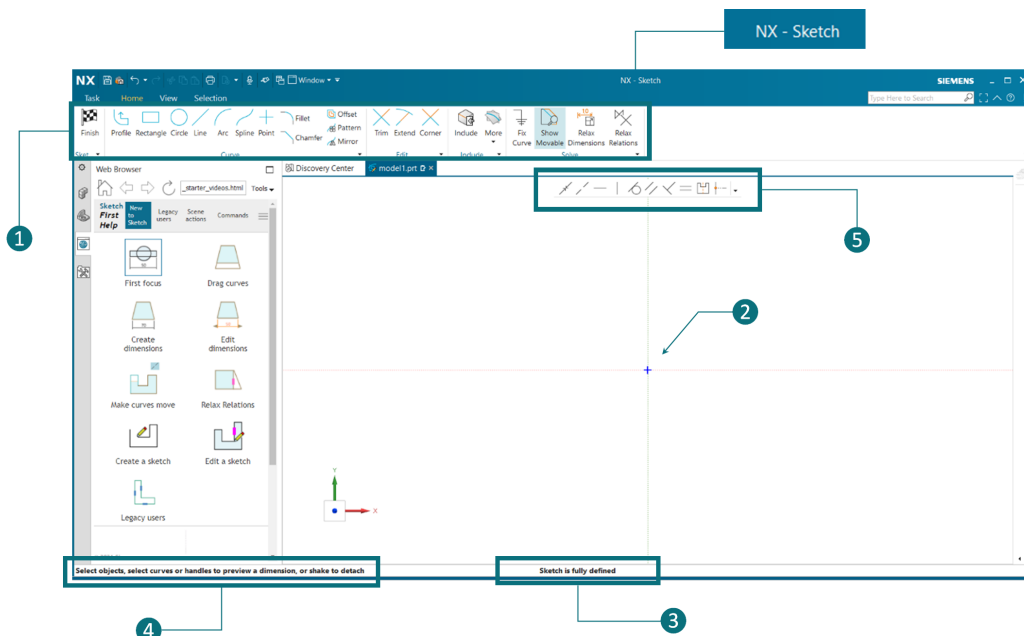


Pour notre butée, le choix du plan n'a pas d'importance mais prenons le plan de dessus (*Top*) pour que nous soyons visuellement plus à l'aise pour la suite du travail. En effet, l'extrusion se fait selon la normale au plan, ce qui signifie qu'en prenant le plan de dessus (plan X-Y défini par le repère) notre volume va être allongé selon l'axe Z. Sélectionnez le plan *Top* en cliquant sur sa bordure puis validez avec *OK* dans la fenêtre *Create Sketch*.



Lorsqu'un élément change de couleur en passant la souris dessus (ci-contre le plan *Top* devient orangé), cela signifie que vous pouvez le sélectionner. Vous avez également une petite bulle qui vous décrit l'élément que vous survolez.

Directement, l'esquisse est créée et votre interface s'adapte pour passer en mode *Sketch* (montré en page suivante).



Comme vous pouvez le voir, le titre de la fenêtre vient de passer de *NX - Modeling* à *NX - Sketch*. Nous sommes bien dans une autre application de Siemens NX avec ses propres fonctions et règles. D'ailleurs, le menu de commandes **1** est totalement différent : on a désormais accès à des fonctions utiles pour le dessin (nous en découvrirons tout au long des travaux pratiques). La fenêtre graphique a également changé : les axes x et y ainsi que le repère du plan sont représentés **2** (il s'agit bien du repère relatif au plan mais, dans ce cas, il se trouve qu'ils coïncident avec le repère du modèle).

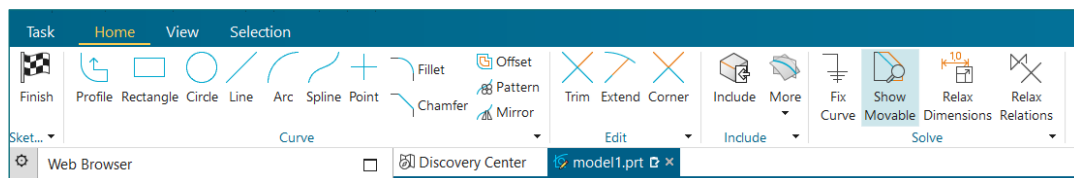
Notez également trois autres éléments importants pour le design :

3 La ligne de statut : il indique ici la situation. Il est toujours utile de la vérifier car il y est généralement indiqué les erreurs éventuelles. Puisque nous ne dessinons pas nos pièces « au hasard », il est important que le dessin contienne toutes les informations de la pièce pour éviter les dimensions « arbitraires » définies par NX. Pour l'instant, il est indiqué : « Sketch is fully defined », cela signifie qu'il n'y a aucune information manquante (et c'est normal puisque nous n'avons encore rien dessiné).

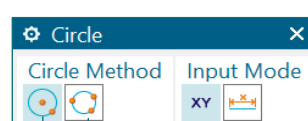
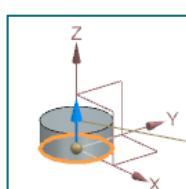
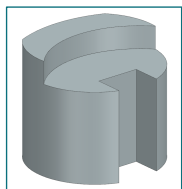
4 La ligne d'instruction : il est indiqué ici ce que vous devez faire. Cette ligne sert à indiquer des informations pour vous aider lorsque vous faites une opération (généralement, il y est indiqué ce que NX attend. Par exemple, il attend que vous sélectionnez un point, etc.).

5 La barre à esquisse : vous trouverez ici des raccourcis pour imposer des contraintes géométriques (nous y reviendrons plus tard).

Dans la barre de commande (zoom présenté ci-dessous), nous pouvons voir plusieurs fonctions de dessin utiles (pour dessiner un rectangle, un cercle, une ligne, un arc de cercle ou encore placer des points).



Comme nous pouvons le voir dans la vue 3D de la butée que l'on souhaite dessiner, la partie centrale est un cylindre. Le premier élément à dessiner est donc un cercle que l'on va extruder. Cliquez sur *Circle* du menu *Home*. Une fenêtre s'ouvrira pour vous proposer deux méthodes pour tracer le cercle. Prenez la première qui permet de tracer le cercle avec son diamètre.

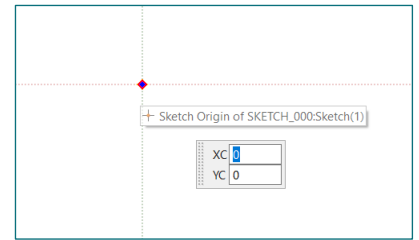


Tracer à partir de 3 points du cercle

Tracer à partir du centre et d'un point du cercle (ou du diamètre)

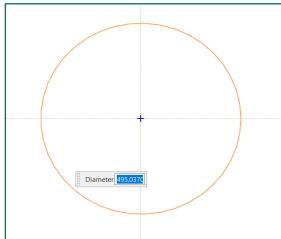
La première étape consistera à placer le centre du cercle et ensuite nous devons déterminer le diamètre.

La ligne d'instruction indique : « *Select the center point of the circle* ». Pour se simplifier la tâche, nous pouvons choisir l'origine comme centre du cercle : NX mettra automatiquement comme centre les coordonnées (0,0). Cliquez sur le centre du repère (normalement avant de cliquer vous verrez que le point sera mis en surbrillance comme ci-contre, vérifiez bien que la bulle indique « Sketch Origin » et que les coordonnées sont bien (0,0)).



