

## 1 - Ouvrir le fichier

- Lancer SolidWorks
- Activer Meca3D (Menu Outils / Compléments)
- Ouvrir l'assemblage proposé

## 2 - Analyser le modèle CAO

- Manipuler le modèle sous contraintes en cliquant/glissant les pièces
- Repérer les ensembles principaux (pièces ou sous-assemblages) en cliquant sur les sous-assemblages de premier niveau de l'arbre de construction

## 3 - Définir le modèle cinématique

Dans l'onglet Meca3D :

- Déclarer les pièces en commençant par le bâti
- Déclarer les liaisons dans "l'ordre", par contrainte ou objet
- Vérifier le graphe des liaisons

## 4 - Définir les efforts

- Créer les efforts connus
- Créer les efforts inconnus
- Créer les frottements visqueux dans les liaisons

## 5 - Simuler le comportement

Définir la position de référence (étude géométrique) ou la position initiale (étude cinématique) en utilisant des contraintes d'assemblage. Reconstruire le modèle.

Réaliser le calcul mécanique

- Choisir le type d'étude (géométrique ou cinématique)
- Définir le mouvement : choisir les liaisons pilotes et paramétrer le mouvement en position ou vitesse
- Paramétrer le calcul : durée de calcul (si nécessaire) et nombre de positions
- (activer l'animation simultanée)
- Activer l'animation simultanée et réaliser le calcul

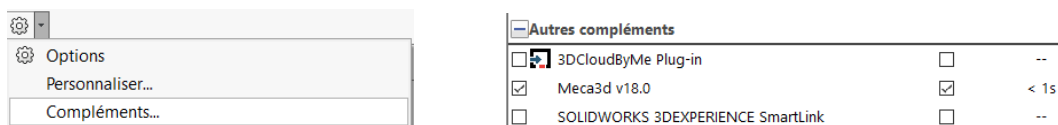
## 6 - Afficher les résultats

- Afficher la simulation pour vérifier le calcul
- Créer une courbe simple ou multiple, la renommer, afficher la courbe puis exporter les résultats

## Étape 1 : Ouvrir le logiciel

### Activer Meca3D

Menu Outils / Compléments et cocher dans les 2 colonnes



**Remarque :** Le module doit être actif avant ouverture de l'assemblage. Si ce n'est pas le cas, activer le complément Meca3D, enregistrer l'assemblage, fermer l'assemblage (pas le logiciel) et le rouvrir.

### Ouvrir l'assemblage et manipuler la vue

Ouvrir l'assemblage à étudier (extension de \*.sldasm).

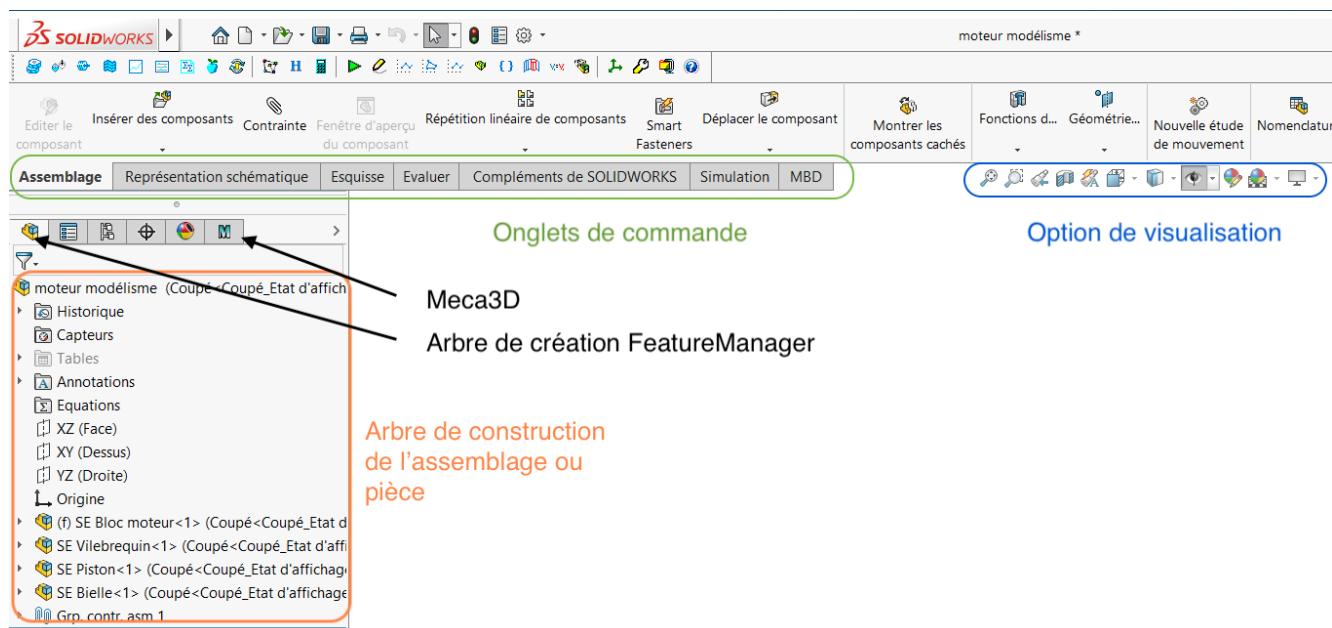
#### Manipulation à la souris :

