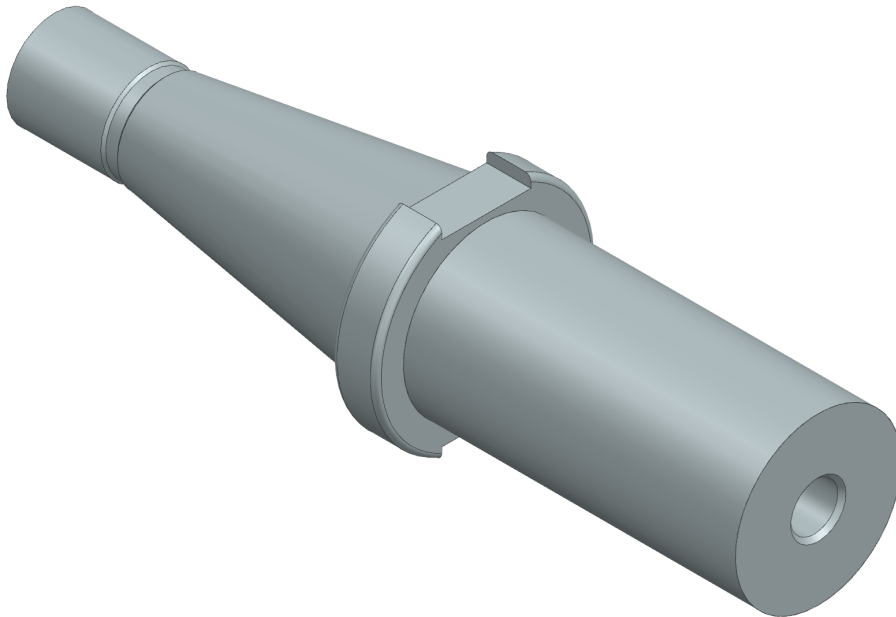


MATH0001 : Communication Graphique

Université de Liège - Faculté des sciences appliquées

Professeur : Éric Béchet
Assistants : Alex Bolyn
 Florian Rihoux

Séance 1 : Introduction au logiciel Siemens NX Réalisation d'un porte-fraise



Prérequis

- Logiciel installé et opérationnel.
- Exercice sur la butée réalisé.

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.

- Génération de volume par révolution.
- Création de plan et de points dans un modèle.
- Réalisation d'arrondis en esquisse.
- Génération de trou taraudé.
- Symétrie de volume.

1. Introduction

Ce tutoriel vient en complément de celui de la butée afin de parcourir d'autres fonctionnalités utiles de Siemens NX sans pour autant réaliser des pièces très complexes.

Pour cet exercice, nous allons réaliser un porte-fraise. Cet objet sert à maintenir une fraise et fait partie d'une machine appelée fraiseuse. Bien que le nom semble sortir de l'agronomie, une fraiseuse est une machine d'usinage servant à fabriquer des pièces par enlèvement de matière.

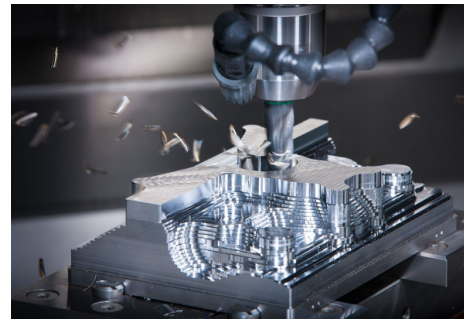
Le principe de fonctionnement est simple : la fraise (l'outil qui retire du métal) tourne sur son axe et la fraiseuse déplace la fraise pour réaliser la géométrie voulue. Ainsi, on peut réaliser différents types de géométries comme des rainures ou des surfaces spécifiques.



Une fraiseuse



Exemples de fraises



Fraisage : opération de fabrication (usinage) avec une fraise

Pour une meilleure visualisation, voici un exemple vidéo de fraisage : [Réalisation d'un moule pour quadricoptère \(YT\)](#)

Vous avez déjà certainement vu une fraise. En effet, l'outil utilisé par les dentistes pour « tailler » la dent est une fraise (exemple ci-contre).



Pour réaliser ce porte-fraise, nous allons nous baser sur le plan (présenté en annexe) car les porte-fraises sont « normalisés » et il n'est donc vraiment pas recommandé d'inventer le nôtre. Un élément « normalisé » signifie que sa forme et ses dimensions sont régies par les normes. Les normes permettent, en autres choses, de mieux collaborer entre entreprises. Comme dans notre cas, il n'existe que peu de variantes pour le porte-fraise ISO 30-60, suivre les normes permet d'assurer que le porte-fraise soit compatible avec toutes les fraiseuses suivant cette norme. Pour information, les vis, boulons, écrous, etc. sont normalisés également et, comme vu au cours théorique, la mise en plan est également normalisée pour que tout le monde lise bien la même chose.

