

Chapitre 5 :

Initiation à la DAO et synthèse des mécanismes

Remarque :

Le but de cette leçon n'est pas d'enseigner toutes les fonctionnalités de SolidWorks Motion Simulation. Elle a seulement pour but de présenter les concepts de base et les règles régissant l'exécution des analyses cinématiques de corps rigides ainsi que le processus concis qui les permet.

1. Objectifs

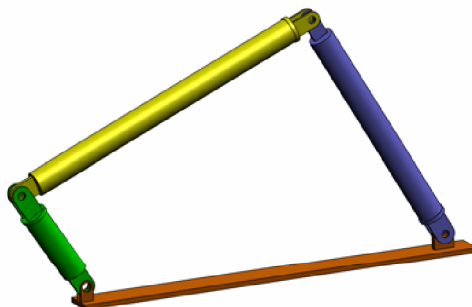
Ce chapitre introduit l'étudiant utilisateurs de SolidWorks au package logiciel de cinématique et dynamique de corps rigides de SolidWorks Motion Simulation, c.-à-d., présenter l'analyse cinématique et dynamique comme outil complémentaire de la modélisation 3D par SolidWorks.

Les objectifs spécifiques de cette leçon sont les suivants :

- présenter les concepts de base des analyses cinématiques et dynamiques de corps rigides ainsi que leurs avantages
- démontrer la facilité d'utilisation et le processus concis permettant de réaliser ces analyses
- présenter les règles de base des analyses cinématiques et dynamiques de corps rigides

2. Introduction :

On va introduire l'analyse mécanique par un exercice d'apprentissage actif : **Analyse de mouvement d'un mécanisme à 4 barres**. L'exercice est conçu pour faire les premiers pas, les étudiants n'ont que peu d'initiatives pour terminer l'exercice. Selon ce principe, les différentes étapes s'accomplissent avec un minimum de description.



Après cette leçon, les étudiants doivent comprendre les notions de base du comportement de mécanisme et voir comment SolidWorks Motion peut les aider à déterminer des paramètres importants de conception tels que les vitesses, accélérations, forces et moments, etc. Les étudiants pourront voir l'association de la puissance de la modélisation 3D et de l'analyse mécanique dans la procédure de conception.

Le logiciel de simulation de mouvement **SolidWorks Motion** permet d'étudier le déplacement, la vitesse et l'accélération des composants mobiles. En simulant par exemple une **tringlerie à 4 barres**, l'étudiant peut aborder les paramètres correspondant à chaque barre.

De plus, le logiciel de simulation de mouvement donne aussi les forces et moments de réaction sur chaque contrainte. Cette information donne à un ingénieur une idée du couple nécessaire pour entraîner le mécanisme à 4 barres.

Les forces de réaction et forces agissant sur chaque composant peuvent être exportées vers une analyse de contraintes pour étudier les effets de ces forces (déformation et contrainte) sur le composant.

Le logiciel de simulation de mouvement peut faciliter la conception de ressorts, d'amortisseurs et cames nécessaires pour le fonctionnement de votre mécanisme. Il peut également faciliter le dimensionnement des moteurs et actionneurs nécessaires pour piloter le mouvement du mécanisme.

Les forces agissant sur un objet particulier dans un mécanisme peuvent être soit connues, soit négligées. Par exemple, dans une tringlerie à 4 barres, si la vitesse angulaire de rotation est faible, les forces agissant sur les éléments sont faibles et peuvent être négligées. Mais pour un mécanisme fonctionnant à haute vitesse tel que le cylindre et le piston d'un moteur, les forces peuvent être importantes et ne peuvent plus être négligées. Pour déterminer ces forces, on peut utiliser une simulation SolidWorks Motion et exporter ces forces vers une analyse de contraintes SolidWorks Simulation qui permettra d'étudier l'intégrité structurelle des composants.

Dans ce cours, on va utiliser SolidWorks Motion Simulation pour effectuer l'analyse de mouvement de l'assemblage **4Bar.SLDASM** illustré ci-dessous. La barre articulée verte reçoit un mouvement angulaire de **45 degrés** en **1 sec** en sens **horaire** ; on demande de calculer la **vitesse angulaire** et l'**accélération** des autres éléments en fonction du temps. Nous allons aussi calculer le **couple** nécessaire pour créer ce mouvement.