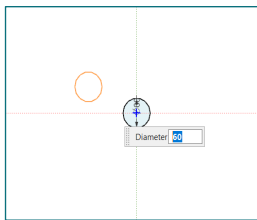
Il est également possible d'introduire les coordonnées du point manuellement dans la petite fenêtre grise (XC,YC).

Maintenant, la ligne d'instruction indique : « *Select a point on the circle* ».



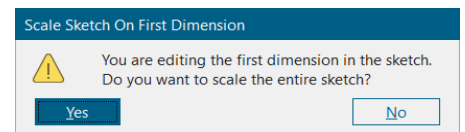
Si vous bougez la souris, vous verrez un cercle. Il est orange car Siemens NX attend la deuxième information : le diamètre. Dans la petite fenêtre grisée où il est indiqué *Diameter* indiquez la dimension souhaitée. Pour notre pièce nous voulons un diamètre de 60 mm.

Quand le cercle est créé, il devrait être comme représenté ci-contre : le cercle est noir avec l'intérieur bleuté. Vous voyez également la cote du cercle vous montrant bien qu'il a un diamètre de 60 mm ($\varnothing 60$).



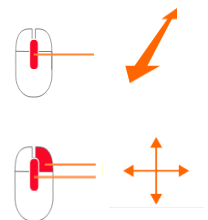
Siemens NX vous propose de tracer d'autres cercles de 60 mm (vous le voyez comme un cercle orange qui suit votre souris). Pour notre pièce, nous n'en avons pas besoin. Appuyez sur *Esc* de votre clavier (*escape* ou *Echap* : échappe) pour arrêter.

Lorsque vous donnez pour la première fois une dimension, NX peut effectuer des mises à l'échelle. Il vous le demandera par la fenêtre représentée ci-contre. Ceci est dû au fait que nous ne connaissons pas l'échelle au départ puisque nous n'avons donné aucune dimension dans notre esquisse.



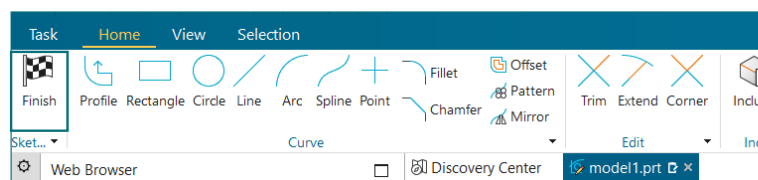
Voici, cependant, les commandes si vous souhaitez modifier ce que vous voyez en mode *Sketch* ou vous déplacez dans l'esquisse :

- Pour (dé)zoomer : faites aller la molette de votre souris
- Pour translater : appuyez sur la molette et le clic droit en même temps ou appuyez sur la molette en maintenant la touche *Shift* (touche ↑ au dessus de Ctrl) enfoncée
- Pour demander à NX de se placer automatiquement : dans l'onglet *View*, cliquez sur *Orient to Sketch* (ou utilisez le raccourcis clavier *Shift + F8*).
- Pour réduire/agrandir la taille des cotes : dans l'onglet *View*, il y a les boutons *Increase* et *Decrease text size*. Sinon, faites *Ctrl* (touche controle) + flèche du bas ou du haut, respectivement.

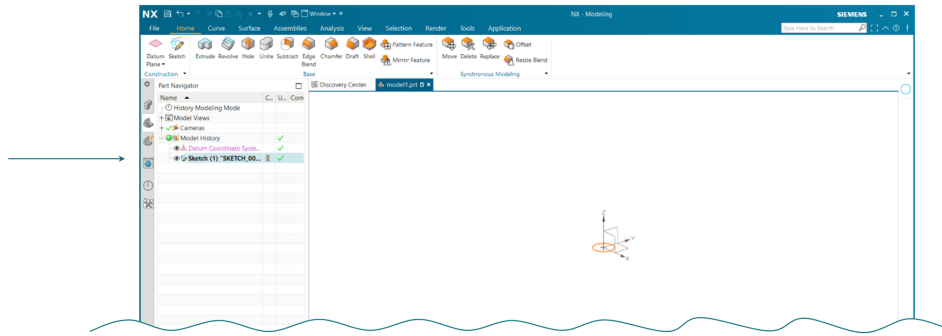


Nous n'avons plus besoin de dessiner de cercle. Fermez la fenêtre *Circle* (ou touche *échap*).

Il ne nous reste à générer le cylindre à partir du cercle par extrusion. Pour faire une extrusion, nous devons retourner dans *Modeling*. Quittez alors l'esquisse : cliquez sur *Finish* tout à gauche dans le menu *Home* (voir ci-dessous).



Vous voyez alors la fenêtre graphique revenir en 3D et l'interface être à nouveau en *Modeling*. Remarquez également que dans le *Part Navigator*, votre esquisse a été ajoutée sous le nom « Sketch (1) ».



Avez-vous remarqué ce petit symbole dans l'onglet de votre pièce ?

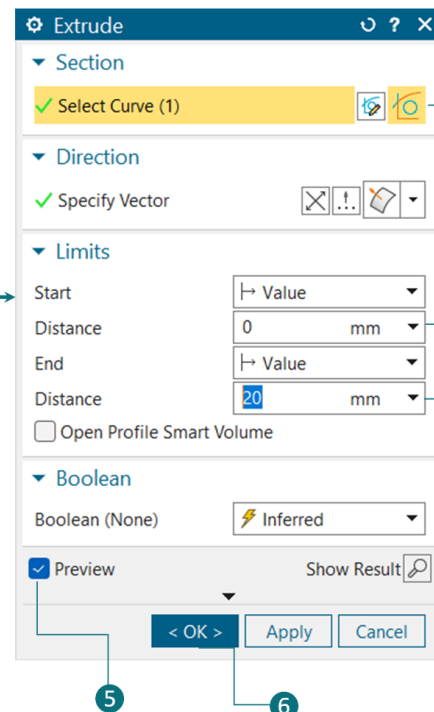
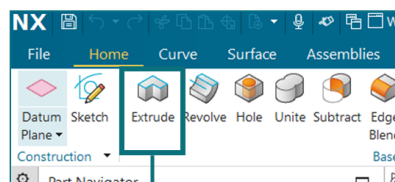
Ce symbole indique que la pièce n'a pas été sauvegardée ! Il est recommandé de **sauvegarder la pièce régulièrement** pour ne pas perdre votre travail (on n'est jamais à l'abri d'un crash ou d'une perte de connection avec le serveur de licences) !

Deux solutions : soit le raccourcis très connu *Ctrl + S*, soit le petite icône à coté de NX (représentant une disquette) tout en haut à gauche de la fenêtre. Lorsque vous sauvez pour la première fois, NX peut vous demander de confirmer l'emplacement (celui choisi lorsque nous avons créer la pièce).



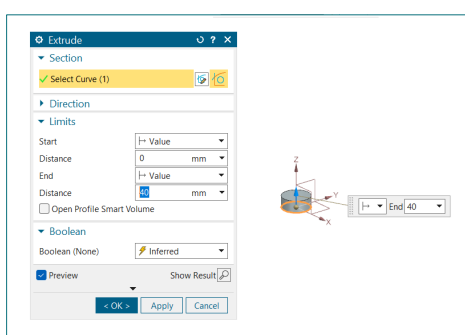
6. Générer un volume par extrusion

Pour effectuer une extrusion, nous devons appeler la fonction *Extrude* disponible dans l'onglet *Home*. Une fenêtre de dialogue appelée « Extrude » va s'ouvrir pour vous demander les paramètres.