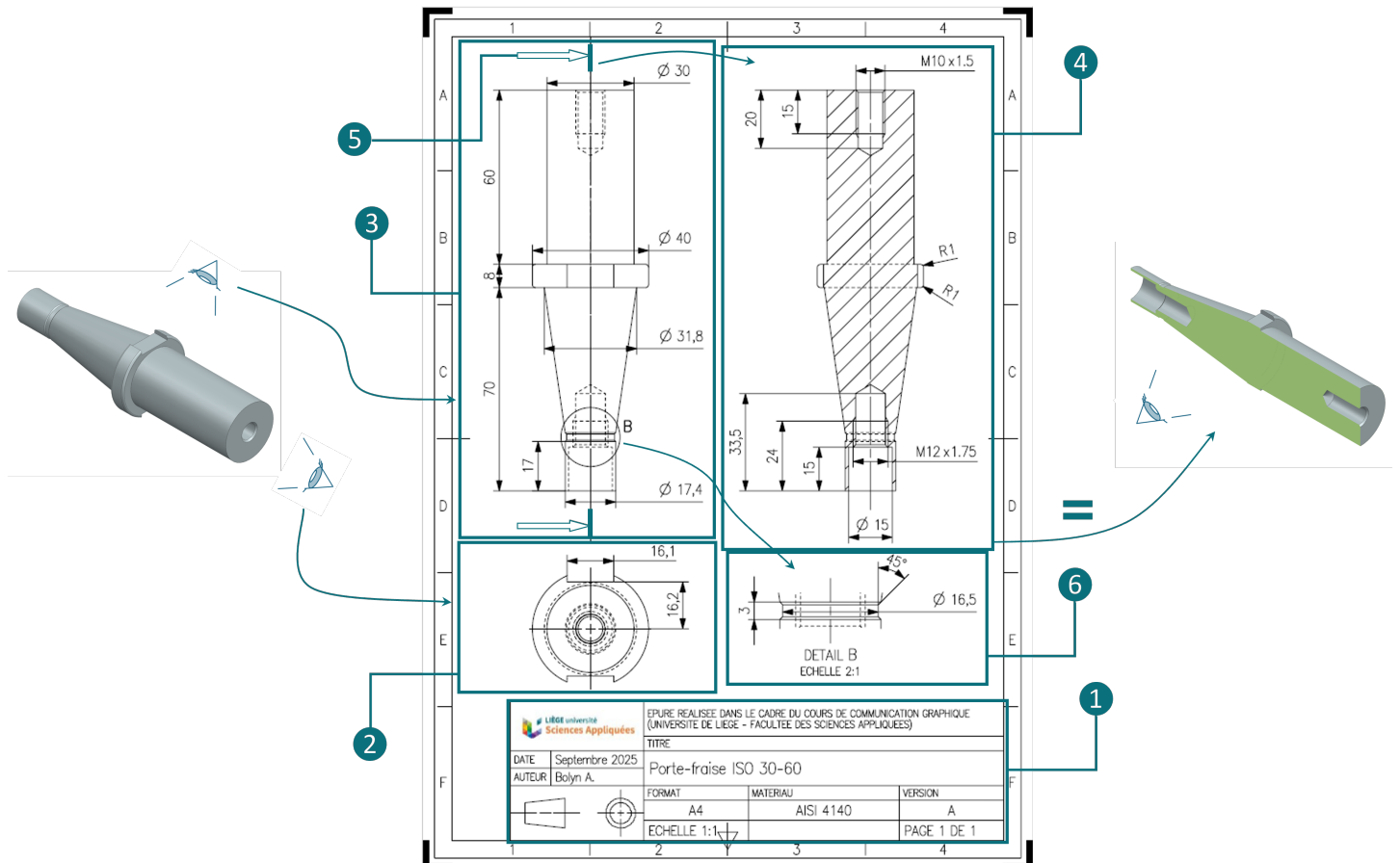
2. Lecture d'un plan

Les concepts de lecture de plan ont déjà été présentés au cours théorique. Voici, en guise de rappel, comment vous devriez comprendre le plan.

Le premier élément à lire est le cartouche ❶ qui contient toutes les informations de la pièce. Le plus important pour effectuer une bonne lecture du plan sont l'échelle et la norme utilisée. Il contient cependant d'autres informations importantes sur la pièce elle-même tel que son nom (c'est le titre du plan) et son matériau. Notez que l'on y ajoute aussi des informations comme l'auteur, la date et la version (ou révision) du plan, qui sont utiles pour assurer un suivi dans des projets de conception.

Le plan qui vous est donné présente les vues de dessus ❷ et de face ❸ dans la zone 1-2 mais la vue de gauche a été remplacée par une vue de coupe ❹ (zone A-D 3-4). La vue de coupe est une méthode qui permet de montrer les géométries cachées qui seraient difficilement visibles ou interprétables dans les vues classiques. C'est effectivement intéressant ici pour montrer les diamètres intérieurs du porte-fraise. Une coupe est effectuée selon un plan qui est tracé dans notre cas dans la vue de face : l'axe ❺ définit ainsi la position de la coupe. Étant donné que cette coupe est directement projetée à côté, nous ne sommes pas obligés de la nommer. En effet, s'il y avait eu plusieurs coupes ou si nous n'avions pas su la mettre à droite de la vue de face, nous aurions été obligés de la nommer (« coupe A-A » par exemple).

Comme la gorge de 3mm est petite sur le dessin avec l'échelle choisie, il a été décidé de faire un agrandissement sur cette géométrie. Il s'agit du « Détail B » ❻ présenté en zone E 3-4 dont la position est précisée dans la vue de face. En dessin technique, les vues de détails ne sont pas obligatoires mais peuvent s'avérer utiles, comme vous le voyez avec le porte-fraise, pour indiquer plus lisiblement des détails (il en va de même pour d'autres vues : par exemple une vue de dessous ou de gauche, par exemple, n'apporteraient pas plus d'information au plan).



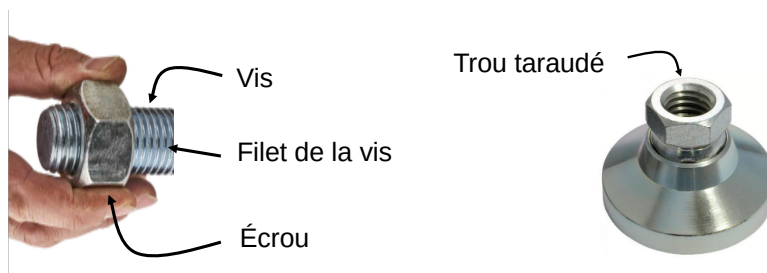
L'ensemble des traits et des cotes restent interprétables en se basant sur ce que vous avez vu au cours théorique (déterminer les traits visibles ou cachés, et comprendre les cotes indiquant des longueurs, diamètres ou rayons, etc.).

Conseil : Quand vous construisez une pièce (votre modèle CAO) depuis un plan, essayez d'utiliser le plus possible les cotes du plan et non de calculer de nouvelles cotes. Cela évite des erreurs qui ne sont pas liées au plan, cela complique le modèle car les liens avec le plan sont « rompus » et, comme détaillé au cours théorique, cela est complètement faux si le plan a des tolérances.

