

MATH0001 : COMMUNICATION GRAPHIQUE

Université de Liège - Faculté des sciences appliquées

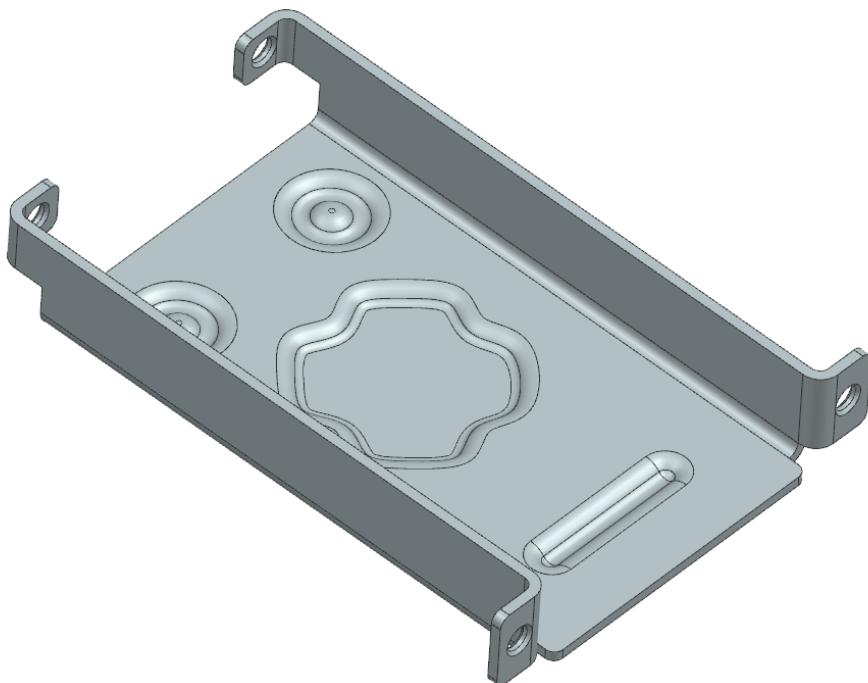
Professeur : Éric Béchet

Assistants : Alex Bolyn

Benjamin Moreno

Séance 11 : Les tôles

Le boîtier électronique



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.

- Créer un modèle de tôle sur NX.
- Créer le plan d'une tôle dépliée.

1. Introduction

Les tôles sont utilisées dans beaucoup de domaines de l'ingénieur. Elles peuvent, entre autres, être utilisées pour des fins de :

- Protection mécanique (carrosseries, machines, robots, prothèses, construction, ...).
- Protection contre l'environnement (réacteurs, toits...).
- Protection contre les ondes électromagnétiques (blindages).
- Esthétisme.

Afin de créer une pièce à partir d'une tôle, l'on démarre d'une feuille métallique (généralement en aluminium ou en acier) que l'on découpe et que l'on forme ensuite en la pliant, poinçonnant, etc. Ces déformations peuvent avoir des raisons fonctionnelles (p. ex. la forme d'un caisson) ou pour rendre les tôles plus résistantes aux déformations.

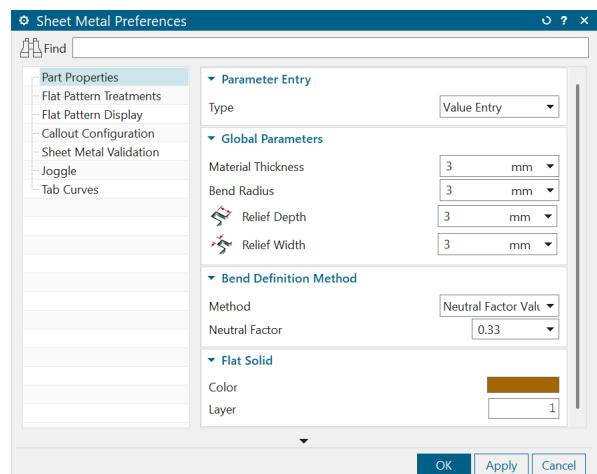
Dans ce TP, nous allons créer le modèle CAO d'un boîtier servant à protéger des composants électroniques.

2. Crédit de la tôle découpée

Lancez NX et créez un nouveau modèle *Sheet Metal* (qui signifie tôle). Nommez ce fichier et enregistrez-le dans un dossier adéquat.

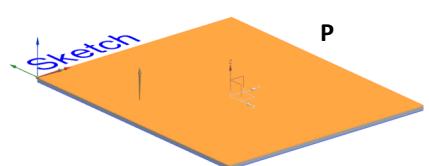
Créez une esquisse dans le plan XY et dessinez-y un rectangle centré à l'origine de 60 mm de longueur selon l'axe X et 50 mm de largeur selon l'axe Y.

