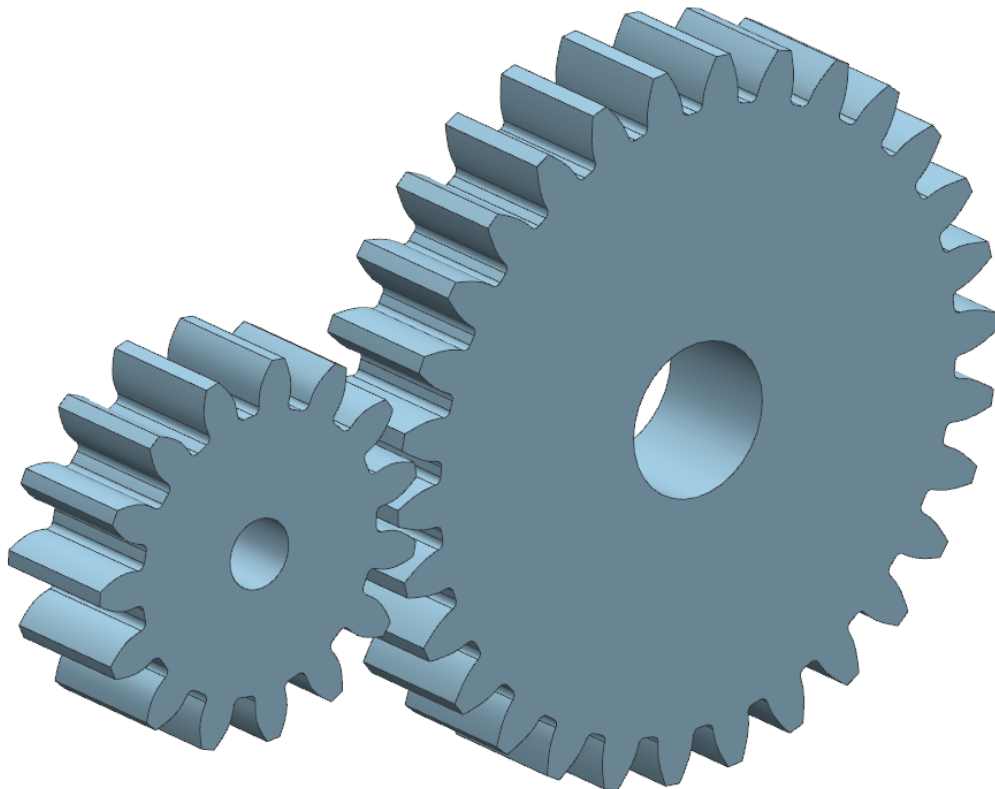


MATH0001 Communication graphique

Tutoriel NX

Création d'un système d'engrenage et exportation de résultats
d'une simulation



Professeur: Éric Béchet

Faculté des sciences appliquées
Université de Liège

Assistants: Justine Parmentier
Martin Purnode



1 Introduction

Le but de ce tutoriel est de vous introduire à l'utilisation des systèmes d'engrenage sur NX. Nous n'allons pas construire l'engrenage en lui-même, comme sa construction s'avère assez complexe. Si les techniques de construction de cet pièce vous intéresse, vous pouvez les voir en regardant [cette vidéo](#). Ce qui nous occupera ici sera la modification, l'assemblage, la simulation et la collecte de données obtenues grâce à ces engrenages.