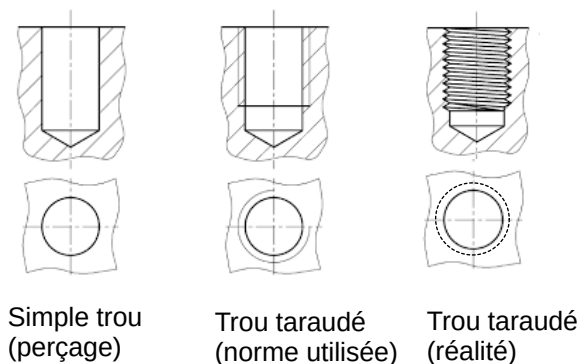
Trous taraudés

Un trou taraudé est un trou ayant un filet à l'intérieur appelé taraud. On l'appelle ainsi car c'est un taraud qui crée ce filet (et cette opération s'appelle le taraudage). Les filets sont les « rainures hélicoïdales » dans la matière pour permettre d'assembler deux pièces.

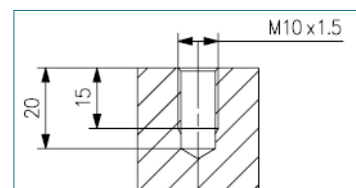
En termes plus communs et simples, un trou taraudé est un trou où on peut visser dedans : le filet c'est bien cette rainure caractéristique qui permet à une vis d'être vissée dans un écrou et cet écrou, au final, n'est autre qu'un simple trou taraudé traversant.



Dans un plan, vous comprenez que représenter tout le filet serait beaucoup trop compliqué (surtout si dessiné à la main) et rendrait le dessin illisible. La norme de dessin européenne propose une alternative. On trace deux cylindres : un représentant le diamètre de base du trou (avant taraudage donc) et l'autre en traits plus fins représentant le diamètre maximum dû au filet. En vue de dessus le deuxième cylindre n'est pas tracé complètement afin de ne pas le confondre avec un autre trait.

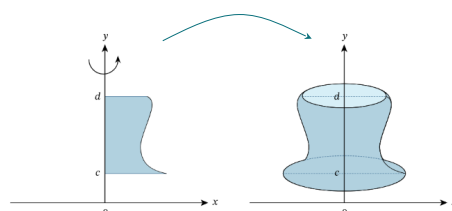


Lors de la cotation d'un trou taraudé, il est possible d'indiquer beaucoup de détails sur le filet, mais il faut au minimum les longueurs et le type de filet. Pour le filet ci-dessous (issu du plan du porte-fraise), c'est un filet métrique de diamètre de 10mm (M10) de pas de 1.5mm (x1.5)^a. Il faut donc consulter la norme des filets métriques pour avoir le reste des mesures. Le trou (perçage) fait 20mm mais le filet (la profondeur sur laquelle on peut visser) fait 15mm.



3. Génération d'un volume par révolution : esquisse

Générer un volume par révolution revient à faire tourner une section autour d'un axe pour créer un volume. Un volume de révolution^b est donc un volume dont toutes les sections sont circulaires et dont le centre est l'axe de révolution (rotation).

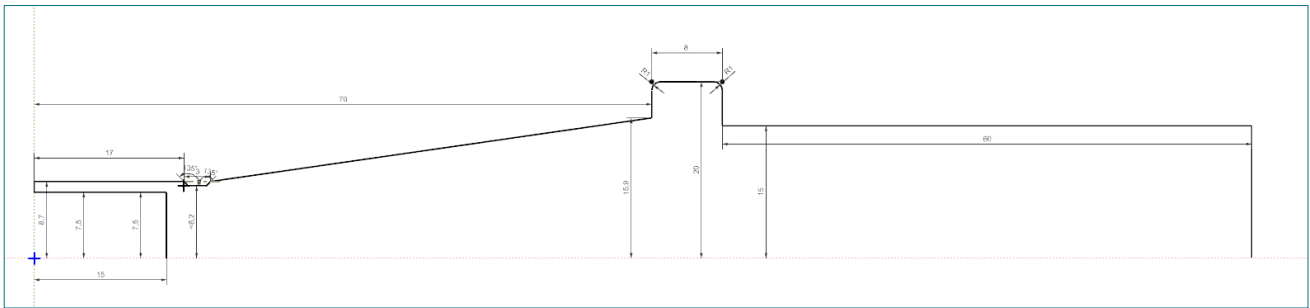


a – Pour plus de détail, voir le cours de conception mécanique (MECA0444-1 Conception mécanique).

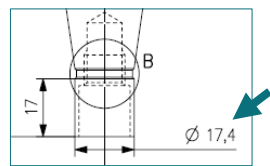
b – Vous avez certainement calculé des volumes de révolution via des intégrales dans vos cours de mathématique.

Nous allons suivre ce même principe pour notre porte-fraise.

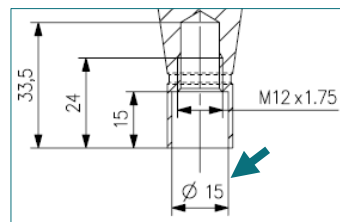
Créez une esquisse dans le plan de dessus, nous allons y dessiner le corps du porte-fraise. Pour cet exercice, c'est l'axe X qui a été choisi comme axe de révolution et cela correspond à l'axe X en rouge dans l'esquisse.



D'après le plan, l'arrière du porte-fraise (là où il sera fixé à la fraiseuse), nous devrions avoir un diamètre extérieur de 17,4mm et intérieur de 15mm.



Zone D 1-2

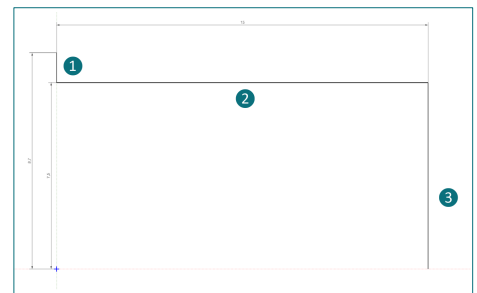


Zone D 3-4

En premier lieu, nous pouvons dessiner la droite entre les deux diamètres sur l'axe Y. Attention, comme nous réalisons une révolution autour de l'axe X, nous devons utiliser le rayon et non le diamètre qui est indiqué ! Placez un segment de droite sur l'axe Y et déterminez les distances des deux extrémités par rapport à l'axe X (rayons) ❶.