Pour générer l'extrusion, complétez les paramètres demandés dans la fenêtre.

1 Section : Sélectionnez le tracé à extruder. Si le cercle dessiné était orange avant de cliquer sur Extrude, NX vous le sélectionnera automatiquement. Sinon cliquez manuellement sur le cercle.



Notez que, comme *Preview* est coché **5**, Siemens NX vous donne déjà un aperçu de votre volume dans la fenêtre graphique. Vous pouvez décocher cette option si cela ralentit votre ordinateur.

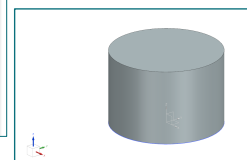
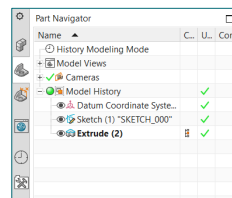
② **Direction** : Choisissez le vecteur donnant la direction de l'extrusion. Pour notre pièce, nous choisirons d'aller selon l'axe Z. Allez dans la liste déroulante et cliquez sur Zc (représenté avec une flèche bleue). Notez que par défaut, NX devrait vous proposer le vecteur perpendiculaire au plan de l'esquisse.



③ **Limits** : nous devons indiquer où commencer et où terminer l'extrusion. Pas besoin de décaler le volume par rapport au plan de l'esquisse donc nous laisserons 0 pour le champ *Distance* de **Start** ③ mais pour imposer la longueur de notre cylindre nous devons fixer une valeur à *Distance* de **End** ④. Pour notre pièce, la hauteur du cylindre doit être de 40mm. Spécifions donc 40 dans le champ *Distance* de **End**.

Nous n'avons pas besoin de toucher aux autres paramètres. Pour générer le volume, cliquez sur **OK** ⑥.

Désormais vous voyez un cylindre dans la zone graphique. Dans le *Part Navigator*, vous voyez que l'élément « Extrude (2) » vient d'être ajouté.

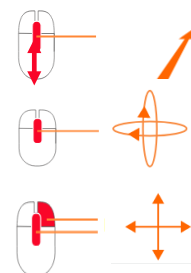


Si vous cliquez sur « Extrude (2) » dans le *Part Navigator*, vous verrez le cylindre devenir orange mais vous verrez également dans le *Part Navigator* « Sketch (1) » devenir violet. Cela signifie que l'extrusion qui a produit le volume orange a été générée à partir de l'esquisse « Sketch (1) » et qu'elles sont liées (lien de parentalité). Si « Sketch (1) » venait à être supprimé, « Extrude (2) » ne serait plus viable et il y aurait une erreur. C'est l'intérêt du *Part Navigator* : il sert à comprendre la construction de la pièce !

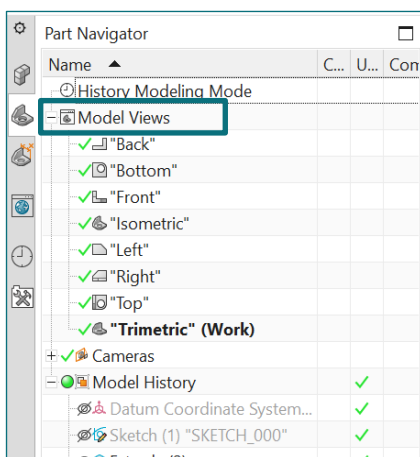
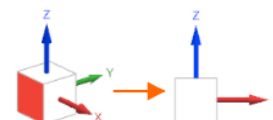
7. Se déplacer autour du modèle

Il est possible de se déplacer autour du modèle pour avoir un angle de vue différent.

- **Zoom** : pour se rapprocher ou s'éloigner de la pièce, scroller avec la molette de votre souris.
- **Rotation** : pour tourner autour du modèle, maintenez la roulette de la souris enfoncée.
- **Translation** : pour se placer selon un axe, maintenez la roulette et le clique droit de la souris enfoncés.



Il est également possible de regarder la pièce selon les vues standard (face, dessus, etc.). Cela se fait en sélectionnant dans le triade en bas à gauche la face qui lui est liée.



Vous pouvez également changer la vue dans le *Part Navigator* : au dessus de la liste *Model History*, se trouve la liste *Model Views*. Dans cette liste se trouvent tous les raccourcis vers les vues habituelles (voir cours théorique pour le concept des vues de dessin). Il suffit de cliquer sur celle que l'on désire pour orienter le modèle CAO.

Il existe également des raccourcis clavier :

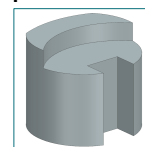
- **F8** : orienter la pièce selon la vue la plus proche.
- **Home** (ou **↶**) : place la pièce en vue trimétrique.
- **End** (ou **Fin**) : place la pièce en vue isométrique.

8. Soustraction par extrusion

Il est également possible de réaliser l'inverse du point 6 : au lieu de générer du volume par extrusion, on peut enlever par extrusion. La méthode est similaire aux étapes précédentes (5 et 6).

Revenons à notre butée, nous devons créer une rainure. Réalisons la par soustraction de volume^c. Pour réaliser cette rainure, nous allons :

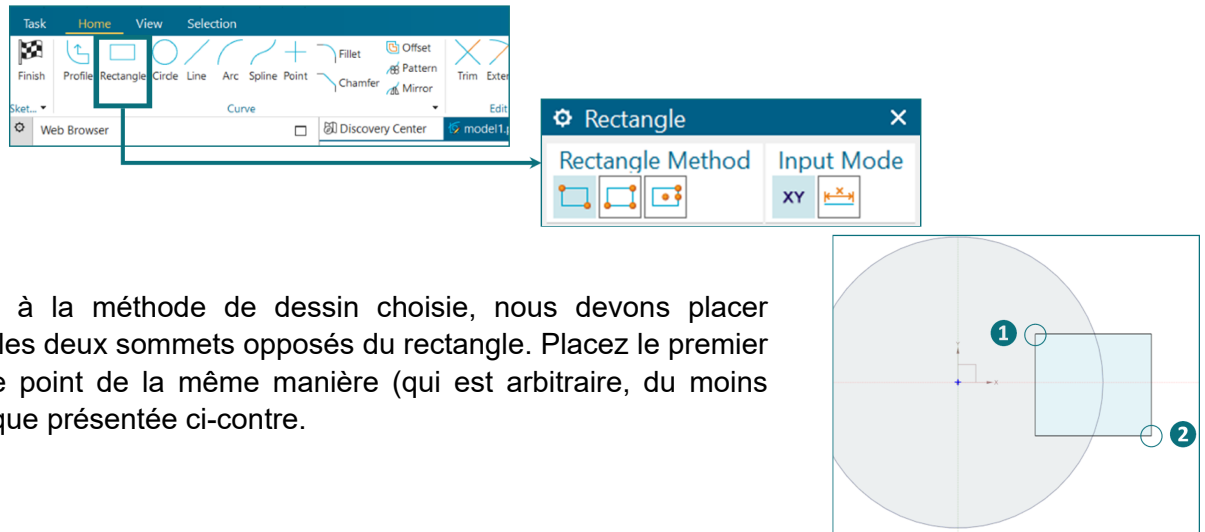
- 1) Créer une esquisse et y dessiner la forme de la rainure (un rectangle).
- 2) Extruder ce rectangle tout le long du cylindre en spécifiant que nous voulons retirer du volume sur le cylindre.



c – Comme déjà dit, il existe plusieurs moyens pour créer notre pièce. Un exemple est donné en Annexe 1.