Quittez ensuite l'esquisse, allez dans *File* → *Preferences* → *Sheet Metal Preferences* et modifiez tous les paramètres globaux (épaisseur, rayon, profondeur et largeur) à 1 mm. Ceci va nous permettre de créer une tôle avec de plus petites dimensions. C'est utile, car notre boîtier est fait pour de petits composants électroniques.



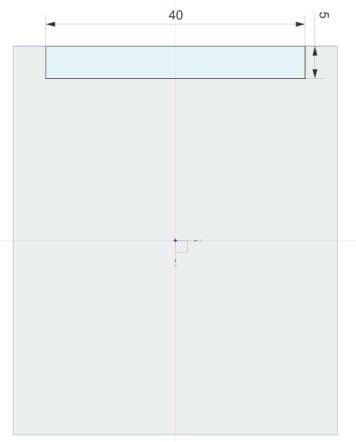
Cliquez sur le bouton **Tab** et créez une tôle rectangulaire de 1 mm d'épaisseur à partir du sketch que vous avez créé précédemment.

Créez ensuite une nouvelle esquisse dans le plan parallèle au plan XY et contenant la face supérieure de la tôle. Dans la suite de ce TP, nous nommerons ce plan le plan P.



Dans cette esquisse, tracez un rectangle de 40 mm de longueur et 5 mm de largeur. Une des longueurs du rectangle doit coïncider avec le bord plus court de la tôle et le rectangle est centré selon l'axe X du système d'axes global (*Datum Coordinate System*). N'oubliez pas de définir des courbes comme références si nécessaire. Le résultat de l'esquisse est représenté ci-contre.

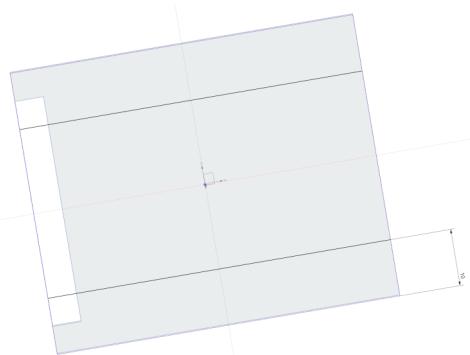
Quittez l'esquisse et utilisez la fonction *Normal Cutout* (découpe normale au plan) et faites une découpe dans votre tôle du rectangle que vous venez de créer.



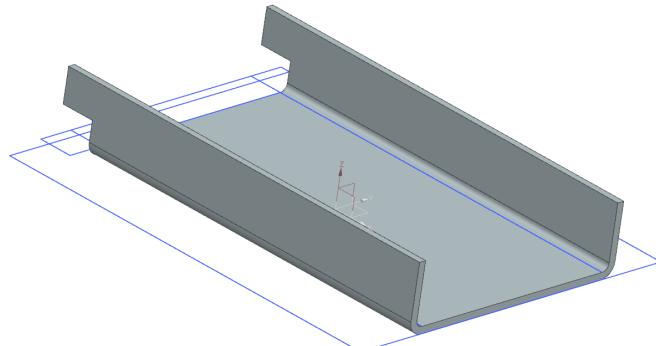
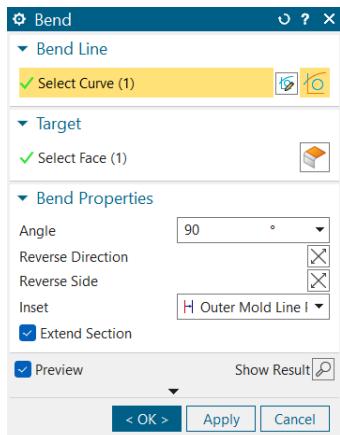
3. Pliage

Maintenant que nous avons réalisé la découpe de notre tôle, nous allons la plier.

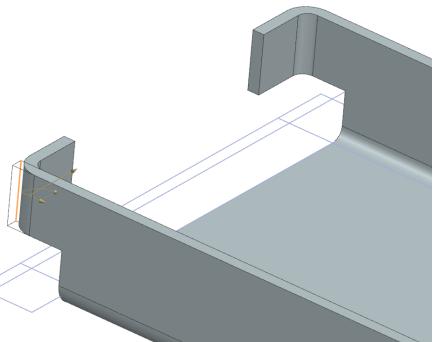
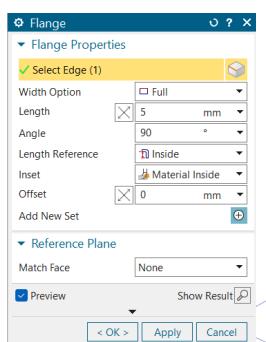
Tracez deux lignes parallèles à l'axe X du système d'axes global, dans le plan **P**. Ces lignes doivent être placées de manière symétrique par rapport à l'axe X et à 10 mm des bords de la tôle.