3. Simulation sur le Module Cosmos Motion :

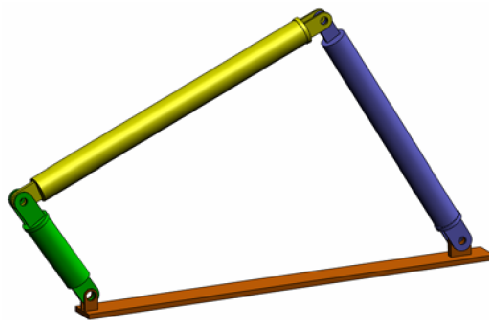
Les étapes de la simulation du mouvement sont :

- Ouverture du document **Assemblage**
- Vérification du menu SolidWorks Motion
- Description du modèle
- Passage à SolidWorks Motion manager
- Composants fixes et mobiles
- Contraintes d'assemblage SolidWorks pilotant le déplacement
- Spécification du mouvement d'entrée
- Exécution de la simulation
- Vérification des résultats
- Création d'un tracé de trajectoire
- Calcul du couple nécessaire pour créer le mouvement

3. Exercice d'apprentissage actif – Analyse de mouvement d'un mécanisme à 4 barres

Utilisez SolidWorks Motion Simulation pour effectuer l'analyse de mouvement de l'assemblage 4Bar .SLDASM illustré ci-dessous. La barre articulée verte reçoit un mouvement angulaire de 45 degrés en 1 sec en sens horaire ; on demande de calculer la vitesse angulaire et l'accélération des autres éléments en fonction du temps. Nous allons aussi calculer le couple nécessaire pour créer ce mouvement lors d'une discussion en classe.

Les instructions pas à pas sont données ci-dessous.



Ouverture du document 4Bar.SLDASM

Cliquez sur **Fichier, Ouvrir**. Dans la boîte de dialogue **Ouvrir**, parcourez les répertoires pour trouver l'assemblage 4Bar .SLDASM

Vérification du complément SolidWorks Motion

Vérifiez que le complément SolidWorks Motion est activé.

Pour cela :

- 1 Cliquez sur **Outils, Compléments**. La boîte de dialogue **Compléments** apparaît.
- 2 Vérifiez que les cases à côté de SolidWorks Motion sont cochées.
- 3 Cliquez sur **OK**.

Vérification du complément SolidWorks Motion

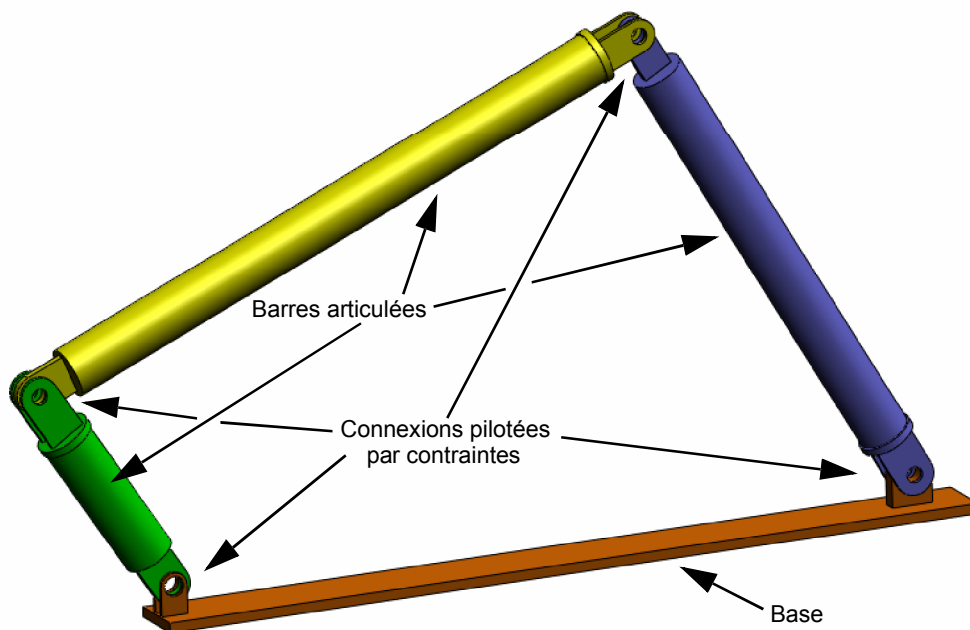
Vérifiez que le complément SolidWorks Motion est activé.