Etant donné que nous faisons cette rainure tout le long de la pièce, nous pouvons la dessiner sur le plan *Top* comme pour le cercle du cylindre. Appliquez la même méthode qu'expliquée au point 5.

En passant en mode *Sketch*, les volumes deviennent grisés. Vous ne pouvez pas les sélectionner car ils ne font pas partie de l'esquisse. Ils sont affichés afin de vous repérer dans l'espace mais n'interviennent pas dans le dessin. Pour tracer un rectangle, rendez-vous dans l'onglet *Home* où se trouve le bouton *Rectangle*. Comme pour le cercle, il existe plusieurs méthodes de dessin, celle en deux points suffit pour notre cas (comme pour le cercle, les boutons sont assez explicites).



Conformément à la méthode de dessin choisie, nous devons placer manuellement les deux sommets opposés du rectangle. Placez le premier et le deuxième point de la même manière (qui est arbitraire, du moins pour l'instant) que présentée ci-contre.

Comme pour *Circle*, quittez le mode *Rectangle* via la touche échappe ou en fermant la fenêtre. Comme vu au point 5, la surface dessinée est bleutée (ainsi, nous avons en grisé ce qui n'est pas dans l'esquisse et en bleu les surfaces fermées qui y sont).

Étant donné la manière arbitraire avec laquelle nous avons dessiné le rectangle, la situation est différente qu'au point 5 avec le cercle : la barre de statut indique *Sketch is partially defined with 4 movable curve(s)*. Cela signifie qu'il y n'a pas assez d'information et que le rectangle tracé n'est déterminé que par des points dont les positions sont estimées par NX.

Les « 4 movables curves » sont en fait les quatre côtés du rectangle (d'ailleurs, NX vous les montre en bruns et non en noir comme précédemment pour le cercle). Essayez de les faire bouger avec la souris (maintenez le clic sur un des segments et faites bouger lentement votre souris), vous verrez que NX vous laissera faire. Etant donné que les dimensions n'ont pas été fixées, vous pouvez déformer les courbes comme vous le souhaitez.

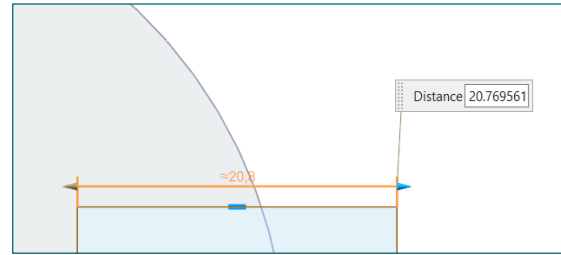
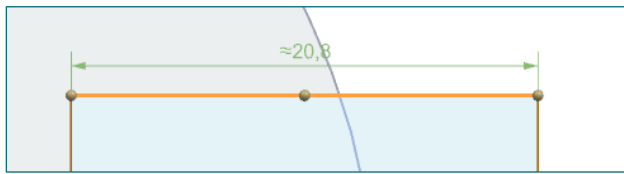
On ne laisse jamais une esquisse non définie ou définie en partie (*partially defined*) !!!! Cela signifierait qu'il y a des points ou des courbes dont la position est approximative ou arbitraire. Même si visuellement cela peut sembler correct, ce n'est peut-être pas la forme exacte que nous avons dans le modèle CAO, ce qui revient à dire que le modèle n'est pas conforme, et, en plus, cela peut induire des erreurs plus tard, comme à la réalisation du plan, lors d'une étape de construction ultérieure ou à la paramétrisation de la pièce).

Afin de fixer notre rectangle, nous devons le contraindre à prendre la bonne forme et la position voulue par l'intermédiaire de :

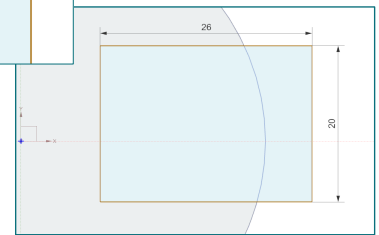
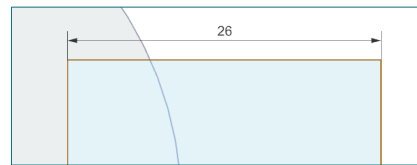
- Contraintes dimensionnelles : nous imposons des dimensions sur le dessin. Cela peut être la distance entre deux points, l'angle entre deux droites...
- Contraintes géométriques : nous imposons des relations géométriques entre des éléments. Par exemple, imposer que deux droites soient parallèles, qu'une droite soit tangente à un cercle...

Pour notre rectangle, les deux premières contraintes à placer sont sa largeur et sa longueur (pour le cercle nous avons directement choisi le diamètre).

Commençons par sa longueur selon l'axe x. Cliquez un des bords correspondant et une cote verte apparaît. Elle indique ce que NX a estimé quand vous avez créé le rectangle. Cliquez dessus pour la modifier et lui donner une valeur de 26 mm dans le champs *Distance* et validez en appuyant sur entrée.

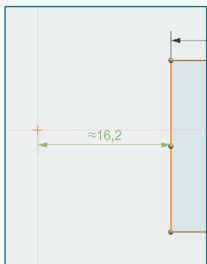


Vous voyez que la cote 26 apparaît alors en noir sur la longueur du rectangle (comme présenté ci-contre). Réalisons ensuite la même opération pour la largeur. Pour notre pièce, il faut une largeur de 20 mm.



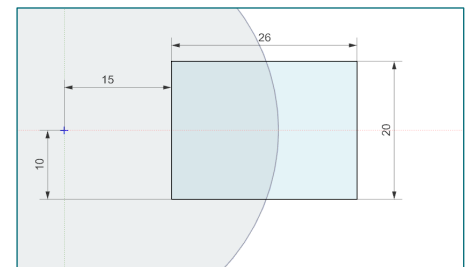
A ce stade, nous avons donc un rectangle dont la longueur et largeur sont fixées et cela se voit dans l'esquisse.

Cependant l'esquisse n'est toujours pas totalement définie : les traits sont toujours bruns et la ligne de statut indique toujours quatre courbes libres. Essayez de bouger le rectangle, vous remarquerez que c'est la position du rectangle qui n'est toujours pas fixée alors que nos dimensions fixent bien définitivement la forme.



Nous devons donc imposer la position du rectangle par rapport à l'origine. Pour notre butée, il faut que la rainure soit à 15 mm de l'axe du cylindre. Cliquez sur le côté gauche du rectangle, ensuite cliquez sur l'origine et une cote devrait apparaître. Modifions-la de la même manière que les précédentes.

Nous venons de fixer la position du rectangle selon l'axe X, faisons la même chose selon l'axe Y en imposant la distance entre l'origine et un des côtés de 26 mm. Fixons-la à 10 mm (soit la moitié de la largeur, le rectangle est symétrique par rapport à l'axe X).



Si les positions des cotes vous gênent, vous pouvez les déplacer en cliquant et faisant glisser la souris (équivalent d'un glisser-déposer; de la même manière que vous avez fait bouger les traits de dessin plus tôt dans l'exercice).

