



# SYNTHESE

## I. Modélisation cinématique des liaisons

**Liaison Pivot de centre O et d'axe (O, z)**

Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	0	0	0	0	1

Schématisation 3D

2D

2D

Torseur des actions transmissibles

$$\{T_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{matrix} \overrightarrow{R_{2 \rightarrow 1}} \\ \overrightarrow{M_{P, 2 \rightarrow 1}} \end{matrix} = \begin{matrix} X & L_P \\ Y & M_P \\ Z & 0 \end{matrix} \Big|_{(O, \vec{z})}$$

Torseur cinématique

$$\{V_{2/1}\} = \begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{2/1}} \\ \overrightarrow{V_{P, 2/1}} \end{matrix} = \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_z & 0 \end{matrix} \Big|_{(O, \vec{z})}$$

Les torseurs ont la même forme en tout point P de l'axe (O, z) et dans toute base contenant l'axe principal z

**Liaison Pivot glissant de centre O et d'axe (O, z)**

Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	0	1	0	0	1

Schématisation 3D

2D

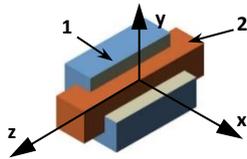
2D

Torseur des actions transmissibles

Torseur cinématique

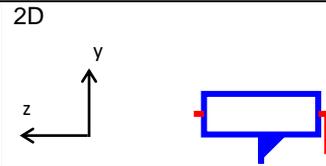
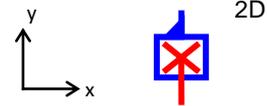
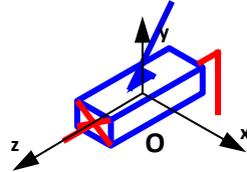
Les torseurs ont la même forme en tout point P de l'axe (O, z) et dans toute base contenant l'axe principal z

**Liaison glissière de centre O et de direction  $\vec{z}$**



Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	0	1	0	0	0

Schématisation 3D

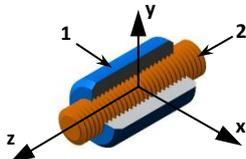


Torseur des actions transmissibles

Torseur cinématique

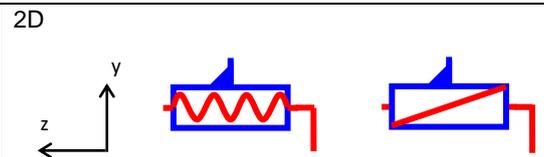
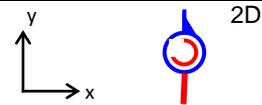
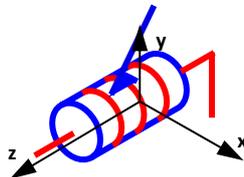
Les torseurs ont la même forme en tout point P de l'espace et dans toute base contenant la direction principale  $\vec{z}$

**Liaison hélicoïdale de centre O et d'axe  $(O, \vec{z})$**



Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	0	1	0	0	1

Schématisation 3D



Torseur des actions transmissibles

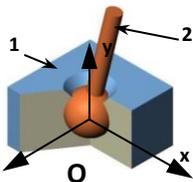
Torseur cinématique

Avec  $N_p = -\frac{p}{2\pi} \cdot Z$ , pour un filet à droite  
 p= pas de la vis en m

Avec  $V_z = \frac{p}{2\pi} \cdot \omega_z$ , pour un filet à droite  
 p= pas de la vis en m

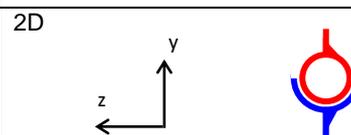
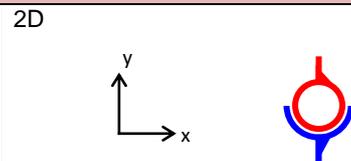
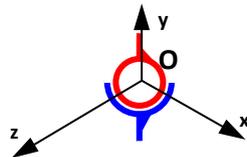
Les torseurs ont la même forme en tout point P de l'axe  $(O, \vec{z})$  et dans toute base contenant l'axe principal  $\vec{z}$ . Le signe est fonction du sens de l'hélice (pas à droite ou pas à gauche).

