

Siemens NX MCD

Introduction

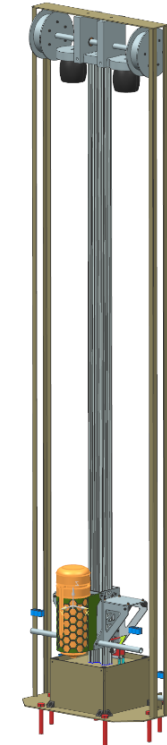
A destination des étudiants de
première année master ingénieur civil mécanicien

Alex Bolyn – Février 2023

Contexte

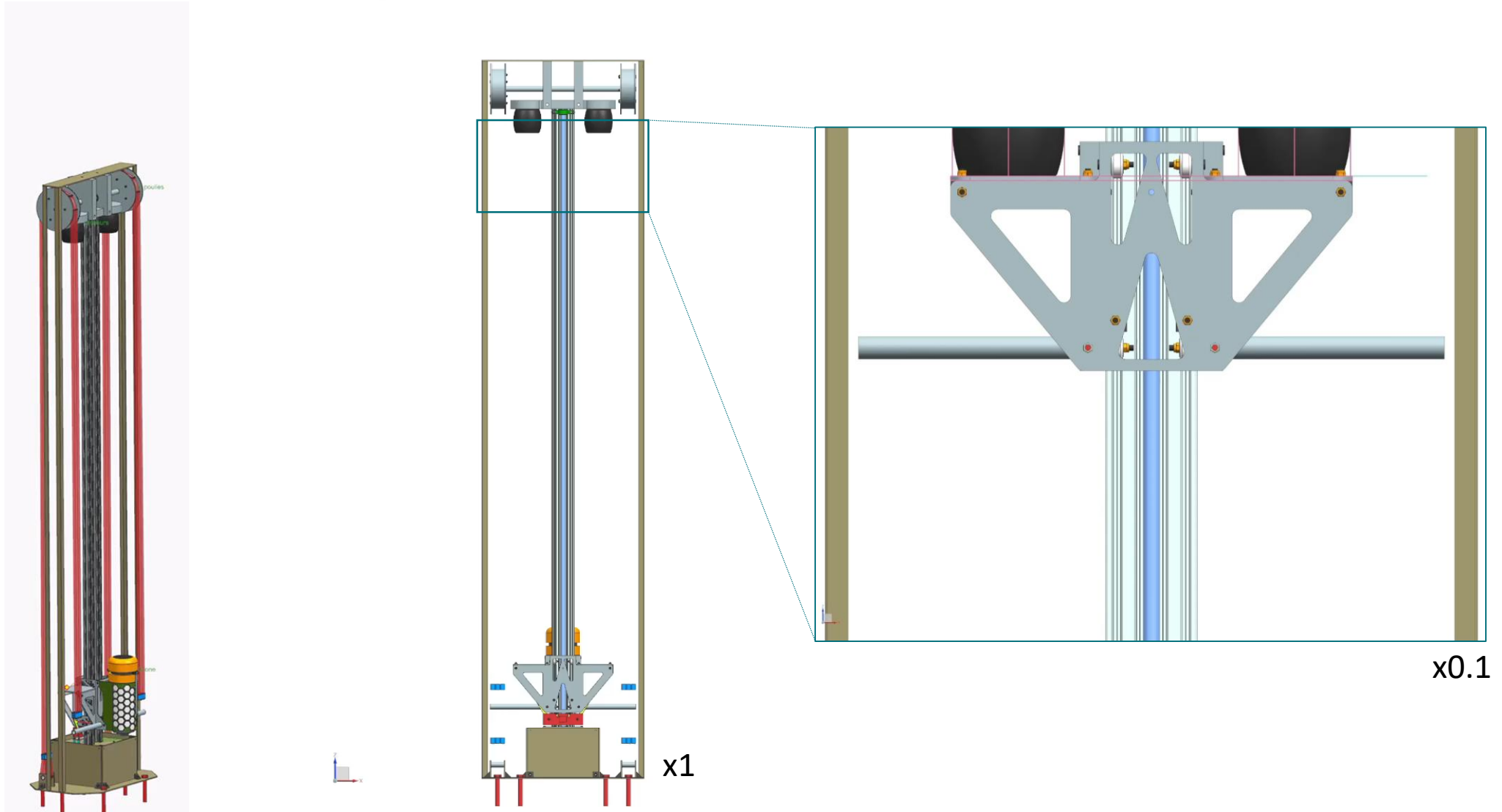
NX MCD (Mechatronics Concept Designer) est utilisé pour simuler les interactions mécaniques :

- Principalement pour l'automatisation et la robotique
- Mais également pour des machines ou mécanismes seuls



Introduction

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



Modus operandi

Contraintes physiques

Corps rigides
Surfaces de contact

- Rigid Body
- Collision Body
- Collision Material

Contraintes cinématiques

Degrés de liberté
Joints

- Hinge Joint
- Sliding Joint
- Cylindrical Joint
- Screw Joint
- Planar Joint
- Virtual Axis Joint
- Ball Joint
- Fixed Joint
- Point on Curve Joint
- Curve on Curve Joint
- Path Constraint Joint
- Transport Surface

Interfaces

Actionneurs (contrôles)
Capteurs

- Position Control
- Speed Control
- Force/Torque Control
- Collision Sensor
- Distance Sensor
- Position Sensor
- Inclinometer
- Velocity Sensor
- Accelerometer
- Generic Sensor

Créer les opérations

Source
Sink
Mouvements
Liens

- Object Source
- Object Sink
- + Add Operation
- Create Linker

Corps et surfaces de contact



Rigid
Body ▾



Rigid Body



Collision
Body ▾



Collision Body

Use the **Rigid Body** command to define a component as a moveable component. A rigid body is an element that acts as a mass and responds to forces like gravity during simulation. Objects without a rigid body are completely stationary.