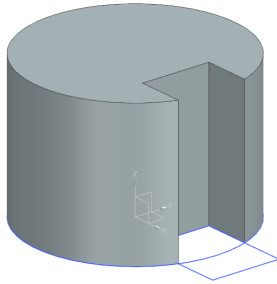
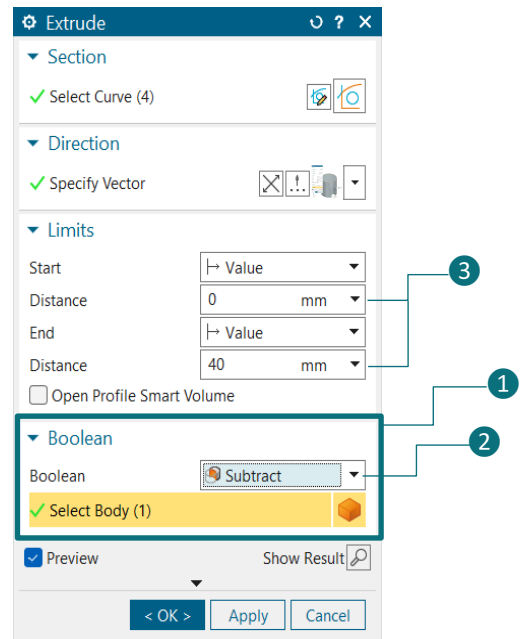
Remarquez maintenant que le rectangle a ses bordures en noir. Cela signifie que le rectangle est entièrement défini. D'ailleurs, la barre de statut indique bien « *Sketch is fully defined* » (pour rappel, NX affiche en brun les courbes non fixées et noir celles fixées, mais ce n'est pas toujours visible lorsque le dessin comporte beaucoup d'éléments, par exemple, donc référez vous toujours bien à la barre de statut). Veuillez noter que cette évaluation de votre esquisse n'est possible que si l'option *Show Movable*, disponible dans le menu *Home*, est active.

Nous pouvons maintenant quitter le sketch avec *Finish*. Ayant la forme de la rainure, il ne reste plus qu'à réaliser l'extrusion. Comme pour le cas du cylindre, appeler la fonction *Extrude* avec la bonne section et le bon axe (axe Z).

Pour indiquer à NX que vous souhaitez réaliser une soustraction de volumes, sélectionnez **Subtract** ❷ dans la liste déroulante de la section **Boolean** ❶ de la fenêtre **Extrude**. Il est possible que Siemens NX détecte automatiquement que vous voulez effectuer une soustraction de volume et vous le propose avant même que vous ne le choisissiez.

Comme la rainure doit être réalisée tout le long du cylindre, fixons **Start Distance** à 0 (puisque nous avons utilisé le même plan) et **End Distance** à 40 mm comme pour le cylindre ❸.

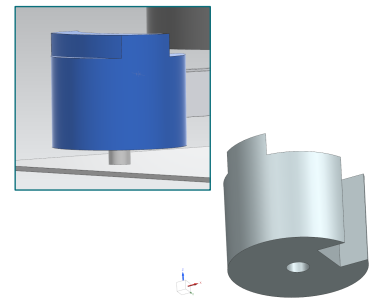
Validez l'opération avec **OK**.



Voici la pièce intermédiaire que vous devez obtenir.

9. Générer un perçage

La butée est "enfichée" sur un support pour qu'elle puisse tenir (la butée est fixée en l'enfonçant sur son support). Il faut donc qu'il y ait un trou (perçage) sur la face du dessous (comme montré ci-contre).



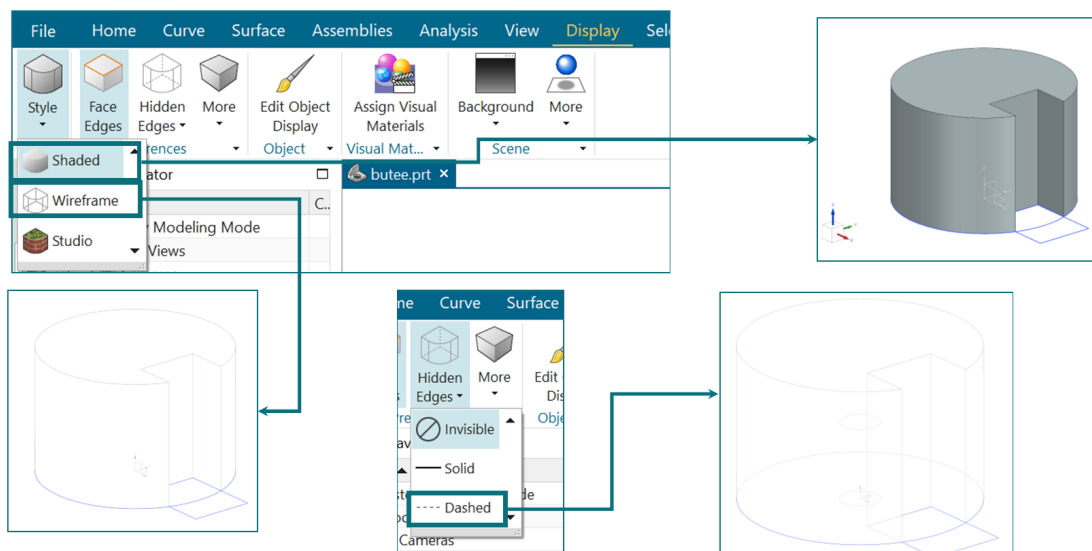
Nous avons déjà vu tous les outils pour que vous puissiez le faire par vous-même :

- 1) Dans une esquisse créée sur le plan *Top*, tracez un cercle à l'origine. Ce cercle doit avoir un rayon de 5 mm.
- 2) Réalisez une soustraction par extrusion sur une longueur de 20 mm depuis la base.

Si vous ne voyez pas bien la pièce, n'hésitez pas à utiliser les méthodes décrites au point 7.

10. Aperçu du modèle : style et vues

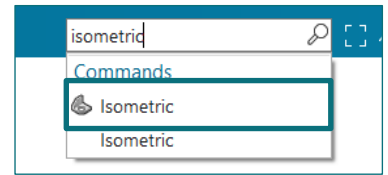
Il est possible de voir la pièce autrement via l'onglet **Display** : en cliquant sur **Style** vous pouvez choisir comment la pièce doit être dessinée. Les traits cachés peuvent être rendus visibles avec **Hidden Edges**.



Si, à force de déplacer la pièce, elle se trouve dans une position « pas évidente » ou, si vous n'arrivez pas à la mettre dans une bonne position, il est possible de la remettre selon la vue isométrique ou trimétrique (voir cours théorique).