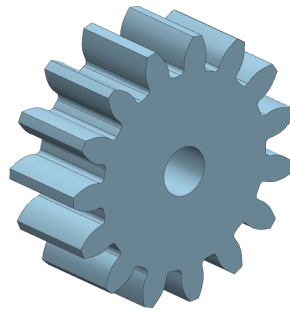
2 Modification d'un engrenage


2.1 Découverte de la pièce

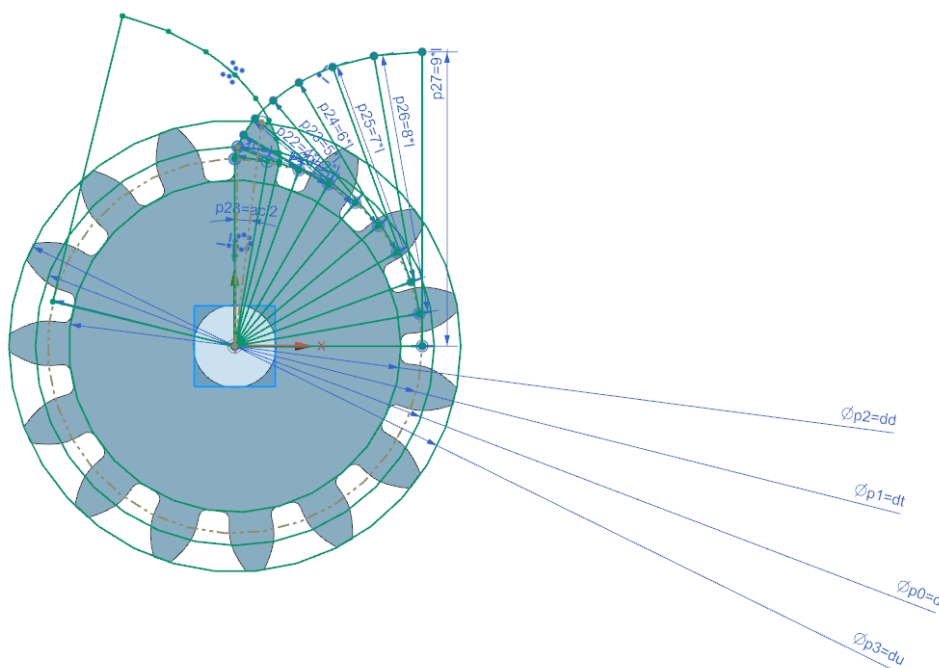
Dans le dossier qui contenait ce document, vous trouverez une construction nommé *small_gear.prt* que nous utiliserons dans ce tutoriel et dans le travail de cette semaine. Commencez par copier cet engrenage en lui donnant le nom *big_gear.prt* afin d'avoir deux fichiers contenant deux engrenages pour le moment identique dans votre dossier de travail.

 big_gear.prt
 small_gear.prt

Maintenant que vous disposez de deux engrenages, nous allons pouvoir ajouter des modifications à celui qui deviendra le plus grand des deux. Pour cela, ouvrez *big_gear.prt* dans NX. Vous devriez avoir une pièce ressemblant à celle présentée ci-dessous.



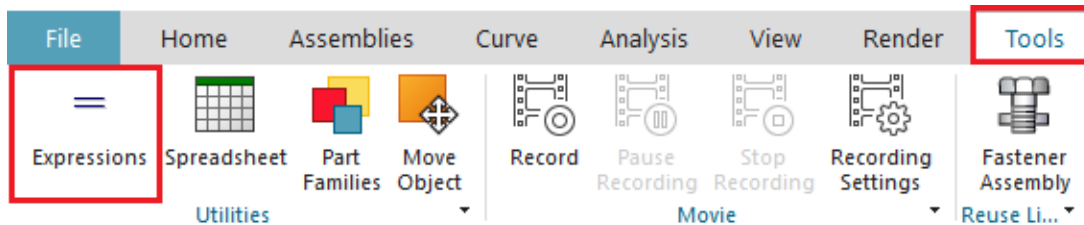
Cet engrenage comporte 15 dents et un diamètre "effectif" de 50mm. La méthode généralement utilisée pour modifier ces valeurs aurait été de retourner dans les sketches et opérations donnant ces dimensions et de la modifier à la main. Essayons de faire cela ici en faisant un double clic sur  Sketch (1) "SKETCH_0..." dans le *Part Navigator*. Ceci apparaît.