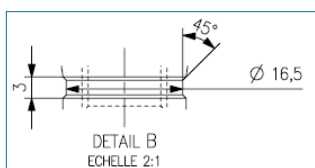
Afin de continuer le dessin du trou de diamètre 15mm sur une longueur de 15mm comme indiqué dans le plan; tracez, au départ du point inférieur, un segment de droite horizontal de 15mm ❷. Pour tracer une droite horizontale, vérifiez que NX affiche une flèche horizontale orange avant de cliquer (cela signifie que NX a compris que vous vouliez une droite horizontale et imposera une contrainte; plus de détails sur les contraintes dimensionnelles et géométriques seront donnés à la prochaine séance).

Terminez le trou en fermant le contour sur l'axe X : tracez d'abord un segment de droite vertical (même logique que pour tracer une droite horizontale : vérifiez que vous avez bien une flèche orange verticale) puis faites coïncider le point avec l'axe ❸.



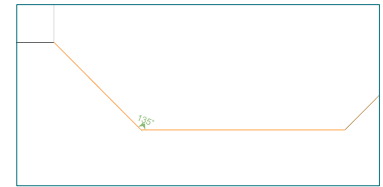
Vérifiez toujours que votre sketch est *fully defined* en dessous de la zone graphique. Vous devriez avoir une esquisse similaire à celle ci-contre.

Nous nous occuperons du trou taraudé plus tard, car Siemens NX a une fonction qui permet d'en générer rapidement et facilement sans que nous ayons à le dessiner (et surtout sans que nous ayons à consulter les normes pour avoir les dimensions).



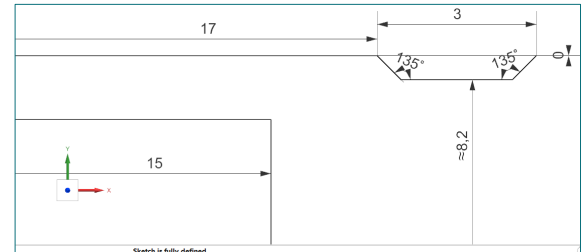
Continuons alors l'esquisse en dessinant la surface extérieure de notre porte-fraise. En repartant du point supérieur gauche (point du premier trait dessiné), tracez une droite horizontale de 17 mm conformément à ce qui est indiqué dans le plan. Ensuite, il faut dessiner la gorge longue de 3 mm. Pour cela, nous allons utiliser la vue de détail présente dans le plan.

Tracez d'abord 3 droites formant rapidement (et arbitrairement) la forme de la gorge comme présenté en page suivante (image de gauche). Imposez ensuite les angles de 45° (ou 135° selon l'orientation) puis le petit rayon (le diamètre devant être de 16.5 mm, le rayon est de 8.25 mm). Pour placer la contrainte d'angle, sélectionnez les deux segments de droite concernés. L'angle devrait apparaître de la même manière qu'une cote de longueur (voir image en page suivante à droite).

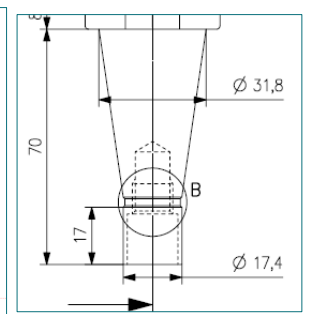
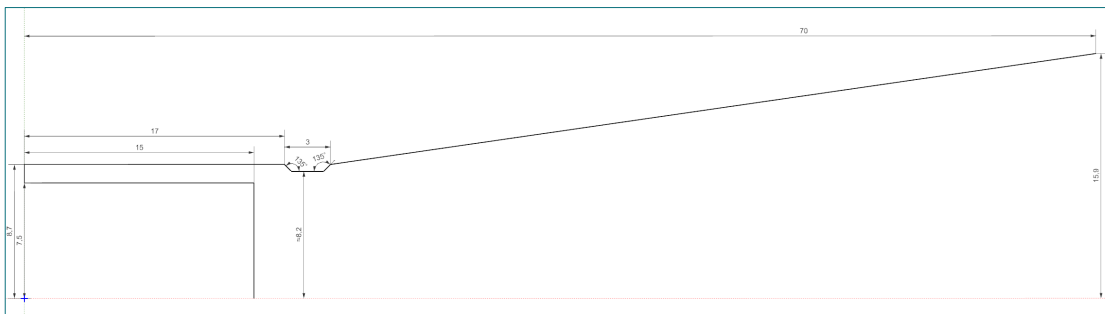


Terminez enfin la gorge en imposant la longueur de celle-ci (les 3 mm de part en part) et assurez-vous que les deux extrémités de la gorge sont à la même distance de l'axe X. Pour cela, une solution consiste à ajouter une contrainte dimensionnelle de 0 mm selon l'axe Y entre les deux extrémités de la gorge (notez que vous auriez également pu déterminer la distance de l'extrémité droite par rapport à l'axe X ou que vous auriez pu créer une contrainte de coïncidence géométrique).

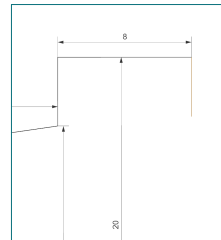
Vous devriez obtenir un résultat similaire à l'image ci-contre.



Pour la partie conique, étant donné que le premier point vient d'être fixé avec la gorge, il ne reste plus qu'à placer le second point avec le diamètre et la longueur indiqués dans le plan. Tracez une droite avec un angle quelconque (mais pas 45° comme NX peut vous le suggérer en orange). Fixez ensuite le rayon de l'extrémité par rapport à l'axe X et ensuite la longueur totale.

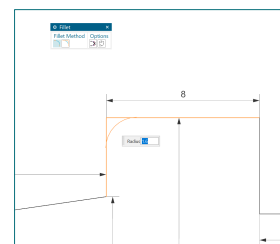
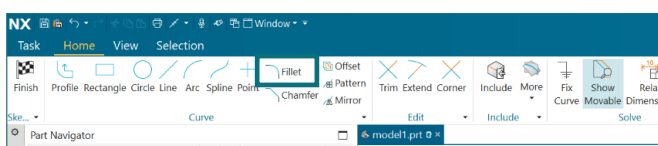


Pour la partie suivante, appelée en terme technique « épaulement », il faut tracer 3 segments de droite dont deux verticaux et un horizontal. Ne faites pas attention aux arrondis de rayon de 1 mm (cotés R1 sur le plan), ceux-ci seront réalisés par après. Imposez déjà la longueur et le rayon de l'épaulement (voir ci-contre).