A rigid body has the following physical runtime properties:

- Position and orientation, defined by the position of the selected components
- Translational and angular velocity
- Mass and inertia

Use the **Collision Body** command to define how elements collide with other elements that also have a collision body. Elements without a collision body pass through other objects.

Corps et surfaces de contact

Rigid Body

Rigid Body

Rigid Body

Rigid Body Object

* Select Object (0)

Mass and Inertia

Mass Properties

Mass Properties: Automatic

Mass: Automatic

Specify Center of Mass: User Defined

Specify CSYS of Object

Mass: 0.2349192 kg

Inertia

Ixx: 66.560440000 kg·mm²

Iyy: 56.772140000 kg·mm²

Izz: 25.44958 kg·mm²

Ixy: 0 kg·mm²

Ixz: 0 kg·mm²

Iyz: 0 kg·mm²

Tag

Select Tag Form (0)

Name

RigidBody(1)

OK Apply Cancel

Collision Body

Collision Body

Collision Body

Collision Body Object

* Select Object (0)

Shape

Collision Shape: Box

Shape Properties: Automatic

Specify Point

Specify CSYS

Length: 85.2083224491928 mm

Width: 10 mm

Height: 4.99999999999997 mm

Collision Setting

Highlight on Collision (recommandé)

Stick when Collision

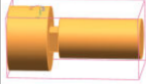
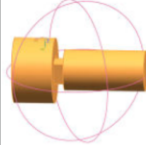

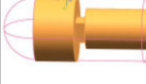
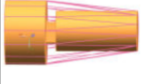
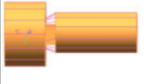
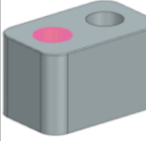
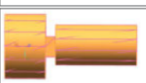
Name

CollisionBody(1)







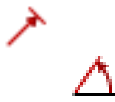
Collision Material

Material: Default Material

New Collision Material





Type	Geometric accuracy	Reliability	Simulation performance
 Box	Low	High	High
 Sphere	Low	High	High
 Cylinder	Low	High	High
 Capsule	Low	High	High
 Convex	Medium	High	Medium
 Multi Convex	Medium	High	Medium
 Hole	High	High	High
 Mesh	High	Low	Low

Contraintes cinématiques






	Nom	Translation	Rotation
	Fixed joint	Aucune	Aucune
	Hinge joint	Aucune	1 axe
	Sliding joint	1 axe	Aucune
	Cylindrical joint	1 axe	1 axe
	Ball joint	Aucune	3 axes
	Planar joint	2 axes	1 axe
	Linear / Angular limit joint	Fixe la distance/l'angle minimum et maximum entre deux points	

... et il est possible de les combiner

Contrôleurs

	Nom	Fonction
	Position control	Contrôle la position d'un objet sur un axe (donc lié à un joint)
	Speed control	Contrôle la vitesse d'un objet sur un axe (donc lié à un joint)
	Force/Torque control	Contrôle la force ou moment appliqué sur un axe
	Transport surface	Transforme une surface en une bande transporteuse (convoyeur)

Détecteurs

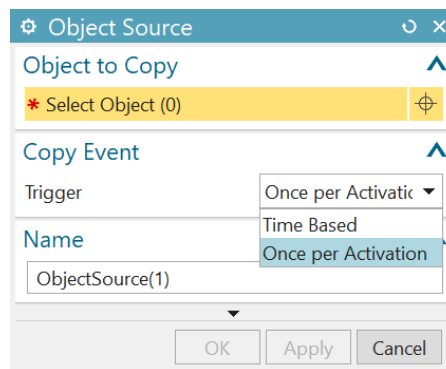
	Nom	Fonction
	Collision sensor	Détecte la collision avec un détecteur (objet à choisir)
	Distance sensor	Détecte la présence dans un cône (point et direction)
	Position sensor	Mesure la position selon un axe (souvent lié au position control)
	Relay	"Comparateur à hystérésis" à lier à un contrôleur
	Generic sensor	Permet de créer des détecteurs sur mesure

Source et puit d'objet



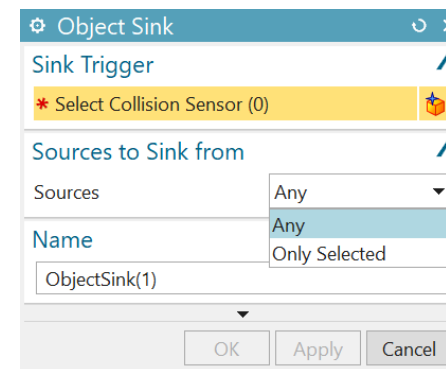
Object
Source ▾

Use the **Object Source** command to create multiple appearances of the same object in a specific time interval. Use this command to model material flow in a mechatronics system.