Pour cela :

- 1 Cliquez sur **Outils, Compléments**. La boîte de dialogue **Compléments** apparaît.
- 2 Vérifiez que les cases à côté de SolidWorks Motion sont cochées.
- 3 Cliquez sur **OK**.

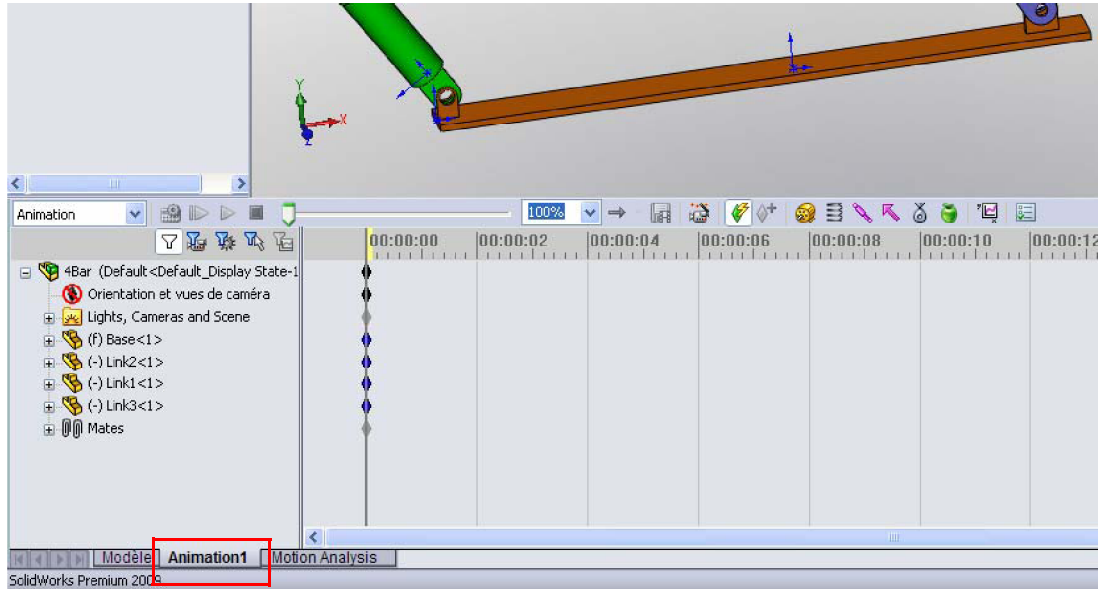
Description du modèle

Ce modèle représente une tringlerie usuelle à 4 barres. La partie Base est fixe et ne peut se déplacer. Elle reste toujours horizontale et, dans le monde réel, elle est fixée au sol. Les 3 autres barres articulées sont reliées entre elles et à la base par des tiges. Les barres peuvent pivoter autour des tiges dans le même plan et tout déplacement hors de ce plan est empêché. Lors de la modélisation de ce mécanisme dans SolidWorks, nous créons des contraintes pour mettre les pièces en place. SolidWorks Motion traduit automatiquement ces contraintes en connexions internes. Chaque contrainte a plusieurs degrés de liberté associés. Par exemple, une contrainte concentrique a deux degrés de liberté (translation et rotation autour de son axe). Pour plus de détails sur les contraintes et leurs degrés de liberté, consultez l'aide en ligne de SolidWorks Motion Simulation.



Passage à SolidWorks Motion Manager

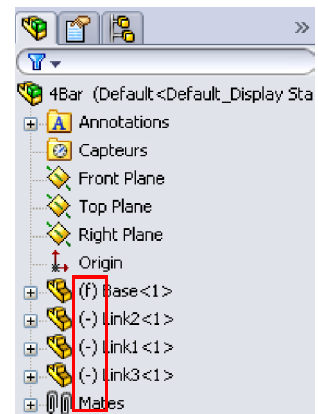
Passez à SolidWorks Motion en cliquant sur l'onglet **Animation1** dans le coin inférieur gauche.