**Liaison Sphérique (rotule) de centre O**



Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	0	0	1	1	1

Schématisation 3D



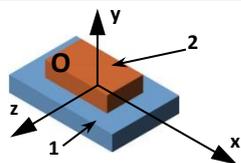
Torseur des actions transmissibles

Torseur cinématique

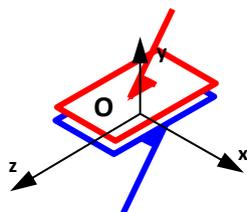
Les torseurs doivent être écrit en O centre de la sphère et dans n'importe quelle base.

**Liaison appui plan de centre O de normale  $\vec{y}$**

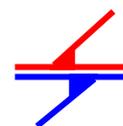
Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
1	0	1	0	1	0



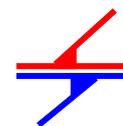
Schématisation 3D



2D



2D

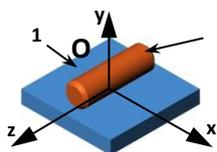


Torseur des actions transmissibles

Torseur cinématique

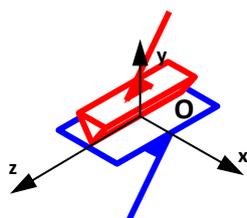
Les torseurs ont la même forme en tout point P de l'espace et dans toute base contenant la normale au plan ici  $\vec{y}$

**Liaison Cylindre plan (linéaire rectiligne) de centre O d'axe  $(O, \vec{z})$  et de normale  $\vec{y}$**



Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
1	0	1	0	1	1

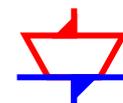
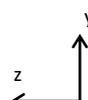
Schématisation 3D



2D



2D

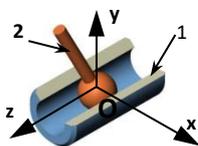


Torseur des actions transmissibles

Torseur cinématique

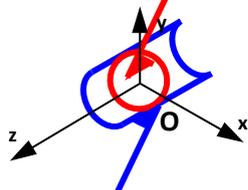
Les torseurs ont la même forme en tout point P sur la droite de contact ici  $(O, \vec{z})$  et la normale à la surface de contact ici  $\vec{y}$ .

**Liaison sphère cylindre (linéaire annulaire) de centre O d'axe  $(O, \vec{z})$**



Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
0	0	1	1	1	1

Schématisation 3D



2D



2D

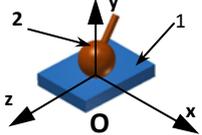
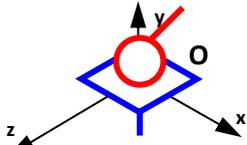
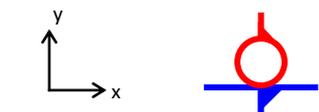


Torseur des actions transmissibles

Torseur cinématique

Les torseurs doivent être écrit en O (centre de la sphère) dans une base dont l'un des vecteurs principal est l'axe, ici  $\vec{z}$

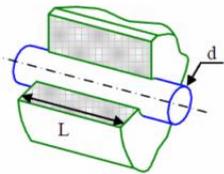
**Liaison sphère plan (ponctuelle) de centre O et de normale  $\vec{y}$**

	Schématisation 3D 	2D  <hr/> 2D 																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Translation</th> <th colspan="3">Rotation</th> </tr> <tr> <th>Tx</th> <th>Ty</th> <th>Tz</th> <th>Rx</th> <th>Ry</th> <th>Rz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="color: red;">1</td> <td style="color: red;">0</td> <td style="color: red;">1</td> <td style="color: red;">1</td> <td style="color: red;">1</td> <td style="color: red;">1</td> </tr> </tbody> </table>	Translation			Rotation			Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	1	1	1	1		
Translation			Rotation																	
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz															
1	0	1	1	1	1															
Torseur des actions transmissibles	Torseur cinématique																			

Les torseurs doivent être écrit en O point de contact, et dans toute base contenant la normale au plan de contact, ici  $\vec{y}$ .