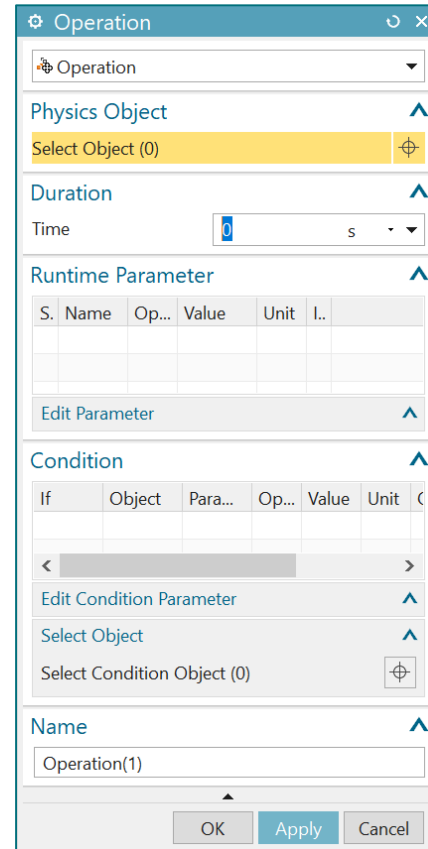
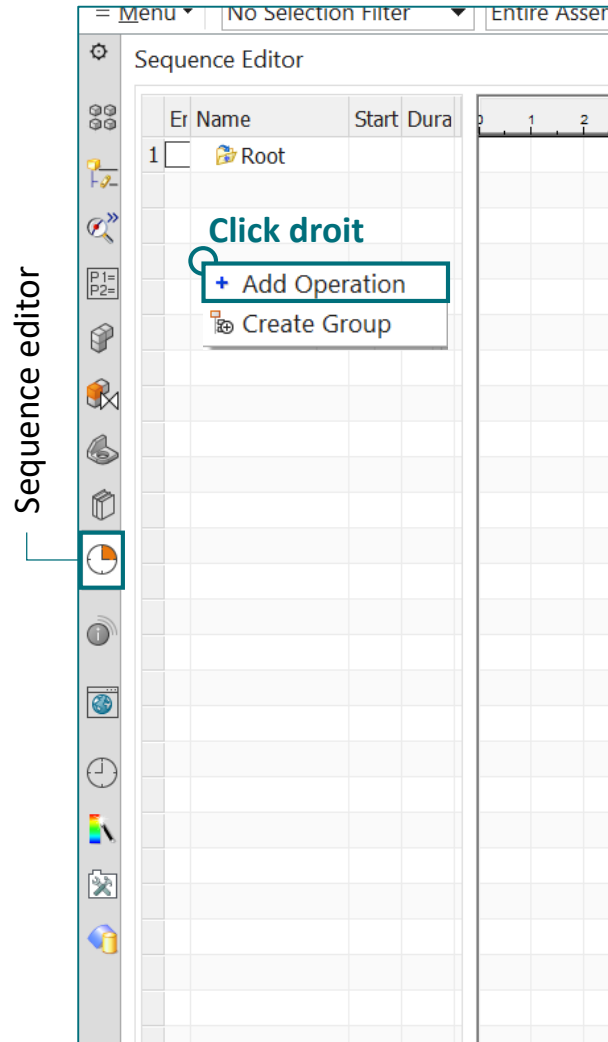
Object
Sink ▾

Use the **Object Sink** command to delete object replicas created by the **Object Source** command when they collide with a specified sensor object.



Chaque objet créé demande des ressources ! Il est fortement recommandé d'utiliser un puit si l'objet doit disparaître. Surtout s'il tombe hors champ !

Définir des opérations



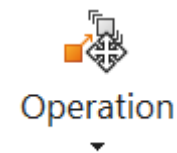
Sélectionner l'objet de l'opération

Si l'opération n'est pas délimitée par des évènements, il faut imposer un délai

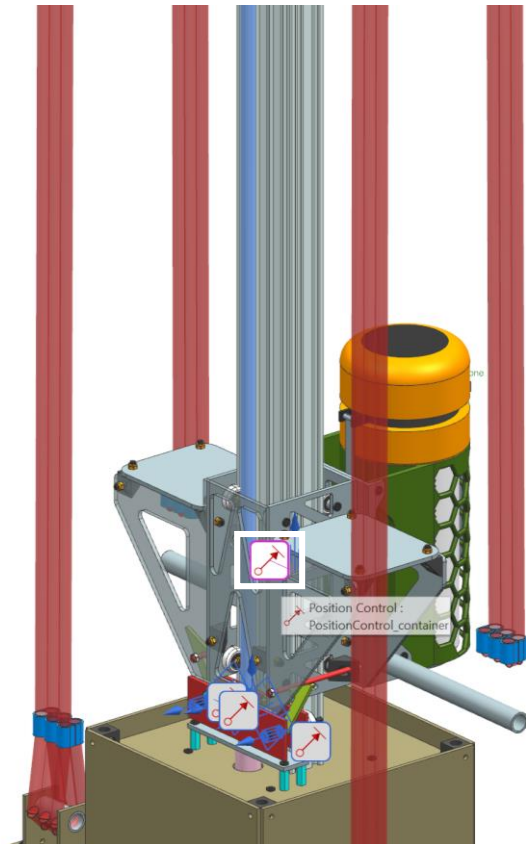
Cette section s'adapte en fonction de l'objet choisi. Elle contient tous les paramètres contrôlables

Ces sections permettent de définir les conditions d'activation de l'opération

Ou directement dans le menu Automation :