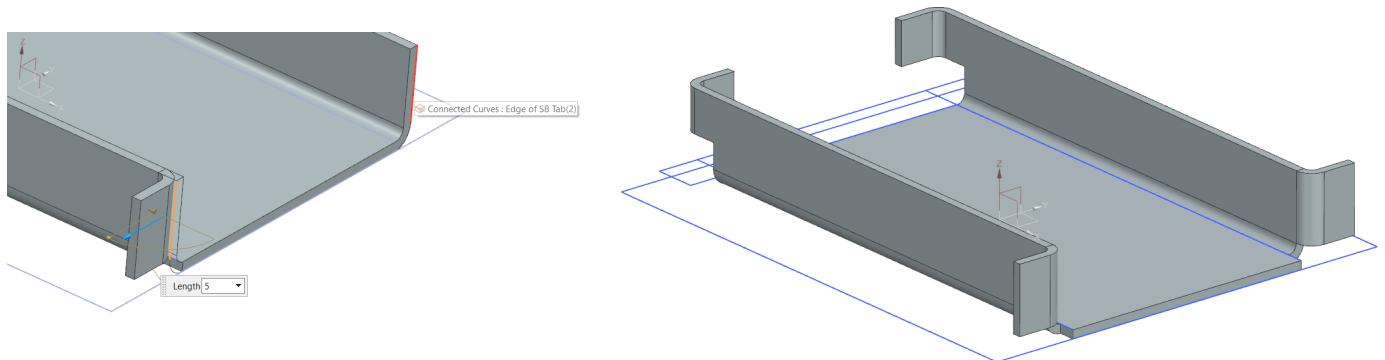
Quittez l'esquisse et cliquez sur la fonction *Bend* (plier). Sélectionnez une des lignes que vous venez de tracer et choisissez un angle de 90°. Faites de même pour la deuxième ligne. Si nécessaire, utilisez l'option *Reverse Side* pour obtenir le résultat montré ci-dessous à droite.



Nous allons maintenant ajouter des rebords. Cliquez sur le bouton *Flange* (rebord en anglais), et sélectionnez une des arêtes, tel que représenté ci-contre. Si le rebord se fait vers l'extérieur, changez son sens en cliquant sur *reverse direction*. Le rebord doit faire 5 mm de longueur et avoir un angle de 90°. Appliquez ensuite le même rebord à l'arête symétrique afin d'obtenir le résultat de la figure ci-contre.

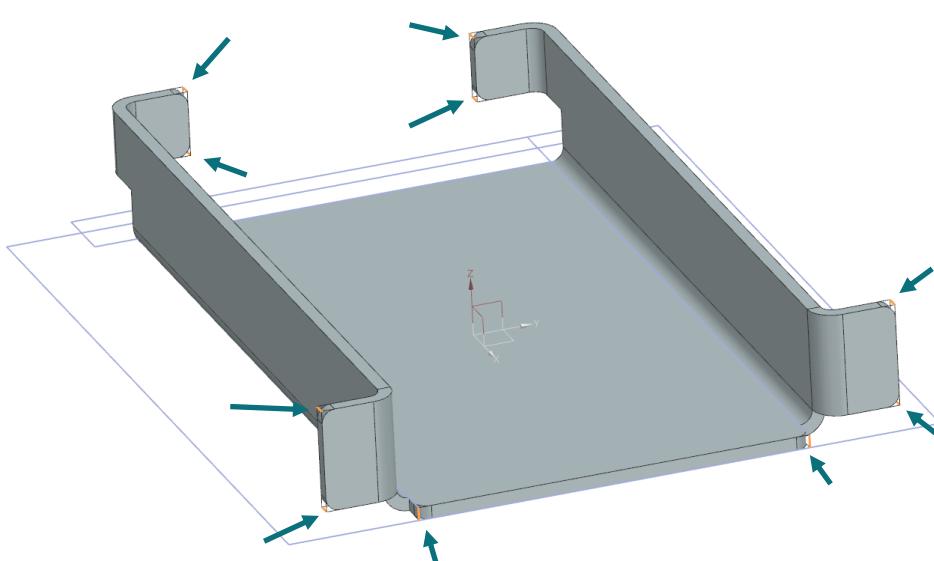


Appliquez également des rebords aux deux arêtes montrées dans la figure ci-dessous à gauche, toujours d'une longueur de 5 mm. Vous devriez obtenir le résultat représenté ci-dessous à droite.