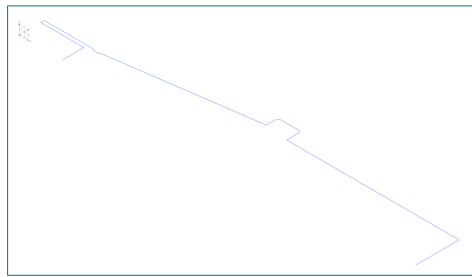


Terminez ensuite la forme du porte-fraise en traçant la section rectangulaire (qui deviendra la partie cylindrique du porte-fraise par révolution). Pour ce faire, partez du dernier point placé pour tracer une droite horizontale de 60 mm et une verticale aboutissant sur l'axe X de 15 mm.

Votre esquisse est enfin *fully constrained* mais il reste les deux arrondis de l'épaulement à faire. Pour faire un arrondi, cliquez sur *Fillet* dans le menu *Home* (à ne pas confondre donc avec un filet comme décrit en début d'exercice). Pour chaque arrondi, sélectionnez les deux arrêtes à joindre par tangence puis validez le rayon apparaissant en orange en cliquant.

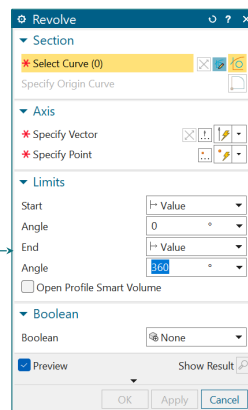
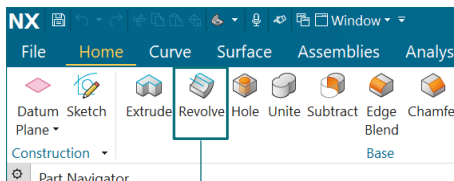


Les courbes sont devenues brunes et la barre de statut indique effectivement que ces courbes restent indéterminées. Nous ne sommes plus *fully constrained* car il manque les rayons des arcs tracés (la fonction *Fillet* ne fait que tracer l'arc tangent aux droites sélectionnées). Imposez un rayon de 1mm comme indiqué sur le plan. L'esquisse est maintenant terminée.



4. Génération d'un volume par révolution : volume

Comme présenté ci-dessus, nous n'avons actuellement que le contour de notre porte-fraise. Pour générer le volume, il faut appeler la fonction *Revolve* de l'onglet *Home*.



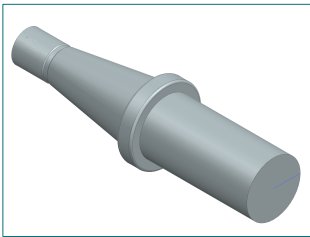
Sélectionnez la courbe génératrice

Sélectionnez le vecteur définissant l'axe de révolution

Sélectionnez le point d'application du vecteur (l'ensemble point et vecteur définit l'axe)

Définissez l'angle de départ de la révolution

Définissez l'angle de fin de la révolution

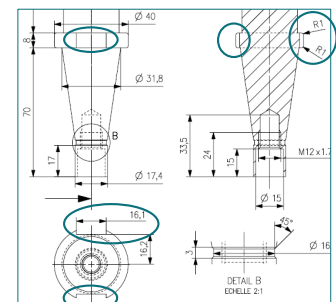


Pour générer la partie principale du porte-fraise, sélectionnez le contour de la section que l'on vient de créer. Comme nous avons créé ce contour en prenant en compte une rotation autour de l'axe X, nous devons sélectionner cet axe puis prendre l'origine comme point d'application. Ensuite, concernant les angles, nous devons faire une révolution complète, ainsi nous commencerons bien à 0° pour finir à 360°. Vous obtenez le résultat ci-contre.

5. Créer un plan

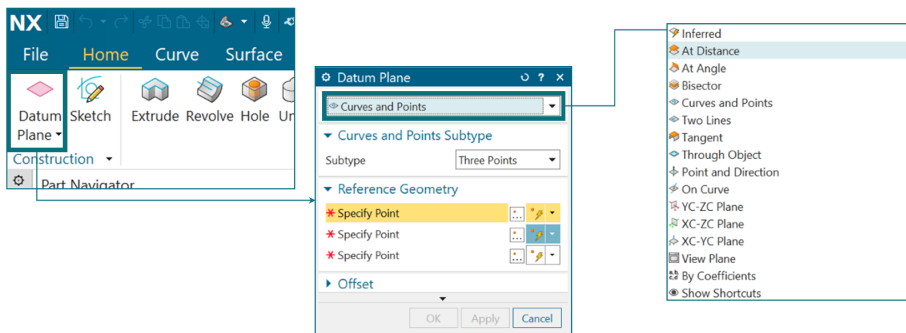
Nous venons de créer la partie principale du corps de notre porte-fraise et tout cela en une seule opération. Certaines parties auraient pu être réalisées via *Extrude* (vu dans l'exercice précédent) mais cela aurait demandé plus d'opérations et plus de temps. C'est surtout la partie conique qui aurait été bien plus complexe à réaliser sans *Revolve*.

Il nous reste à réaliser la petite rainure sur l'épaule du porte-fraise. Nous ne pouvons pas la réaliser avec *Revolve* puisqu'elle n'est pas sur tout le pourtour de la pièce. De plus, en regardant bien le plan, on remarque que le plat de cette rainure est parallèle au plan de dessus. C'est donc très difficile de le réaliser par révolution (voire impossible).

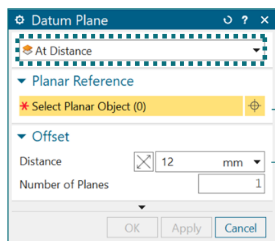


Nous devons donc réaliser un *Extrude subtract* comme présenté dans l'exercice de la butée. Il faut tracer, conformément au plan, un rectangle de 16,1 mm sur 8 mm à 16,2 mm du plan de symétrie puis appeler la fonction *Extrude*. Cependant, le module d'esquisse a besoin d'un plan pour y dessiner le rectangle de 16,1 x 8 mm et celui-ci doit être à 16,2 mm du plan XY.