Définir des opérations : exemple position control



Operation

Physics Object

Select Object (1)

Duration

Time: 0.133549 s

Runtime Parameter

Set	Name	Operator	Value	U...	I/O
<input type="checkbox"/>	jerk	:=	0.000000	mm/s ³	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	acceleration	:=	0.000000	mm/s ²	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	deceleration	:=	0.000000	mm/s ²	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	speed	:=	14000.000000	mm/s	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	position	:=	1869.681152	mm	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	axis	:=	Drone_containe...		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	active	:=	true		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	limit acceleration	:=	false		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	limit jerk	:=	false		<input type="checkbox"/>

Runtime Parameter

S.	Name	Op...	Value	Unit	I..
<input type="checkbox"/>	axis	:=	Drone_...		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	speed	:=	2500	mm/s	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	positi...	:=	200		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	active	:=	true		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	limit a...	:=	false		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	accele...	:=	0.0000...	m...	<input type="checkbox"/>

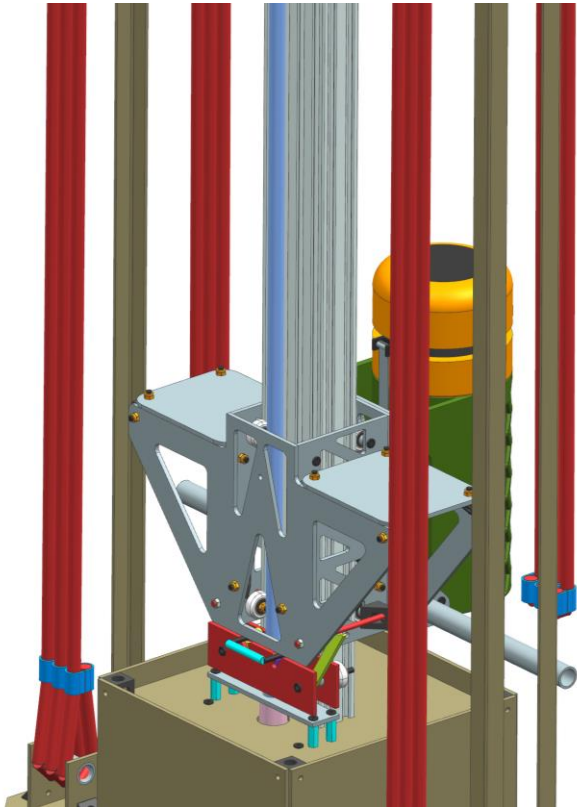
Auto Calculate

Edit Parameter

speed: 2500 mm/s

La vitesse sera déterminée mathématiquement afin d'atteindre l'objectif de position dans le temps imparti

Définir des opérations : exemple condition



ObjectSource(1)	Object Source
Rechargeur	Rigid Body
RigidBody_tige_rechargeur1	Rigid Body
RigidBody_tige_rechargeur2	Rigid Body
Structure	Rigid Body
Tige_centrale_rechargeur	Rigid Body
Joints and Constraints	
Butee1_Structure_FixedJoint(1)	Fixed Joint
Central_beam_Structure_FixedJoint(1)	Fixed Joint
Crochet1_Rechargeur_CylindricalJoint(1)	Cylindrical Joint
Crochet1_Rechargeur_PlanarJoint(1)	Planar Joint
Crochet2_Rechargeur_CylindricalJoint(1)	Cylindrical Joint
Crochet2_Rechargeur_PlanarJoint(1)	Planar Joint
Drone_container_Central_beam_SlidingJoint(1)	Sliding Joint
Rechargeur_Tige_centrale_rechargeur_SlidingJoint(1)	Sliding Joint
RigidBody_tige_rechargeur1_Crochet1_FixedJoint(1)	Fixed Joint
RigidBody_tige_rechargeur2_Crochet2_FixedJoint(1)	Fixed Joint
RigidBody_tige_rechargeur2_RigidBody_tige_rechargeur1_LinearSpringJoint(1)	Linear Spring Joint
Structure_FixedJoint(1)	Fixed Joint
Tige_centrale_rechargeur_Structure_FixedJoint(1)	Fixed Joint
Tiges_rechargeur_Crochet1_FixedJoint(1)	Fixed Joint
Materials	
Couplers	
Sensors and Actuators	
CollisionSensor_bottom_container	Collision Sensor
CollisionSensor_butee1	Collision Sensor
CollisionSensor_crochet1	Collision Sensor
CollisionSensor_crochet2	Collision Sensor
CollisionSensor_drone	Collision Sensor
CollisionSensor_retour_rechargeur	Collision Sensor

Operation

Operation

Physics Object

Select Object (1)

Duration

Time 0.000000 s

Runtime Parameter

Set	Name	Operator	Value	Unit	I/O
<input type="checkbox"/>	axis	:=	Drone_contai...		
<input checked="" type="checkbox"/>	speed	:=	0.000000	mm/s	
<input type="checkbox"/>	position	:=	1869.681152	mm	
<input type="checkbox"/>	active	:=	true		
<input type="checkbox"/>	limit acceleration	:=	false		

Edit Parameter

Condition

If	Object	Param...	Op...	Value	Unit	Owner	Signal ...
<input checked="" type="checkbox"/>	CollisionSensor_butee1	triggered	==	true			

Edit Condition Parameter

Select Object

Select Condition Object (1)

