

## SÉANCE 1

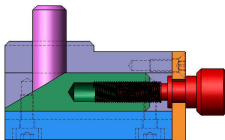
### MODÉLISATION DES LIAISONS

#### Compétences visées :

- ❑ **CO5.1** Expliquer des éléments d'une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d'un système
- ❑ **CO5.2** Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle

#### Connaissances abordées dans ce cours :

- ❑ 3.1.2 Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides
  - ◇ Caractérisation des liaisons sur les systèmes



1	Hypothèses	2
2	Degrés de liberté et degrés de liaison	2
3	Schématisation cinématique	5
4	Graph des liaisons	5
5	Schéma cinématique	5



# 1 Hypothèses

## Solides parfaits

- Géométrie parfaite.
  - ◊ Solides rigides (distance entre 2 points quelconque invariante au cours du temps).
  - ◊ Solides indéformables (forme invariable quelque soient les sollicitations imposées).

On peut alors reconstituer la géométrie d'un solide à partir de volumes élémentaires (parallélépipède, cylindre, cône, tore, sphère).

## Liaisons parfaites

- Pas de frottement
- Géométrie des contacts parfaite

Pour modéliser l'interaction entre les pièces d'un produit, la première chose à observer est le type de contacts qu'il existe entre ces pièces.

# 2 Degrés de liberté et degrés de liaison

Dès qu'il y a contact entre deux solides, il y a alors liaison entre ces solides. Les surfaces de contact suppriment des degrés de liberté et imposent des mobilités entre les deux solides.

On peut caractériser cette liaison soit :

- à partir du type de contact
- à partir des mouvements relatifs des pièces.

Tout mouvement relatif entre solides liés pourra être obtenu par une combinaison de ces six mouvements de base.

- Translation suivant x (notée .....)
- Translation suivant y (notée .....)
- Translation suivant z (notée .....)
- Rotation suivant x (notée .....)
- Rotation suivant y (notée .....)
- Rotation suivant z (notée .....)

**Définition Degrés de liaison :** C'est le nombre de déplacements élémentaires interdits par une liaison.

**Degrés de liberté d'une liaison :**

.....

La somme des degrés de liberté et des degrés de liaison est égale à : .... En effet, les degrés non bloqués sont tous des degrés de liberté et inversement.

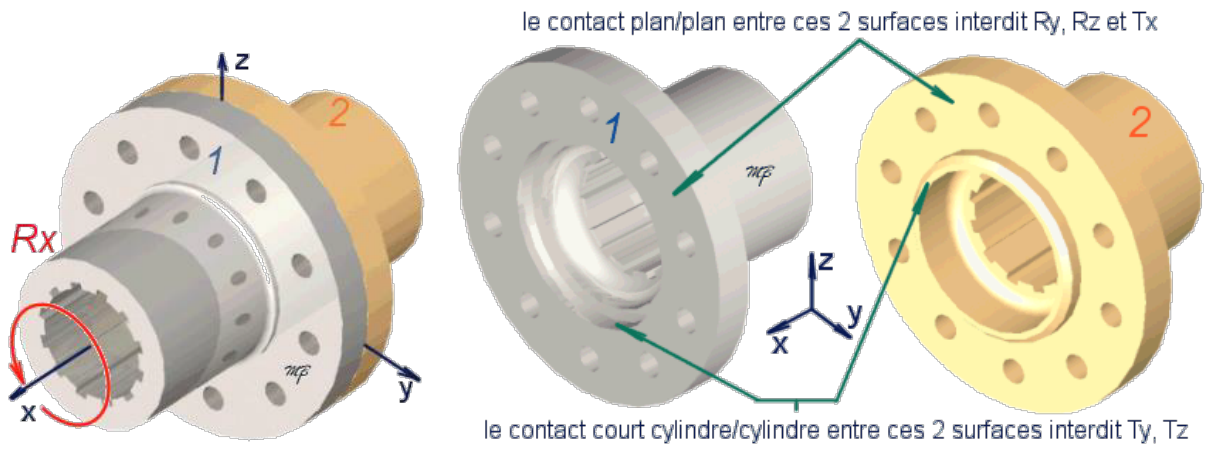
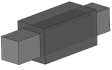
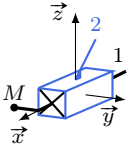
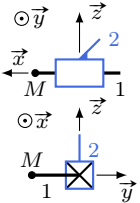