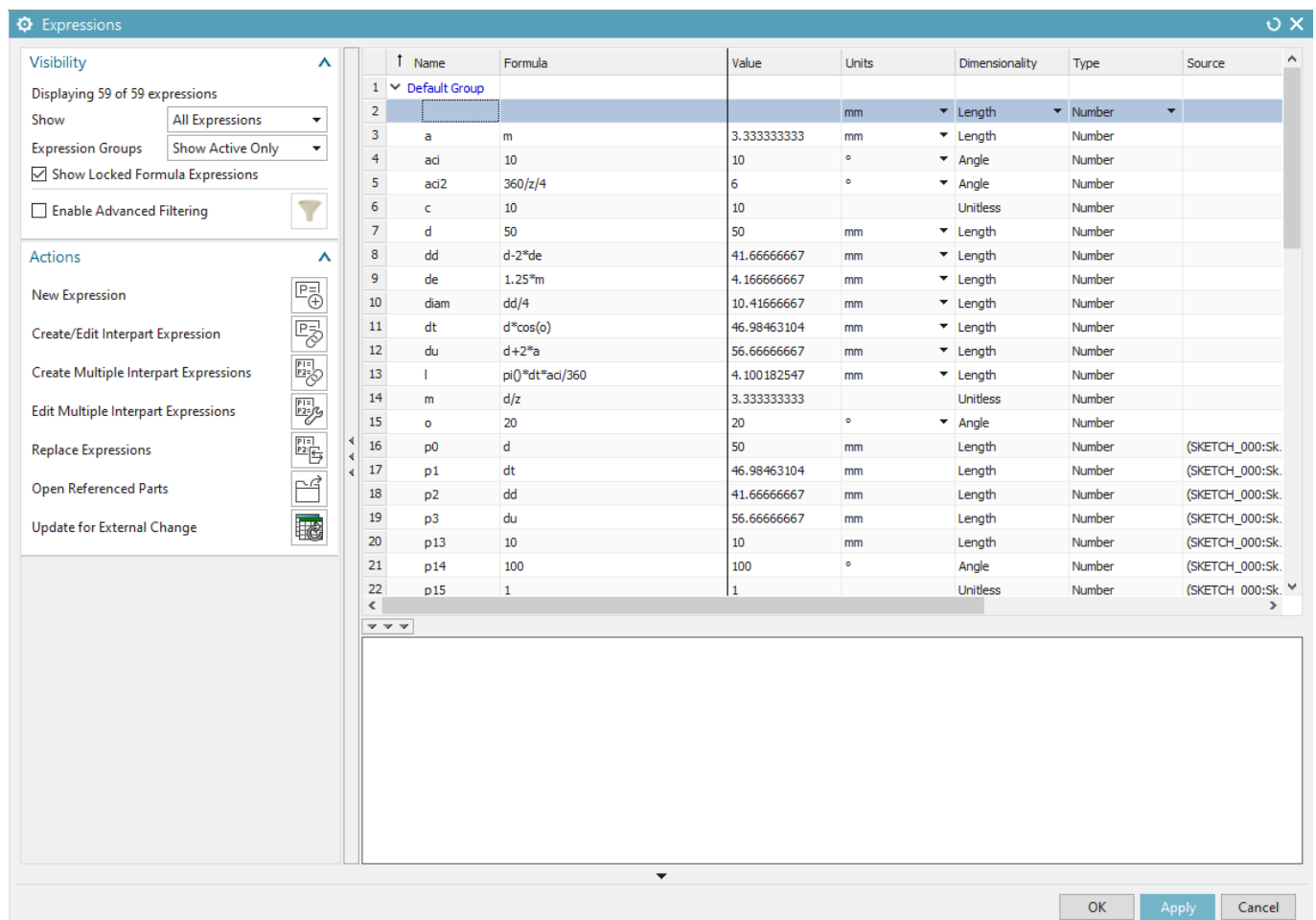
Ne touchez à rien ici, mais remarquez que toutes les valeurs de distance ou de diamètre ont des valeurs de type l , d ou dt plutôt que des valeurs numériques. Ces valeurs ont été définies non pas dans le sketch, mais dans l'option *Expression* que nous allons explorer dans quelques instants. Quittez maintenant le sketch sans effectuer de modification.

2.2 Utilisation de l'outil d'expression

L'outil *Expressions* se trouve dans l'onglet *Tool*, à gauche dans la barre de sélection des outils. Dans cet outil, il est possible de définir des valeurs particulières, comme les l , d ou dt dont nous parlions tantôt. Cliquez sur l'option *Expressions* pour ouvrir une nouvelle fenêtre de dialogue.



Dans cette nouvelle fenêtre, vous pourrez trouver toute une série de valeurs qui toutes servent dans la construction de notre engrenage. Il est ici possible de créer des valeurs particulières pour la construction de vos pièces, mais également de lier ces valeurs à d'autres valeurs définies. Par exemple, vous pouvez voir à la ligne 7 que la valeur de d est définie à 50mm et à la ligne 15 que ϕ est défini à 20° . Grâce à ces valeurs, la valeur de dt , à la ligne 11 est définie. L'intérêt principal de cette option est de permettre la modification rapide de la pièce et d'entraîner dans le même temps une série de modifications liées en ne changeant qu'une seule valeur. Il n'est également plus nécessaire de retourner dans les différents sketches, car la modification d'une valeur entraîne automatiquement la modification des sketches concernés.