Name

Container_stop

OK Cancel

Séquencer les opérations

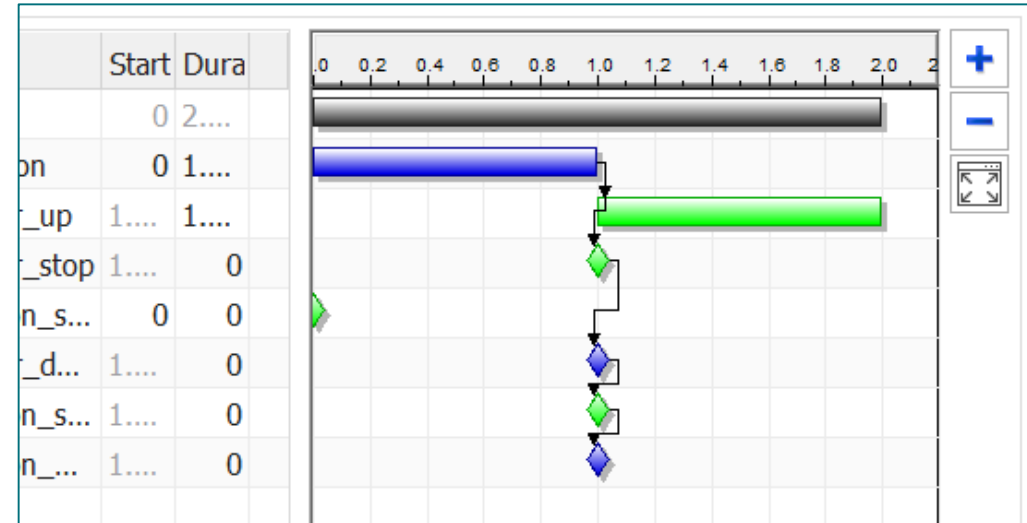
Sélectionner les deux opérations à lier

A screenshot of a task list interface. The list contains the following items:

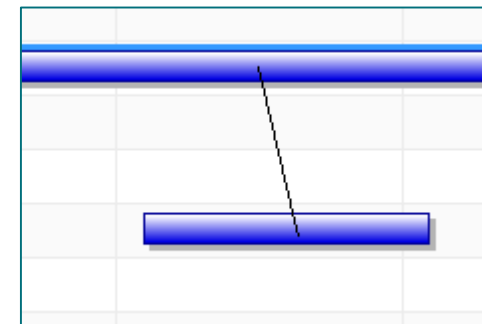
Item	Start	Dura
Root	0	5.1333
Container_up	0	0.8000
Container_stop	0	0
Operation_inactive_crochet1	0	4.2000
Operation_inactive_crochet2	0	4.2000
Recharger_up	0	0.0000
Stop_rechargeur	0	0
Pause_rechargeur	0	0.0000
Inactive_container	0	0.0000
Rechargeur_bottom	0	0.0000
Operation_stop_rechargeur_retour	0	0
New_drone	0	0

A context menu is open over the 'Recharger_up' item, with the 'Create Linker' option highlighted. The menu options are:

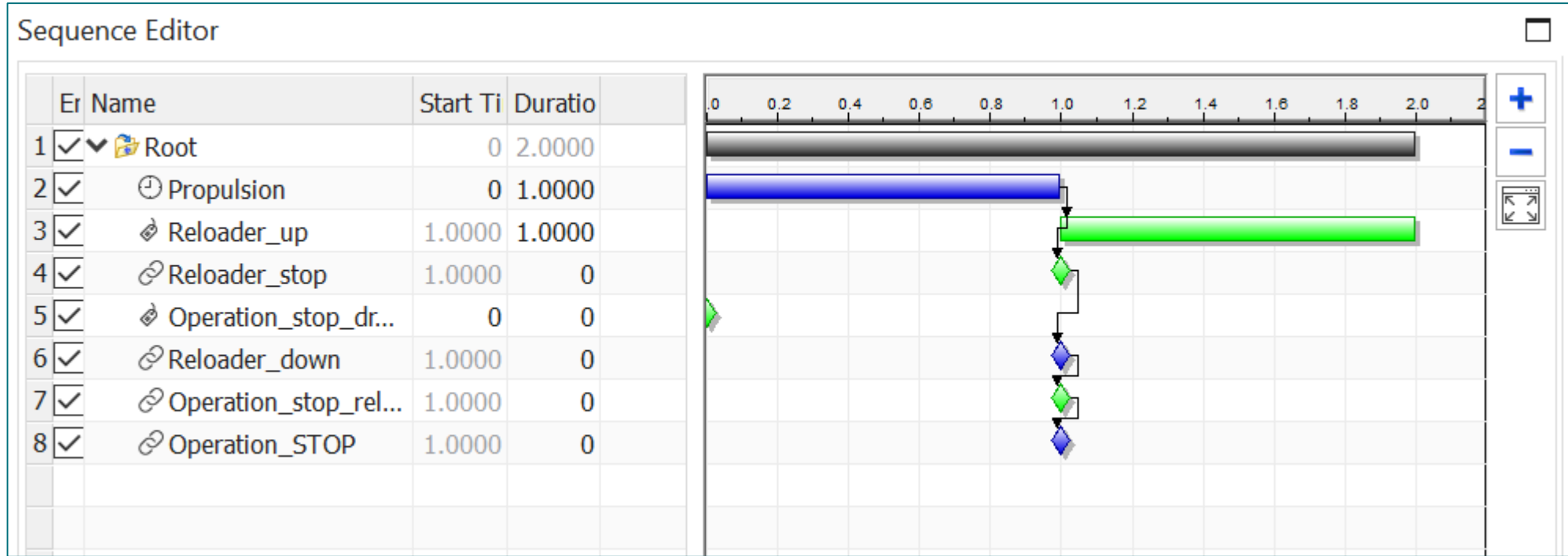
- + Add Operation
- Create Group
- Delete
- Copy
- Move Down
- Move Bottom
- Create Linker
- Reverse Linker