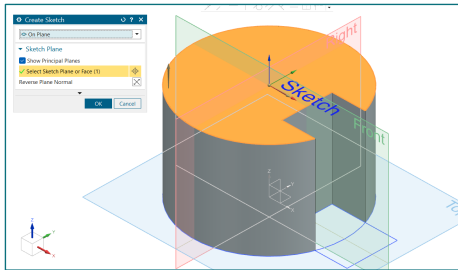
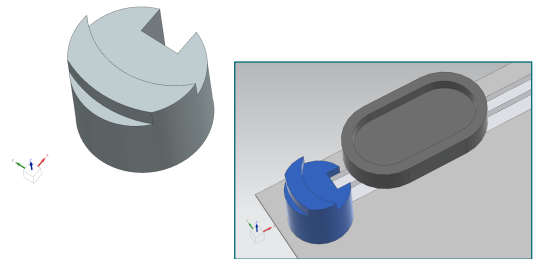
Il y a trois possibilités :

- Les raccourcis claviers : appuyez sur la touche *End* (ou *Fin*) pour la vue isométrique ou sur la touche *Home* (ou $\leftarrow$) pour la vue trimétrique.
- Via la recherche : tapez *isometric* ou *trimetric* dans la zone de recherche et cliquez sur la fonction correspondante dans la liste déroulante.
- Ou encore dans la liste *Model Views* du *Part Navigator*



11. Butée avec arcs de cercle

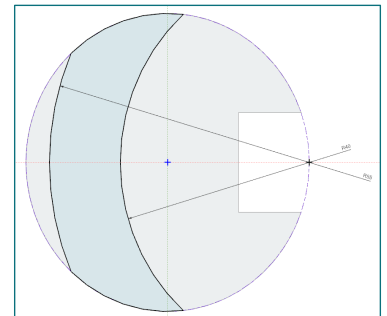
Il ne reste plus qu'à réaliser la partie supérieure de la butée qui sera en contact avec l'élément glissant. Cette nouvelle partie de la pièce repose sur la face supérieure de notre cylindre. Nous allons donc directement dessiner sur cette face.



Après avoir appuyé sur *Sketch*, sélectionnez la face supérieure du cylindre (elle devrait apparaître en rouge en survolant dessus avec la souris puis orange une fois cliquée). Remarquez que NX vous propose déjà l'origine de l'esquisse que vous voulez créer (cela dépend de là où vous cliquerez mais vous pouvez modifier le repère manuellement si nécessaire) et validez avec *OK*.

Avant de tracer les arcs de cercle, nous devons placer le centre de ces arcs. Actuellement, le seul point existant est l'origine du sketch (attention, il s'agit bien de l'origine utilisée pour l'esquisse et non l'origine de la pièce ! NX s'occupera pour vous des opérations de transformations d'un repère à l'autre; voir cours théorique).

Le centre des arcs de cercle doit se trouver à l'intersection entre le bord de la partie cylindrique et l'axe de la rainure (voir ci-contre).

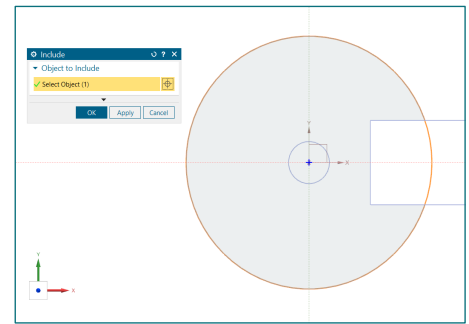
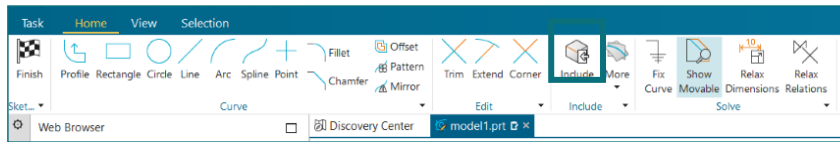


A propos de la paramétrisation

Nous pouvons calculer les coordonnées de ce point ou nous pouvons aussi le construire géométriquement nous-même. Nous préférons toujours la deuxième solution car, si on modifie la pièce (par exemple le diamètre de la partie cylindrique), cela permet à NX de recalculer le point lui-même par l'intermédiaire des relations géométriques. Dans le cas de la première solution, nous devrions nous-mêmes recalculer les coordonnées étant donné que NX ne connaît pas nos calculs ou les relations aux quelles nous avons pensés. Ce concept s'appelle la paramétrisation, nous y reviendrons souvent dans les prochains travaux pratiques et dans le cours théorique.

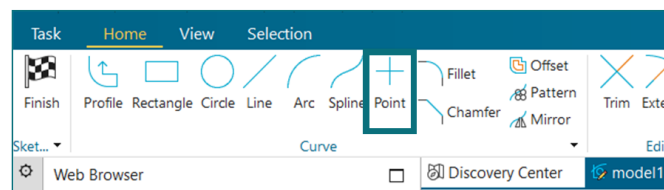
Notez qu'en sélectionnant la face supérieure de la partie cylindrique pour créer notre sketch, nous avons imposé à NX de lier avec cette face notre futur volume à base d'arcs. Ainsi, si nous changeons la hauteur du cylindre, NX bougera également les arcs pour qu'ils restent sur cette surface. C'est aussi de la paramétrisation.

Comme déjà expliqué, il n'est pas possible d'utiliser les éléments grisés dans notre dessin puisqu'ils ne sont pas pris en compte dans l'esquisse. Il n'est donc actuellement pas possible d'utiliser le cylindre. Pour y remédier, cliquez sur *Include* dans le menu *Home*. Sélectionnez le cercle, en vérifiant, comme plus tôt dans l'exercice, que c'est bien la circonférence qui est sélectionnée, puis validez sur *OK*.

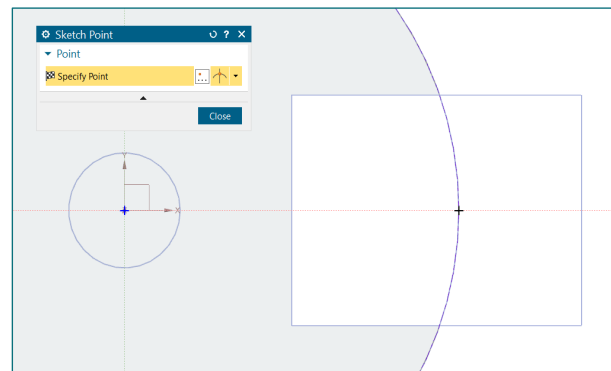
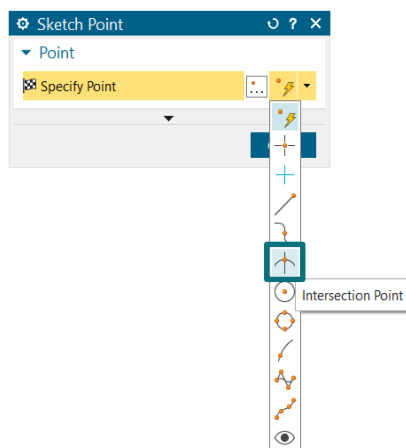


Vous voyez qu'un cercle en trait mixte bleu apparait. En dessin technique, un trait mixte signifie qu'il s'agit d'un trait de construction. Il sert donc de support au dessin mais n'existe pas en dehors de celui-ci (il ne sera donc pas extrudé, ni visible sur le modèle).

Pour créer le point du centre de l'arc, cliquez sur *Point* dans l'onglet *Home*.



Nous pouvons demander à NX de calculer l'intersection entre le cercle en traits mixtes et l'axe. Pour ce faire, sélectionnez *Intersection Point* dans la liste de la fenêtre *Sketch Point*.



Il nous reste à sélectionner le cercle puis l'axe, mais attention il existe deux points d'intersection entre le cercle et l'axe ! Pour que NX prenne bien celui qui nous intéresse (celui au-dessus de la rainure) il faut sélectionner les deux courbes à proximité de l'intersection voulue (le point d'intersection calculé est le plus proche des zones où vous avez cliqué; les axes locaux - X en rouge, Y en vert - sont cliquables).

