

# Siemens NX Motion

Boite à outil

A destination des étudiants de  
première année master ingénieur civil mécanicien

Alex Bolyn – Février 2023

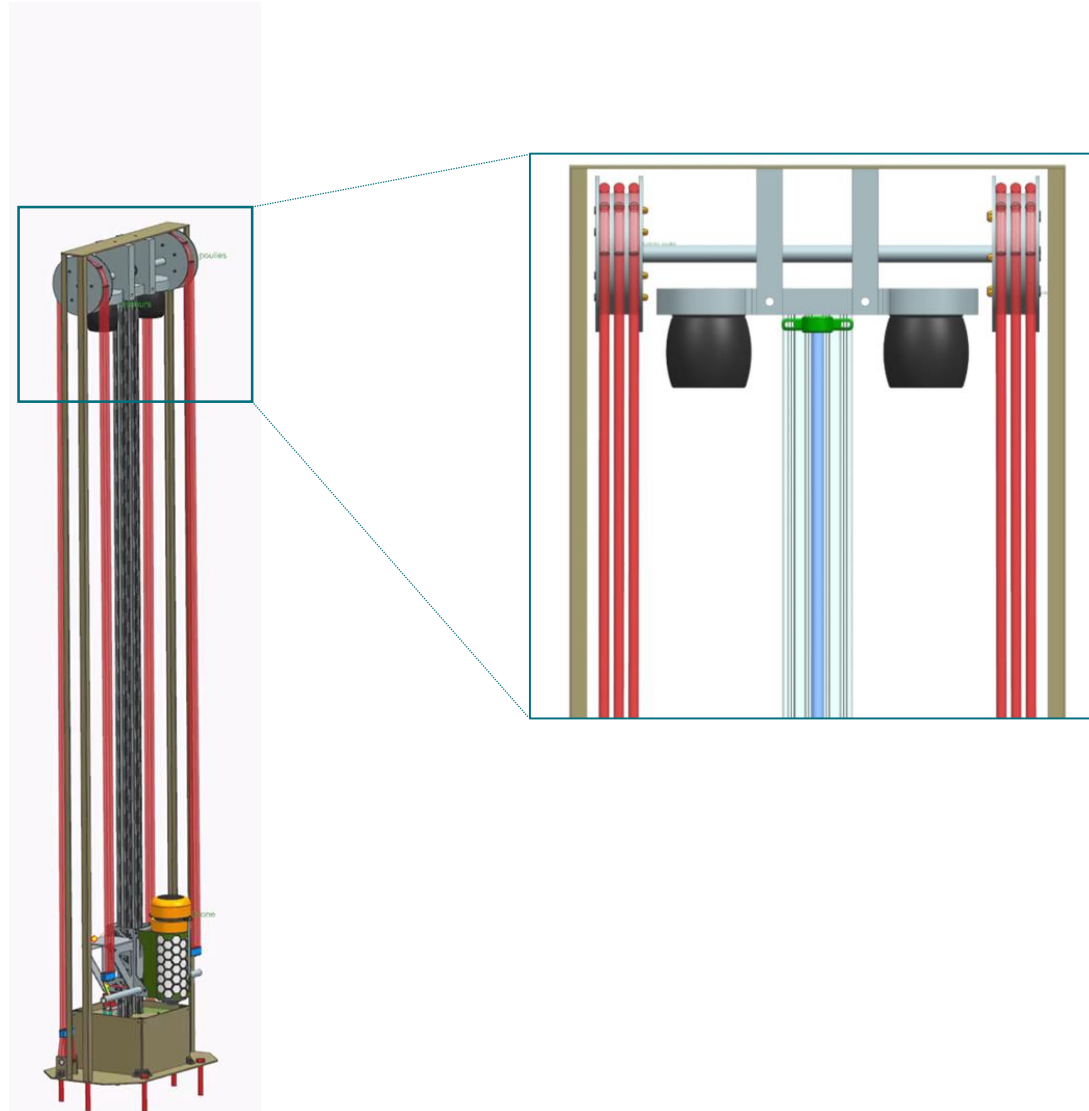
## Contexte

NX Motion est utilisé pour réaliser des simulations cinématiques ou dynamiques.

Il permet donc de simuler un mécanisme et d'en extraire des paramètres (forces, vitesses, positions, efforts de contact, etc.)

# Introduction

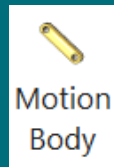
Exemple du lanceur de drone (projet de 2020-2021)



## Modus operandi

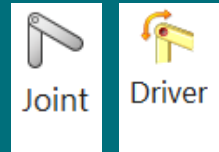
Contraintes physiques

Corps rigides



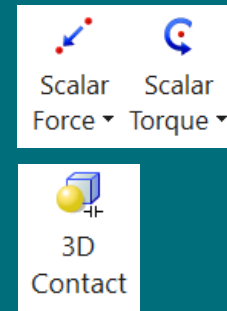
Contraintes cinématiques

Degrés de liberté  
Joints  
Drivers



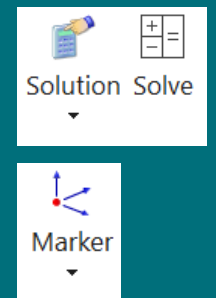
Contraintes dynamiques

Forces  
Contacts

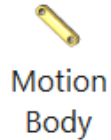


Simulation et résultats

Paramètres  
de simulation  
Sondes



## Corps rigides



Motion  
Body

Motion Body

Motion Body Objects

\* Select Object (0)

Mass Properties Option

Automatic

Mass and Inertia

Update Display Values

Center of Mass

CSYS of Inertia

Mass 0 kg

Ixx 0 kg·mm<sup>2</sup>

Iyy 0 kg·mm<sup>2</sup>

Izz 0 kg·mm<sup>2</sup>

Ixy 0 kg·mm<sup>2</sup>

Ixz 0 kg·mm<sup>2</sup>

Iyz 0 kg·mm<sup>2</sup>

Initial Translation Velocity

Initial Rotation Velocity

Settings

Fix the Motion Body without Joint

Name

B001

OK Apply Cancel

Sélectionner un objet ou plusieurs s'ils sont fixes l'un par rapport à l'autre

Automatic  
User Defined  
None

Propriétés de masse et d'inertie définies automatiquement depuis le fichier associé ou à définir manuellement en dessous

Rendre directement fixe cet objet

## Contraintes cinématiques



Joint








Joint dialog box showing configuration options for a Revolute joint. The 'Type' dropdown is set to 'Revolute'. The 'Action' section includes 'Select Motion Body (0)', 'Specify Origin', 'Orientation Type' (set to 'Vector'), and 'Specify Vector'. The 'Base' section includes 'Snap Motion Bodies', 'Select Motion Body (0)', 'Specify Origin', 'Orientation Type' (set to 'Vector'), and 'Specify Vector'. The 'Limits' section has 'Enable' checkboxes and 'Upper Limit' and 'Lower Limit' fields, both set to 0. The 'Settings' section has a 'Display Scale' field set to 1.0000. The 'Name' field contains 'J001'. Buttons for 'OK', 'Apply', and 'Cancel' are at the bottom.

- Revolute
- Slider
- Cylindrical
- Screw
- Universal
- Spherical
- Planar
- Fixed
- Constant Velocity
- Atpoint
- Inline
- Inplane
- Orientation
- Parallel
- Perpendicular
- Show Shortcuts

Sélectionner le type de joint à appliquer.  
Chaque type définit les degrés de libertés autorisés, et pour certains, selon des critères spécifiques (voir page suivante).

Les sections s'adaptent en fonction du joint choisi.

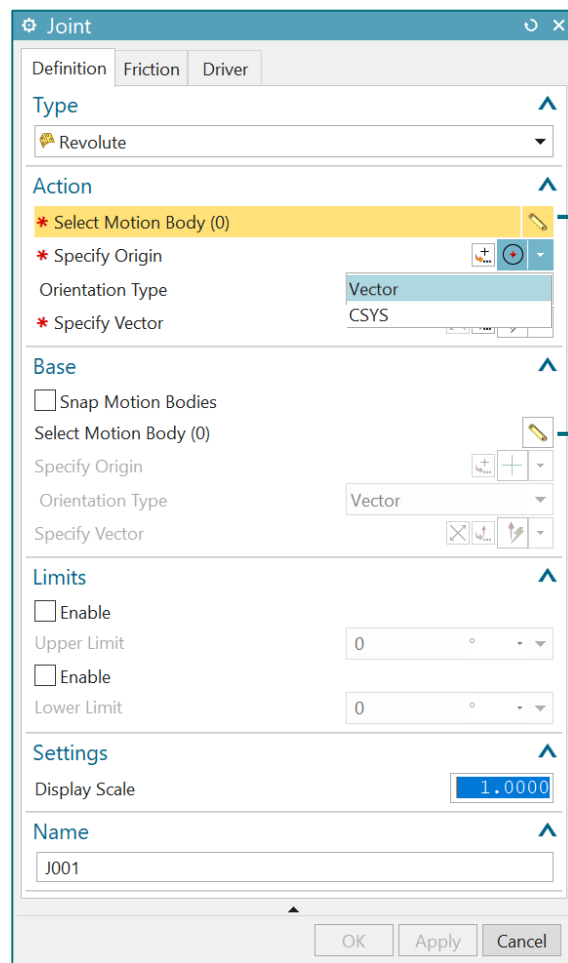
## Contraintes cinématiques

	Nom	Translation	Rotation
	Fixed	Aucune	Aucune
	Revolute	Aucune	1 axe
	Slider	1 axe	Aucune
	Cylindrical	1 axe	1 axe
	Spherical	Aucune	3 axes
	Orientation	3 axes	Aucune
	Planar	2 axes	1 axe

## Contraintes cinématiques : exemple 'revolute'



Joint



Sélectionner le corps principalement concerné

Définition du référentiel du joint :

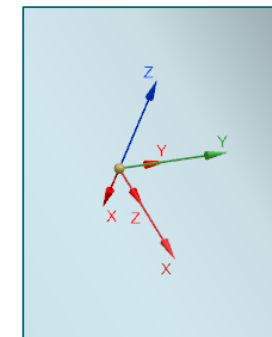
- Origine du référentiel (plusieurs options sont disponibles pour mieux sélectionner le point)
- Orientation des axes :  
'Vector' : déterminer l'axe Z directement par rapport au référentiel absolu  
'CSYS' : définir l'entièreté du référentiel

Les degrés de liberté autorisés sont principalement définis par rapport à l'axe Z du joint.

Ex : Dans le cas d'un joint 'revolute', l'axe de rotation libéré est l'axe Z

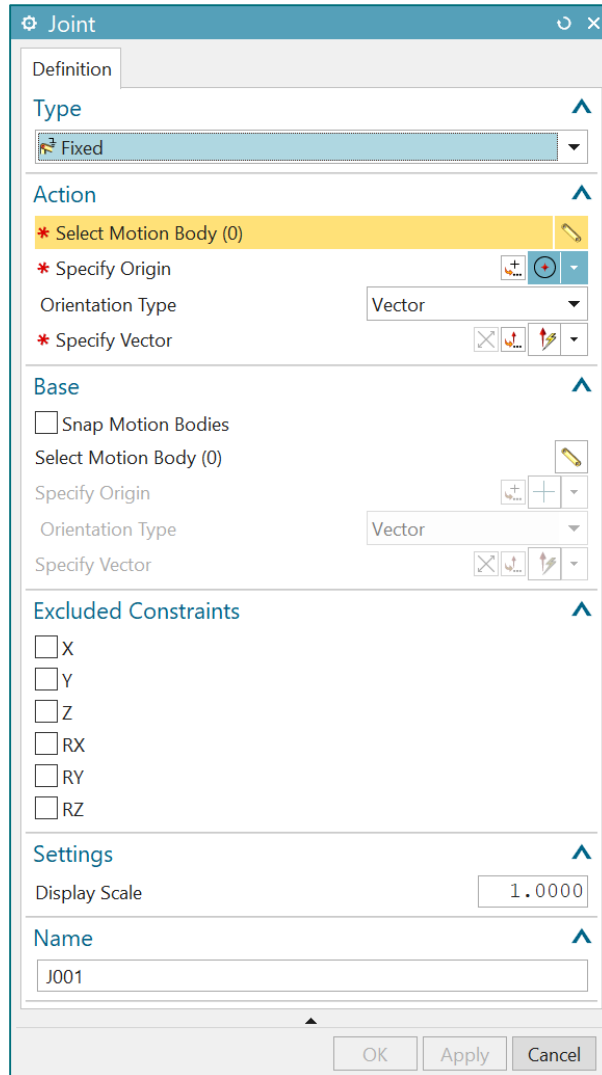
Dans le cas d'un joint 'slider', la translation n'est autorisée que sur l'axe Z

Indiquer le corps par rapport au quel le joint est référencé (si c'est le cas)