Raccourci : cliquer et tirer



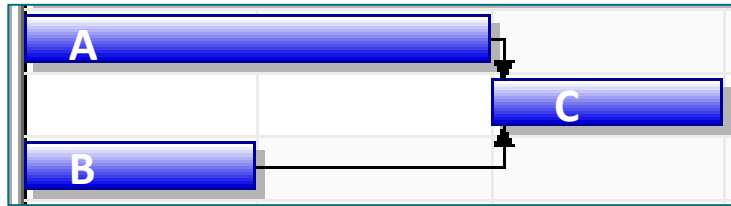
Lecture du Gantt



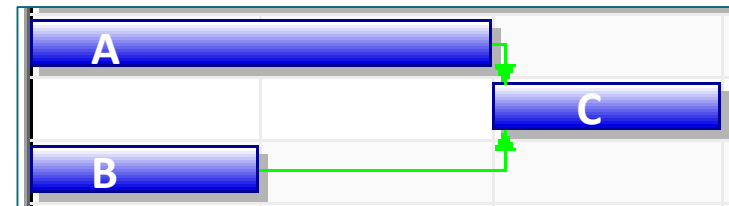
- Root (en gris) indique la durée totale du processus (uniquement sur base des temps imposés)
- Couleurs des lignes : en bleu les actions qui n'ont pas de conditions d'activation (sinon en vert)
- Formes des lignes : rectangle le temps est imposé, losange temps indéterminé (dépend des conditions)

Attention avec le séquençage pour les actions dont le temps n'est pas imposé ! Si les conditions d'activation ne sont pas suffisantes, certaines actions séquençées auront lieu en même temps !

Conditions séquençage

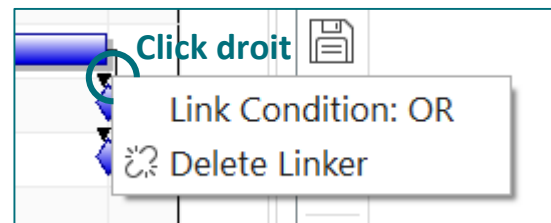


A et B doivent être terminées
pour lancer C



A ou B doit être terminée
pour lancer C

Par défaut la condition est 'AND' sinon :



Autres fonctions utiles



Replace
Component ▾

Remplacer une pièce par une version plus récente :

Il est possible d'échanger une pièce pour une version plus récente mais il faut 'mapper' les propriétés



Gear

Imposer une relation de vitesse entre engrenages



Rack and Pinion

ou entre engrenage et crémaillère



Electronic
Cam ▾

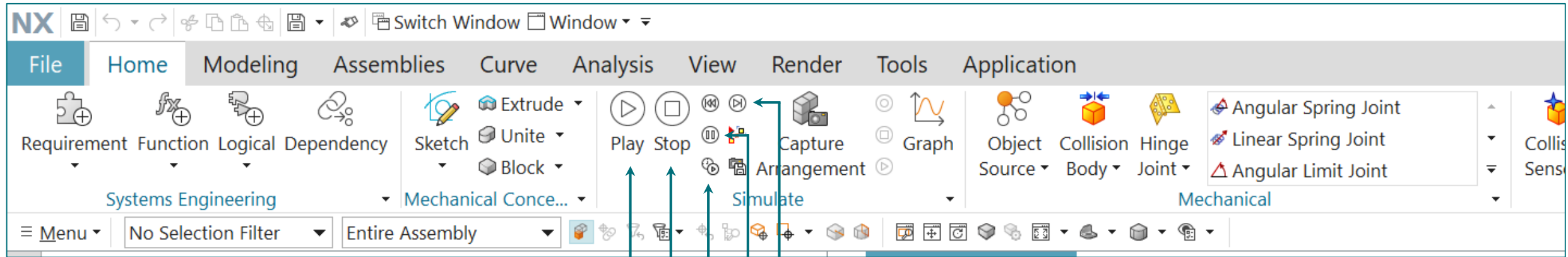
Lier un mouvement à une fonction :

Par exemple, un vitesse de linéaire sinusoïdale (par l'intermédiaire de 'Motion profile')