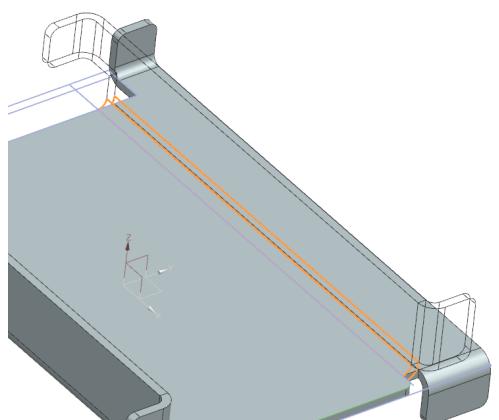
4. Cassage d'arêtes

Comme nous l'avons déjà fait maintes fois dans ce cours, nous allons retirer les arêtes saillantes de notre tôle. Pour cela, cliquez sur la fonction *Break Corner* (équivalent de *edge blend* et *chamfer* pour les tôles). Appliquez un arrondi de 1 mm de rayon aux 10 arrêtes représentées ci-dessous.



5. Déplier la tôle

L'outil tôle de NX est très pratique car il permet de plier et déplier la tôle. Ceci permet de concevoir la pièce de manière incrémentale, tel que nous le faisons dans ce tutoriel. Cliquez sur le bouton *Unbend* (déplier) à côté de la fonction *Bend* utilisée plus tôt. Dans la boîte de *Unbend*, sélectionnez comme *Stationary Face* la grande face horizontale comprise dans le plan P. Comme *Bend*, sélectionnez une des faces adjacentes (qui est courbée). NX va alors déplier les plis sélectionnés pour aligner les surfaces sur la *stationary face* (le plan P).

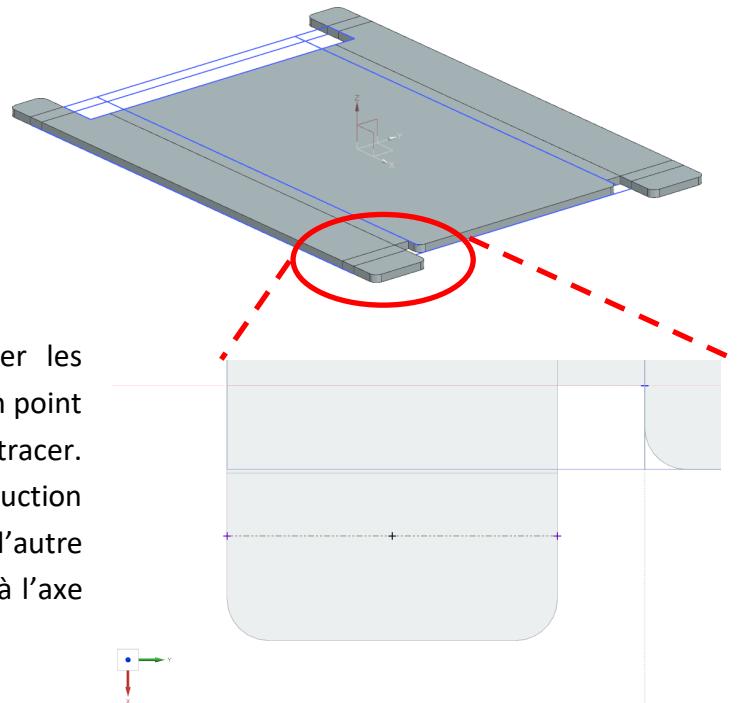


Dépliez votre tôle autant de fois que nécessaire avec la fonction *Unbend* pour obtenir une tôle plate. Sélectionnez les faces de telle manière que la tôle aplatie se trouve dans le plan XY (résultat montré en page suivante).