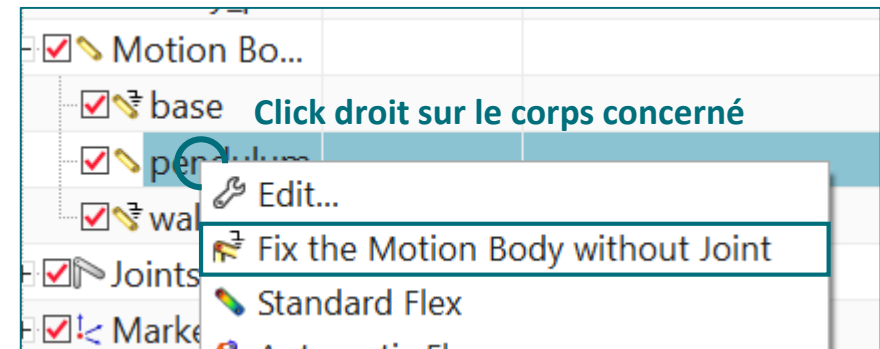


## Contraintes cinématiques : exemple 'fixed'

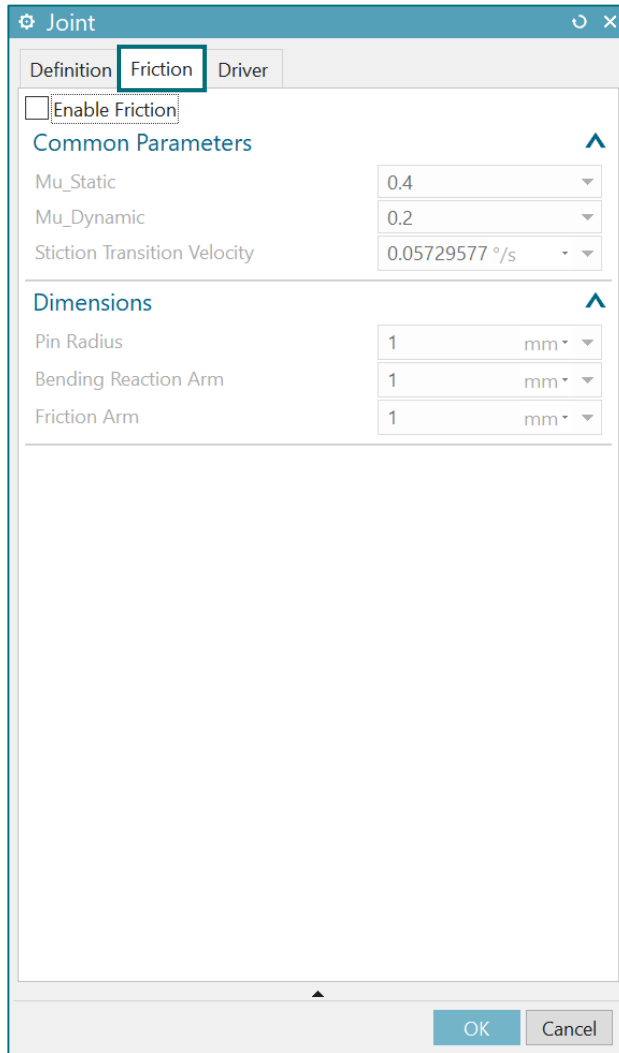


Possibilité de libérer des mouvements  
Attention, ceux-ci sont définis par rapport au référentiel du joint

Ou raccourci pour ajout rapide :



## Ajouter le frottement dans un joint



Si pas activé, les frottements sont inexistantes pour ce joint.

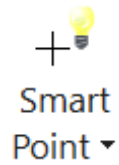
Paramètres à définir selon les matériaux utilisés.  
Pour passer en modélisation purement dynamique du frottement,  $\mu_{static}$  doit être mis à 0.

Données importantes si les forces de frottement sont impliquées pour un moment interne. Les paramètres sont propres aux interactions entre les corps dans le joint.

Voir <https://docs.sw.siemens.com/en-US/doc/289054037/PL20191002143029714.motion/xid1407161>

Au vue des formulations spécifiques des frottements, il est parfois plus simple et plus fidèle d'imposer soi-même ces forces de frottement par le biais de force ou couples (voir plus loin)

## Points



Permet de définir un point de référence pour les contraintes (sans devoir créer de corps rigides)

Point

Inferred Point

Point Location

\* Select Object (0)

Output Coordinates

Reference Absolute - Work I

X 0.00000000 mm

Y 0.00000000 mm

Z 0.00000000 mm

Offset

Offset Option None

OK Cancel

Méthode de sélection de point (voir plus loin)

A ne pas confondre avec les marqueurs ('markers') qui servent à extraire des données en un point.

## Raideur et amortissement

Possibilité d'ajouter de la raideur et de l'amortissement entre deux corps via des joints ou non.



A noter que dans la fenêtre de 'spring', il est possible d'y paramétrer directement un amortissement. Une fois les paramètres validés, les deux objets 'spring' et 'damper' sont créés.

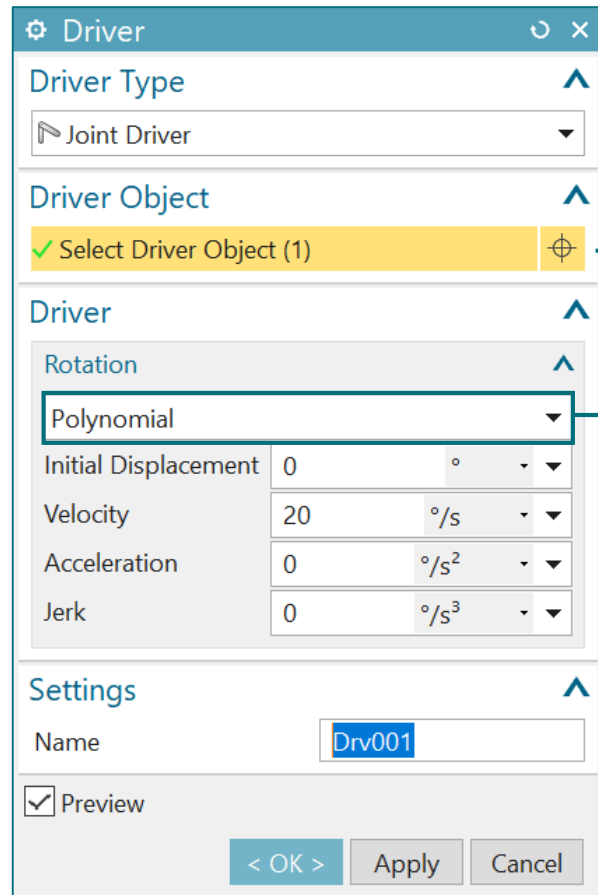
Par défaut le comportement est linéaire mais il est possible d'introduire des équations non-linéaires. L'équation passe alors de  $F = k x(t)$  à  $F = k(x) x(t)$  pour la raideur et  $F = c \dot{x}(t)$  à  $F = k(\dot{x}) \dot{x}(t)$  pour l'amortissement.

La longueur de repos du ressort (là où l'élongation et donc la force de rappel sont nulles) est calculée par défaut en se basant sur la distance dans l'assemblage. Il est possible de la changer dans le champs 'preloaded length' (ou d'imposer une force de par l'onglet 'Actuator').

## Imposer des équations de mouvement



Driver



Sélectionner le joint concerné (impossible si joint fixe)

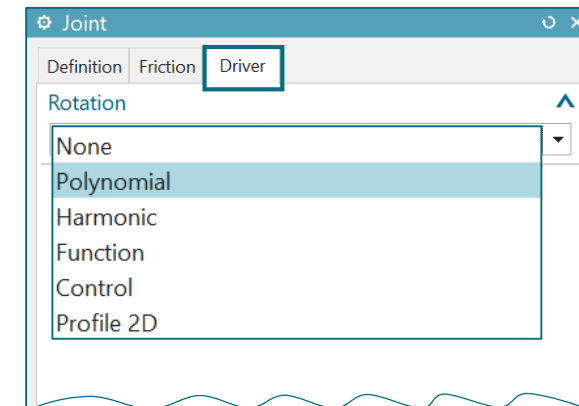


'Polynomial' :  $x = x_0 + \dot{x} t + \ddot{x} t^2 + \ddot{\ddot{x}} t^3$

'Harmonic' :  $x = x_0 + X \sin(2\pi f t + \varphi)$

'Function' : possibilité d'écrire ou d'importer une équation via le 'Function Manager' (voir plus loin)

Possibilité aussi de le faire dans la fenêtre de création du joint



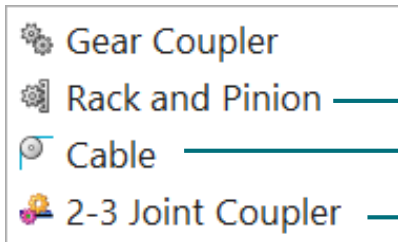
## Autres fonctions liant des mouvements

Il est possible de lier les vitesses entre joints.



Gear

Coupler ▾



Pour réaliser le couplage de deux engrenages

Pour une relation engrenage-crémaillère

Pour lier les vitesses de translations de deux joints 'slider'

Pour créer une relation plus générale entre 2 ou 3 joints  
Par exemple des poulies ou transmissions par chaînes



Motion Body  
Coupler

Pour une formulation plus générale des liaisons entre mouvement. Cela concerne les joints et les corps rigides.

## Vérifier le nombre de degré de liberté

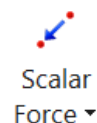
Le nombre de Grübler (nombre de degré de liberté) a sa colonne dédié

Name	Status	Environment	Descripti...	Gruebler Count	Ov
assembly_pend...		Simcenter 3...		1	
assembly_pe...					
+ [checked] Motion Bo...					
+ [checked] Joints					
+ [checked] Markers					
+ [checked] Load Cont...					
+ [checked] Contacts					
Solution_1	Active	Normal Run		1	

S'il est indiqué :(!) à coté du nombre, il est impossible de réaliser une simulation cinématique.

Pour une simulation cinématique, le nombre de Grübler doit être nul.

## Forces scalaires



Sélectionner la direction de la force.

'Translational' : le long de la droite reliant les origines des deux corps.  
X, Y, Z : forces appliquées uniquement dans la direction de l'axe choisi.

Action seule sur un corps ou action-réaction entre corps

Définir le corps recevant la force. Il faut définir le référentiel pour la force (par défaut c'est le référentiel absolu)

Action-réaction : définition du corps recevant la réaction.

Action seule : définition du référentiel pour la direction de la force (par défaut c'est le référentiel absolu)

Définir l'amplitude de la force :

'Expression' : valeur constante

'Function' : possibilité d'écrire ou d'importer une équation via le

'Function Manager' (voir plus loin)

La direction de la force est maintenue constante par rapport aux référentiels donnés (attention donc si un ou des référentiels se déplacent)



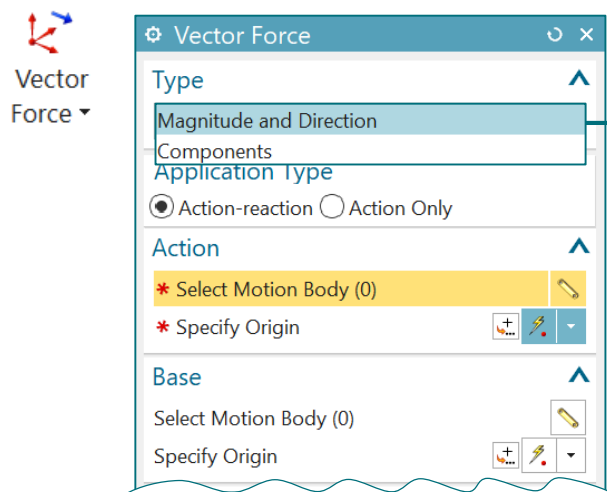
## Forces vectorielles : magnitude et direction

The image shows the 'Vector Force' dialog box in NX Motion software. The 'Type' dropdown is set to 'Magnitude and Direction'. The 'Action' section has 'Select Motion Body (0)' highlighted. The 'Base' section has 'Specify Origin' selected. The 'Magnitude and direction' panel is expanded, showing the 'Reference' section with 'Specify Origin' and 'Specify Vector' options. The 'Magnitude' section has 'Type' set to 'Expression' and 'Value' set to '0.0'. The 'Settings' section has 'Display Scale' set to '1.0000'. The 'Name' field contains 'G001'. Annotations with arrows point to these elements:

- Sélectionner la définition du vecteur (la fenêtre s'adapte en fonction)
- Définir le référentiel pour le vecteur direction
- Définir le vecteur direction. Plusieurs méthodes existent (voir plus loin)
- Choix 'Expression' pour valeur constante ou 'Function' et définir via 'Function manager'

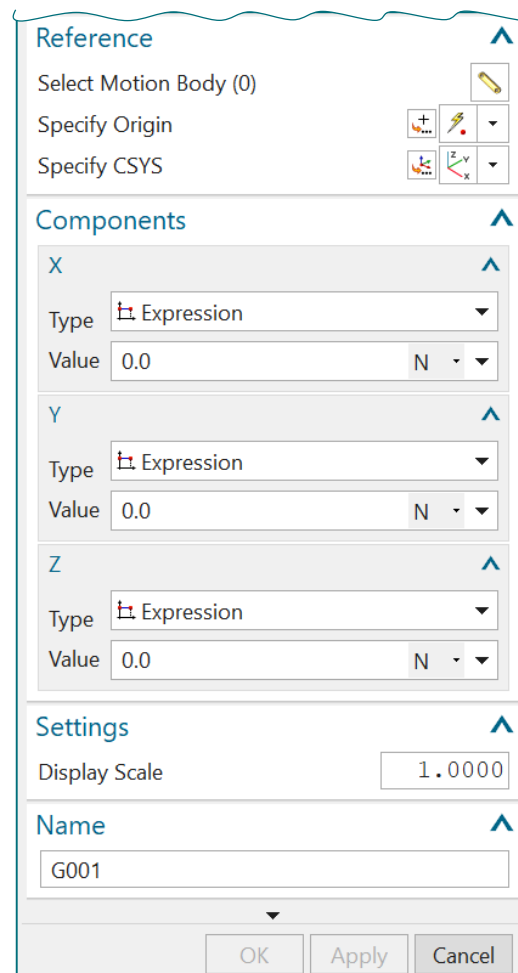
Les coordonnées sont maintenues constantes par rapport au référentiel choisi (absolu ou relatif).

## Forces vectorielles : composantes



'Components'

Sélectionner la définition du vecteur (la fenêtre s'adapte en fonction)



Définir le référentiel pour les composantes

Définir chacune des composantes de la force indépendamment.  
'Expression' : valeur constante  
'Function' : définir une relation via 'Function manager' (voir plus loin)

Les coordonnées sont maintenues constantes par rapport au référentiel choisi (absolu ou relatif).

## Couples scalaires : joint 'revolute'

Scalar  
Torque ▾

Scalar Torque

Scalar Torque

Type

- Revolute Joint
- Motion Body
- Show Shortcuts
- Action-reaction  Action Only

Joint

\* Select Joint (0)

Magnitude

Type Expression

Value 500 N·mm

Name

T001

OK Apply Cancel

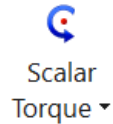
Sélectionner sur qui est appliqué le couple (joint 'revolute' ou corps rigide)

Pour un joint 'revolute', le moment est appliqué sur l'axe du joint selon la règle de la main droite.