- roulette de la souris pour zoomer et dézoomer ;
- clic milieu + glisser pour tourner la vue ;
- touche Ctrl + clic milieu + glisser pour translater la vue.

#### Manipulation au clavier :

- touche f pour recentrer en échelle automatique (si la pièce disparaît) ;
- flèches pour tourner la vue et touche Maj + flèches pour tourner de 90°.

## Étape 2 : Analyser le modèle CAO



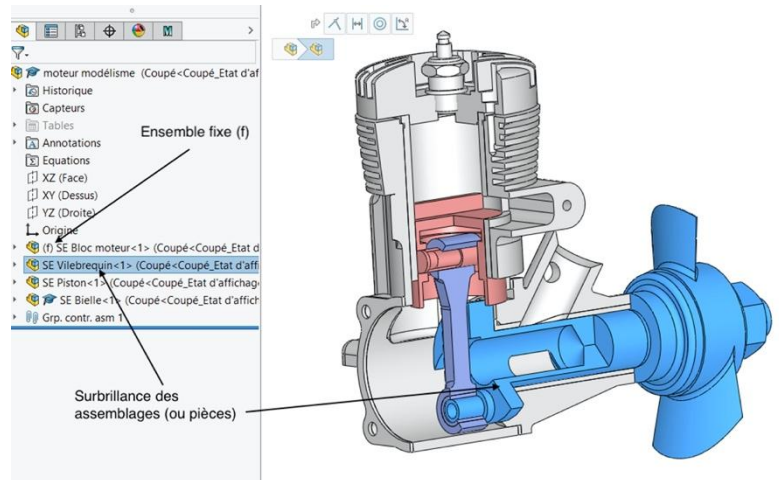
### Manipuler le modèle

Manipuler le modèle (cliquer sur une pièce + glisser) pour identifier les mobilités (mouvements possibles) du mécanisme.

## Repérer les assemblages ou pièces principales

Dans l'arbre de construction, seules les pièces et assemblages de premier niveau peuvent servir d'ensemble indéformable.

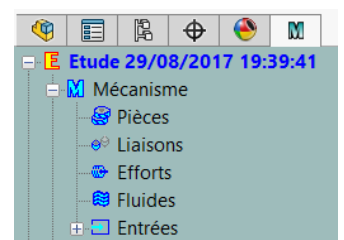
- Repérer l'ensemble fixe (symbole (f) dans l'arbre de construction) qui représente généralement le bâti.
- Repérer les pièces et assemblage de premier niveau en cliquant successivement sur chacun d'eux afin de les mettre en surbrillance (bleu).