Puisque SolidWorks Motion tire un profit maximal de SolidWorks Animator, l'aspect et la convivialité de SolidWorks Motion Manager sont très similaires à ceux de SolidWorks Animator.

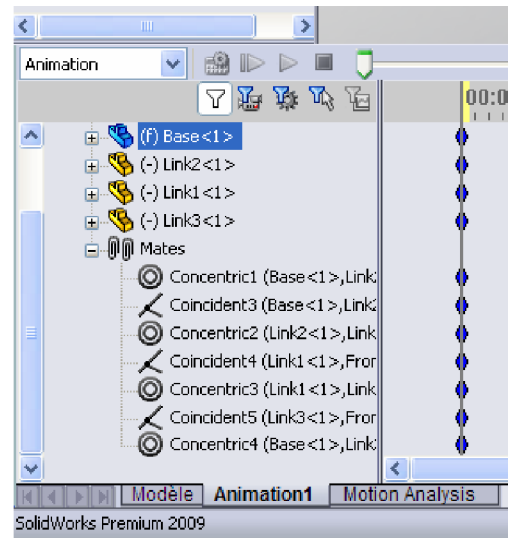
Composants fixes et mobiles

Les composants fixes et mobiles dans SolidWorks Motion sont déterminés par leur état **Fixe/Libéré** dans le modèle SolidWorks. Dans notre cas, le composant **Base** est fixe tandis que les 3 autres éléments se déplacent.




Création automatique de connexions internes à partir des contraintes d'assemblage SolidWorks

Le mouvement du mécanisme est totalement défini par les contraintes SolidWorks.



Spécification du mouvement d'entrée

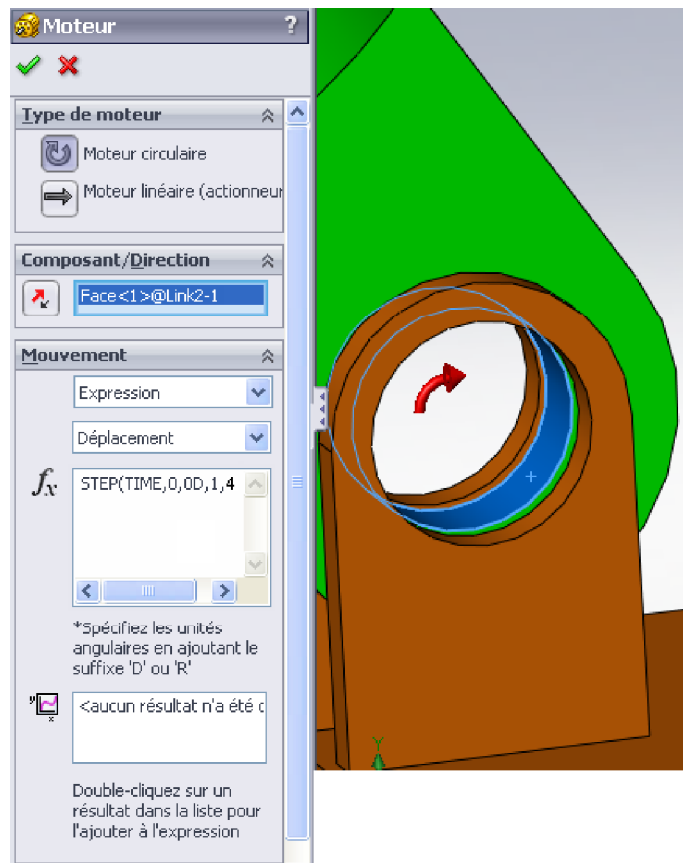
Nous allons ensuite définir un mouvement sur une des barres articulées. Dans cet exemple, nous voulons faire pivoter Link2 (Barre articulée2) de 45 degrés en sens horaire autour de la Base. Pour cela, nous allons imposer un mouvement rotatif à Link2 à l'emplacement de la contrainte concentrique qui simule la connexion par axe avec la Base. Le mouvement angulaire doit intervenir en 1 seconde et nous allons appliquer une fonction de pas afin de garantir la rotation sans heurt de Link2 de 0 à 45 degrés.

Cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône **Moteur**  pour ouvrir la boîte de dialogue **Moteur**.