Après le second clic, le point est généré comme présenté ci-dessus. Fermez la fenêtre avec *Close* ou la touche échappe.

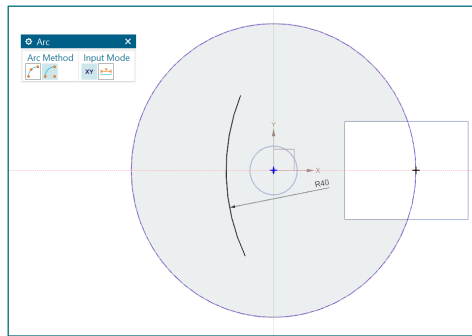
Pour tracer les arcs de cercle, cliquez sur *Arc* dans le menu *Home*. Comme pour *Circle* et *Rectangle*, NX vous propose plusieurs méthodes pour tracer des arcs. Pour la première, il faut sélectionner 3 points de l'arc et, pour la deuxième, il faut sélectionner le centre puis 2 points aux extrémités de l'arc.



Au vu de l'arc que l'on souhaite tracer, la deuxième méthode est plus simple : on connaît le centre et on sait que les deux extrémités sont sur le bord du cylindre.

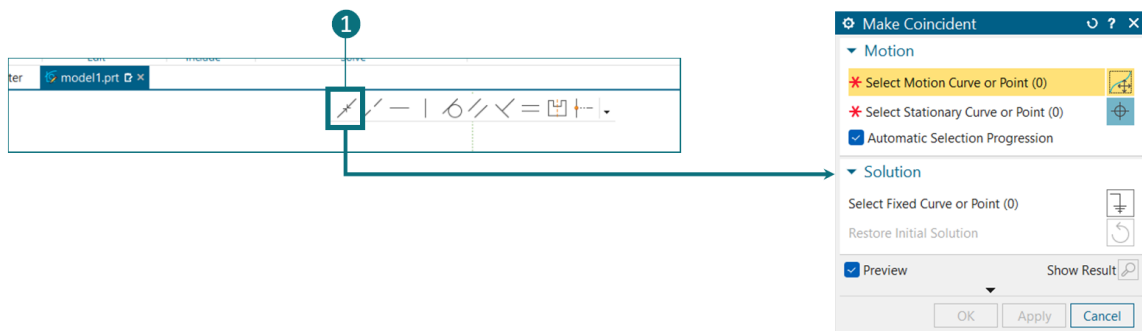
Pour créer le premier arc, faites comme suit :

- 1) Sélectionnez le centre. En déplaçant la souris, vous voyez qu'il trace déjà le rayon en trait orange.
- 2) Fixez le rayon. Pour la butée, le premier arc a un rayon de 40 mm.
- 3) Placez ensuite les deux extrémités de manière arbitraire dans la surface du disque mais proche des bords (comme montré en page suivante) puis quittez le mode *Arc* en fermant la fenêtre ou en appuyant sur échappe.



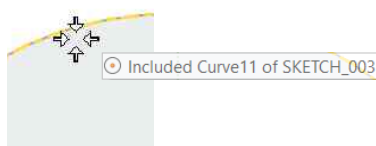
La barre de statut vous indique que le sketch est *partially defined* (l'arc est brun) puisqu'on en a pas fixé les extrémités. Pour placer ces extrémités sur le cercle que nous avons précédemment inclus, nous pouvons imposer une contrainte géométrique en faisant coïncider les deux points aux extrémités avec ce cercle.

Dans la barre à esquisse au dessus de la zone graphique, cliquez sur *Make Coincident* ①.

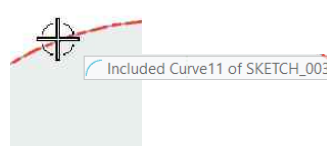


La fenêtre s'affichant vous demande de sélectionner les deux éléments à faire coïncider. Cliquez sur le point à l'extrémité supérieure dans un premier temps (pour faire apparaître les extrémités et pouvoir les sélectionner, placez la souris quelques secondes sur l'arc).

Avant de cliquer sur le cercle, faites bien attention ! NX peut suggérer le centre du cercle (il s'agit d'une aide à la sélection). Regardez bien la forme de la souris, la couleur du trait et ce que la bulle affiche avant la sélection pour savoir si vous visiez sur le bon élément !

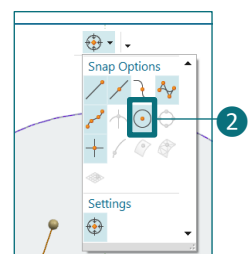


Si vous voyez ceci, NX prendra le centre du cercle.



Si vous voyez ceci, NX prendra le cercle (courbe). C'est ce que l'on souhaite ici !

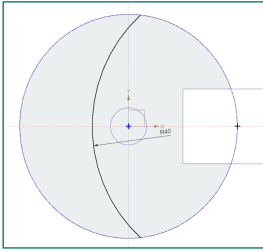
Si vous ne parvenez pas à avoir la configuration de droite (nécessaire pour bien sélectionner le cercle), vous pouvez désactiver l'aide qui permet de prendre le centre : dans la barre d'esquisse cliquer sur *Arc Center* ② pour le désactiver. Pour la réactiver, il faudra faire la même opération.



Une fois le cercle correctement sélectionné, NX vous montrera en traits verts ce qu'il compte faire (attention, il existe bien deux intersections possibles entre le cercle et l'arc). Validez l'opération en appuyant sur *Apply* (si vous cliquez sur *OK*, il validera aussi l'opération mais fermera en même temps la fenêtre).

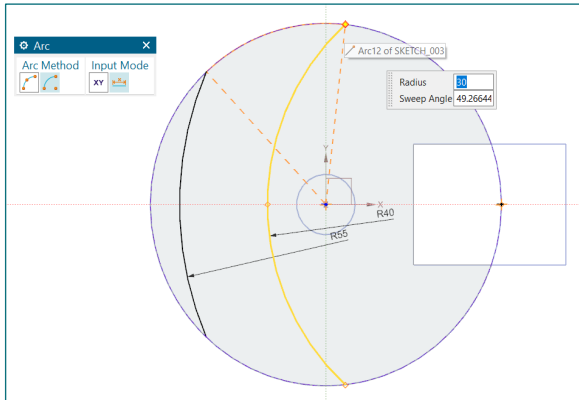
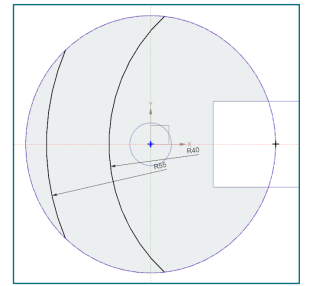
Faites de même pour la deuxième extrémité de l'arc :

- 1) Sélectionnez le point à l'extrémité en bas de l'arc.
- 2) Sélectionnez le cercle (en faisant attention encore une fois de ne pas prendre le centre).
- 3) Cliquez sur *OK* pour tout terminer.
- 4) Si tout s'est bien passé, nous devrions avoir la même chose que présenté en page suivante.



L'arc devrait être noir car il est totalement déterminé (image de gauche).

Maintenant, tracez le deuxième arc en utilisant la même méthode que pour le premier avec cette fois un rayon de 55 mm (image de droite).