**Modélisation des contacts cylindre/cylindre et plan/plan**

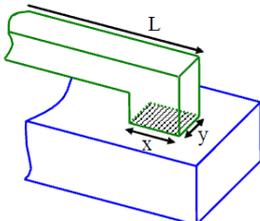
*Cylindre/ cylindre : suivant la longueur du contact le modèle peut changer (cela dépend également du jeu)*



$L < 1.5d$  modélisation par une sphère cylindre 

$L \geq 1.5d$  modélisation par un pivot glissant 

*Plan plan : suivant les dimensions de la surface le modèle peut changer*



$x \approx y$  modélisation par un appui plan 

$x \approx 0.1y$  ou  $y \approx 0.1x$  modélisation par une linéaire rectiligne 

$x$  et  $y \ll L$  modélisation par une sphère plan 

## II. Démarche de réalisation d'un schéma cinématique

Le schéma cinématique est une **représentation minimale**, simplifiée et normalisée d'un mécanisme, qui **ne tient compte ni des formes ni des dimensions**.

Il permet de traduire de façon simple le **fonctionnement cinématique (mouvements) du mécanisme et l'agencement des liaisons**.

### Etape 1 : Préciser la phase d'étude

Indiquer dans quelle phase vous étudiez le mécanisme. En effet, certaines pièces (ex : vis...) n'ont pas le même mouvement pendant leur fonctionnement que pendant leur montage ou pendant leur réglage.

### Etape 2 : Rechercher les classes d'équivalence cinématiques (CEC)

On appelle classe d'équivalence cinématique, un ensemble de solides n'ayant aucun mouvement relatifs entre eux.

### Etape 3 Réaliser le graphe minimum des liaisons (sans liaison en parallèle).

*Etape 31 : Entre chaque CEC on s'interroge sur la nature de la liaison, deux approches sont possibles*

- Analyse des contacts : Déterminer la nature du contact entre deux solides permet de définir les degrés de liberté donc la liaison correspondante (utile pour les liaisons à fort degré de liberté (sphère plan, sphère cylindre,...))

- Analyse des mouvements : Déterminer les mouvements relatifs possibles entre deux pièces afin de définir la liaison (utile pour les liaisons à faible degré de liberté (pivot, glissière,...)).

Hypothèse : Géométrie parfaite et pas de jeu.

*Etape 32 : Réaliser le graphe*

Les classes d'équivalences sont représentées par des cercles au centre desquels sont placés des numéros de référence.

Les liaisons sont quant à elles représentées par des arcs joignant deux classes. Les arcs sont enrichis d'un certain nombre d'informations. Classiquement un nom de référence de la liaison, et les caractéristiques géométriques des liaisons.