## Étape 3 : Définir le modèle cinématique

### Déclarer pièces (ensembles indéformables)

- Sélectionner l'onglet « Méca3D » juste au-dessus de l'arbre de construction ;
- Clic droit sur Pièces / Ajouter ;
- Sélectionner la **pièce de référence (bâti)** en cliquant sur une pièce de celui-ci dans la zone graphique ou dans l'arbre de création.
- Cliquer sur « ajouter » pour ajouter la pièce.
- Répéter l'opération pour tous les ensembles.

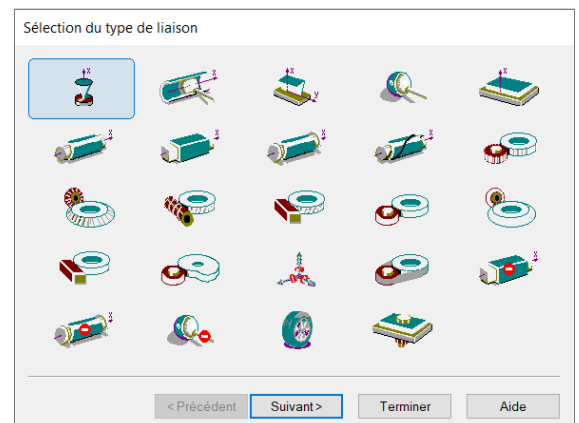


### Remarque :

- par défaut, le nom associé à la pièce sera celui du composant de SolidWorks ;
- un repère lié est défini pour chaque pièce avec comme origine son centre de gravité. Il est affiché en bleu ;
- la 1<sup>ère</sup> pièce créée est supposée être le bâti (pièce de référence). Pour modifier, cliquer sur le nom d'une pièce dans la liste définie et la faire glisser en 1<sup>ère</sup> position ;
- pour corriger, modifier ou supprimer une pièce, cliquer droit sur celle-ci dans l'onglet « Méca3D ».

### Créer des liaisons

- Cliquer droit sur Liaisons / Ajouter ;
- Choisir une liaison.
- Nommer correctement la liaison (Nom liaison Centre (Ref1/Ref2)).
- Choisir les pièces en liaison en cliquant sur celles-ci dans la zone graphique.
- Choisir le mode de définition « **Par contraintes** » et sélectionner la ou les contraintes. Maintenir la touche CTRL enfoncée pour sélectionner plusieurs contraintes. Un drapeau vert doit s'afficher devant la ou les contraintes.
- Cliquer sur « Terminer » pour définir la liaison.
- Répéter l'opération pour toutes les liaisons.



Définition « **Par objets** » : s'il n'y a pas de contrainte adaptée à la définition de la liaison, sélectionner le mode de définition « **Par objets** ». Dans ce cas, il faut définir les caractéristiques géométriques de la liaison (axe d'une pivot ou pivot glissant, direction d'une glissière, centre d'une sphérique...) en sélectionnant des arrêtes ou des faces du modèle CAO :

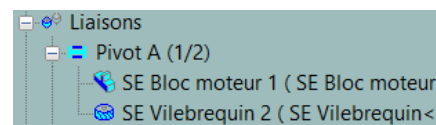
- pour une droite (axe...) : surface d'un cylindre (prend l'axe du cylindre) ;
- pour un vecteur : une arête ou une face (prend la direction perpendiculaire) ;
- pour un point : un point ou un cercle (prend le centre).

Ce mode de définition permet de définir correctement les centres des liaisons, très utile lorsqu'on souhaite faire des calculs d'efforts.



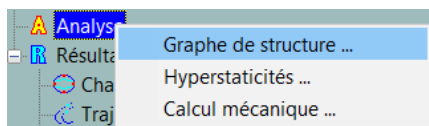
### Remarque :

- un repère de liaison affiché en rouge est créé pour chaque liaison ;
- cliquer le + devant une liaison permet de vérifier celle-ci ;
- cliquer sur le nom d'une liaison met en surbrillance les pièces associées ;
- pour corriger et modifier une liaison, cliquer droit sur celle-ci.