Allez à la ligne 7, où le nom est d . Une fois que vous avez trouvé la ligne, double cliquez sur la case *Formula* correspondante et inscrivez la valeur 100. Vous verrez alors plusieurs cases de la colonne *Value* changer de couleur pour devenir orange. Il s'agit là de l'ensemble des valeurs qui se sont retrouvées modifiées par le changement que vous venez d'effectuer. Un exemple est fourni ci-dessous.

d	100	100	mm	▼	Length	Number
dd	$d \cdot 2 \cdot de$	83.33333333	mm	▼	Length	Number
de	$1.25 \cdot m$	8.333333333	mm	▼	Length	Number
diam	$dd/4$	20.83333333	mm	▼	Length	Number
dt	$d \cdot \cos(\alpha)$	93.96926208	mm	▼	Length	Number

Vous pouvez cliquer sur *Apply* ou bas de la boîte de dialogue pour accepter ce premier changement. Remarquez que le nombre de dents n'a lui pas été modifié. Si vous êtes amenés un jour à suivre un cours sur l'utilisation mécanique des systèmes d'engrenages, vous apprendrez vite que le nombre de dents, et surtout le ratio entre le nombre de dent d'un engrenage avec son voisin direct est lié à la différence de vitesse de rotation que vous aurez entre les deux. Autrement dit, si l'engrenage A dispose de 30 dents et l'engrenage B de 60 dents, alors, pour une même répartition de ces dents, l'engrenage A tournera deux fois moins vite que l'engrenage B. Sur NX, il est nécessaire de modifier le nombre de dents, mais également la valeur d que nous avons modifiée. Comme nous avons doublé la valeur de d à la ligne 7, nous allons aussi doubler le nombre de dent de cet engrenage, situé à la ligne 61 sous le nom z .

Note Si vous avez une erreur qui s'affiche lorsque vous confirmer ce second changement, annuler les changements du nombre de dents et de la valeur de d , cliquez sur *Apply* et refaites les deux changements en même temps avant de confirmer en cliquant sur *OK*.

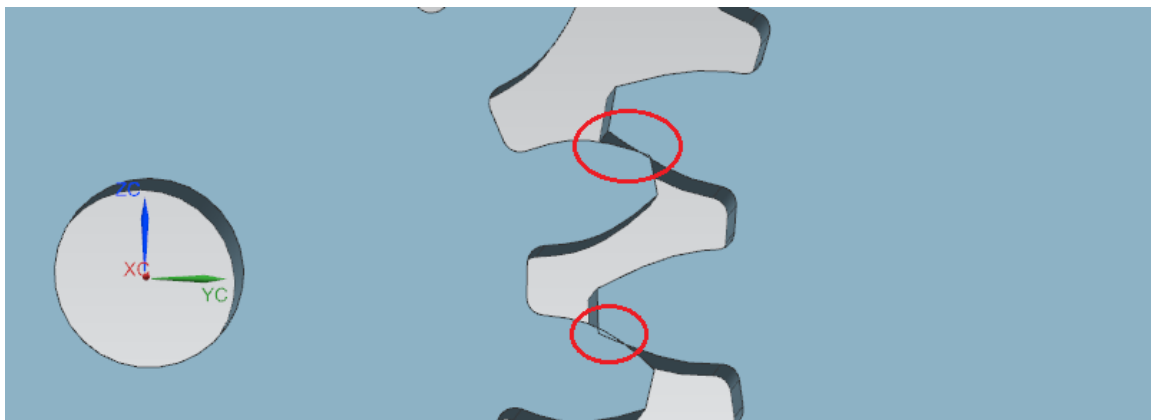
Il existe plusieurs emplacements où vous pouvez effectuer des modifications de cet engrenage si vous le souhaitez. Pour savoir quel nom correspond à quel opération, n'hésitez pas à aller voir les valeurs utilisées dans les sketches et autres opérations. Si nécessaire, vous pouvez changer une formule donnée sous forme de calcul par une valeur fixe. Ici, nous ne changerons rien d'autre.

Cachez les datums, les sketches et les curves avant de passer à la suite.