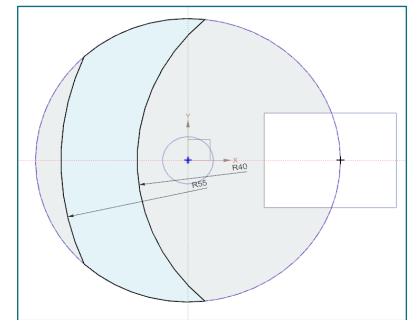


Nous devons maintenant terminer le contour pour pouvoir extruder la section. Ajoutons des arcs de cercle reliant les extrémités des arcs de cercle que nous venons de tracer.

Tracez deux arcs pour finir le contour en prenant à chaque fois le centre du cylindre puis les extrémités des arcs. Ci-contre pour le premier arc.

Une fois le contour fermé, NX vous montre la surface créée en bleuté (comme ci-contre).

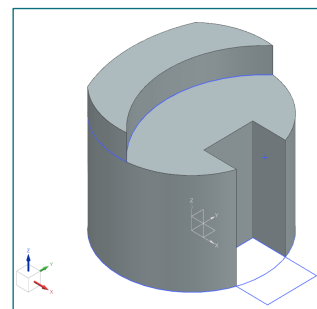
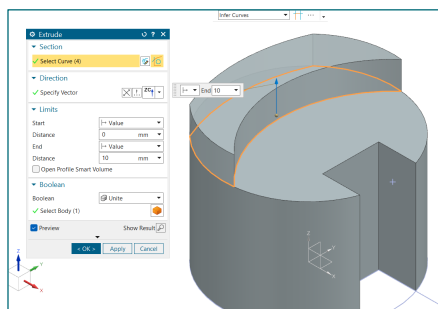
En vérifiant la barre de statut, nous verrons qu'il indique que « *Sketch is fully defined* ». C'est normal puisque les arcs que nous venons de tracer sont entièrement déterminés par les deux autres arcs. Nous pouvons donc quitter le sketch et réaliser l'extrusion.



Pour extruder notre « croissant », utilisez la même méthode que pour le cylindre (bouton *Extrude*) mais attention, dans le champs *Boolean* ne choisissez pas *Subtract*. Sélectionnez *Unite*, son opération inverse qui, ajoute de la matière et la lie au reste de la pièce.

Selon les plans de notre butée, nous devons extruder sur 1 cm. *Unite* indique à NX que la partie extrudée doit faire partie du volume. Sans cette option NX va générer deux volumes séparés et cela va poser des problèmes de construction !

Notre pièce est enfin terminée ! Voici ci-dessous le modèle CAO de la butée que vous avez réalisé.



12. Aperçu du modèle : cacher des traits

Nous allons masquer les traits de *Sketch* (traits bleus sur le modèle comme visibles sur l'image ci-dessous).

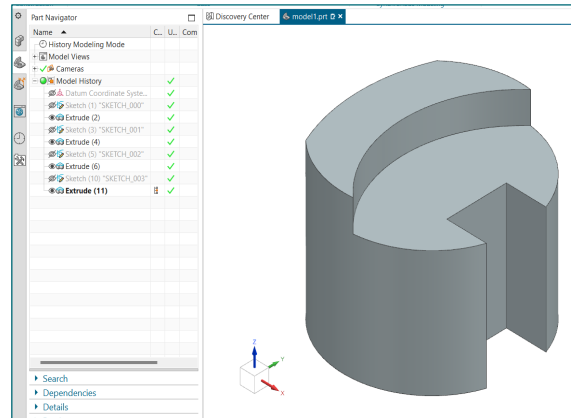
Dans le *Part Navigator*, l'œil à gauche d'un élément signifie qu'il est affiché dans la zone graphique. En cliquant dessus, l'œil devient un œil barré signifiant qu'il est masqué (pour le rendre à nouveau visible cliquez dessus une nouvelle fois).

Afin de mieux visualiser votre modèle, il est recommandé de masquer les *Sketch* et le référentiel (*Datum Coordinate System*). Cette opération est effectuée une fois le modèle CAO terminé (et fonctionnel) et devient nécessaire si ce modèle doit être transmis à quelqu'un.

En effet, les esquisses et le repère ne servant qu'à la construction du modèle, très souvent le destinataire n'en a pas besoin et cela encombre le modèle inutilement. **Nous vous demandons alors de bien faire cette étape avant de nous transmettre vos travaux durant l'année !**

Une autre solution est d'utiliser *Show and Hide* du menu *View* (ou en l'appelant via le raccourci clavier *Ctrl + W*) : il est capable de cacher tous les sketch en une seule fois.

Note : si une esquisse ne peut pas être cachée (si "l'oeil refuse d'être barré"), cela signifie que NX ne trouve pas de courbes à effacer, en d'autres termes que l'esquisse est vide et donc inutile dans la construction de la pièce. **Supprimez les éléments inutiles** afin d'avoir un modèle simple à comprendre et à modifier si nécessaire.



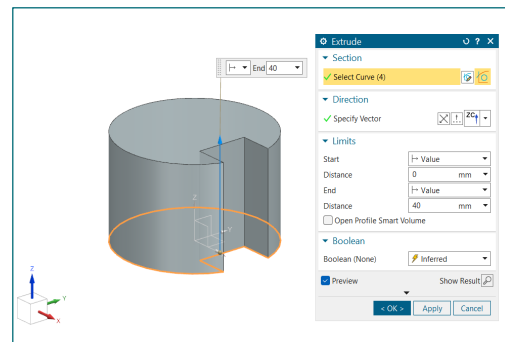
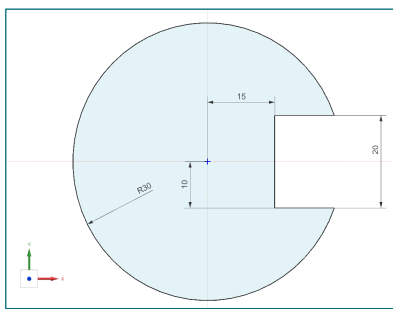
A. Annexe 1 : exemple d'autre méthode

En règle générale, on essaie de créer un modèle CAO le plus simple possible car cela permet, entre autres choses, de :

- Rendre le modèle CAO facile à comprendre pour ses utilisateurs.
- Simplifier la paramétrisation du modèle, rendant le modèle CAO facilement modifiable.
- Réduire les risques d'erreurs lorsque l'on souhaite modifier le modèle.
- Réduire les opérations de calcul pour le logiciel (donc évite de ralentir l'ordinateur).

Rendre un modèle CAO simple revient en quelque sorte à faire que la liste dans le *Part Navigator* soit courte. On essaiera, dans la mesure du possible, de mettre le moins d'éléments dans cette liste.

Dans le cas de notre butée, il est possible de réaliser la partie cylindrique et la rainure en une seule esquisse donc une seule extrusion (le *Part Navigator* aurait alors 7 éléments au lieu de 9). En effet, étant donné que la rainure est sur tout le long de la partie cylindrique, on pourrait directement extruder le cylindre avec sa rainure. Le premier *Sketch* créé serait l'image ci-dessous. Ainsi, l'extrusion génère la partie cylindrique avec la rainure directement.



Par contre, le perçage n'étant pas sur toute la longueur, nous ne pouvons pas l'extruder avec, il nécessite donc sa propre opération. C'est également le cas pour le croissant puisqu'il est construit sur la partie cylindrique, il ne peut donc pas être réalisé en même temps.