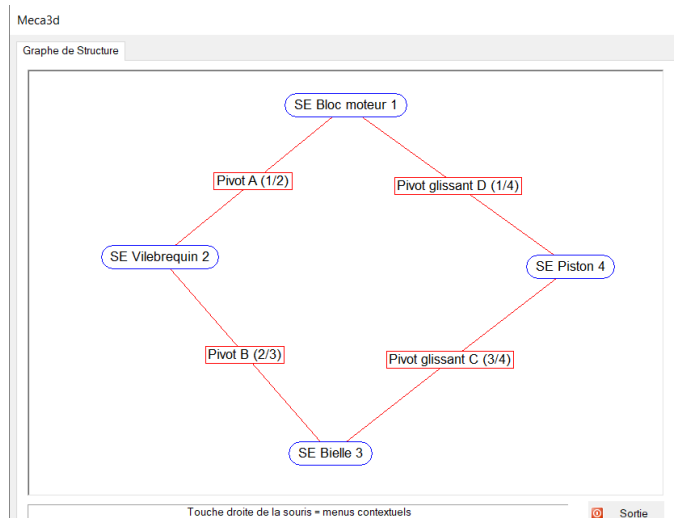


### Vérifier le graphe des liaisons

Vérifier le modèle sur le graphe de structure : cliquer droit sur Analyse / Graphe de structure.



**Remarque :** Sur ce graphe, il est également possible de déplacer les éléments en cliquant dessus pour améliorer la visibilité. Pour changer les couleurs et encadrements, clic droit et sélectionner Option.



## Étape 4 : Définir les efforts

Pour une étude purement cinématique, passer à l'étape suivante.

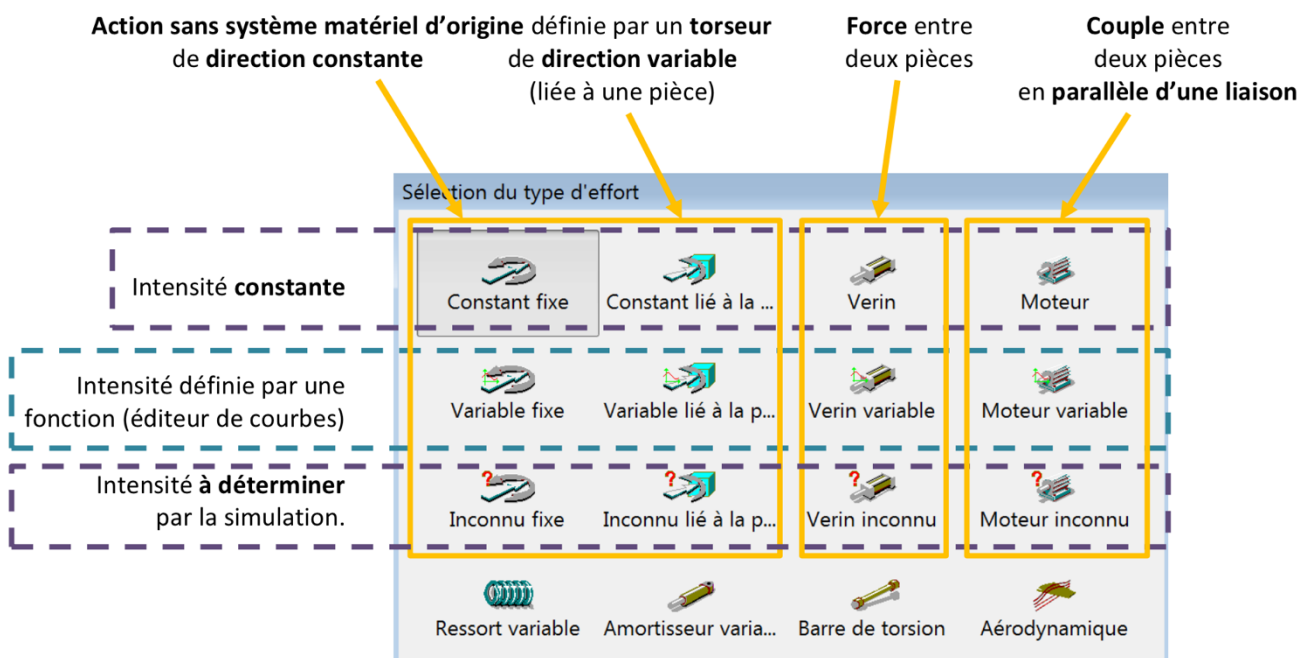
Sélectionner l'onglet « Méca3D » ;

Cliquer droit sur Efforts / Ajouter.