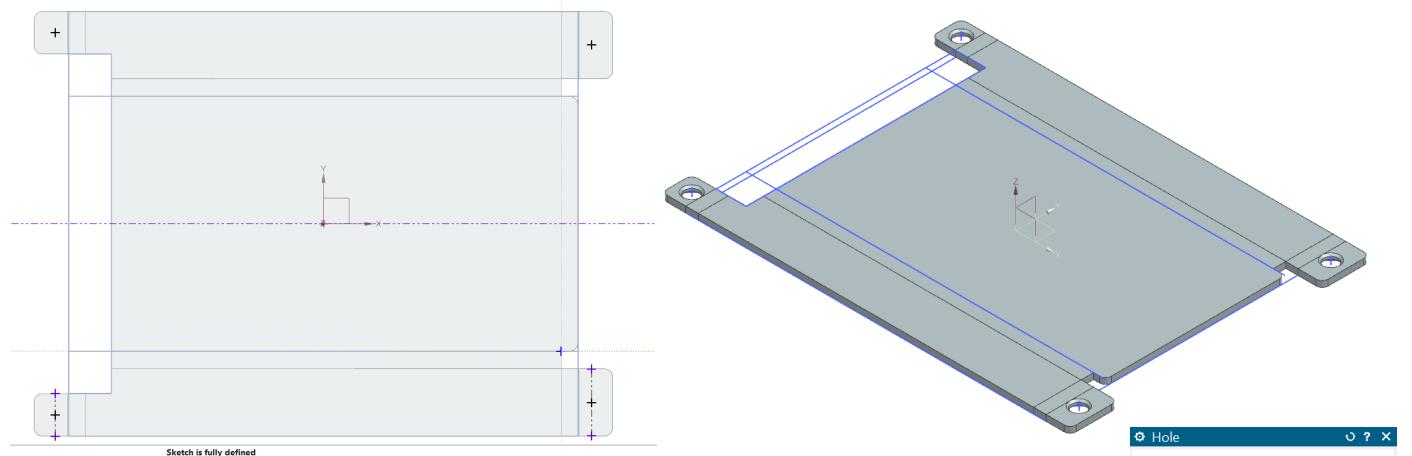
6. Ajout de perçages

Nous allons placer 4 points qui serviront comme centres pour nos perçages.

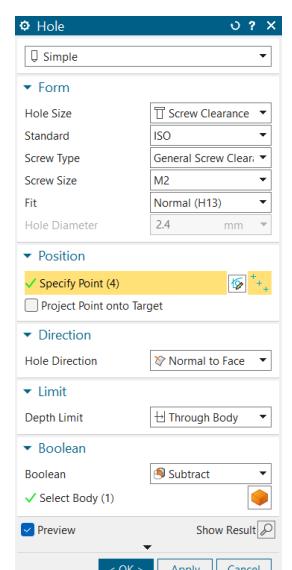
Créez une esquisse dans le plan P. Dans la partie inférieure de la tôle, tracez un segment dont les extrémités sont situées sur les milieux des segments montrés (NX vous aide à sélectionner les points milieu d'un segment directement). Placez un point au milieu du segment que vous venez de tracer. Définissez ensuite le segment qui a servi à la construction du point comme référence. Faites de même de l'autre côté. Puisque la pièce est symétrique par rapport à l'axe X global, vous pouvez utiliser la fonction *mirror*.



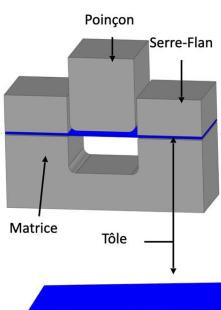
Similairement, placez deux points sur les rebords de la partie supérieure de la tôle. Vous devez obtenir les quatre points en noir, comme dans la figure ci-dessous à gauche.



Sortez de l'esquisse et cherchez la fonction *Hole*. Faites 4 perçages standardisés selon la norme ISO (voir ci-contre), centrés sur les quatre points que vous venez de placer, avec un diamètre M2 à travers le corps (résultat présenté ci-dessus à droite).



7. Poinçonner la tôle



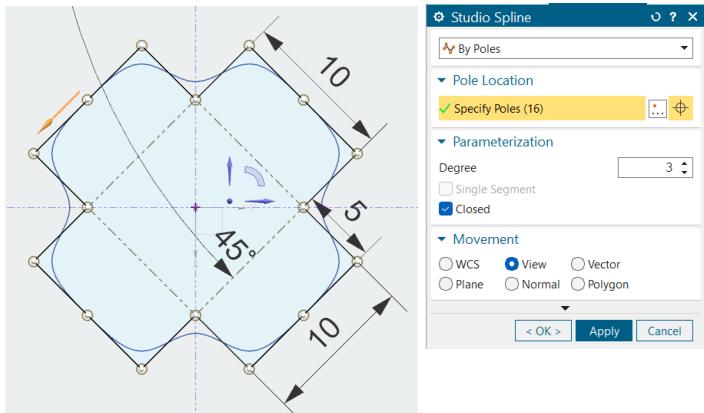
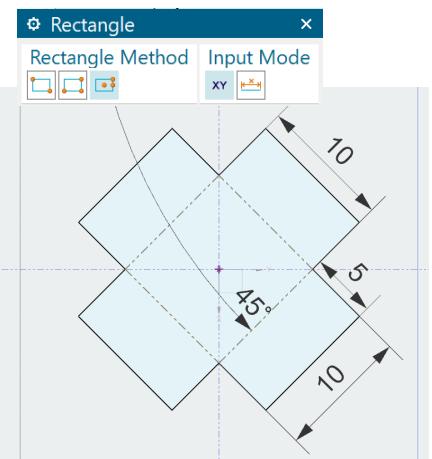
Nous allons maintenant créer une esquisse qui servira de base pour poinçonner la tôle. Ceci est fait en pratiquant une pression sur la tôle afin de lui donner une forme via un poinçon et une matrice (voir schéma ci-contre).