Définir la magnitude du couple  
'Expression' : valeur constante  
'Function' : définir une relation via 'Function manager' (voir plus loin)

## Couples scalaires : corps rigide



Scalar Torque

Scalar Torque ▾

### Scalar Torque

Type  
Motion Body ▾

Direction  
 X  Y  Z

Application Type  
 Action-reaction  Action Only

Action  
\* Select Motion Body (0)

\* Specify Origin

Specify CSYS

Base  
Select Motion Body (0)

Specify Origin

Specify CSYS

Magnitude  
Type ▾ Expression  
Value 500 N·mm ▾

Name  
T001

OK Apply Cancel

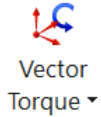
Sélection de l'axe sur lequel est appliqué le moment. Ces axes sont ceux du référentiel défini après

Définir le corps et le point sur lequel est appliqué le moment

Définir le corps et le point sur lequel est appliqué le moment de réaction (si action-réaction est coché)  
Définir le référentiel (si action seule cochée). Par défaut, le référentiel absolu

Définir la magnitude du couple  
'Expression' : valeur constante  
'Function' : définir une relation via 'Function manager' (voir plus loin)




## Couple vectoriel












Vector Torque


Type  
Magnitude and Direction

Application Type  
 Action-reaction  Action Only

Action  
\* Select Motion Body (0)   
\* Specify Origin  

Base  
Select Motion Body (0)   
Specify Origin  

Reference  
Select Motion Body (0)   
Specify Origin    
\* Specify Vector   

Magnitude  
Type  Expression  
Value 0.0 N·mm

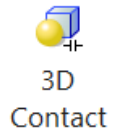
Settings  
Display Scale 1.0000

Name  
G001

OK Apply Cancel

Même logique que 'Force vector' (voir précédemment)

## Contacts



3D  
Contact

The screenshot shows the '3D Contact' dialog box with the following settings:

- Type: CAD Contact
- Action: \* Select Body (0)
- Base: \* Select Body (0)
- Basic tab selected
- Stiffness: 100000 N/mm
- Force Exponent: 2
- Material Damping: 10 N-s/mm
- Max Penetration Depth: 0.1 mm
- Coulomb Friction: ON
- Friction Parameters section:
  - Static Coefficient: 0.3
  - Stiction Velocity: 0.01 mm/s
  - Dynamic Coefficient: 0.2
  - Friction Velocity: 0.1 mm/s
- Name: G001
- Buttons: OK, Apply, Cancel

Les contacts et chocs sont difficiles à appréhender en dynamique. Il faut donc rester très prudent quant aux paramètres utilisés !

Il n'est pas recommandé d'utiliser cette fonctionnalité car ces paramètres sont généralement inconnus ou approximatifs. Si possible, simplifier le contact par des joints.

Siemens donne des recommandations quant à la détermination de ces paramètres : <https://docs.sw.siemens.com/en-US/doc/289054037/PL20191002143029714.motion/id562936>

## Définir un point

📍 Inferred Point
📍 Cursor Location
+ Existing Point
↗ End Point
⤵ Control Point
⤴ Intersection Point
⊙ Arc/Ellipse/Sphere Center
△ Angle on Arc/Ellipse
⊙ Quadrant Point
↗ Point on Curve/Edge
👁 Point on Face
↗ Between Two Points
📍 Spline Pole
📍 Spline Defining Point
= By Expression

Sélectionner un point existant

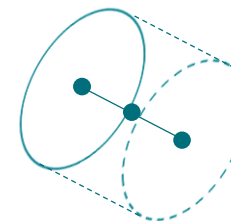
Sélectionner un point en bout de courbe

Créer un point au centre d'un arc, d'un cercle ou d'une sphère

Créer un point au milieu du segment entre deux points

*Liste des options pour définir un point*

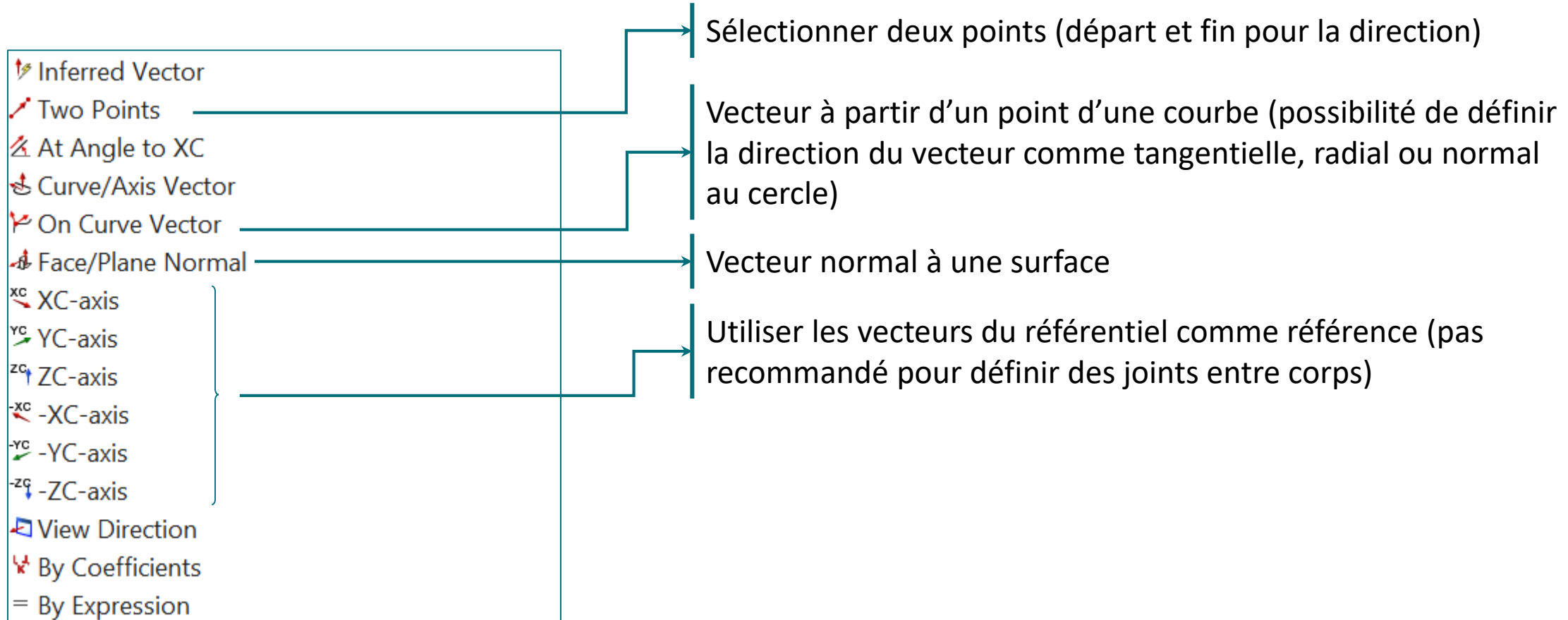
Tip utile : sélectionner un point au centre d'un perçage.



↗ Between Two Points

2x ⊙ Arc/Ellipse/Sphere Center

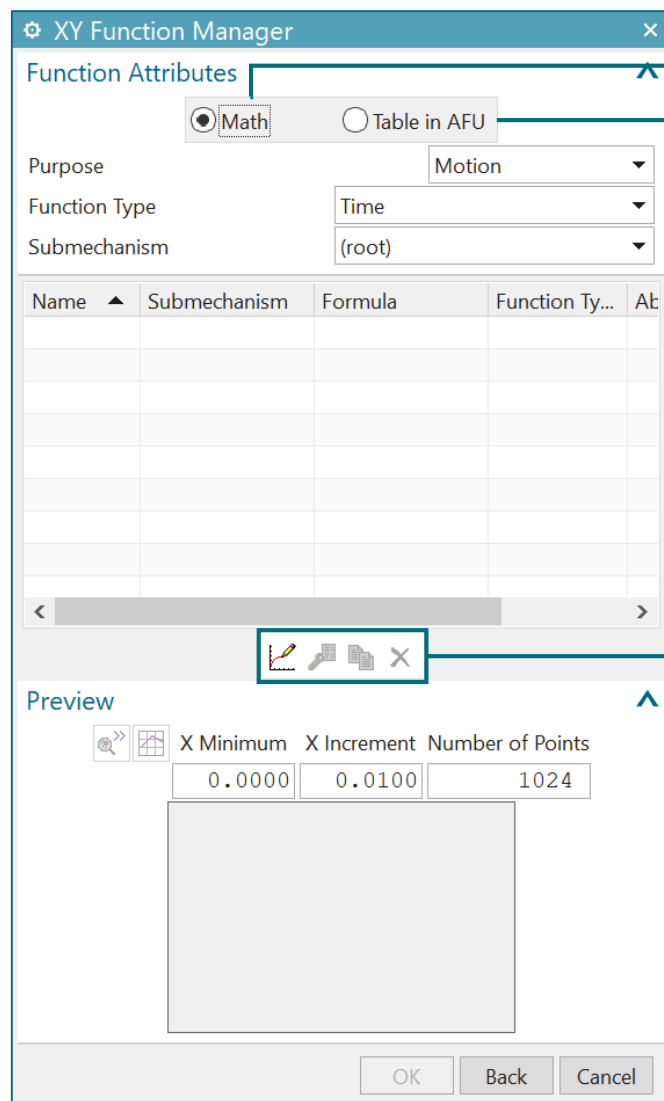
## Définir un vecteur





## 'Function manager' : Math

$f(x)$   
Function  
Manager ▾



Fonction définie par formules mathématiques.  
Elles ne dépendent que du temps mais les fonctions écrites peuvent dépendre d'autres fonctions telles que la position ou la vitesse d'un objet (qui dépendent bien du temps)

Fonction définie par des tableaux de valeur (voir suivant)

Liste des fonctions existantes dans le projet

Menu création et édition de fonction

 Pour créer une nouvelle fonction

Si une fonction est sélectionnée dans la liste au-dessus :

   Editer, copier ou supprimer la fonction

Pour visualiser rapidement la fonction

## Créer une fonction math

XY Function Editor

Function Attributes

Math  Table in AFU

Purpose: Motion

Function Type: Time

Function Definition

Name: math\_func

Formula=

Insert: Math Function

ABS()  
ACOS()  
AINT()  
ANINT()  
ASIN()  
ATAN()

Axis Unit Setting

X Type: Time Unit: s

Y Type: Angular Displacement Unit: rad

Initial Estimation Value

Preview Area

OK Apply Cancel

Zone d'écrire de la formule

Vérificateur de syntaxe de la formule

- Derived
- Predefined
- Math Function
- Expression
- Independent Variable
- Motion-Functions
- Motion-Variables
- Motion-Plant Input
- Motion-Sensor
- Motion-Control Port

Contient les fonctions disponibles qui sont alors affichées dans la liste déroulante en-dessous.

- 'Derived' : permet de générer les formules pour accéder aux paramètres des corps de la solution (ex: la magnitude du couple appliqué sur un corps)
- 'Math Function' : fonctions mathématiques habituelles
- 'Expression' : paramètres définis dans les expressions (ex : poids ou longueur d'une pièce)
- 'Motion-Functions' : fonctions fournies par le solveur (ex : générer un sweep, une fonction logique ou un polynôme)
- 'Motion-Variables' : fonctions pour accéder aux paramètres calculés (ex: position ou accélération en un point)

Section pour visualiser l'allure de la fonction

## Créer une fonction math : 'Derived'

Formula=  
FM(marker\_center\_ball,1)

Insert Derived

S001 (Action - pendulum: S001\_i, Base - Ground: SC ^  
D001 (Action - pendulum: D001\_i, Base - Ground: C  
marker\_center\_ball (pendulum)  
F001 (Action - pendulum: F001\_i, Base - Ground: FC v

Motion-Variables Setting

Observable Force Reference Frame  
Component Force Magnitude  Absolute  Relative

Axis Unit Setting

X Type Time Unit s  
Y Type Angular Displacement Unit rad

Initial Estimation Value  
Preview Area

OK Apply Cancel

Sélectionner le corps concerné

Choisir l'élément à observer et sa composante

Displacement  
Velocity  
Acceleration  
Force

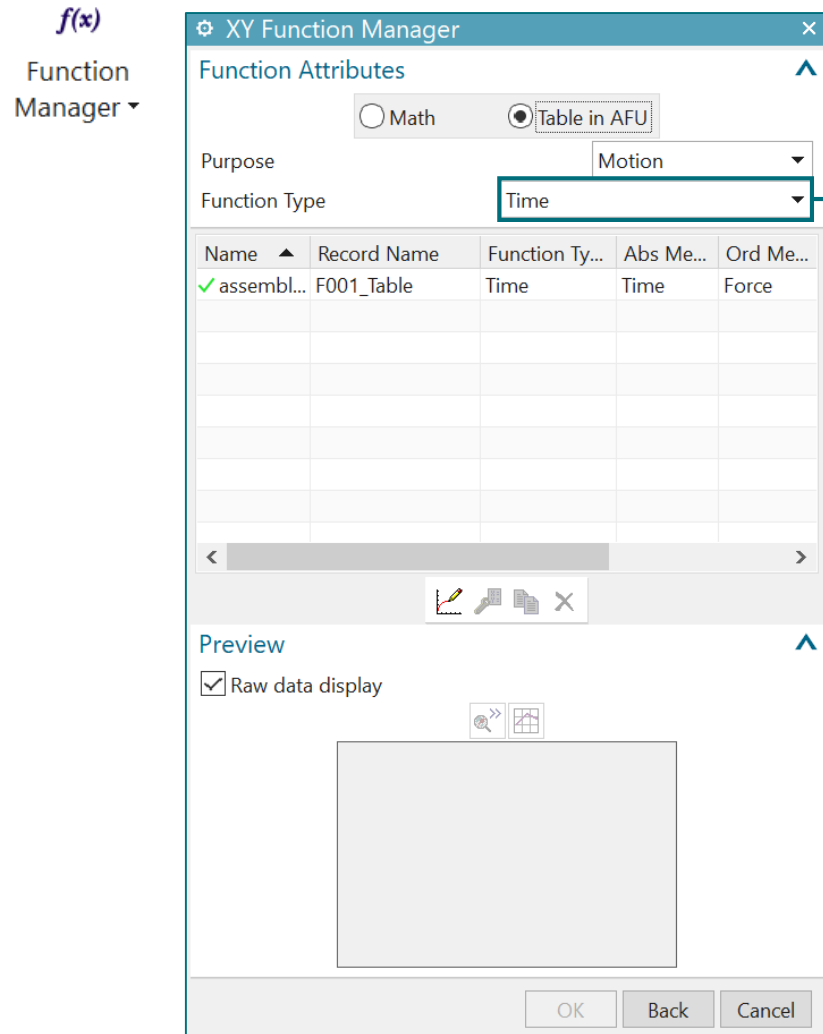
Force Magnitude  
FX  
FY  
FZ  
Torque Magnitude  
TX  
TY  
TZ

Choisir le référentiel à utiliser

Importer la fonction correspondant à nos choix dans la formule

La formule obtenue ici est  $FM(\text{marker\_center\_ball},1)$  qui est la magnitude de la force calculée sur le marqueur appelé « marker\_center\_ball » par rapport au référentiel absolu (1).