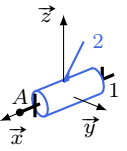
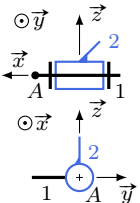

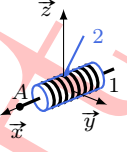
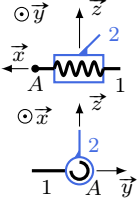
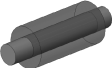
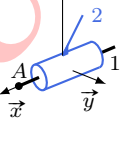
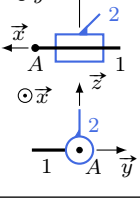
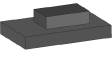
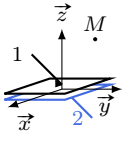
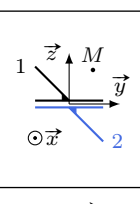

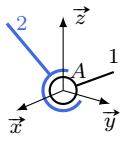
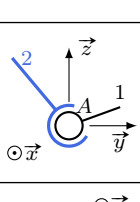

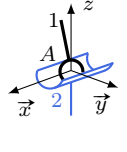
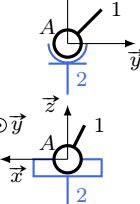


FIGURE 1

■ **Exemple** A partir de la Figure 1 et des indications, on peut déterminer les nombres de

- degrés de liaison : ...
- degrés de liberté : ...
- Somme : .....

Draft

Nom	Caractéristique	Degrés de liberté	Schéma spatial (3D)	Schéma(s) plan(s) (2D)	Mobilités
..... .....		0 ddl			$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$
..... 	Direction $\vec{x}$	1 ddl			$\begin{bmatrix} 0 & T_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$
..... 	Axe $(A, \vec{x})$	1 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$
..... 	Axe $(A, \vec{x})$	1 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & T_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$
..... 	Axe $(A, \vec{x})$	2 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & T_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$
..... 	Normale au plan $\vec{z}$	3 ddl			$\begin{bmatrix} 0 & T_x \\ 0 & T_y \\ R_z & 0 \end{bmatrix}$
..... 	Centre de la sphère $A$	3 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & 0 \\ R_y & 0 \\ R_z & 0 \end{bmatrix}$
..... 	Centre de la sphère $A$ Direction $\vec{x}$	4 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & T_x \\ R_y & 0 \\ R_z & 0 \end{bmatrix}$

Nom	Caractéristique	Degrés de liberté	Schéma spatial (3D)	Schéma(s) plan(s) (2D)	Mobilités
..... .....	Point de contact $A$ Normale au plan $\vec{z}$	5 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & T_x \\ R_y & T_y \\ R_z & 0 \end{bmatrix}$
..... .....	Centre de la sphère $A$ Normale au plan $\vec{x}$ Direction du doigt $\vec{z}$	2 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & 0 \\ 0 & 0 \\ R_z & 0 \end{bmatrix}$
..... (ou cylindre plan)	Droite de contact ( $A, \vec{x}$ ) Normale au plan $\vec{z}$	4 ddl			$\begin{bmatrix} R_x & T_x \\ 0 & T_y \\ R_z & 0 \end{bmatrix}$

TABLE 1 – Tableau des liaisons normalisées

### 3 Schématisation cinématique

Une classe d'équivalence est un groupe de pièces n'ayant aucun ..... (ou aucun mouvement relatif) entre elles. On dit aussi sous-ensemble cinématiquement lié. La recherche des classes d'équivalence passe par la localisation de toutes les liaisons encastrement (liaisons complètes) réalisées à l'intérieur du mécanisme pour la phase de fonctionnement étudiée.

### 4 Graph des liaisons

Le graphe des liaisons est un graphe utilisé pour décrire les ..... entre les éléments ou pièces d'un dispositif, mécanisme ou système. Le graphe se compose de cercles (ou ellipses) dans lesquels sont inscrits les noms ou les repères des composants du système étudié. À chaque fois qu'il existe un lien ou une liaison entre deux classes d'équivalence, les cercles correspondants sont reliés l'un à l'autre par un trait et la nature de la liaison est indiquée à proximité (pivot...).