3 Assemblage et mise en forme

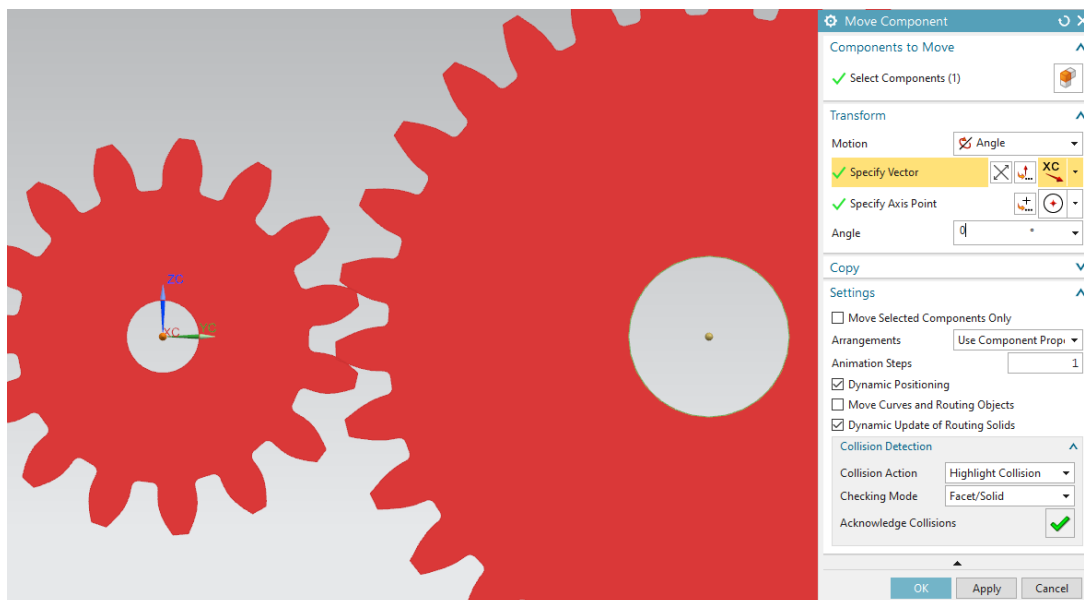
3.1 Gérer les collisions

Nos deux engrenages sont maintenant prêts. Débutez un nouvel assemblage et chargez y le petit et le grand engrenage. Commencez par placer le petit engrenage à la position (0,0,0). Attention à ne pas fixer cette pièce si une fenêtre de dialogue s'ouvre. Ajoutez ensuite le second engrenage à la position (0,78,0) pour placer cette seconde pièce à côté de la première. Notez que cette distance de 78 est le résultat de la somme des 25mm de rayon du petit engrenage, des 50mm du grand et d'un espace de 3mm permettant aux deux pièces de pouvoir tourner sans se recouvrir. Cependant, cette distance ne suffit pas, car nous avons ceci sur deux couples de dents.



Move
Component

Pour régler ce problème, nous allons tourner manuellement la pièce *big_gear* en utilisant l'option *Move Component*. Une fois cette option sélectionnée, une nouvelle page de dialogue s'ouvrira. Dans celle-ci, sélectionnez *Angle* comme *Motion*, le vecteur *XC* et le centre de rotation du grand engrenage comme *Axis Point*. Dans la partie *Settings*, ouvrez l'option *Collision Detection* et dans *Collision Action*, sélectionnez l'option *Highlight Collision*. De cette façon, les pièces deviendront rouge si une collision est à déplorer. Choisissez alors un angle permettant d'arrêter ce problème de collision. Une fois que cela est fait, validez et quittez le *Move Component*.



3.2 Ajout des contraintes

Maintenant que les deux engrenages sont placés correctement, nous allons faire en sorte qu'ils le restent. Pour cela, nous allons ajouter deux contraintes de distance.



Ouvrez

Assembly
Constraints

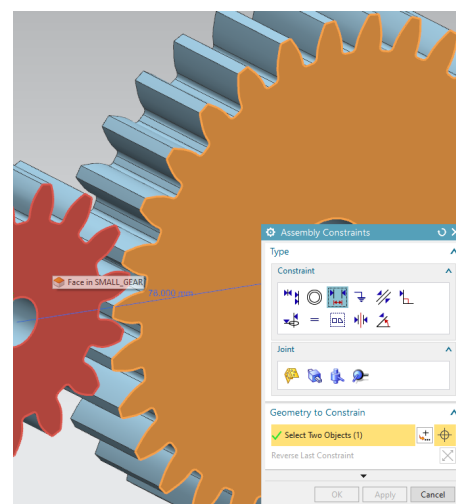
Sélectionnez l'option



Imposez une première distance entre les centres des deux engrenages de 78mm. Aidez vous de l'option de sélection *Arc/Ellipse/Sphere Center* pour une sélection plus aisée.