## 'Function manager' : Tables



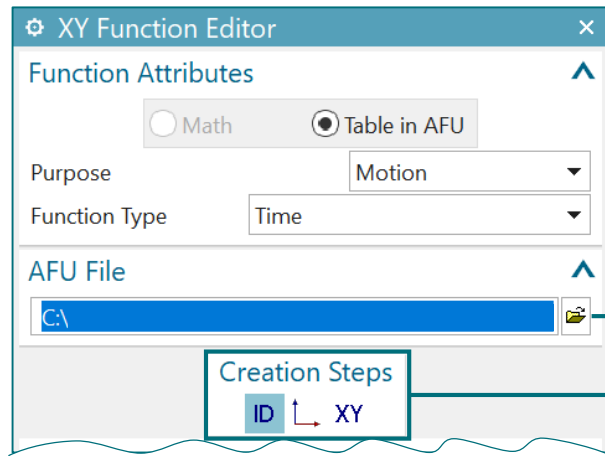
Même interface qu'en mode 'Math' si ce n'est que les fonctions ne sont pas obligatoirement dépendante du temps

- Time
- Timing Chart
- Stiffness and Damping
- Vehicle
- Motion General

'Time' : fonction du temps (ou d'autres paramètres dépendant du temps comme la vitesse ou la position)

'Stiffness and Damping' : définir une force en fonction d'un déplacement ou d'une vitesse (définition des fonction  $k(x)$  ou  $c(\dot{x})$  par exemple)

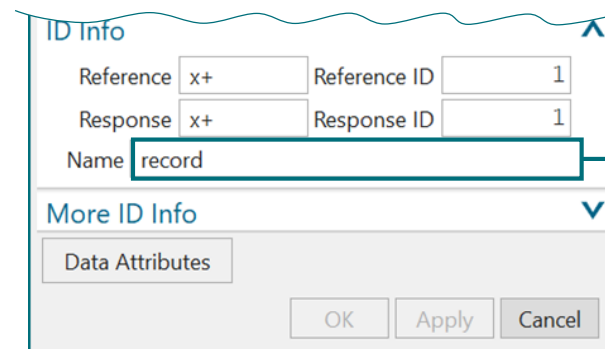
## Créer une fonction table : 'ID'



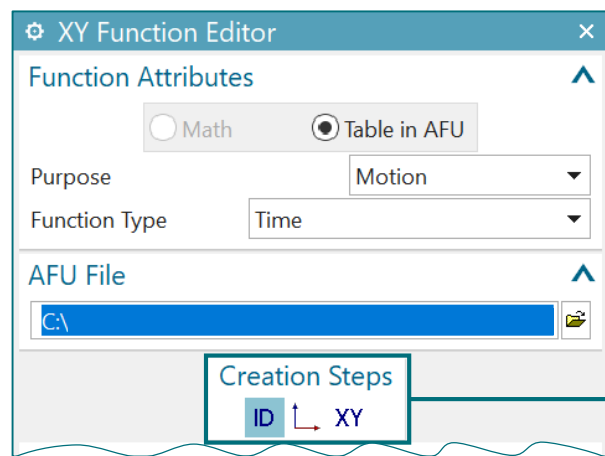
Sélectionner le fichier AFU du projet s'il existe déjà

Les trois étapes à suivre pour créer la fonction

**ID** 'ID' : indiquer les informations de lecture du fichier AFU (la modification de cette partie se fait dans des cas spécifiques). Le plus important reste cependant d'indiquer le nom de la fonction



## Créer une fonction table : définition des axes



Les trois étapes à suivre pour créer la fonction



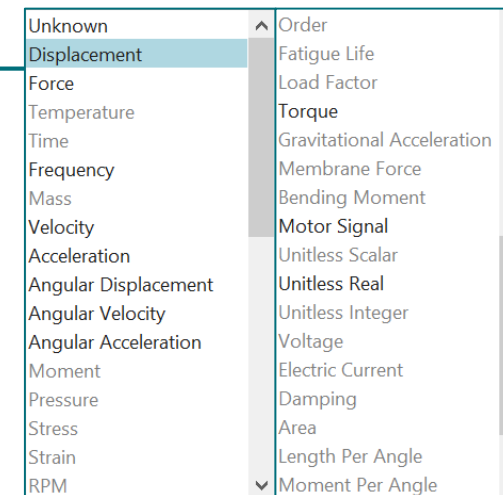
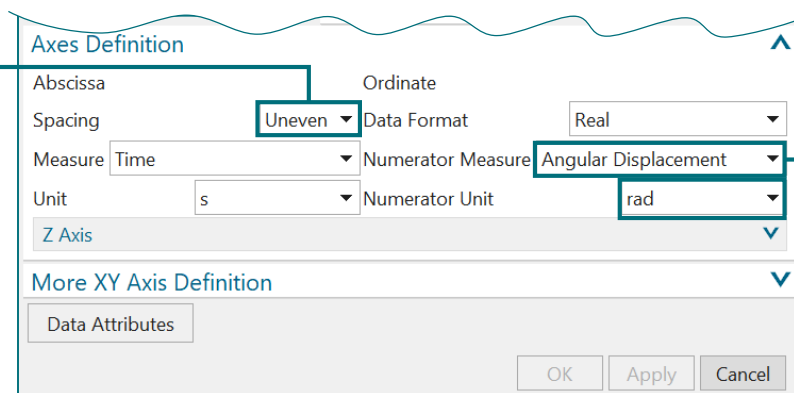
'XY-Axis Definition' :

Définir l'abscisse et l'ordonnée pour la lecture.

Spécifier les données de l'abscisse et les unités

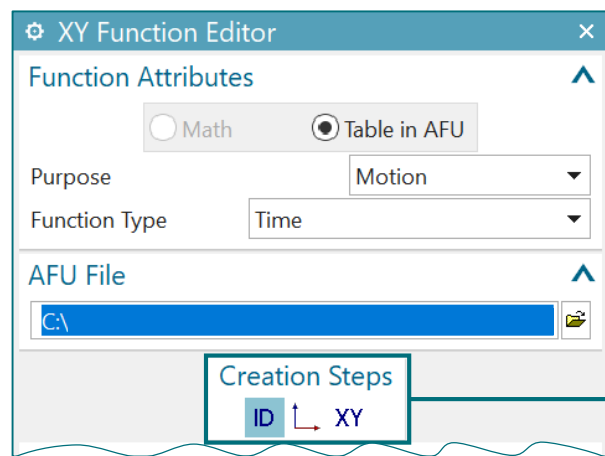
Spécifier si l'écart entre les points est selon l'abscisse constant (even) ou non (uneven)

Even  
Uneven



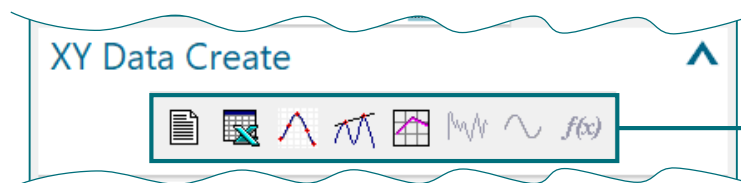
En fonction des paramètres de simulation, certains sont accessibles (ex : pas de température en cinématique)

## Créer une fonction table : introduction des données (éditeur)



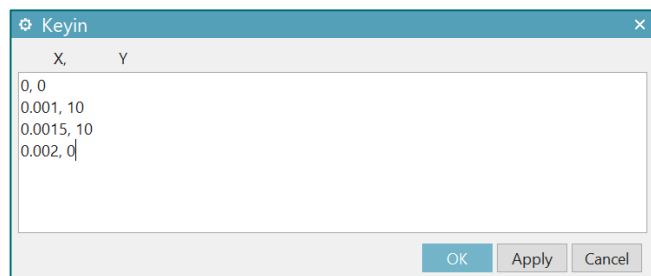
Les trois étapes à suivre pour créer la fonction

**XY** 'XY Data' : définition des points de la fonction

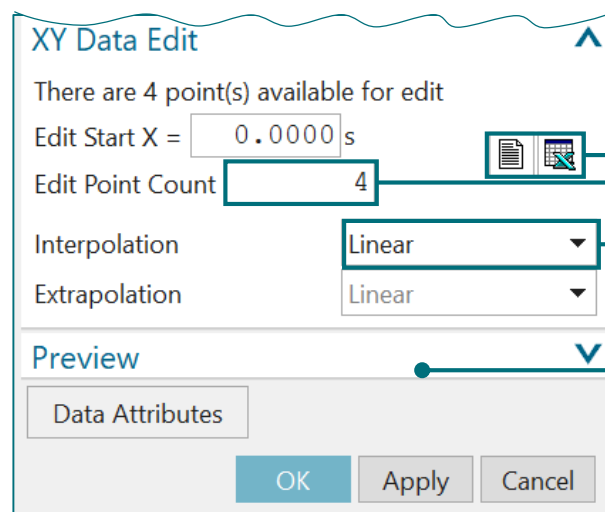


Méthodes d'introduction des points

Ouvrir un éditeur de texte pour y introduire les points (format CSV)



>>

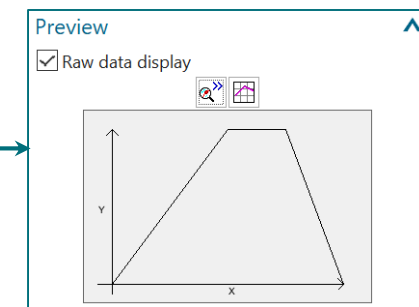


Pour modifier les points :

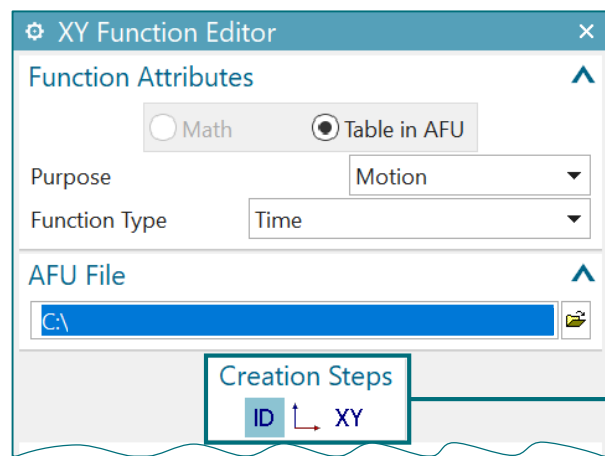
- Via éditeur de texte
- Via Excel

Nombre de points comptés

Sélectionner la méthode d'interpolation entre les points donnés

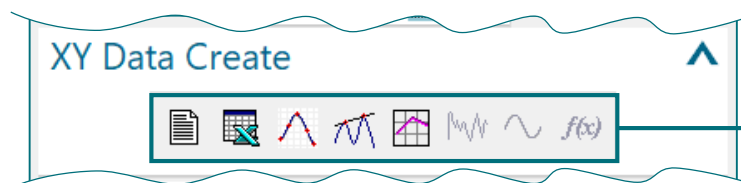


## Créer une fonction table : introduction des données (spreadsheet)




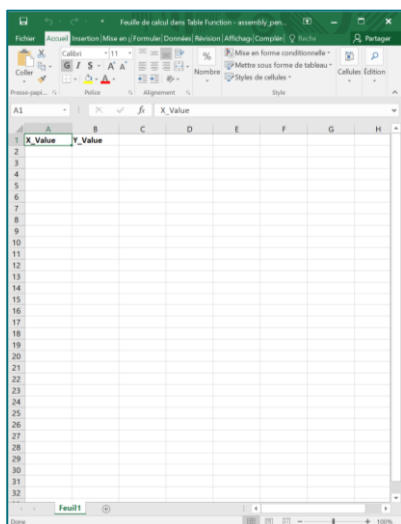
Les trois étapes à suivre pour créer la fonction