4 principaux types d'actions sont proposés avec, à chaque fois, 3 manières de définir l'intensité.

**Rappel :** la simulation va déterminer les valeurs des efforts inconnus en fonction de ceux connus, à l'équilibre.

Il faut définir un effort inconnu par degré de liberté (mobilité utile) du modèle.



## Action sans système matériel d'origine

- Point de réduction : choisir le point d'expression du torseur (point de définition du moment)
  - Repère d'expression : choisir une surface permettant de définir la base d'expression de la résultante et du moment.
- Pour une surface plane,  $\vec{z}$  est la direction normale au plan.

Des flèches bleues-vertes représentent la résultante et le moment.

## Exemples d'actions mécaniques

**Poids** : constant fixe avec un repère d'expression lié au bâti.

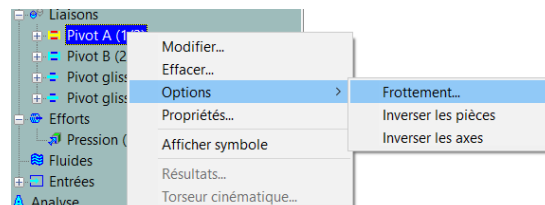
**Moteur** dont on cherche à déterminer le couple : moteur inconnu.

Action d'un **fluide sous pression** dans un vérin : vérin

## Frottement visqueux dans une liaison

Pour définir un frottement visqueux associé à une liaison :

- cliquer droit sur la liaison / Options / Frottement...




## Étape 5 : Simuler le comportement

### Position de référence ou position initiale

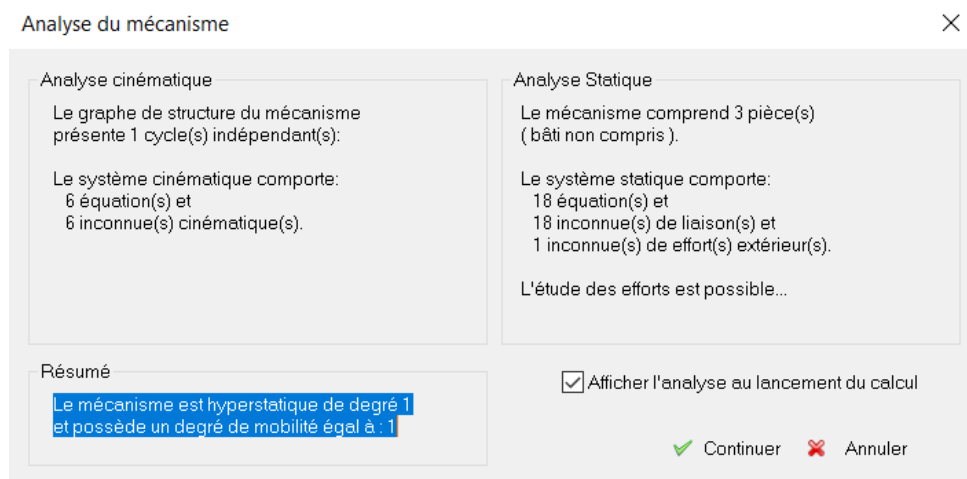
Si le mouvement est contrôlé par des paramètres de position (Étude géométrique), il faut définir une position de référence dans laquelle tous les paramètres sont nuls.

Si le mouvement est contrôlé par des paramètres cinématique (Étude cinématique), il faut définir la position initiale, en début de mouvement.