Utilisez à nouveau la contrainte de distance pour imposer que la distance entre les faces supérieures des deux engrenages soit de 0mm.

Il s'agit là des seules contraintes pour ce système.




4 L'engrenage dans une simulation

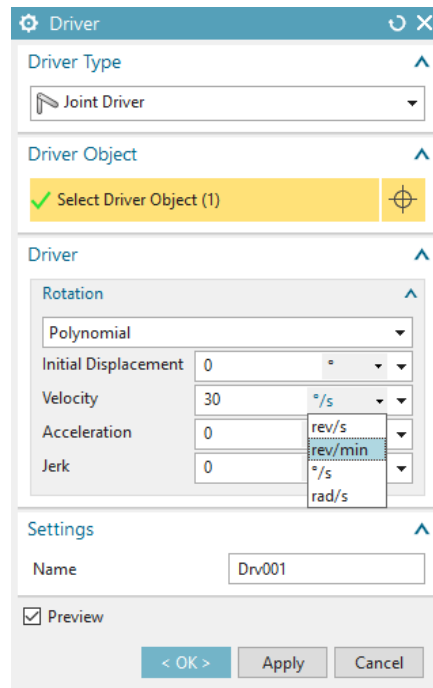


Motion

Dans l'onglet *Application*, sélectionnez l'option *Motion* puis créez une nouvelle simulation en cliquant sur *New Simulation*. Vérifiez que cette simulation se sauvegarde bien dans le même dossier que vos pièces de construction ou votre assemblage. Choisissez alors le mode *Kinematics* et désactivez le *Joint Wizard*.

New
Simulation

- ✦ Commencez par créer les *Motion Bodies*, un pour chaque engrenage en les nommant *small_gear* et *big_gear*
- ✦ Créez un *Joint* de type  **Revolute** sur chacun des *Motion Bodies*. Attention que dans le cas des engrenages, le programme n'accepte pas toujours l'utilisation de base. Cela ne sera pas un problème ici, car nous n'en avons pas besoin, le système restant fixe
- ✦ Créez également un driver sur le *small_gear* en lui imposant 10 révolutions par minutes. Il est possible de lui demander cela directement, comme vous pouvez le voir sur cette figure



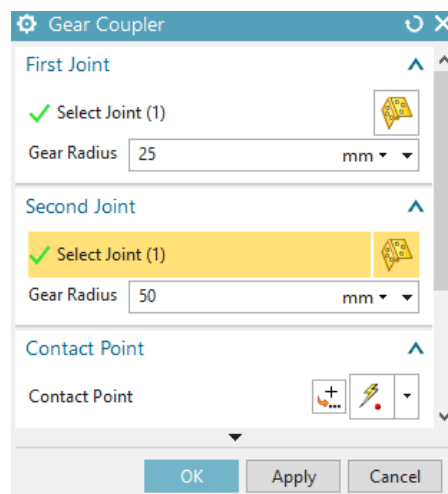
- ✦ Si vous lanciez la simulation maintenant, le système d'engrenage ne fonctionnerait pas (et la simulation ne démarrerait pas, car trop de degrés de liberté). Pour créer le système d'engrenages, nous allons utiliser le