**XY** 'XY Data' : définition des points de la fonction

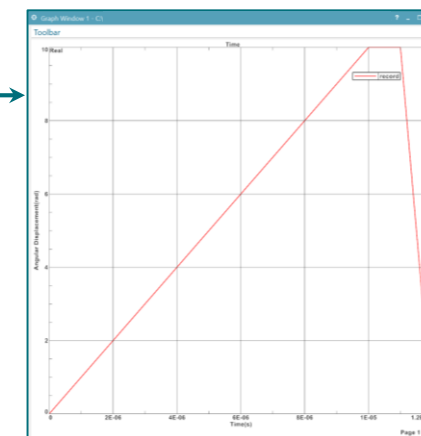
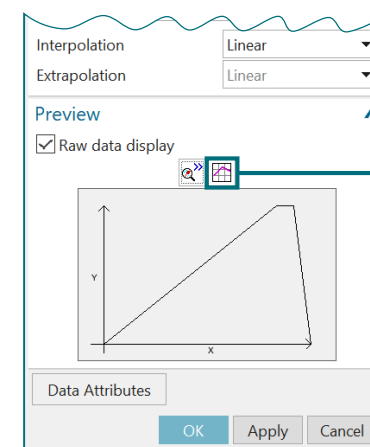
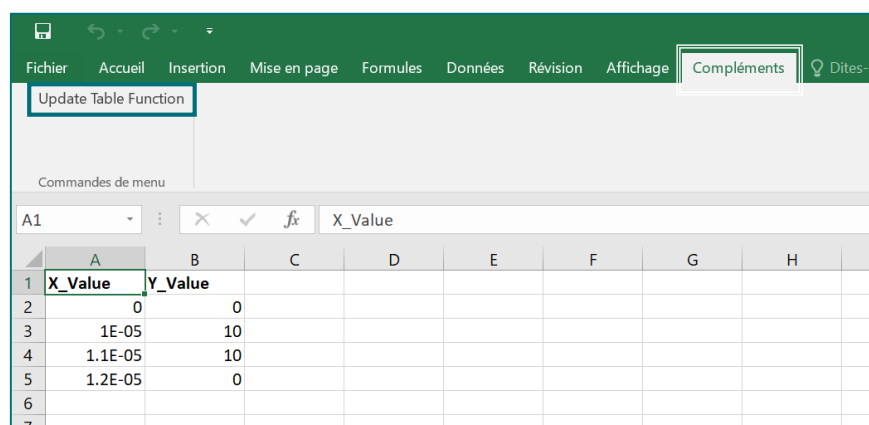


Méthodes d'introduction des points

 Ouvrir un spreadsheet (fichier tableur comme Excel)

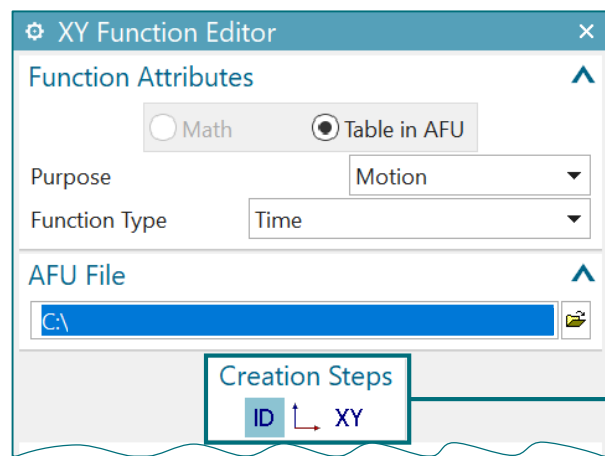


Valider les points introduits en cliquant sur 'Update Table Function' avant de fermer !



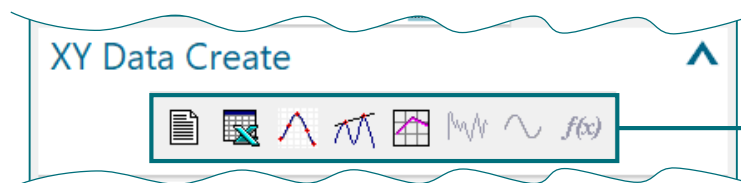


## Créer une fonction table : introduction des données ('Digitize from Grid')



Les trois étapes à suivre pour créer la fonction

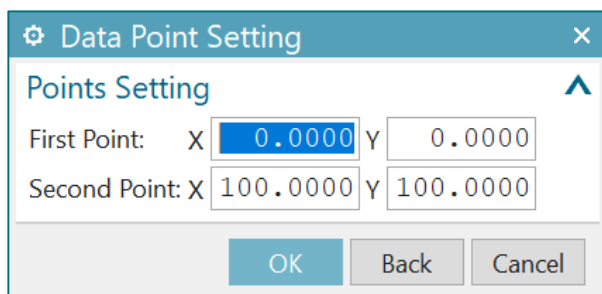
**XY** 'XY Data' : définition des points de la fonction



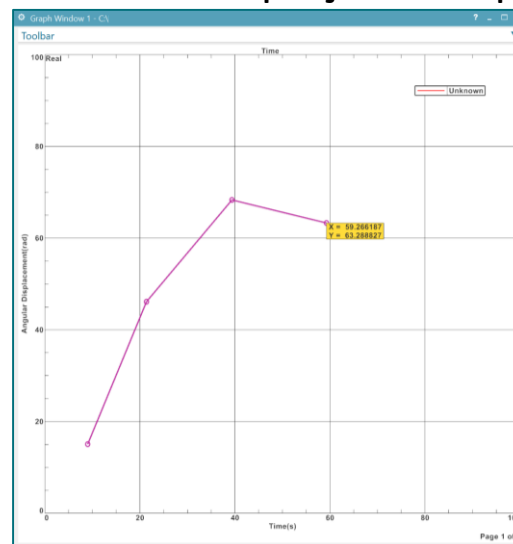
Méthodes d'introduction des points



'Digitize from Grid' : tracer la fonction à la main en plaçant des points



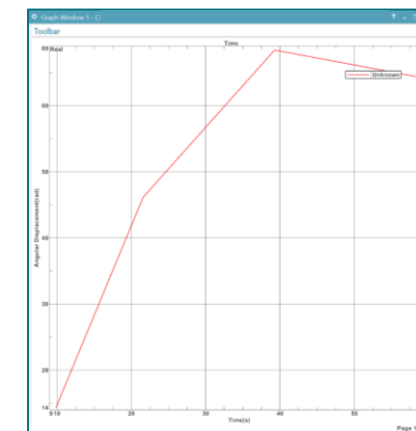
Indiquer les plages de valeur des axes où placer les points



Placer les points à la main dans le graphique et valider une fois terminer

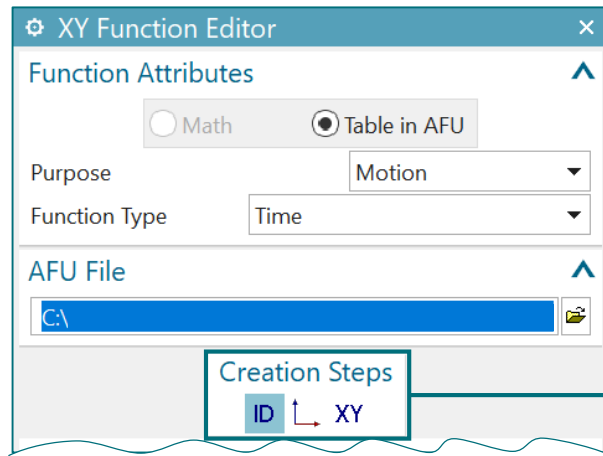


Supprimer le dernier point placé



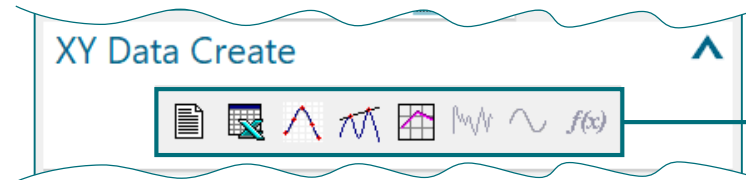
Aperçu de la fonction validée

## Créer une fonction table : introduction des données (autres)



Les trois étapes à suivre pour créer la fonction

**XY** 'XY Data' : définition des points de la fonction



Méthodes d'introduction des points

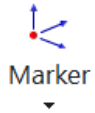


'Digitize from Data' : tracer une fonction à la main à partir de points déjà existants (ils doivent être préalablement disponibles dans le fichier AFU)

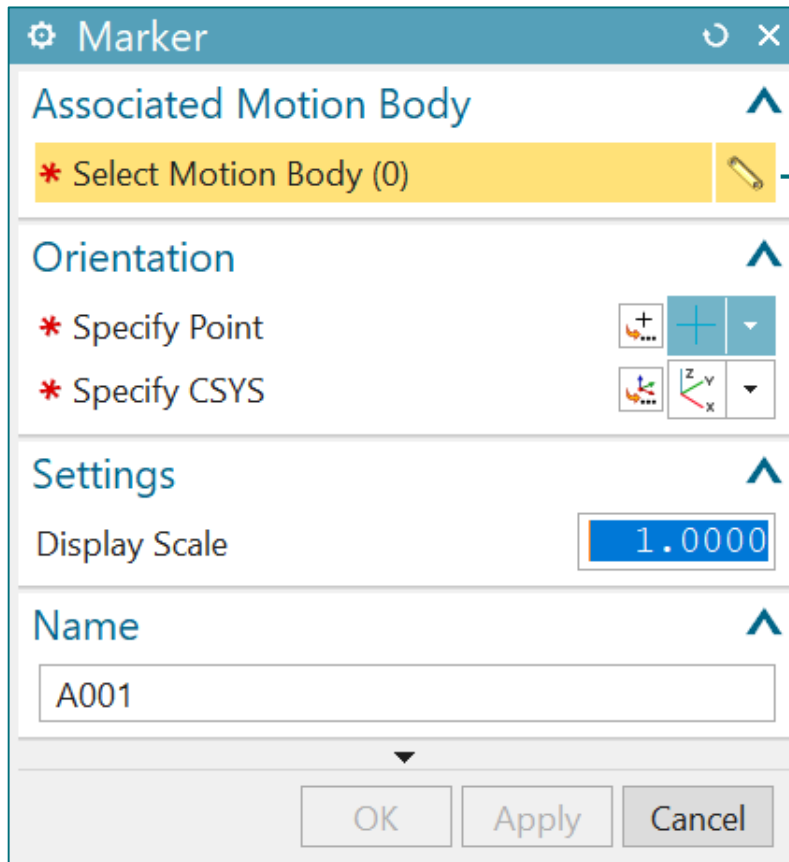


'Digitize from Plot' : tracer une fonction à la main à partir d'un tracé déjà existant (celui-ci doit déjà avoir été créé dans le projet)

## Marqueurs



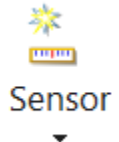
Les marqueurs permettent de mesurer différents paramètres en un point (accélérations, déplacements, forces, etc.). Les marqueurs peuvent servir également à l'écriture de fonctions.



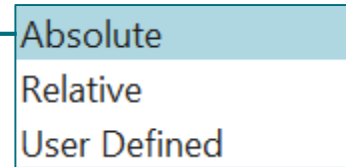
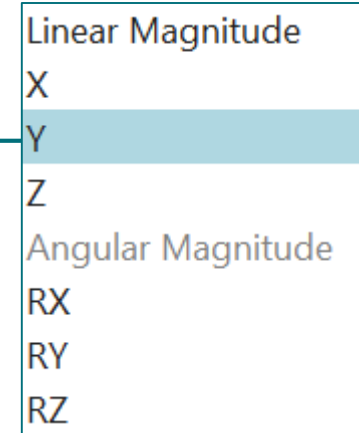
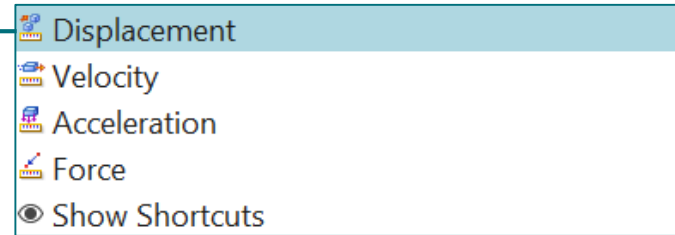
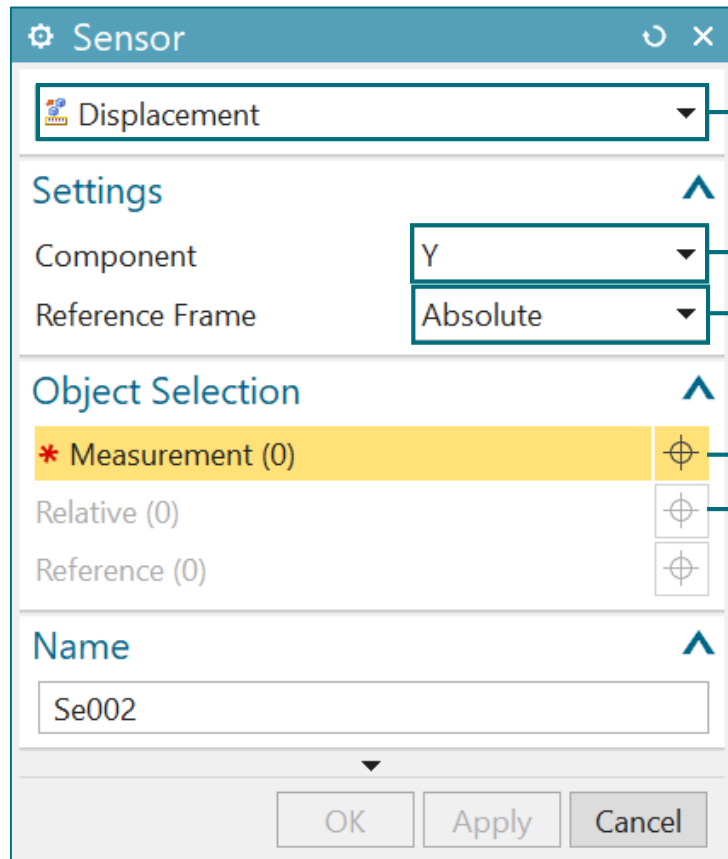
Définir le corps concerné

Définir l'origine et le référentiel  
Attention par rapport aux autres référentiels (si une force est définie selon un autre référentiel, il se peut que le marqueur se déplace relativement au point d'application de la force !)