7. a) La croix

Créez une esquisse dans le plan P et dessinez la croix de la figure ci-contre. Cette croix est centrée sur l'origine du système d'axes global et incliné de 45° dans le plan XY.

Afin d'obtenir la croix de manière paramétrique, incluez l'origine et les axes X et Y du système de coordonnées global. Créez un carré de 10 mm de coté et incliné de 45° avec l'outil *Rectangle* avec la méthode *From Center* (3ième choix).

Dessinez ensuite un rectangle de 10 mm de longueur et 5 mm de largeur adjacent au carré, avec la méthode *by 3 points*. Terminez la croix en faisant des *Mirror* par rapport aux axes et convertissez les segments intérieurs en références.

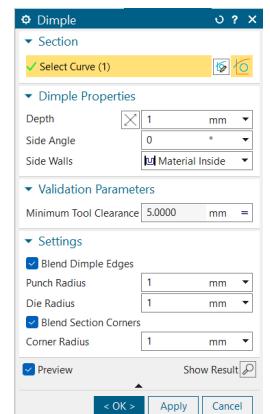


Créez ensuite une *B-Spline* avec l'option *By Poles* en sélectionnant les sommets des polygones et les points milieux des arêtes de 10 mm (voir image). Veillez à sélectionner les points dans un même sens (sens horloger ou trigonométrique), à cocher l'option *Closed* et à rester à un degré 3.

Vous pouvez ensuite convertir toutes les droites de construction (la croix originale) en référence afin de nettoyer votre modèle.

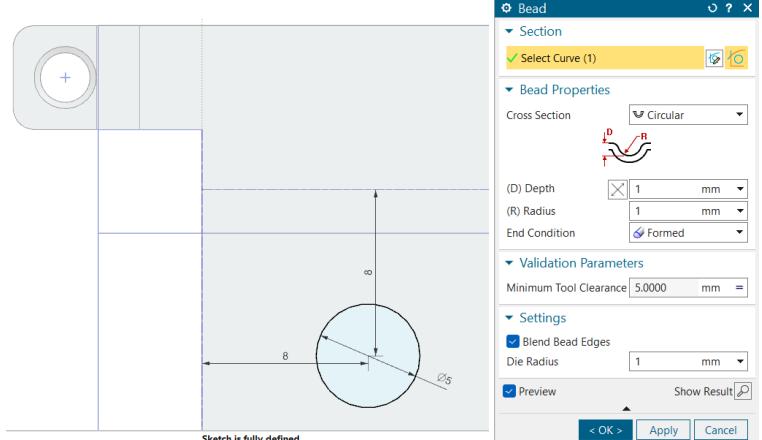
Déformez votre pièce avec la fonction *Dimple*, en sélectionnant la courbe spline. Appliquez une profondeur de 1 mm et *Side Walls* à "Material Inside". Dans l'onglet *Settings* (si l'onglet n'apparaît pas, étendez la fenêtre avec le petit triangle noir), définissez tous les rayons à 1 mm.

Vérifiez que la pièce se déforme selon l'opposé de l'axe Z, sinon cliquez sur *Reverse Direction* et validez.