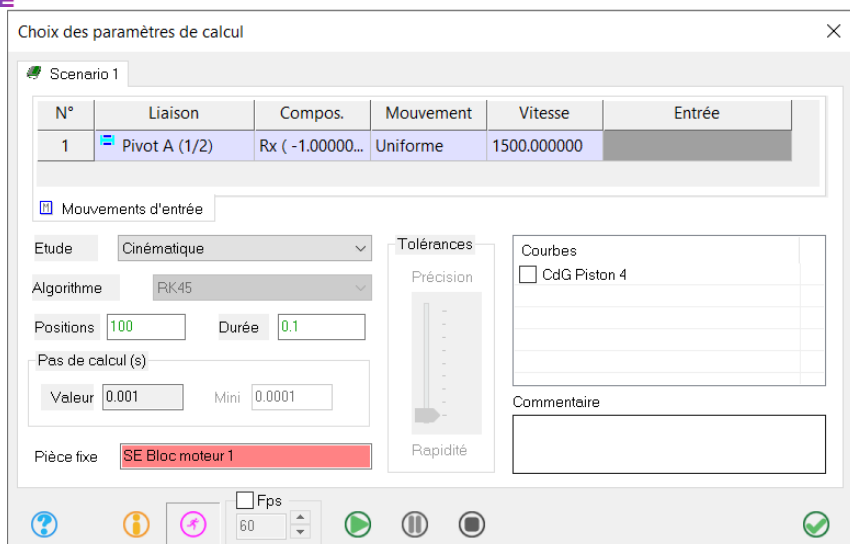
- En manipulant le modèle ou à l'aide de contraintes d'assemblage, positionner le mécanisme dans la position de référence ou la position initiale.
- Reconstruire le modèle en cliquant sur le bouton : 

## Calcul mécanique

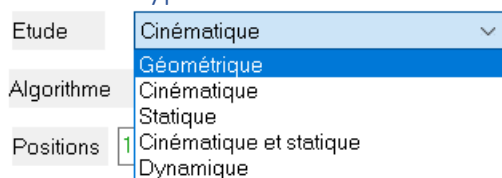
- Clic droit sur Analyse / Calcul mécanique.
- Vérifier que le degré de mobilité est celui attendu.




**Exemple** : si le degré de mobilité égal 1, cela signifie qu'il y aura 1 paramètre d'entrée, et donc qu'une seule liaison sera pilote. Par contre si le degré de mobilité est supérieur à 1, il y aura 1 paramètre d'entrée (de manière générale) et des paramètres liés à des mobilités internes, généralement on bloque ces paramètres pour la simulation.



## Choisir le type d'étude



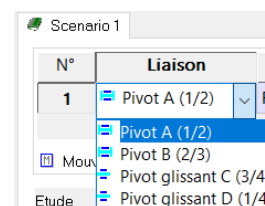
Type d'étude	Paramètres pilotés	Particularités
<b>Géométrie</b>	Paramètres de position : valeurs initiales et finales (distances et angles).	Temps non pris en compte. Étude des déplacements des pièces, des trajectoires de points et des paramètres de position.
<b>Cinématique</b>	Paramètres cinématiques : valeur de vitesses linéaires ou angulaires, constantes ou non.	Temps pris en compte. La position initiale est la position de référence de Meca3D. Utiliser Reconstruire  pour la mettre à jour. Étude des déplacements, mouvements, trajectoires, paramètres de position et paramètres cinématiques, avec calcul des vitesses et accélérations.
<b>Statique</b>	Paramètres de position : valeurs initiales et finales (distances et angles).	Calcul des positions seulement, et pour chacune d'elles des efforts assurant l'équilibre
<b>Cinématique et statique</b>	Paramètres cinématiques	Étude cinématique avec calcul des efforts inconnus. Nécessaire aussi pour prendre en compte un amortisseur ou des frottements visqueux.
<b>Dynamique</b>	Efforts connus Paramètres cinématiques	Calcul des mouvements associés aux efforts d'entrée connus. Calcul des efforts inconnus si les mouvements sont imposés.