## 'Sensor'



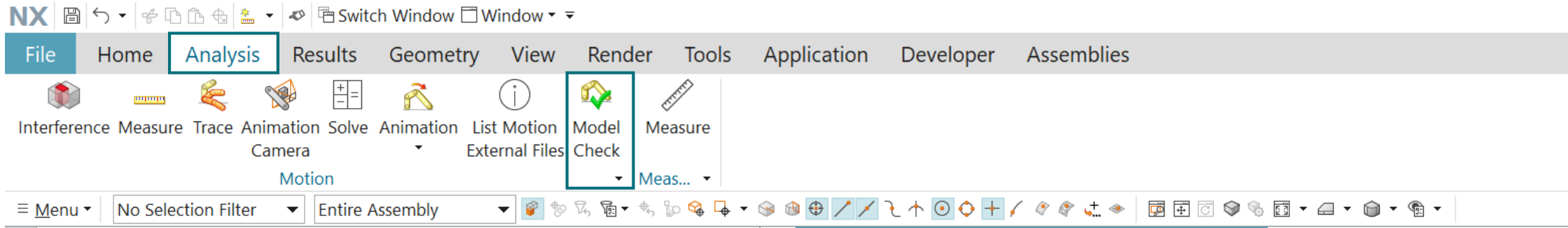
Permet de mesurer une donnée d'un marqueur par rapport au référentiel absolu ou par rapport à un autre marqueur (plus intéressant)



Sélectionner le marqueur principal

Sélectionner le marqueur de référence (si mesure relative)

## Vérification avant lancement

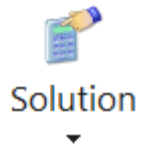


Permet de vérifier si les paramètres nécessaires à la simulation sont définis correctement avant de la lancer (objet manquant, liaisons entre objets manquantes, etc.).

Une fenêtre s'ouvre avec la liste des attentions et des erreurs s'il y en a.

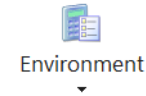
Attention ! Cela ne certifie pas que les résultats de la simulation sont corrects ! En effet, ce système ne sert qu'à vérifier les potentielles sources d'erreur de la résolution (qui pourraient provoquer une erreur fatale lors de la résolution). Les solutions dépendent principalement des données !

## Lancer une simulation



Kinematics/Dynamics  
Static Equilibrium

Définir étude statique ou cinématique. Pour définir si l'étude est cinématique ou dynamique, c'est dans l'environnement



Définir la durée à simuler

Définir le nombre de pas à simuler (le pas de temps est donc la durée divisé par ce nombre)

Définir la gravité (orientation et amplitude)

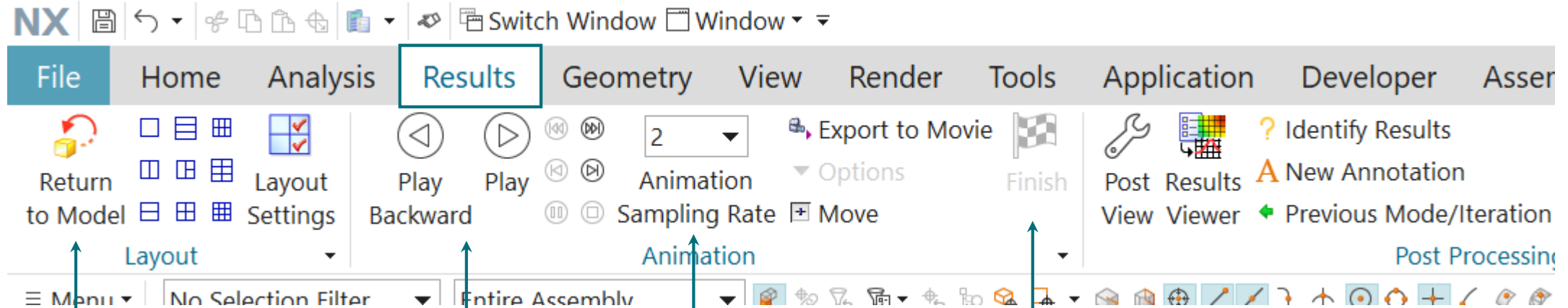
Paramètres du solveur (voir cours de KDM)

Les paramètres de la solution sont sauvés. Si 'Solve with OK' est coché, la simulation est lancée directement sinon il faut cliquer sur 'Solve'



Solve

## Animation



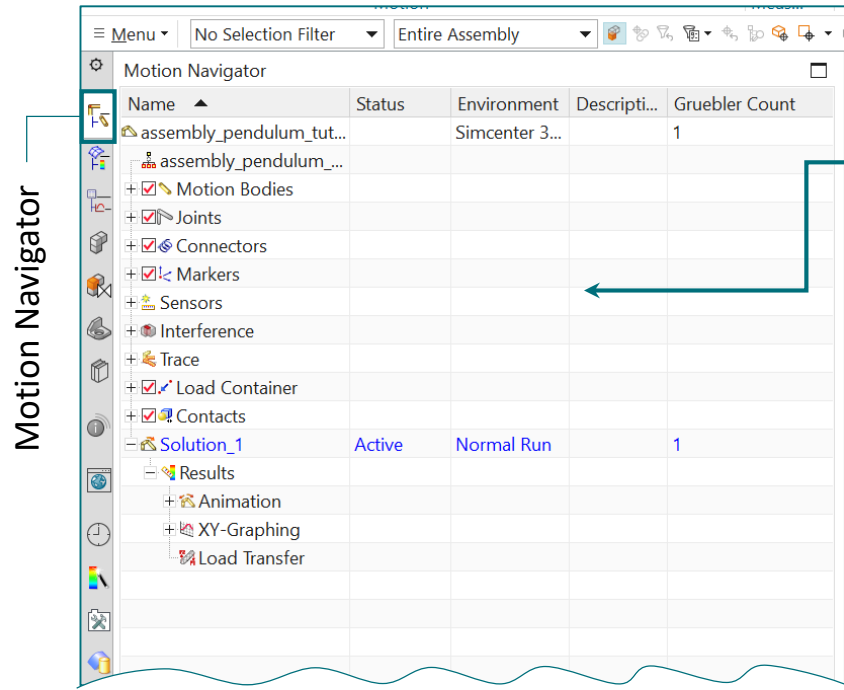
Quitter le mode résultat  
(nécessaire pour pouvoir  
modifier des éléments de la  
simulation)

Lecture

Fréquence de lecture de pas  
(permet une lecture plus  
rapide de l'animation)

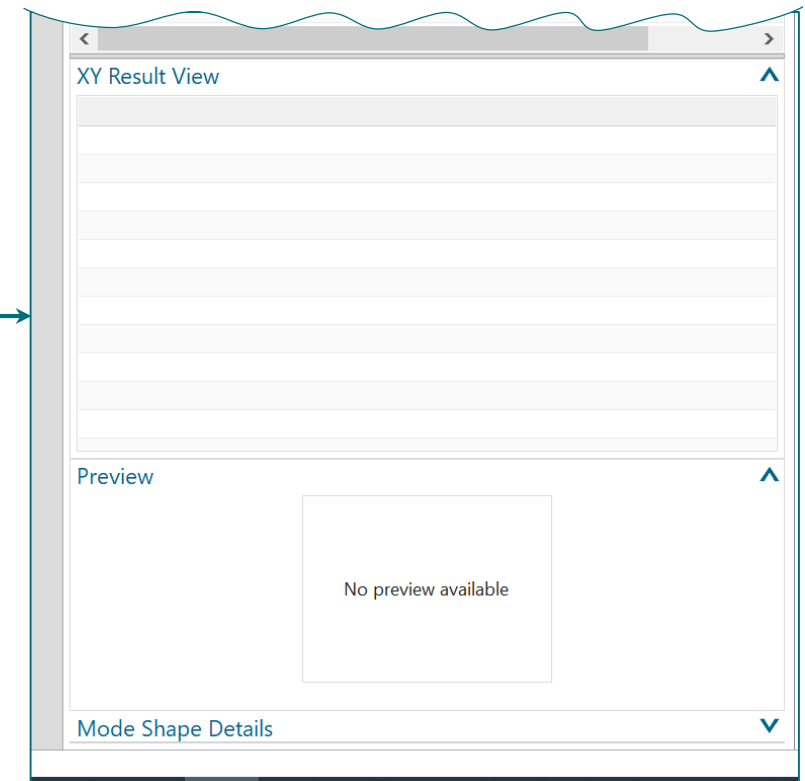
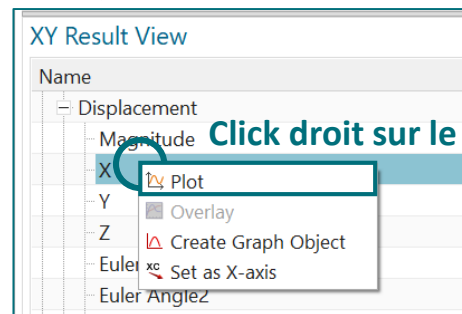
Arrêter le mode animation

## Obtenir un graphique



Quand la simulation est terminée, il suffit de cliquer sur l'objet contenant le paramètre à analyser (dans la fenêtre 'Motion Navigator'). Apparaît alors en bas dans la fenêtre 'XY Result View' les paramètres mesurés.

Ensuite il suffit de faire click droit sur le paramètres à analyser et cliquer sur 'Plot'





## Tracer graphique

Quand on demande de tracer un graphique, NX demande où le tracer via la fenêtre suivante



Annuler l'opération

Ouvrir le graphique dans une nouvelle fenêtre (recommandé)

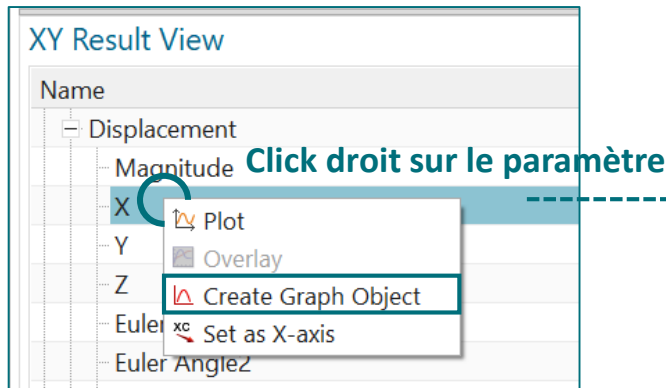
Sélectionner la fenêtre où tracer le graphique.

Dans ce mode, les fenêtres potentielles sont encadrées de rouge (il est donc possible de tracer un graphique dans l'interface principal)

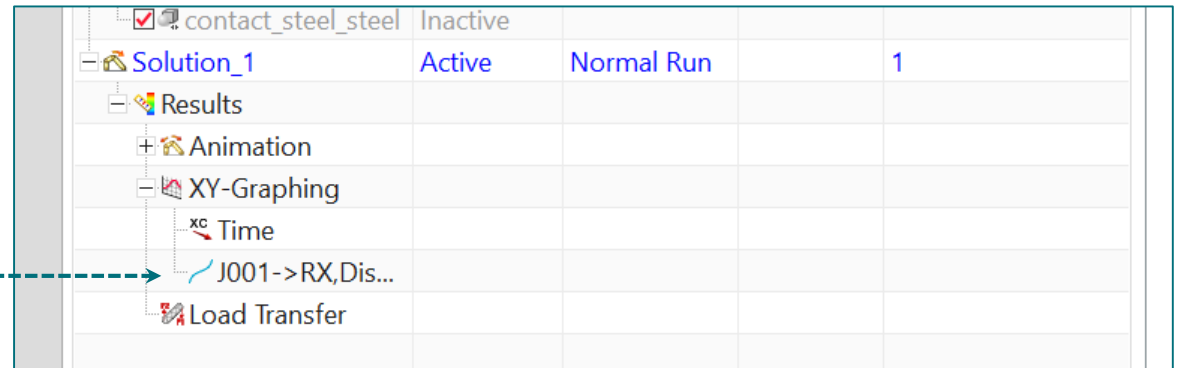
## Objet graphe

Il est important de noter qu'une fois la fenêtre fermée, le graphe est perdu.

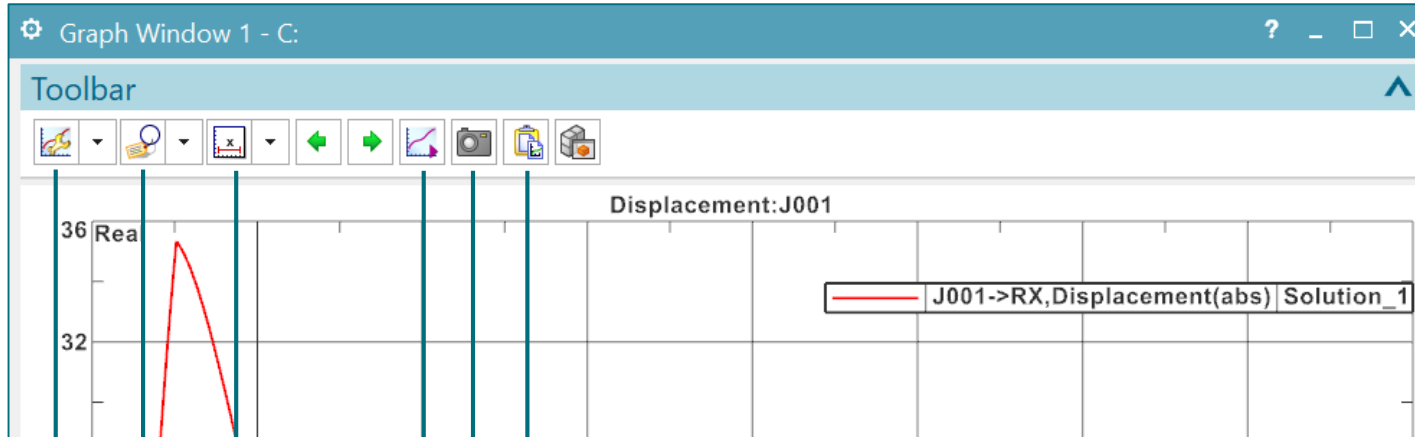
S'il est nécessaire de garder le graphique dans la simulation NX pour le consulter quand on le désire (notamment si les paramètres de simulation changent souvent), il est alors recommandé de créer un objet graphe.