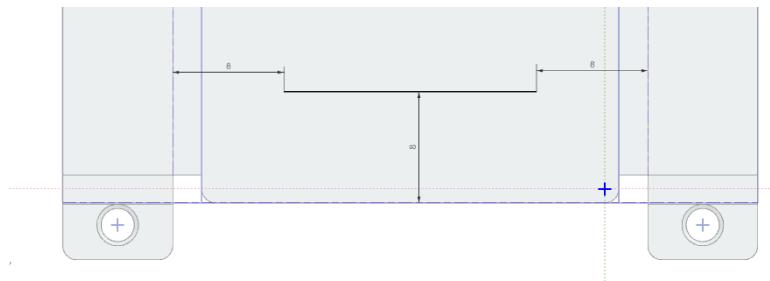
7. b) Autres bosses et reliefs

Créez un cercle de 5 mm de diamètre dans le plan P comme montré ci-contre. Utilisez ensuite la fonction *Bead* depuis *More* dans la section *Punch* et créez une bosse qui suit le tracé de votre cercle comme une cannelure. Pour cela, utilisez les paramètres ci-contre (y compris celui de la section *Settings*) et vérifiez que la bosse se fait dans l'opposé de l'axe Z.

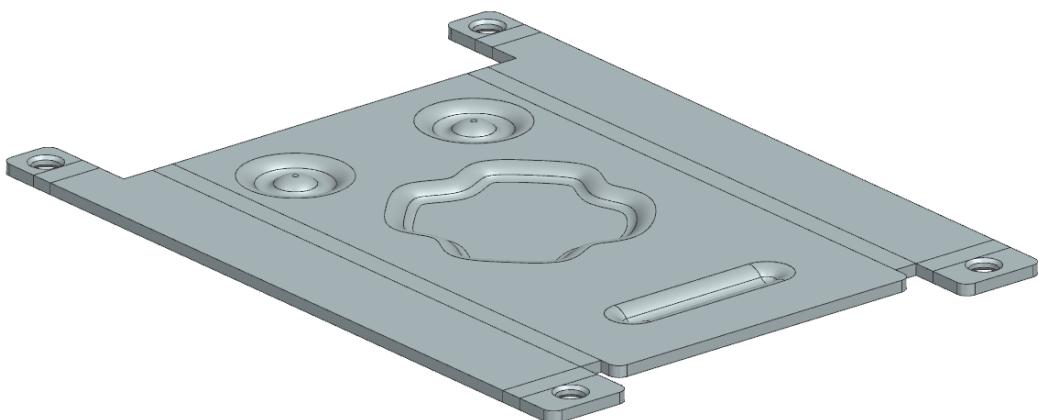


Copiez cette bosse de manière symétrique à l'axe X (*Mirror feature*). Attention que l'esquisse du cercle doit également être copié.

Créez ensuite un segment de droite dans le bas de la tôle comme représenté ci-dessous et créez à nouveau une cannelure avec la fonction *Bead* avec les mêmes paramètres que pour les cercles.



Vous devez obtenir le résultat ci-dessous.



8. Repliage de la tôle

Maintenant que nous avons terminé la conception de la tôle, nous pouvons la replier afin de lui donner à nouveau la forme voulue. Puisque nous avons déjà créé les plis, il suffit d'appeler la fonction *Rebend*



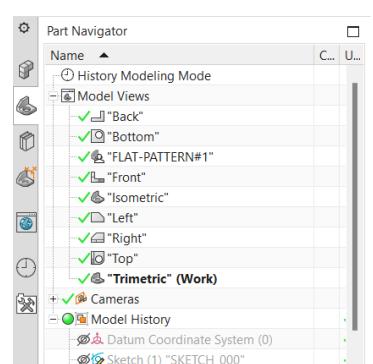
et de sélectionner les faces pliées (les faces courbées). Faites attention que l'ordre a son importance lorsque vous repliez la tôle. Sélectionnez les faces pour que la face **P** soit parallèle au plan XY. Vous devriez obtenir le résultat de la page de garde.

9. Crédation du plan du brut

NX permet de créer des vues plates de la tôle. Pour cela, cliquez sur la



fonction *Flat Pattern* et sélectionnez la face centrale plate (contenue dans le plan **P**). Si une boîte de dialogue s'ouvre, cliquez sur *OK* (ce message vous informe simplement que la vue est disponible). Nous avons créé une version aplatie de notre boîtier. Afin d'activer cette vue, allez dans le *Part Navigator* et développez les *Model Views*. Vous verrez alors qu'en plus des vues de base, la vue « *Flat-PATTERN#1* » apparaît. Vous pouvez double-cliquer dessus et vous verrez la vue aplatie.