Pour créer un plan (si les plans *Top*, *Front*, etc. et les surfaces du volume ne conviennent pas), il faut appeler la fonction *Datum Plane*. Utilisez la méthode *At Distance*. Elle permet de créer un plan parallèle à un autre plan de référence à une distance déterminée.



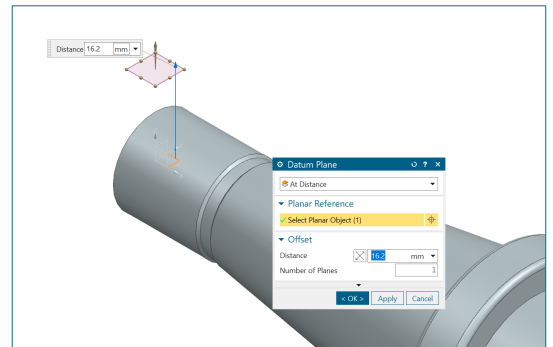
Sélectionnez la méthode de création de plan, la fenêtre s'adaptait en fonction.



Sélectionnez le plan de référence

Indiquez la distance et vérifiez la direction proposée (sinon inverser le sens avec le bouton inverseur placé devant)

Nous devons sélectionner le plan XY (*Top*) et imposer une distance de 16,2 mm. Pour sélectionner le plan XY, cliquez sur celui présenté dans le repère absolu.



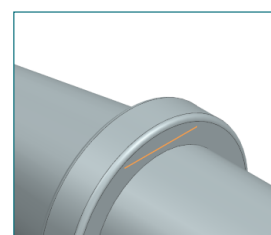
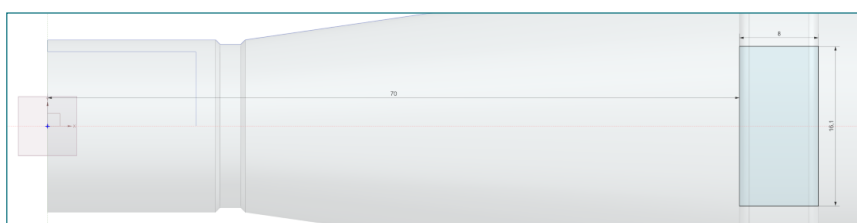
Mathématiquement, un plan est "infini". Ceci signifie que, si NX veut coller à cette définition, nous aurions un gigantesque voile rose dans la fenêtre. Vous conviendriez que cela rendrait l'utilisation du logiciel très difficile. Le plan n'est donc représenté qu'en partie par un petit carré rose, cependant, il reste bel et bien infiniment long sur ses axes. Pour notre plan, puisqu'il est parallèle au plan de dessus, il s'étend parallèlement aux axes X et Y (autrement dit, il correspond à l'équation $z = 16,2$).

Cette fonction *Datum Plane* est fort utile mais, utilisée de la manière présentée ici, elle présente un inconvénient : le plan créé ne dépend pas de la géométrie du modèle CAO. En effet, cette distance entre plans n'est pas mathématiquement liée au reste du modèle et est donc un paramètre indépendant. Si le modèle du porte-fraise doit être modifié plus tard, il faudra faire attention à la rainure puisqu'elle devra être modifiée manuellement. Il y a deux solutions à ce problème :

- Choisir des plans déjà existants (par exemple une surface de la pièce, comme celle de l'épaule mais en acceptant une autre logique de conception).
- Modifier la définition dans le logiciel de cette distance en y écrivant une relation mathématique. Il s'agit d'une autre méthode de « paramétrisation » que celle déjà aperçue pour la butée. Cette méthode sera vue en détail lors d'une séance de travaux pratiques.

Pour réaliser la rainure, créez d'abord une esquisse en sélectionnant le plan que nous venons de créer. Tracez alors le rectangle correspondant à la forme souhaitée définie par le plan en suivant la méthode décrite lors de l'exercice de la butée. Attention, en fonction de vos clics, le repère relatif au dessin peut varier (la réalisation des cotes peut varier d'une personne à l'autre).

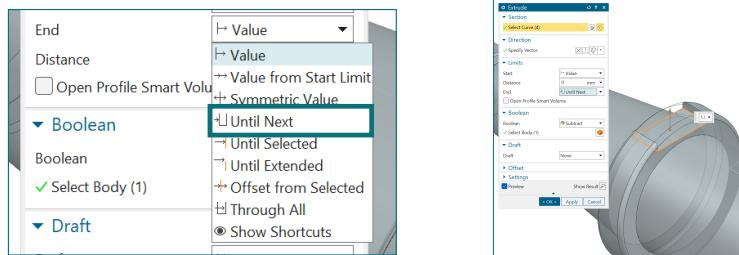
Vous devriez obtenir le résultat suivant. En quittant l'esquisse, vous voyez que le rectangle dessiné est bien situé dans l'épaule. Il ne nous reste plus qu'à faire l'extrusion.



6. Extrusion pour la rainure

Nous devons maintenant réaliser un *Extrude Subtract* comme à l'exercice précédent. La méthode reste la même, mais nous pouvons demander à Siemens NX de calculer pour nous la hauteur d'extrusion.

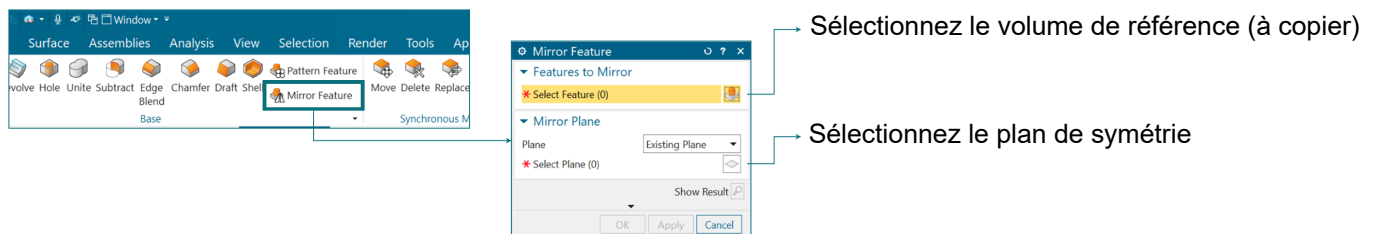
Dans le champs *End* de *Limits*, nous pouvons choisir une autre option que *Value*. En sélectionnant *Until Next* dans la liste déroulante, Siemens NX va prolonger lui-même l'extrusion jusqu'à la prochaine surface (celle de l'épaulement).