Le graphique est alors facilement accessible via la liste déroulante 'XY-Graphing' de la solution



## Fenêtre graphique



Mode édition du graphique (avec différentes options)

Sonde pour lire les points avec différentes options:



Lecture avec curseur

Lecture des maxima et minima

Lecture fine (permet de lire par pas de calcul)

Capture du graphique au format image dans le presse-papier (graphique copié)

Enregistrer le graphique au format image (png, jpg ou tiff)

Exporter les points tracés (en fichier afu ou csv)

Zoom sur le graphique avec différentes options :



Élargissement en X

Élargissement en Y

Élargissement en Z

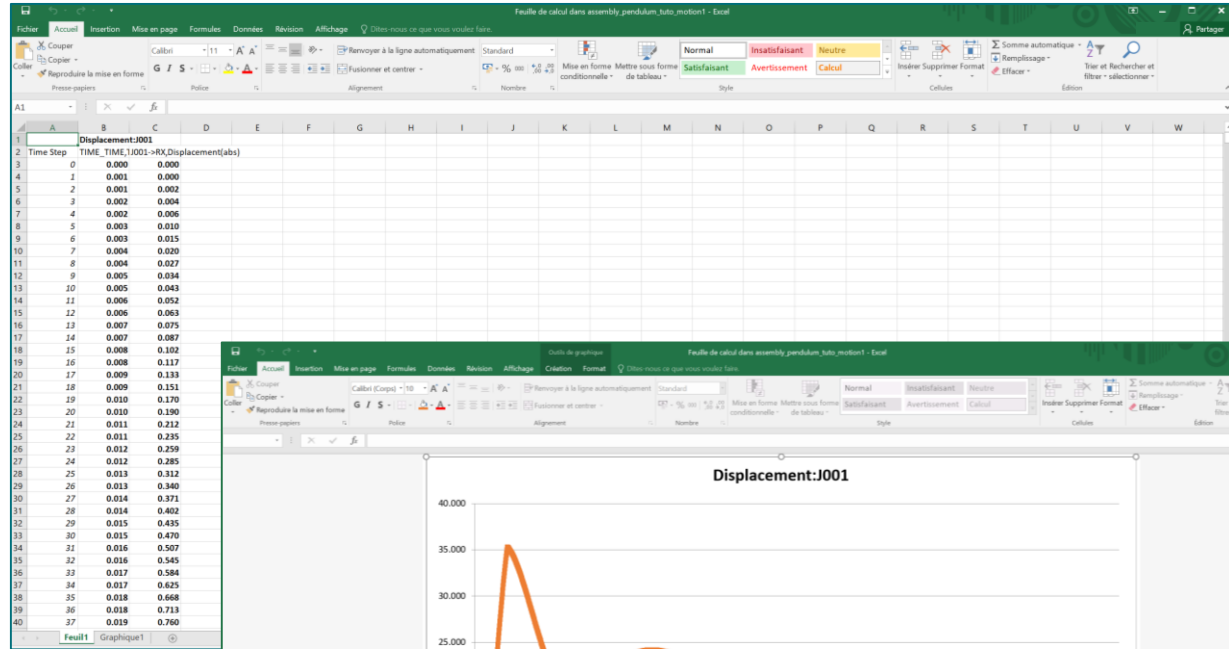
Élargissement d'une surface

Annuler les élargissements

## Exporter un graphique sous format Excel

Click droit sur le l'objet graphe à exporter

- Plot
- Overlay
- Plot to Spreadsheet
- Store...
- Set as X-axis
- Delete
- Information
- Display in Animation



## Introduction

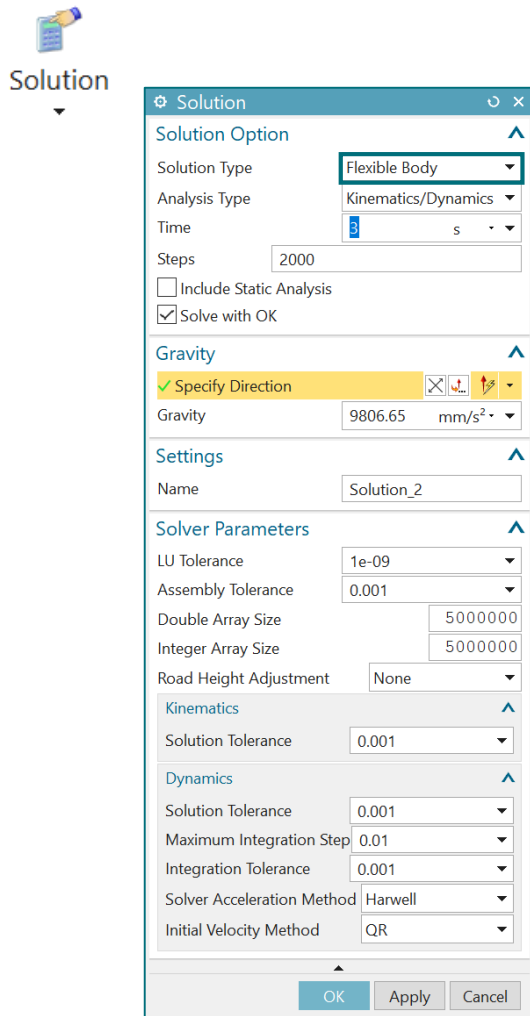
Il est possible de réaliser une simulation cinématique ou dynamique en prenant en compte la flexibilité d'un ou des corps (autrement dit en respectant plus l'hypothèse que les corps soient rigides).

Il faut donc fournir comme paramètre de simulation le fichier contenant les paramètres propres du corps flexible. Celui-ci doit être obtenu préalablement par une simulation par éléments finis.

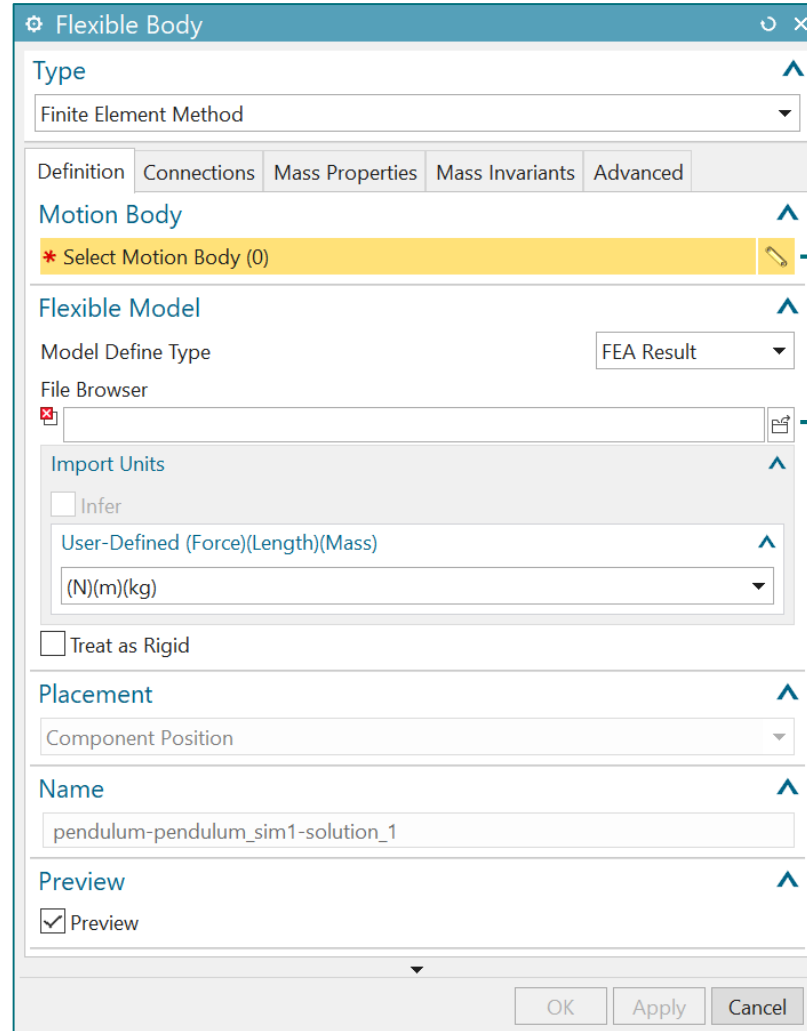
Durant la simulation cinématique ou dynamique, pour chaque pas de temps sera réalisé une analyse basé sur les éléments finis afin de calculer le déplacement des nœuds. Il faut donc prendre bien conscience que ce type de simulation demande beaucoup de ressource de calcul et prend donc bien plus de temps qu'une simulation avec corps rigides. Elles ne sont donc utilisées que si c'est vraiment nécessaire !

Attention, il n'est pas possible de faire des simulations de contact avec des corps flexibles.

## Paramètres de simulation et ajout corps



Flexible Body

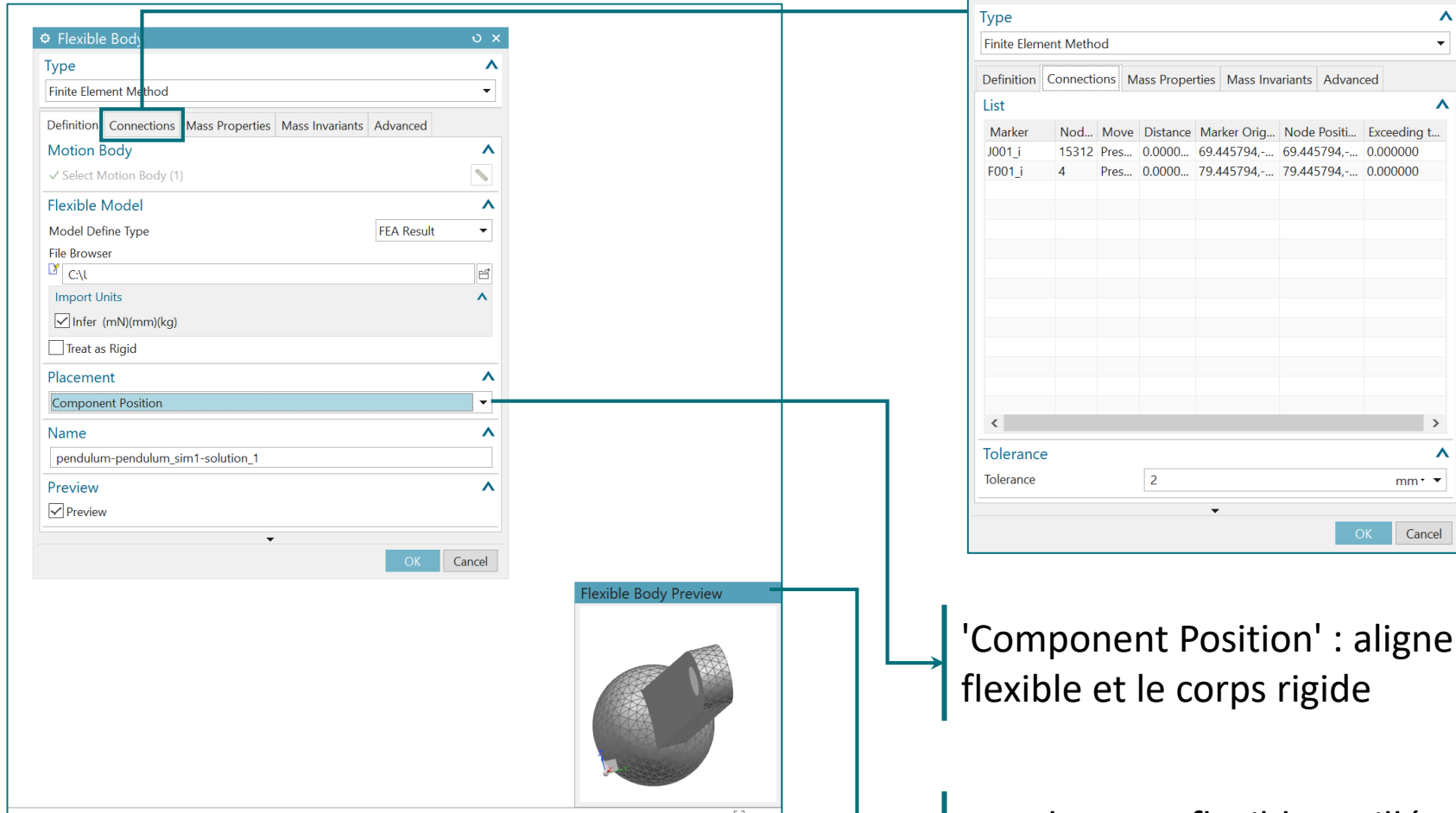


Sélectionner le corps rigide concerné

Parcourir le dossier pour sélectionner le fichier 'op2', 'rfi' ou 'rst' qui est lié au corps

Cette section s'active pour demander où positionner le corps flexible par rapport au corps rigide.

## Ajout corps



Exemple de vue lors de l'import d'un corps flexible

'Connections' permet de vérifier les écarts géométriques entre le corps rigide et le corps flexible pour la position des éléments imposés dessus (dû à la position des nœuds)

'Component Position' : aligne le corps flexible et le corps rigide

Vue du corps flexible maillé tel que défini dans le fichier 'fem' et 'op2'

## Maillage du corps flexible

Pour obtenir les fichiers nécessaires à la définition du corps flexible, il est nécessaire de réaliser une simulation à partir de la pièce maillée.