### Etape 4 : Réaliser le schéma cinématique

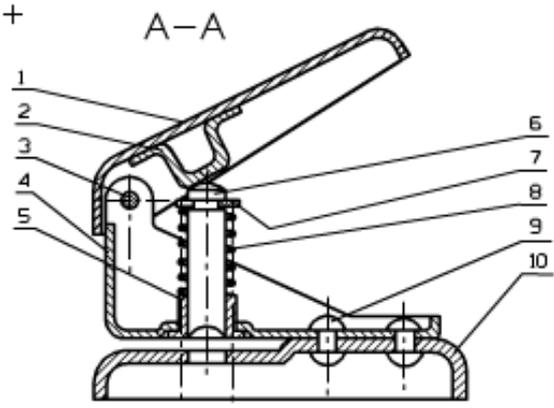
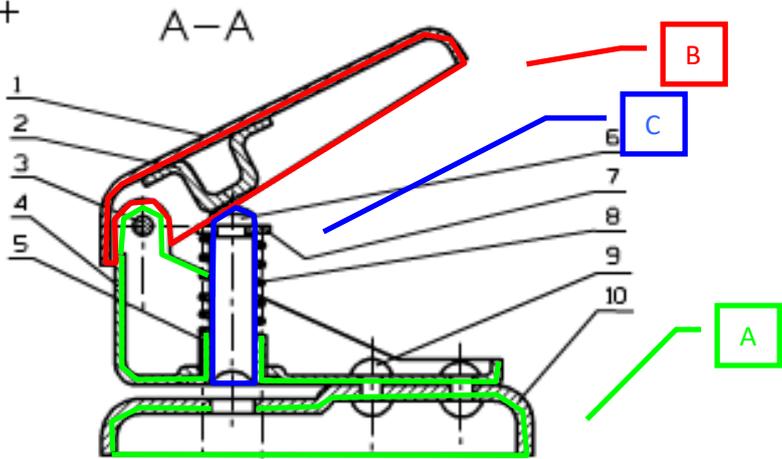
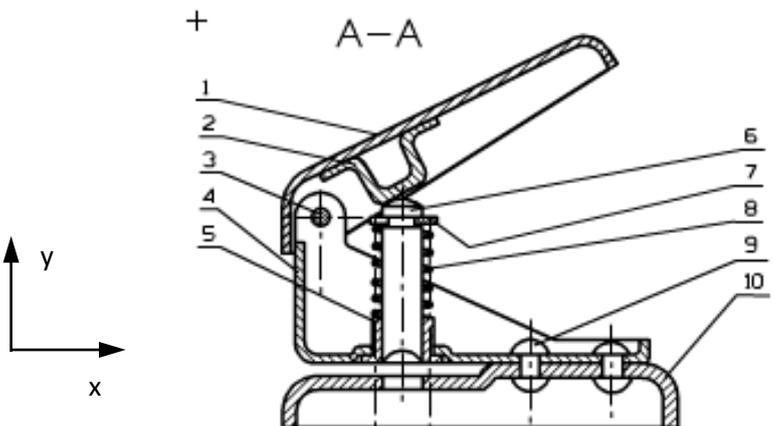
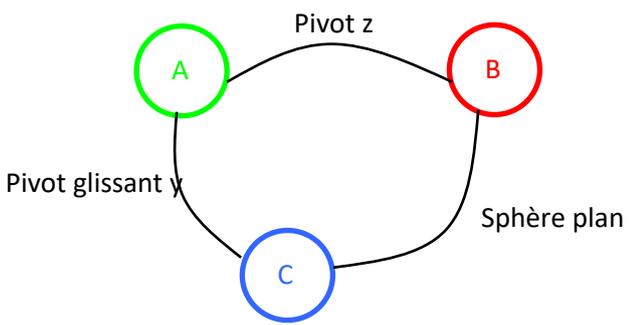
- Positionner en respectant les proportions, les différentes liaisons.

- Relier tous les éléments de la même couleur.

- Compléter « éventuellement » par quelques traits le schéma pour faciliter la compréhension.

**Remarque : Schéma cinématique minimal**

**Le schéma cinématique minimal est obtenu en remplaçant si possible, les liaisons en séries et ou en parallèles par les liaisons normalisées équivalentes.**