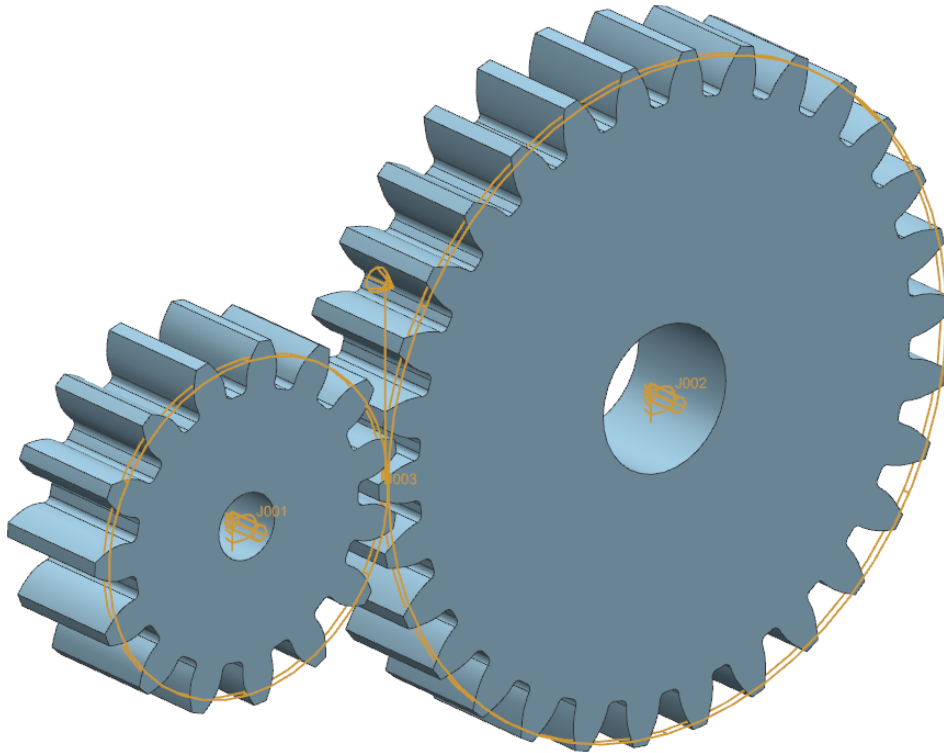
Gear Coupler

. Pour utiliser cette option, il suffit de sélectionner les joints concernés par le système.

- ✦ Sélectionnez donc le joint du *small_gear* en premier, puis celui du *big_gear* ensuite.
- ✦ Vous verrez que les *Gear Radius* se mette automatiquement à un peu plus de 39mm, ce qui est la moitié de la longueur qui sépare les deux engrenages. Changez ces valeurs pour 25mm et 50mm respectivement pour le *First Joint* et pour le *Second Joint*.



Finalement, vous devriez obtenir quelque chose qui ressemble à ceci. Créez maintenant une solution d'une minute utilisant 600 *steps*.

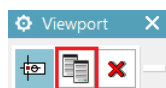


Note Si vous devez faire un système de plus de deux engrenages, vous devrez utiliser l'outil *Gear coupler* pour lier les engrenages voisins deux-à-deux. Vous devrez donc l'utiliser deux fois en tout si vous avez trois engrenages, trois fois pour quatre engrenages et ainsi de suite.

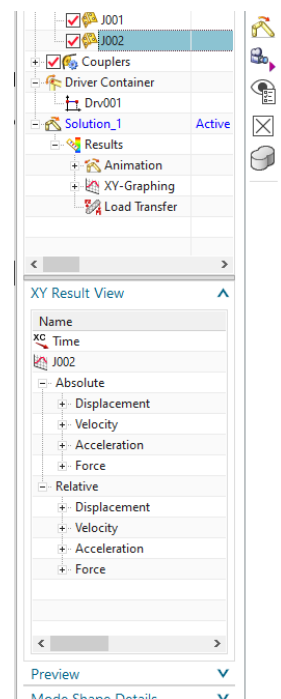
5 Collecte de données

Votre simulation ayant fini de tourner, allez dans l'onglet *Analysis* pour voir à quoi ressemble le mouvement de vos engrenages. Si vous en êtes satisfait, c'est-à-dire s'ils tournent bien en sens opposés, nous allons pouvoir obtenir plusieurs informations.

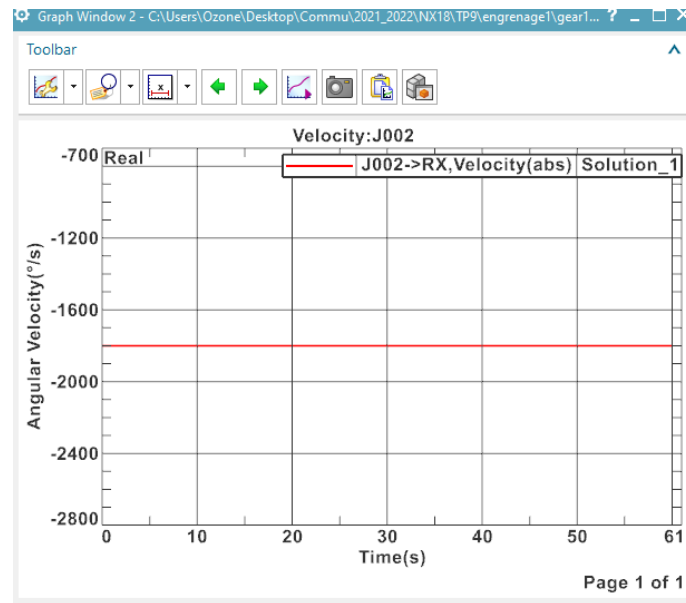
- ✦ Sélectionnez tout d'abord le joint relatif à votre grand engrenage dans le *Motion Navigator*
- ✦ En dessous du *Motion Navigator* vous devriez voir un onglet *XY Result View*. Il est fort probable que cet onglet soit en mode réduit, comme le sont les onglets *Preview* et *Mode Shape Details* sur la figure ici à droite.
- ✦ Dans cet onglet, si vous avez bien un joint sélectionné, vous aurez avoir la possibilité de sélectionner plusieurs options soit en mode *Absolute*, soit en mode *Relative*. Cliquez sur le petit + à côté de l'option *Velocity* de l'option *Absolute*
- ✦ Vous aurez la possibilité de sélectionner soit des vitesses de translation (*Magnitude*, X, Y, Z), soit des vitesses angulaires (*Angular Magnitude*, RX, RY, RZ). Double cliquez sur *RX*.