## Définir le mouvement

Choisir les **liaisons pilotes** et la composante pilote de chaque liaison.

Le logiciel propose des liaisons pilotes. Mais ce ne sont pas nécessairement les bonnes.

Un clic sur la liaison proposée fait apparaître un menu déroulant.



### Paramétrer l'évolution des paramètres d'entrée

(positions initiales et finales pour un paramètre de position, valeur pour un paramètre cinématique...).

On peut aussi imposer un mouvement par une courbe...

Scenario 1					
N°	Liaison	Compos.	Mouvement	Vitesse	Entrée
1	Pivot A (1/2)	Rx (-1.00000...	Uniforme	1500.000000	

### Paramétrer le calcul et réaliser le calcul

Définir le **nombre de positions** (instants sauvegardés) et la **durée du calcul**.

Positions  Durée

Activer l'animation simultanée



(permet de vérifier les paramètres du calcul) et lancer le calcul



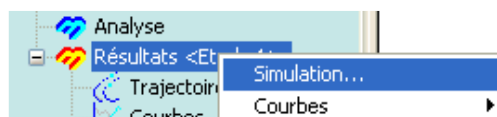
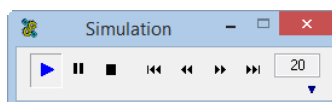
Si besoin, ajuster les paramètres de simulation (paramètres d'entrée, durée de calcul, nombre de positions) et la position initiale.

Reconstruire le modèle après modification de la position initiale.

## Étape 6 : Afficher les résultats

### Simulation

- Cliquer droit sur Résultats / Simulation
- Cliquer sur lecture



La flèche bleue située au coin bas droit permet d'accéder à 5 onglets :

- Sélection pour choisir les pièces à mettre en mouvement et la pièce de référence (pièce fixe) du mouvement ;
- Mouvement pour sélectionner la vitesse de l'animation. L'incrément définit les images à afficher : une sur une, ou une sur trois...
- Fichiers Avi pour sauver la simulation sous la forme d'une vidéo ;
- Trajectoires pour afficher les trajectoires.

### Définition d'une courbe

#### Créer la courbe

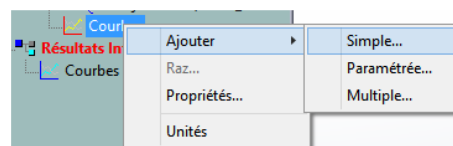
Trois types de courbes (pour un export de plusieurs résultats, utiliser courbes multiples) :

- **courbes simples** pour afficher la variation d'un paramètre unique en fonction du temps ;
- **courbes multiples** pour superposer l'évolution de plusieurs paramètres en fonction du temps ;
- **courbes paramétrées** pour visualiser la variation d'un paramètre en fonction d'un autre paramètre.

cliquer droit sur Courbes / Ajouter / Simple

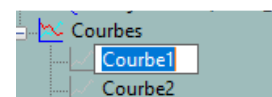
Une boîte de dialogue s'affiche, comportant quatre onglets :

- Onglet Pièces permet de consulter et mémoriser des courbes pour le repère pièce (lié au centre de gravité) ;
- Onglet Liaisons permet de consulter et mémoriser des courbes pour le repère de liaison ;
- Onglet Efforts permet de consulter et mémoriser des courbes d'effort pour les études statiques et dynamiques ;
- Onglet Trajectoires permet de consulter et mémoriser les courbes correspondantes aux trajectoires créées au préalable. Voir plus loin.



### Renommer la courbe

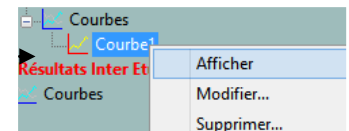
Double cliquer sur le nom d'une courbe pour la renommer explicitement.