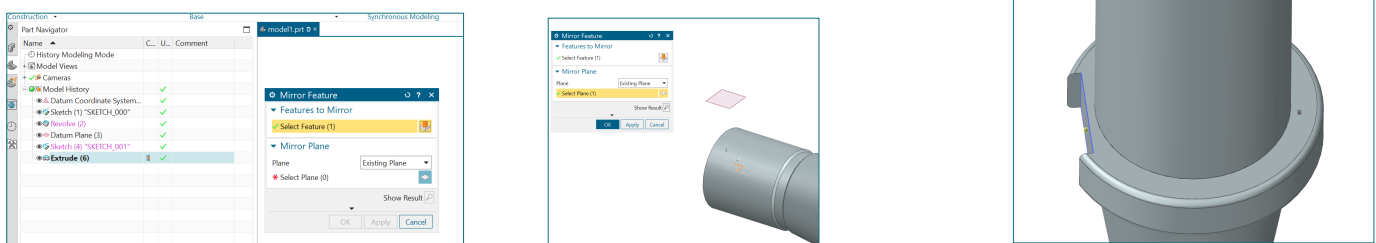
7. Faire une symétrie dans le modèle

Comme visible dans le plan, cette rainure est présente des deux cotés. Nous pourrions répéter les étapes précédentes en recréant une esquisse et réaliser une deuxième extrusion mais il existe une méthode plus rapide en jouant sur la propriété de symétrie.

Étant donné que les deux rainures sont symétriques par rapport au plan XY, nous pouvons demander à NX d'appliquer cette symétrie et de générer une deuxième rainure identique pour nous. Pour ce faire, il faut appeler la fonction *Mirror Feature* dans l'onglet *Home*. L'avantage de cette méthode est que la rainure n'est alors définie qu'une fois : si on modifie l'esquisse, les deux rainures s'adapteront (encore de la paramétrisation).



Sélectionnez en premier la rainure réalisée dans la liste du *Part Navigator* et ensuite le plan XY comme plan de symétrie (voir captures ci-dessous à gauche et au centre).

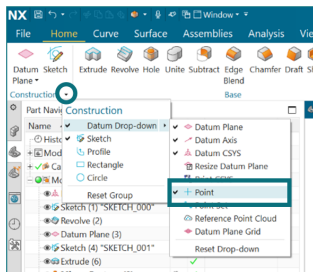


NX vous montrera avec un cube jaune le volume de référence et avec un cube gris le volume qu'il va générer (voir exemple ci-dessus à droite). Si vous voulez voir le résultat avant de valider, cliquez sur *Show Result* en bas de la fenêtre (mais cela peut ralentir votre ordinateur).

8. Trous taraudés

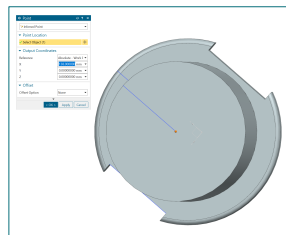
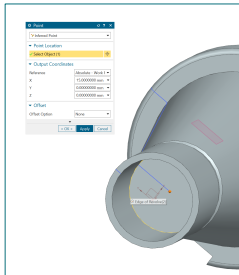
Il ne nous reste plus qu'à placer les trous taraudés. Comme déjà annoncé, il s'agit d'une fonction particulière de volume comme *Extrude* ou *Revolve*. L'option pour créer ce type de trou se trouve dans la fonction *Hole*.

Mais avant de l'appeler nous devons définir les centres de perçage. Dans la liste déroulante sous *Datum Plane*, cliquez sur *Point*.



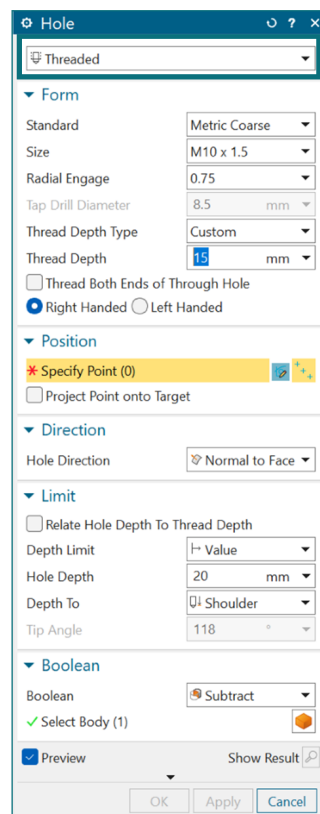
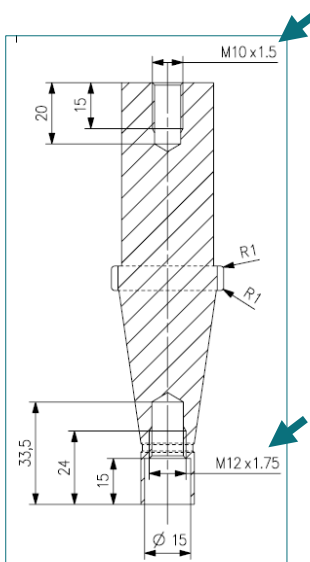
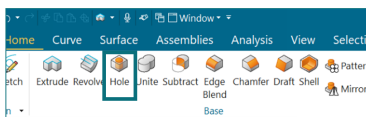
Il se peut que certains boutons ou fonctions vous soient cachés, vous pouvez les activer comme montrer ci-contre pour *Point*. Vous pouvez également utiliser la fonction en la cherchant dans la barre de recherche mais cela ne rend pas le bouton visible.