- ✦ Une petite boîte de sélection s'ouvrira alors. Cette dernière vous offre la possibilité de voir un graphique soit sur la fenêtre principale, soit sur une nouvelle fenêtre. Sélectionnez l'option du milieu pour ouvrir une nouvelle page.

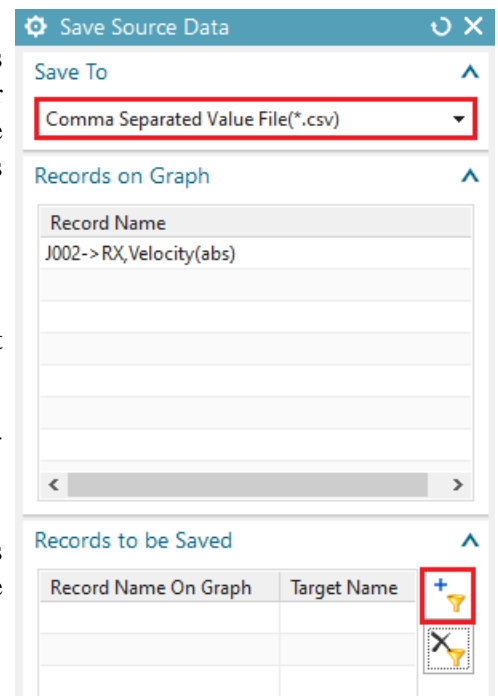



Vous devriez obtenir un graphe comme celui présenté ici. Il est possible de sauvegarder ce graphe soit tel quel (si l'information que vous cherchez n'a pas besoin d'être retravaillée), soit d'obtenir l'ensemble des points qui ont servis à sa réalisation.



Obtenir l'image Si seule l'image vous intéresse, alors dirigez votre souris dans le bandeau au dessus du graphe pour y trouver le symbole . Vous devrez alors sélectionner l'emplacement où vous voulez sauvegarder cette image.

Obtenir les points du graphe Si vous voulez refaire le graphe vous même, si vous devez modifier les données de ce graphe ou les utiliser pour obtenir d'autres informations, vous pouvez récupérer les points de n'importe quel graphique que vous aurez tracer sur NX en allant voir dans le bandeau et en sélectionnant l'option .



- ✘ Une page de dialogue s'ouvrira alors
- ✘ Dans *Save to*, sélectionnez *Comma Seperated Value File* qui peut être lu par Excel, OpenOffice ou même Matlab
- ✘ Cliquez sur le graphe que vous voulez sauvegarder, puis sur le bouton  en dessous.
- ✘ Précisez enfin l'emplacement de sauvegarde de votre fichier. Vous pourrez ensuite faire les modifications voulues sur le logiciel de votre choix

Jetez un oeil au graphe *RX* du petit engrenage, vous pourrez voir que la vitesse de rotation est non seulement deux fois plus élevée, mais également qu'elle est de signe contraire à celle du grand engrenage.

L'option *Magnitude* que vous pouvez sélectionner représente le module du déplacement, de la vitesse, de l'accélération, ... soit la racine carrée du carré de leur différentes composantes selon x, y et z.

D'autres valeurs, comme des valeurs de force, de couple (torque), de déplacement ou d'accélération peuvent également être sélectionnés pour obtenir des graphiques.