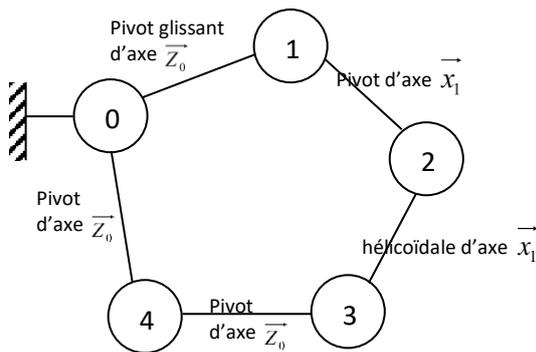
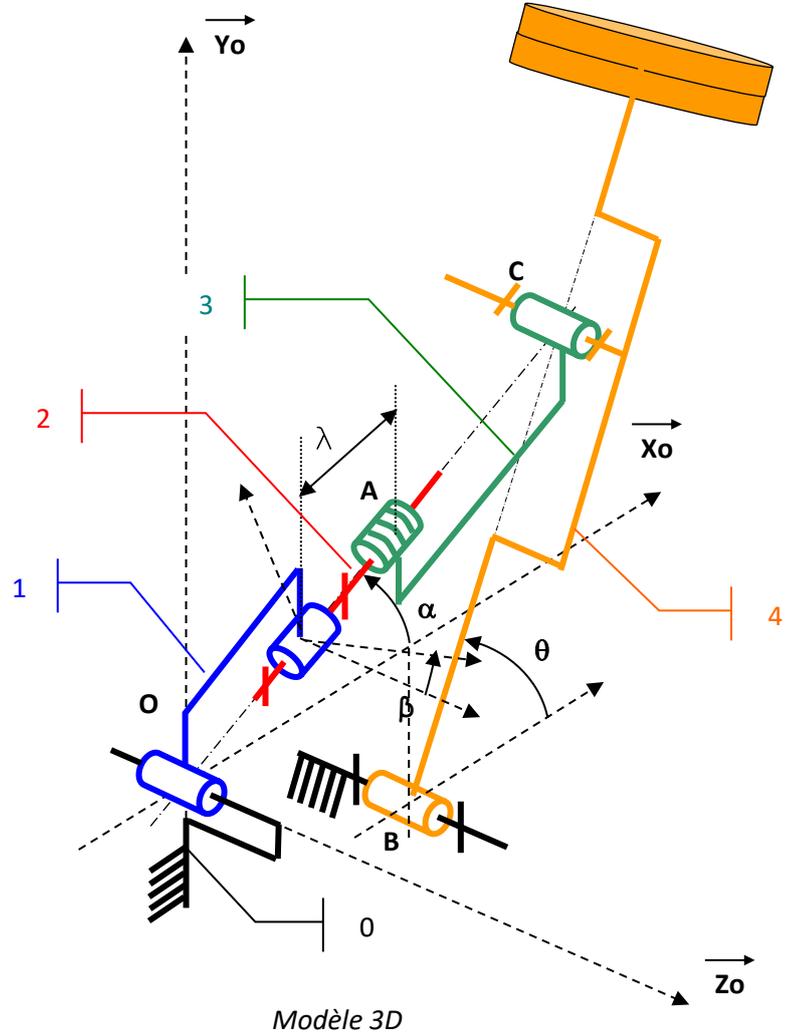
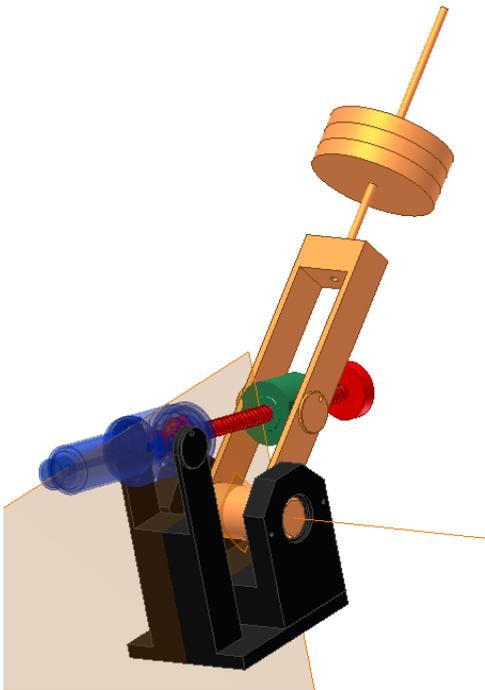
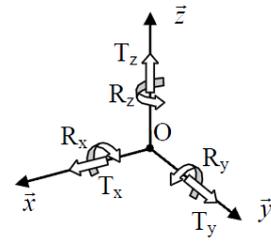
<p>1</p>	<p>Situer la <i>phase de fonctionnement</i> du mécanisme.</p>	 <p style="text-align: center;">+ A-A</p> <p style="text-align: center;">Phase de perforation</p>
<p>2</p>	<p>Identifier les <i>groupes de pièces</i> ne pouvant pas avoir de mouvement relatif entre elles. Par suite, un ensemble de pièces sans mouvement relatif constitue <b>une classe d'équivalence</b></p>	 <p style="text-align: center;">+ A-A</p> <p style="text-align: center;">A={4,5,9,10} B={1,2,3} C={6,7}</p>
	<p>Repérer les sous-ensembles</p>	
<p>3</p>	<p>Placer un repère</p>	 <p style="text-align: center;">+ A-A</p>
<p>3</p>	<p>Réaliser le graphe des liaisons:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des contacts</li> <li>• Analyse des mouvements</li> </ul>	

<p>4</p>	<p>Place les symboles en respectant le repère et l'architecture du mécanisme</p>	
	<p>Habiller le schéma</p>	

### III. Paramétrage

Pour définir la position relative de deux solides, on retrouve deux types de paramètres :

- Les paramètres de translation, ici  $\lambda(t)$
- Les paramètres de rotation, ici  $\beta(t)$ ,  $\alpha(t)$ , et  $\theta(t)$



**Ne pas confondre les paramètres qui évoluent en fonction du temps ( $\lambda(t)$ ,  $\beta(t)$ ,...) avec les données géométriques qui elles sont constantes au cours du mouvement [OB], [BC].**