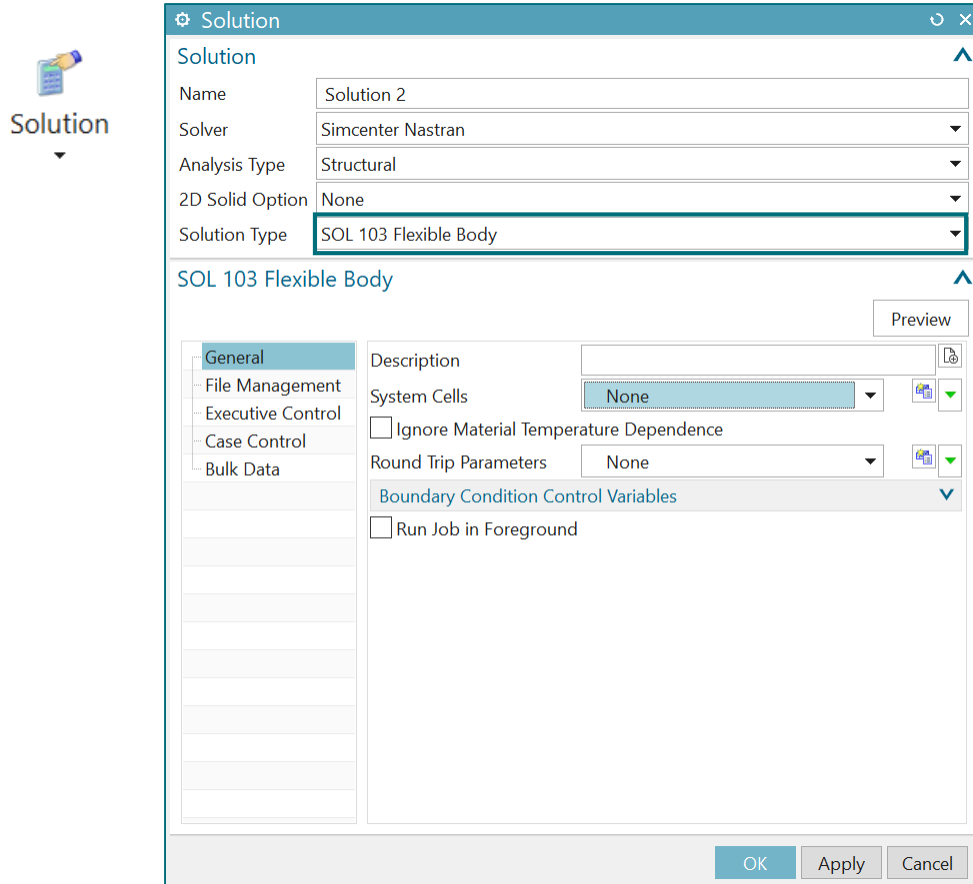
1. Générer un fichier 'fem' dans lequel sera généré le maillage nécessaire :  
Il est important de mettre un nœud là où se trouvera une liaison cinématique ou dynamique (joint, force, couple, amortissement, etc.). Ceux-ci doivent être connectés au maillage grâce à la fonctionnalité '1D Connection' (liaisons RBE2).  
Il ne faut évidemment pas oublier d'affecter un matériau au maillage.





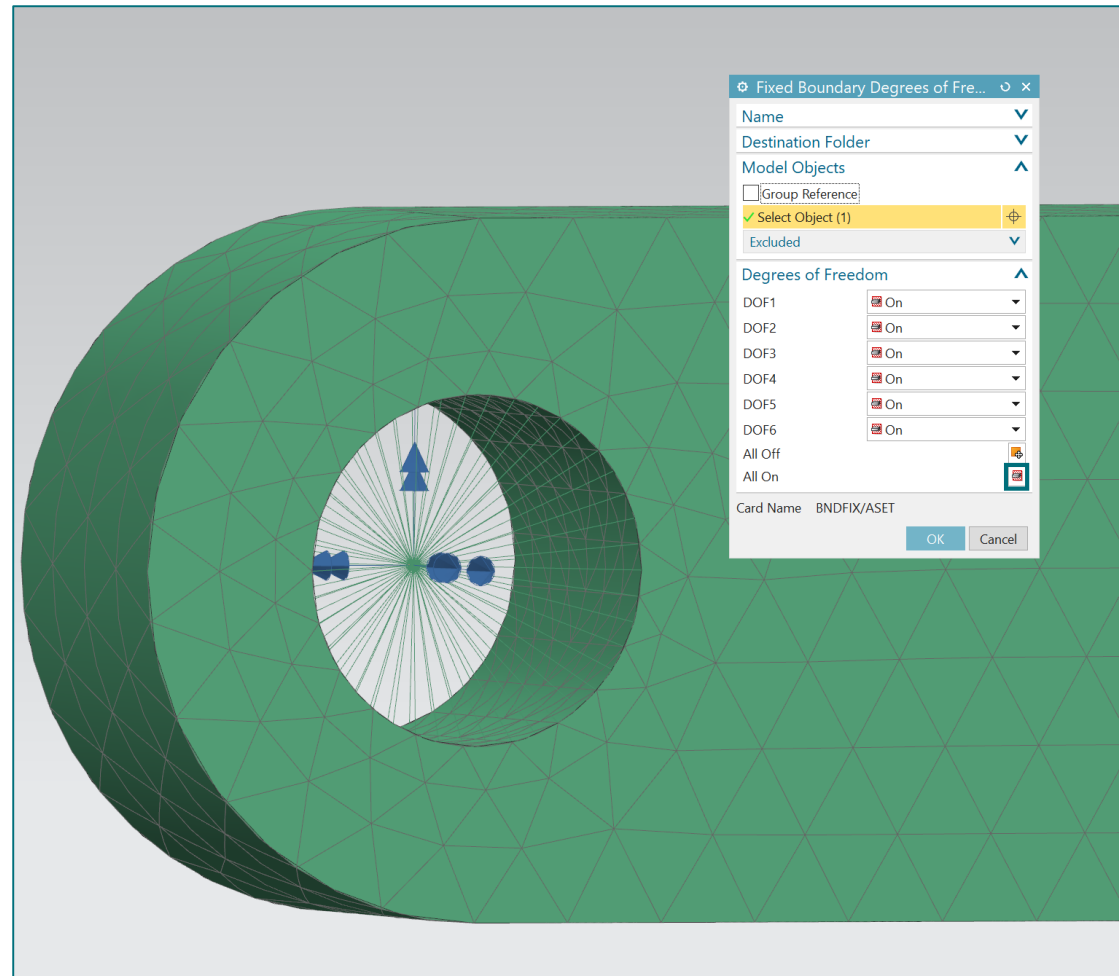
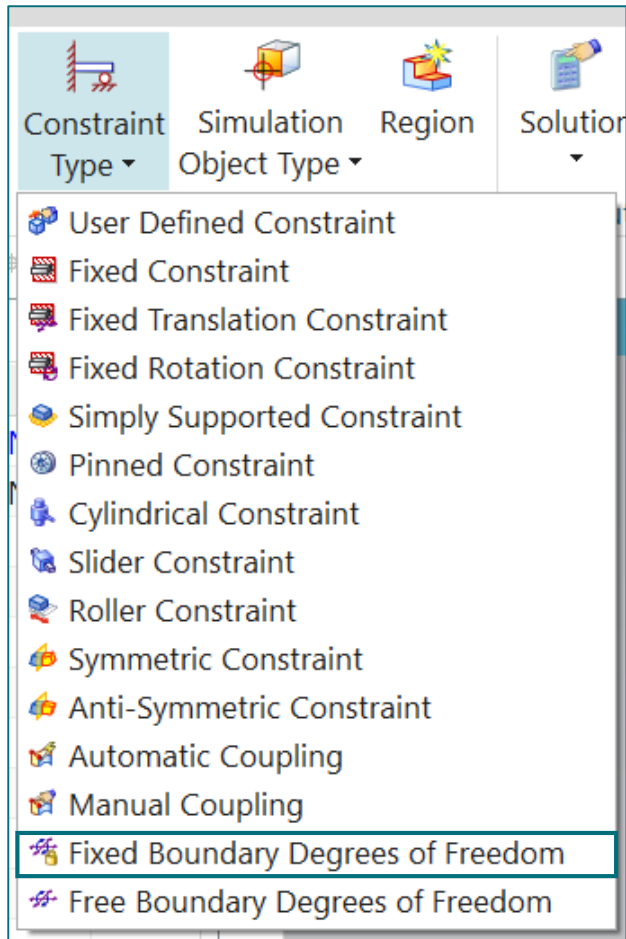
## Générer le fichier 'op2' (1)

2. Générer un fichier 'sim' avec solveur NASTRAN et réaliser une simulation :  
Le fichier 'op2' nécessaire à la création du corps flexible ne peut être obtenu que par une simulation avec le solveur NASTRAN.



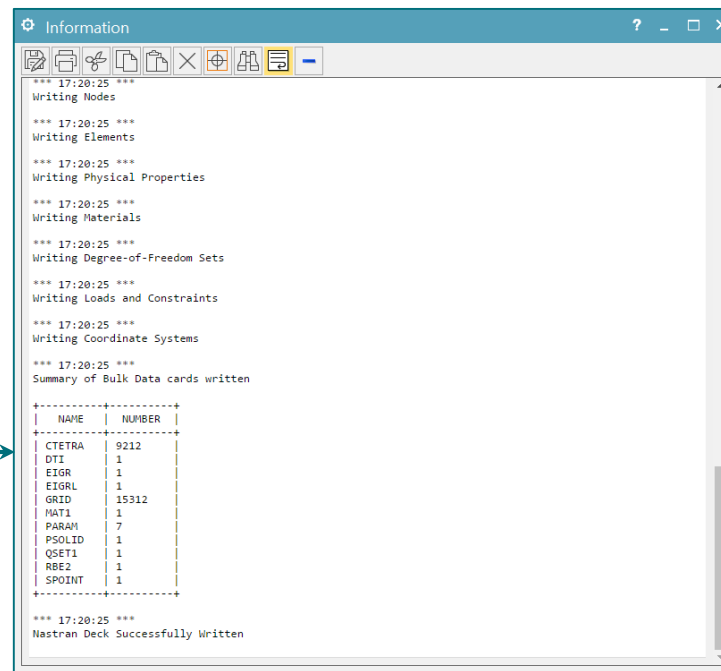
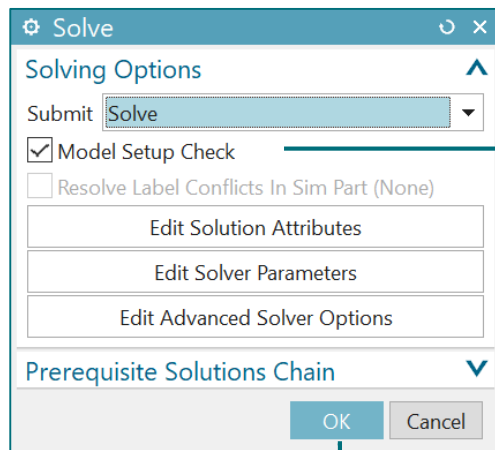
## Générer le fichier 'op2' (2)

Avant de lancer la simulation, il faut appliquer sur les noeuds servant aux futures liaisons des conditions limites.



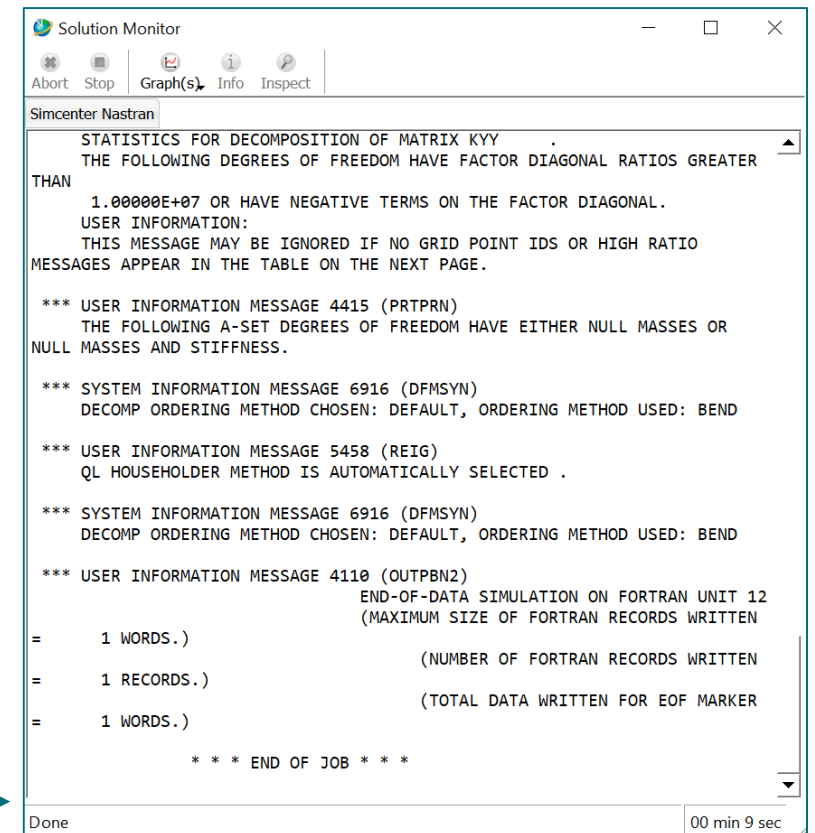
## Générer le fichier 'op2' (3)

3. Lancer la simulation et le fichier de résultat 'op2' sera généré



Vérification des paramètres de simulation

## Moniteur de résolution



- Documentation sur les joints :  
<https://docs.sw.siemens.com/en-US/doc/289054037/PL20191002143029714.motion/id563081>
- Documentation sur les fonctions disponibles sur le solveur Simcenter Motion :  
[https://docs.plm.automation.siemens.com/data\\_services/resources/nx/12/nx\\_help/common/zh\\_CN/graphics/fileLibrary/nx/tdoc\\_motion/simcenter\\_motion\\_expressions.pdf](https://docs.plm.automation.siemens.com/data_services/resources/nx/12/nx_help/common/zh_CN/graphics/fileLibrary/nx/tdoc_motion/simcenter_motion_expressions.pdf)
- Documentation pour les simulations de corps flexibles :  
<https://docs.sw.siemens.com/en-US/doc/289054037/PL20191002143029714.motion/id966267>

- Petit tutoriel sur les bases de NX Motion :  
<https://docs.sw.siemens.com/en-US/doc/289054037/PL20191002143022088.xid1391716/xid1391832>