Attention :

- une liaison existe chaque fois que deux classes d'équivalence ont des surfaces directement en contact ;
- on fait toujours l'hypothèse que les liaisons sont géométriquement parfaites ;

### 5 Schéma cinématique

À chaque liaison est associé un symbole normalisé, en fonction du plan de représentation du schéma, il suffit de placer chaque symbole au point de liaison en respectant l'orientation et le contenant / contenu.

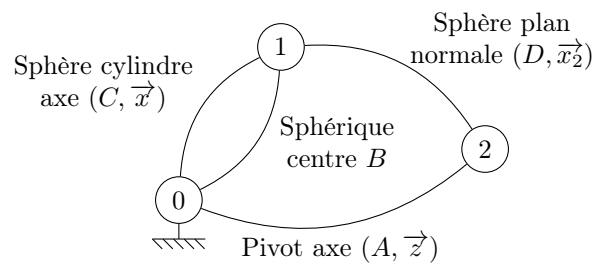


FIGURE 2 – Exemple de graphe de liaisons d'un mécanisme

On relie, ensuite chaque classe d'équivalence par des segments, en essayant de respecter la forme globale des groupes de pièces.

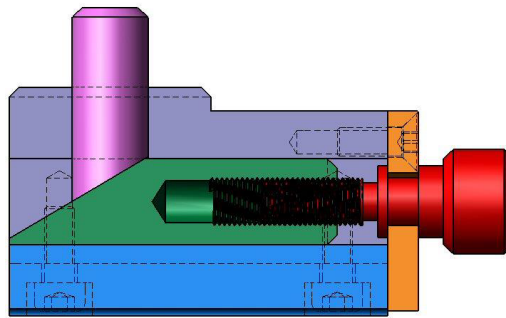


FIGURE 3 – Système

Sur la figure 4, dessiner les liaisons afin de parvenir au schéma cinématique.