Motion
Profile ▾

Animation



Lancer l'animation

Remettre à zéro l'animation

Aller au pas de temps suivant

Mettre l'animation en pause

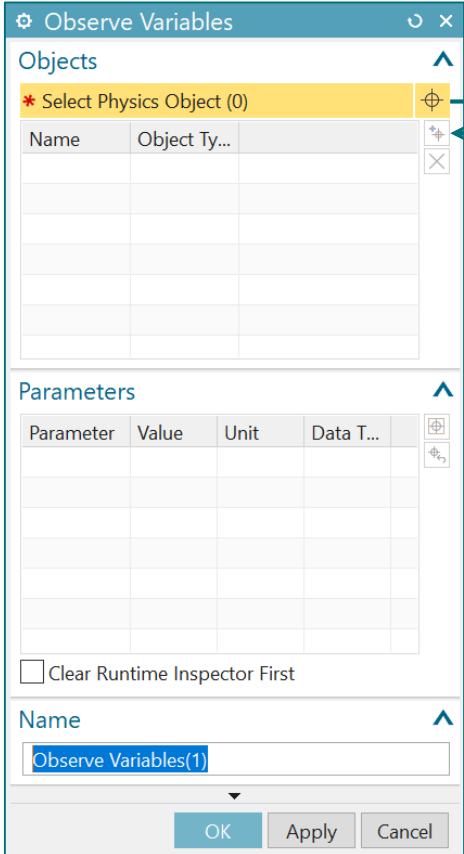
Modifier l'échelle de temps :
ratio temps perçu – temps réel

Elapsed time: 17 sec(s) - Actual Time Scaling: 0.833

Outils d'analyse : observe variables

Observe Variables

Pour placer une sonde sur un paramètre (vitesse, position, etc.)



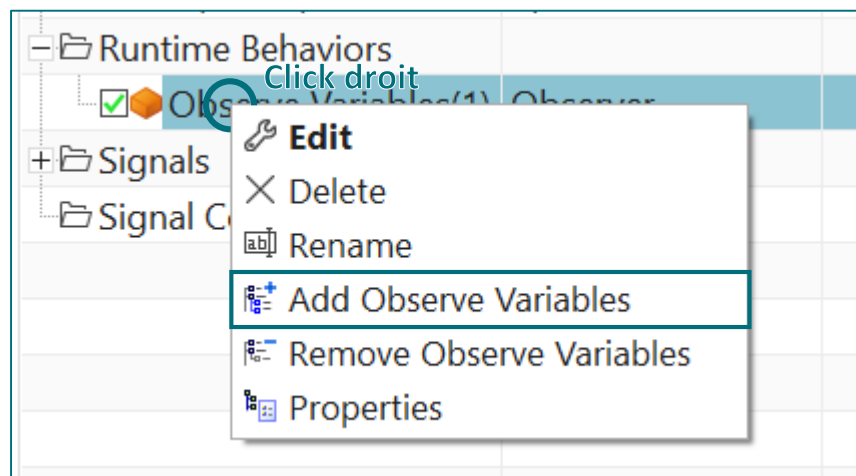
The screenshot shows the 'Observe Variables' dialog box with the following components and annotations:

- Objects section:** A table with columns 'Name' and 'Object Ty...'. The first row is highlighted in yellow and contains the text '* Select Physics Object (0)'. An arrow points to this row with the text 'Sélectionner l'objet dont vous souhaitez mesurer le paramètre'. To the right of the table are two icons: a plus sign and a minus sign. An arrow points to the plus sign with the text 'Cliquer pour l'ajouter à la liste'.
- Parameters section:** A table with columns 'Parameter', 'Value', 'Unit', and 'Data T...'. A bracket on the right side of this table is connected to an arrow pointing to the text 'Selon l'objet sélectionné dans la liste au-dessus, la liste des paramètres sondables sont affichés. Cocher les paramètres à sonder.'
- Name field:** A text input field containing 'Observe Variables(1)'.
- Buttons:** 'OK', 'Apply', and 'Cancel' buttons at the bottom.

Outils d'analyse : fenêtre inspecteur

La fenêtre 'Runtime Inspector' permet de visualiser en direct les valeurs, de les exporter ou les enregistrer.

Pour ajouter les sondes à l'inspecteur.



The 'Runtime Inspector' window is shown with the 'Inspector' tab selected. It displays a table of physics data. A vertical label 'Runtime Inspector' is on the left. Annotations with arrows point to specific elements in the table:

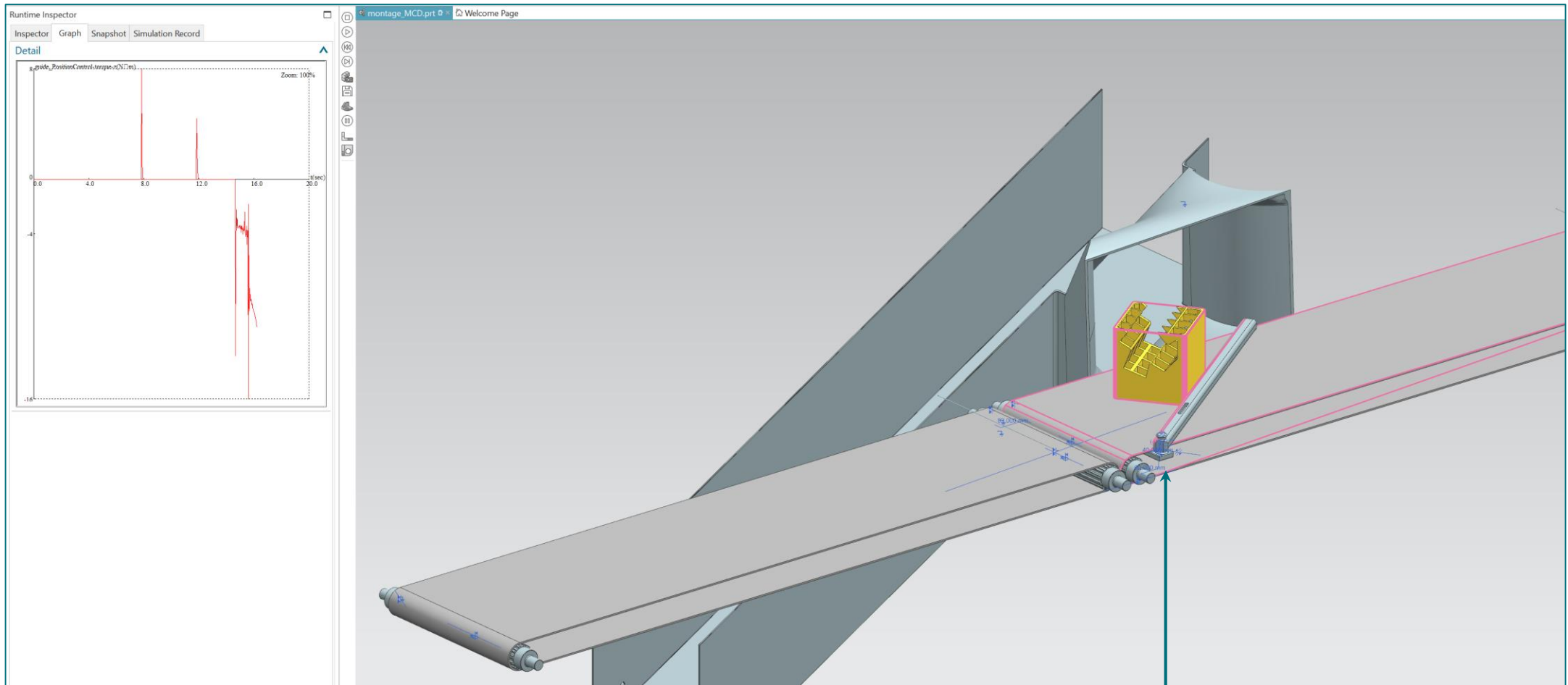
- An arrow points to the 'Graph' tab.
- An arrow points to the 'torque' row.
- An arrow points to the checked checkbox in the 'torque' row.
- An arrow points to the 'N·m' unit in the 'torque' row.

Text annotations on the right side of the image:

- 'Cocher pour voir sous forme d'un graphe' (Check to view as a graph) - points to the checked checkbox.
- 'Cliquer pour changer les unités' (Click to change units) - points to the 'N·m' unit.

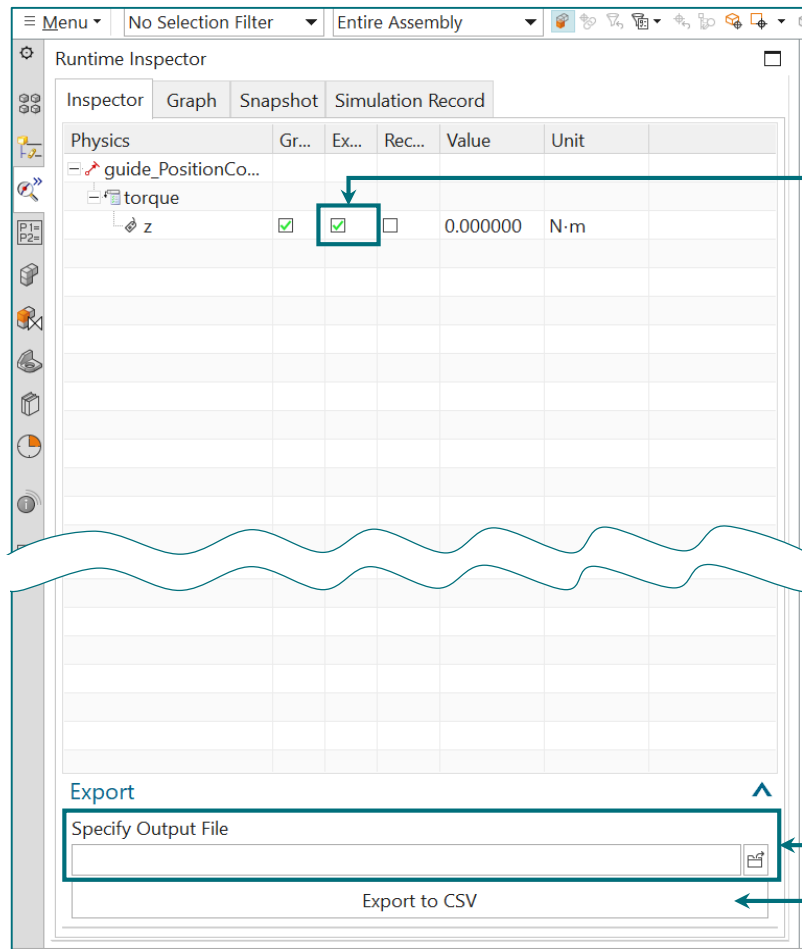
Physics		Gr...	Ex...	Rec...	Value	Unit
guide_PositionCo...						
torque						
z	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.000000	N·m

Exemple graphe



Mesure du couple à appliquer par le moteur du guide

Exporter données mesurées



Cocher pour exporter les données dans un fichier csv

Sélectionner ou indiquer le fichier où écrire (si le fichier indiqué n'existe pas, il sera créé)

Cliquer pour remplir/générer le fichier

- Documentation NX MCD :
<https://docs.sw.siemens.com/en-US/doc/209349590/PL20200605195244930.mechatronics/id1101745>