Sous **Type de moteur**, sélectionnez **Moteur circulaire**.

Sous **Composant/Direction**, sélectionnez la face cylindrique de **Link2** (Barre articulée2) attachée à la **Base** (voir la figure). Le centre de la face cylindrique sélectionnée détermine également l'emplacement par défaut du moteur.

Sous **Mouvement**, sélectionnez **Expression**, **Déplacement** et entrez la fonction suivante : **STEP(TIME,0,0D,1,45D)**.



Les trois derniers champs sous **Autres options** permettent de modifier l'emplacement par défaut du moteur, de spécifier si le mouvement est défini par rapport à un autre composant en mouvement et d'indiquer les faces qui supportent la charge pour l'analyse de contrainte SolidWorks Simulation.

Puisque nous voulons déplacer **Link2** par rapport à la **Base** fixe, nous n'effectuerons aucune entrée dans le premier champ (**Composant à déplacer par rapport à**).

Puisque l'emplacement par défaut du moteur, qui est déterminé par la face cylindrique spécifiée sous **Composant/Direction**, est correct, nous n'effectuerons pas non plus d'entrée dans le champ **Emplacement du moteur** sous **Autres options**.

Cliquez sur **OK** pour fermer la boîte de dialogue **Moteur**.

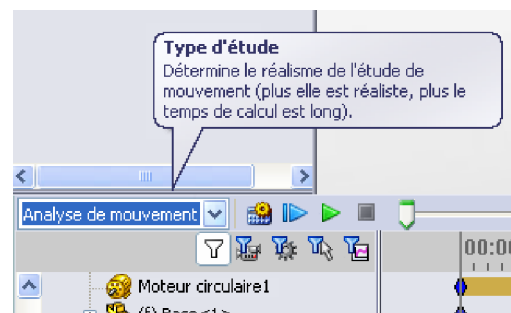


Type d'analyse de mouvement

SolidWorks propose trois types de simulation de mouvement d'assemblage :

- 1 L'**Animation** est une simulation de mouvement simple qui ignore les propriétés d'inertie, les contacts, les forces et autres éléments similaires des composants. Elle est idéale pour vérifier, par exemple, les contraintes correctes.
- 2 La **Simulation de mouvement standard** assure un bon réalisme en prenant en compte, par exemple, les propriétés d'inertie des composants. En revanche, elle ne reconnaît pas les forces appliquées en mode externe.
- 3 L'outil **Analyse de mouvement** est le plus évolué des outils d'analyse de mouvement ; il reflète tous les éléments d'analyse requis, par exemple propriétés d'inertie, forces externes, contacts, frottement de contrainte, etc.

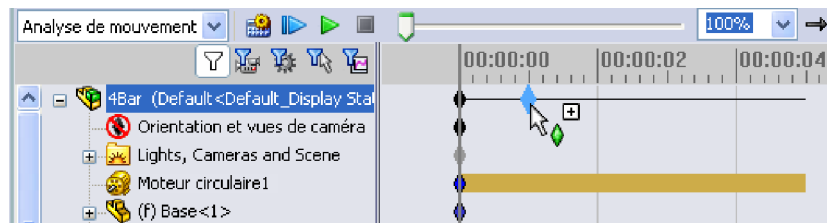
Sous **Type d'étude** dans la partie gauche de SolidWorks Motion Manager, sélectionnez **Analyse de mouvement**.



Durée de la simulation

La durée de la simulation de mouvement est pilotée par la ligne de temps supérieure dans SolidWorks Motion Manager. Puisque SolidWorks Motion définit la durée d'analyse par défaut à 5 secondes, vous devez modifier ce paramètre.

Déplacez la clé d'heure de fin, sur la ligne de temps supérieure, de 5 secondes à 1 seconde.



Exécution de la simulation

Dans SolidWorks Motion Manager, cliquez sur l'icône **Calculer** .

Notez la simulation de mouvement au cours du calcul.

Vérification des résultats

Commençons par tracer la vitesse angulaire et l'accélération pour Link1.