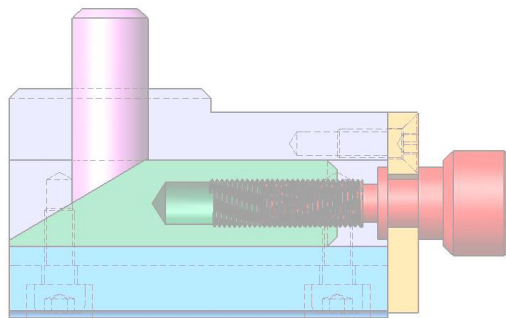


FIGURE 4 – A compléter avec le schéma cinématique

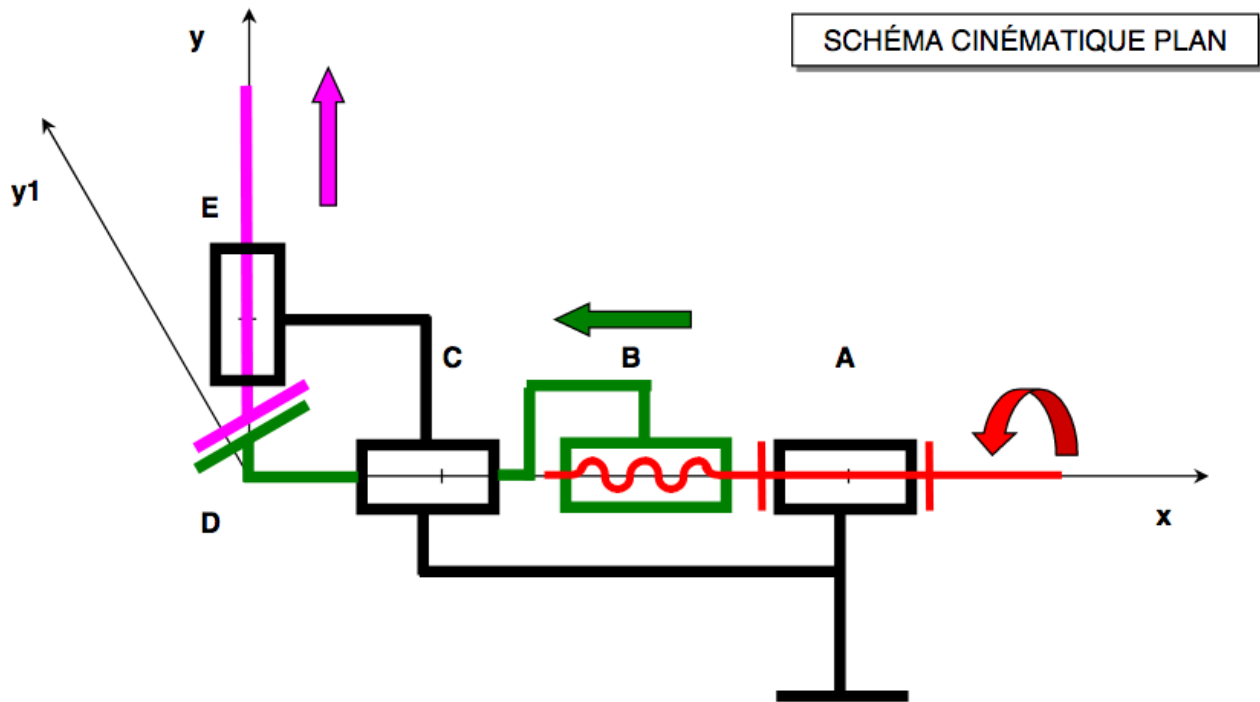


FIGURE 5 – Schéma cinématique plan

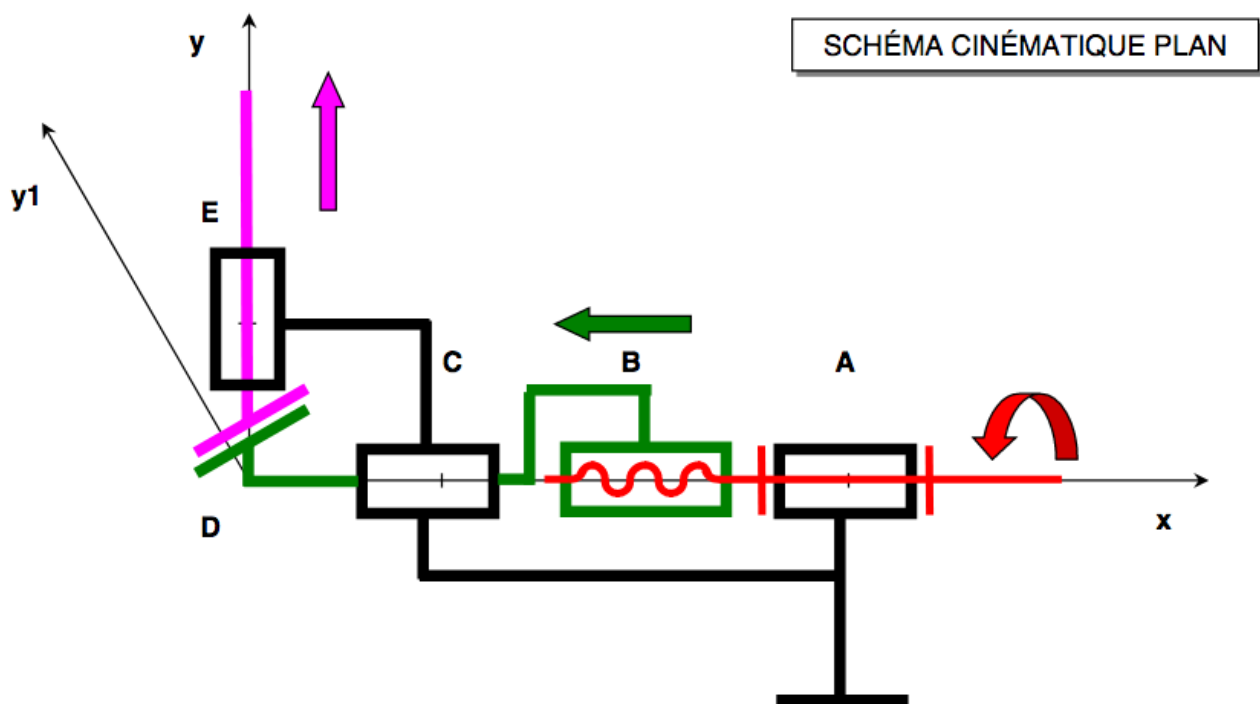


FIGURE 6 – Schéma cinématique spatial