La fonction *Point* a le même fonctionnement que celle disponible en mode esquisse à la différence ici qu'il ne sera pas dans une esquisse mais directement placé dans le modèle en tant qu'objet (au même titre que *Revolve* ou *Extrude*, il est dans le *Part Navigator*).



Pour créer les centres des trous taraudés aux deux extrémités du porte-fraise, sélectionnez les cercles délimitant les surfaces où les trous seront faits pour en prendre les centres (voir images ci-contre). Validez chaque point avec *Apply* (ou *OK*).

Nous pouvons maintenant appeler la fonction *Hole*. Celle-ci permet de réaliser différents types de perçage mais aussi les trous taraudés (on doit évidemment percer avant de tarauder en pratique). En anglais un trou taraudé se dit "Threaded hole", sélectionnez *Threaded* dans la liste déroulante en début de fenêtre (pour un simple perçage, nous aurions pris *Simple*) et effectuez les opérations indiquées ci-dessous.



Choisir le type de filet. Dans notre cas, il s'agit de filet métrique brut

Choisir le filet. Celui-ci est indiqué dans le plan à gauche

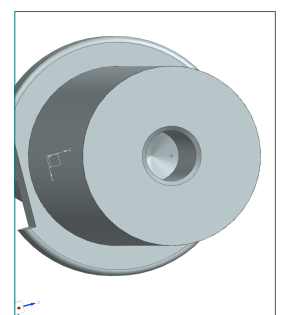
Donner la longueur du filet. Elles sont indiquées sur le plan mais, pour le M12, il faut la calculer ($24 - 15 = 9$ mm).

Donner le centre de début du trou. Il faut évidemment prendre les points que nous avons préalablement créés.

Donner la longueur de perçage. De nouveau, contrairement au cas du M10, il faut calculer pour le M12 ($33,5 - 15 = 18,5$ mm).

NX génère le volume quand vous validez. Le filet n'est pas tracé par souci de lisibilité et de performance graphique, mais on peut voir la forme générale du perçage.

Notez que nous n'avons pas encore parlé du cône que l'on voit au fond du perçage sur le plan et que NX a également représenté. Il faut savoir que la pointe d'un foret (que l'on utilise pour le perçage) est souvent en forme de cône pour permettre au foret pénétrer la matière (voir image de l'introduction). Lorsqu'on réalise un trou qui ne traverse pas complètement la pièce, la pointe laisse donc généralement un cône au fond du trou. Dans la plupart des cas, ce cône n'a pas d'importance. On cherche surtout à définir la position du trou, son diamètre et sa profondeur. Il n'est donc généralement pas nécessaire de préciser les dimensions exactes du cône sur le plan.



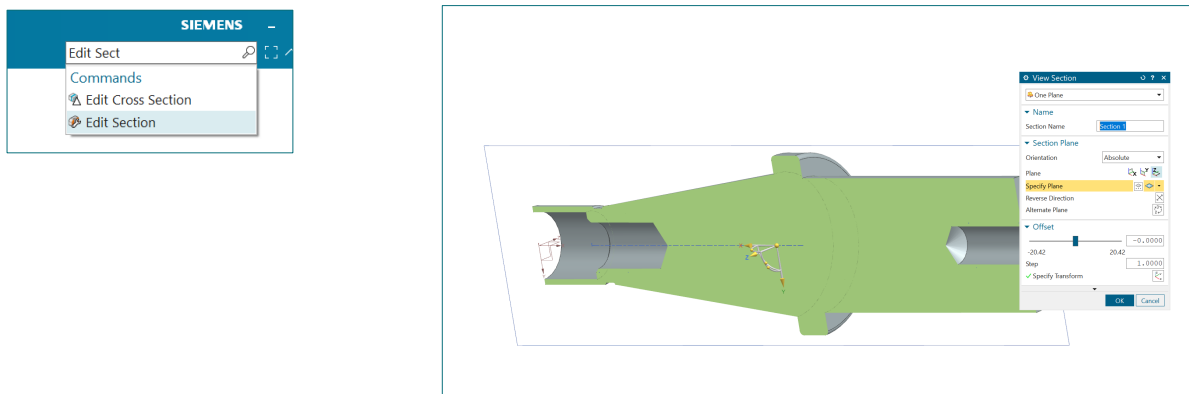
La forme et la taille de ce cône peuvent varier en fonction du foret utilisé. Par exemple, les forets classiques ont souvent un angle de pointe de 118° , mais cette valeur n'est pas la seule possible. D'autres types de forets peuvent avoir des angles différents. Dans NX, le paramètre « Tip Angle » permet de définir l'angle de la pointe du foret et donc la forme du cône représenté au fond du trou. Cependant, comme 118° est un standard, cet angle est souvent considéré comme celui par défaut dans le plan et dans NX.

Il est intéressant d'utiliser la fonction *Threaded Hole* pour sa rapidité d'utilisation mais c'est aussi intéressant du point de vue CAO : comme vous le voyez dans le *Part Navigator*, il s'agit bien d'un élément particulier et pas d'un simple extrude. C'est utile pour comprendre le modèle mais c'est aussi utile pour la mise en plan (qui sera vue dans les prochaines séances). Si NX sait qu'il s'agit d'un trou taraudé, il utilisera directement la représentation adéquate dans le plan conformément à la norme (voir cours théorique et en introduction de ce document).

Notre pièce est maintenant terminée mais n'oubliez pas, comme expliqué dans l'exercice précédent, que nous devons **nettoyer notre modèle pour plus de clarté**. Cachez les esquisses et le repère mais aussi les plans ajoutés et tout autre élément servant uniquement à la construction de la pièce.

9. Vue de coupe

Il est possible de voir notre modèle CAO en vue de coupe dans l'environnement *Modeling*. Ceci nous permettra de vérifier que nous n'avons pas fait d'erreurs et la confondant avec celle du plan. Dans la barre de recherche, tapez "Edit Section" et cliquez sur le champ correspondant. En restant dans l'option *One Plane*, vous pouvez déplacer le plan de coupe avec le repère placé au centre.



En appuyant sur **OK**, le plan de coupe est enregistré. Vous pouvez activer/désactiver la vue de coupe sur ce plan avec *Clip Section* du menu *View* (s'il n'est pas disponible, recherchez le dans la barre de recherche).