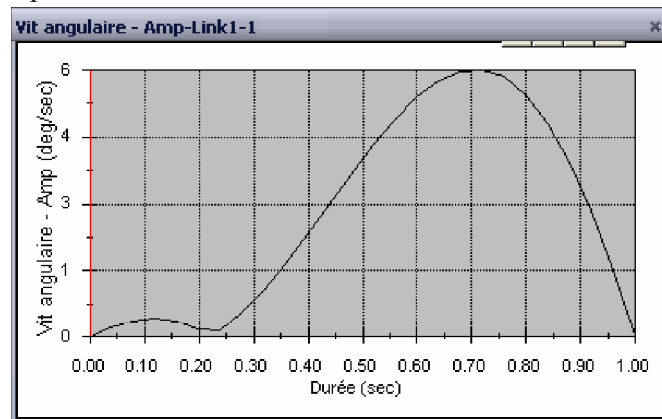
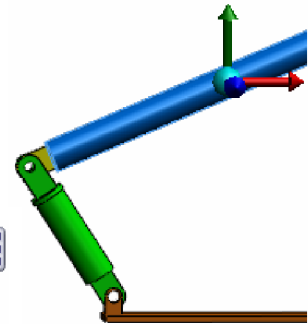
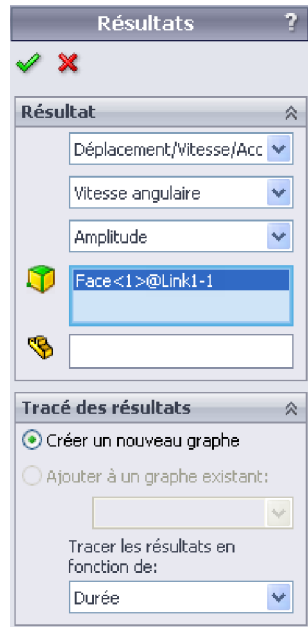
Cliquez sur l'icône **Résultats et graphes**  pour ouvrir la boîte de dialogue **Résultats**.

Sous **Résultats**, sélectionnez **Déplacement/Vitesse/Accélération**, **Accélération angulaire** et **Amplitude**.

Toujours sous **Résultats**, sélectionnez Link1. (Lorsque vous sélectionnez une contrainte ou une pièce, SolidWorks Motion affiche le système de coordonnées par défaut qui servira pour la sortie des résultats).

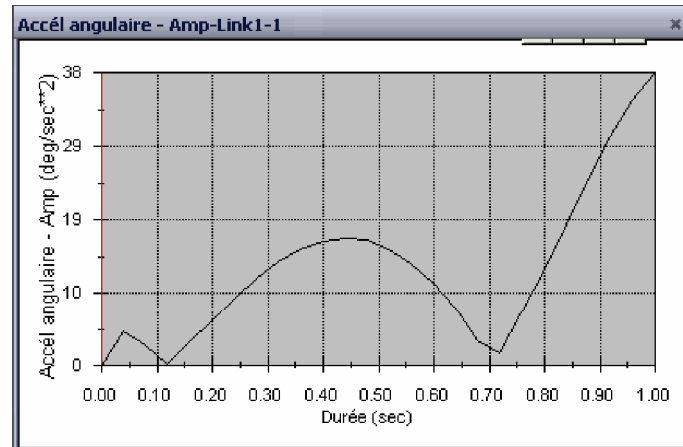
Le **Composant pour définir les directions XYZ (facultatif)** sert à référencer nos tracés de résultats par rapport au système de coordonnées local d'un autre composant mobile. Pour tracer les résultats du système de coordonnées par défaut indiqué sur la figure, n'effectuez aucune entrée dans ce champ.

Cliquez sur **OK** pour montrer le tracé.



Le tracé ci-dessus montre la variation de la vitesse angulaire du centre de masse de Link1 en fonction du temps.

Répétez la procédure ci-dessus pour tracer l'**Amplitude** de l'**Accélération angulaire** pour le centre de masse de Link1.



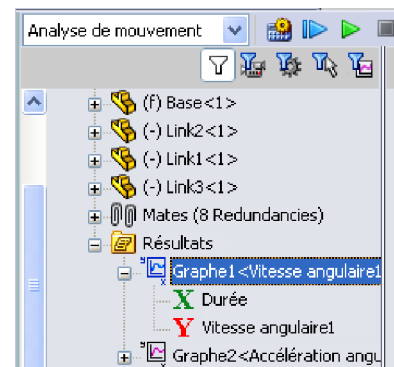
Les résultats indiquent les valeurs maximales pour la vitesse angulaire et l'accélération angulaire : 6 degrés par sec et 38 degrés par sec², respectivement.