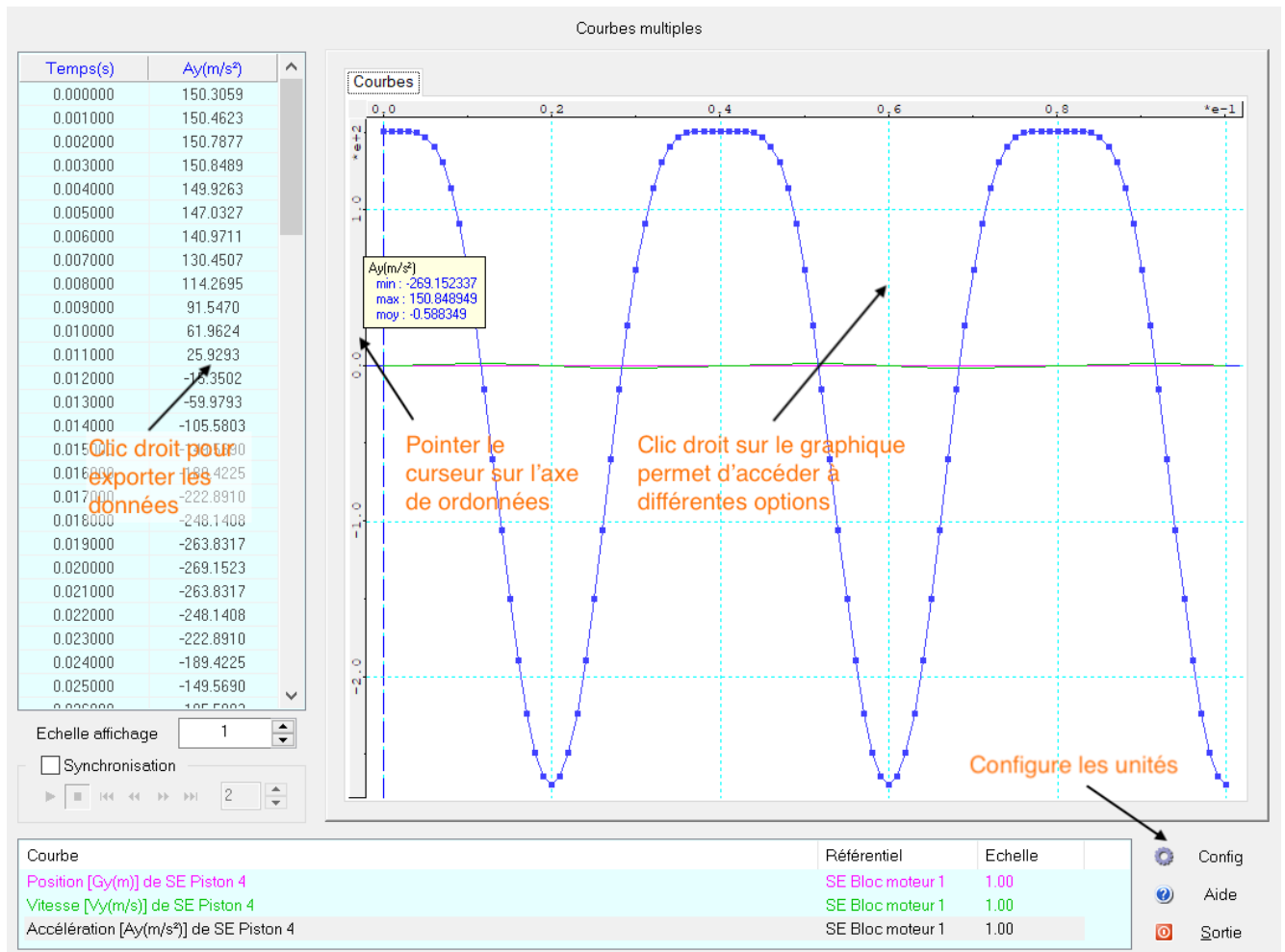


## Afficher la courbe et exporter les résultats d'une courbe

Cliquer droit sur Courbes / Afficher



CdG Piston 4 [moteur modélisme / Etude 29/08/2017 19:39:41]



Pour exporter les données, sélectionner **Enregistrer les données** et choisir le type de fichier **Excel (xls)**.