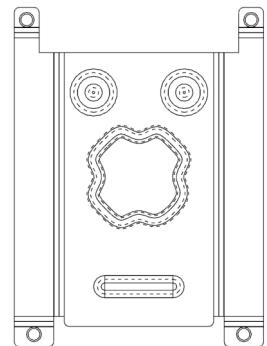


Dans cette vue aplatie, NX donne les informations du processus de fabrication en indiquant les paramètres importants comme l'ordre des opérations, la direction et l'angle de pliage, etc. Ces informations doivent apparaître dans le plan de fabrication de la pièce, mais ceci est un domaine trop spécifique du dessin technique que pour être abordé dans ce cours. Cependant, nous pouvons générer le plan de la tôle brute, c'est-à-dire le plan de la tôle découpée avant pliage et emboutissage.

Créez un nouveau fichier *drawing* lié au boîtier. Choisissez un *template* de taille A4. Avant de placer les vues, ajustez l'échelle (2:1 suffit) et placez la vue de face comme présenté ci-contre. Si la pièce n'est pas orientée comme sur la figure, cliquez sur *Orient View Tool* et faites tourner la pièce dans l'orientation voulue.

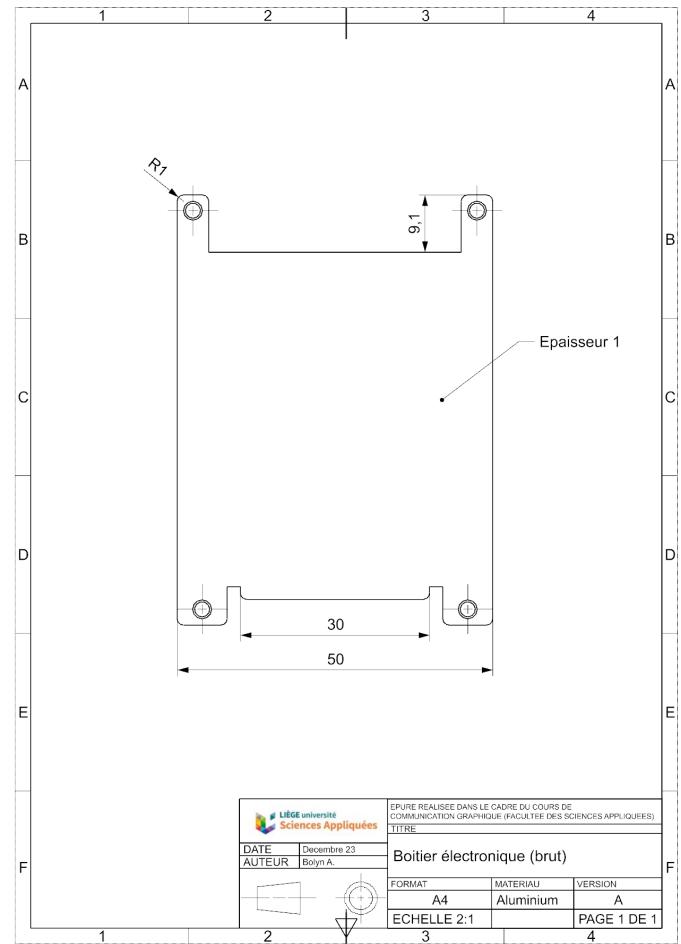
NX tracera alors toutes les courbes présentées dans "*Flat-Pattern*". La plupart d'entre elles ne nous concernent pas pour le brut, faites alors clic droit sur la vue puis *Settings...* et, dans la section "*Flat Pattern View*" de la fenêtre *Settings*, décochez les éléments suivants :

- Bend-up Centerline
- Bend Tangent
- Inner Mold
- Bend-down Centerline
- Outer Mold



Il restera toutefois les parties embouties sur le plan. Sélectionnez-les toutes, puis faites clic droit et faites *Hide* (œil barré). Nous pouvons maintenant coter notre plan. Veuillez noter que la norme autorise pour les éléments dont l'épaisseur est constante (comme notre tôle) d'indiquer simplement l'épaisseur avec une annotation au lieu de créer une vue de coté encombrante (comme vous pouvez voir un exemple ci-contre).

Pour réaliser cette annotation,appelez la fonction *Note*, faites dérouler pour voir toutes les sections, et sélectionnez dans la section "*Leader*" le type "*Plain*". Indiquez le texte voulu pour l'annotation, puis revenez dans la section "*Leader*" et cliquez sur le petit plus de "*Select Terminating Object*". Maintenant, cliquez une première fois là où vous voulez mettre la bulle (ou flèche), puis cliquez une deuxième fois là où vous voulez mettre le texte. Pour changer la flèche en une bulle, faites clic droit sur l'annotation dans *Settings*, changez dans la liste de *Line/Arrow* → *Arrowhead* → *Leader* → *Type* le type voulu (la norme ici recommande le "*Filled Dot*").



Note—Le plan présenté est incomplet