Procédez de même afin de créer les tracés correspondant à la vitesse angulaire et l'accélération angulaire au centre de masse de Link2 et Link3.

Stockage et modification des tracés de résultats

Les éléments ainsi générés pour le tracé des résultats sont stockés dans le nouveau dossier Résultats, créé au bas de SolidWorks Motion Manager.

Cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur un élément de tracé pour cacher et voir le tracé, ainsi que pour en modifier les paramètres.



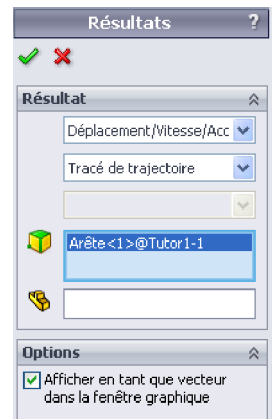
Création d'un tracé de trajectoire

SolidWorks Motion permet d'afficher graphiquement la trajectoire suivie par n'importe quel point sur n'importe quelle pièce mobile. Il s'agit d'un tracé de trajectoire. Vous pouvez créer un tracé de trajectoire par référence à une pièce fixe ou par référence à tout composant mobile de l'assemblage. Nous allons créer un tracé de trajectoire pour un point situé dans le composant `Link1`.

Pour créer un tracé de trajectoire, cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône **Résultats et graphes**.

Dans la boîte de dialogue **Résultats**, sélectionnez **Déplacement/Vitesse/Accélération** et **Tracé de trajectoire**.

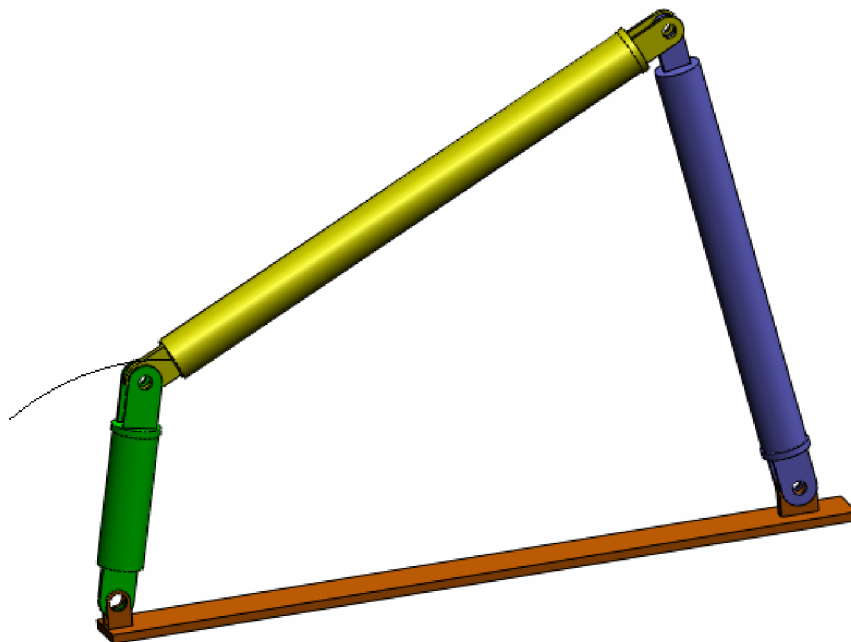
Dans le premier champ de sélection, sélectionnez l'arête circulaire sur `Link1` pour identifier le centre du cercle. Le système de coordonnées fournit une représentation graphique du point à l'écran.



Le tracé de trajectoire est montré par défaut par rapport au sol. Pour montrer le tracé de trajectoire par rapport à un autre composant mobile, vous devez sélectionner ce composant de référence en tant que deuxième élément du même champ de sélection.

Cliquez sur **OK** pour fermer la boîte de dialogue **Résultats**.

Cliquez sur l'icône **Calculer** pour tracer la trajectoire.



Votre première simulation SolidWorks Motion est maintenant terminée.