

## Modélisation des liaisons et schéma cinématique

### I. But de la modélisation :

Pour un mécanisme réel... ou à concevoir, créer un modèle permettant:

- De montrer son fonctionnement
- De déterminer (calculer) ses caractéristiques mécaniques (efforts, vitesses, résistance)

### II. NOTION DE SOLIDE

#### Solide réel:

C'est un solide dont la masse est constante, mais dont les autres grandeurs caractéristiques peuvent varier (volume, forme...).

Ex: C'est le solide que l'on peut observer dans la vie de tous les jours: Pneus, ressorts, lentille, vis ...

#### Solide indéformable:

C'est un *solide* dont le *volume et les formes seront invariants* quelles que soient les actions qui lui sont appliquées. Cette hypothèse simplificatrice sera utilisée en statique et en cinématique. Les déformations restant très souvent faibles, cette hypothèse est justifiée.

### III. Cinématique...

#### Notion de mouvement :

Un mouvement, ou un déplacement, impose de préciser le repère spatial dans lequel seront exprimées les coordonnées de points du solide en mouvement. Ce repère spatial peut-être fixe (par rapport à la terre) ou mobile (lié à un solide).

Un solide sera en déplacement par rapport au repère choisi s'il existe un point lié à ce solide dont une coordonnée varie dans le temps : il est donc nécessaire de définir aussi un repère temporel. La position d'un solide est définie dans l'espace par 6 paramètres appelés degrés de liberté.

Mouvements simples

#### Translation:

Le mouvement de S par rapport à R est une translation si, quels que soient points A et B, et deux instants  $t_0$  et  $t_1$ , le vecteur  $AB(t_1)$  est équipollent à  $AB(t_0)$ .

##### Conséquences:

La trajectoire dans un mouvement de translation est identique pour tous les points.

Remarque : si cette trajectoire est une droite, on parlera alors de translation rectiligne.

Le vecteur vitesse dans un mouvement de translation est identique pour tous les points.

#### Rotation autour d'un axe

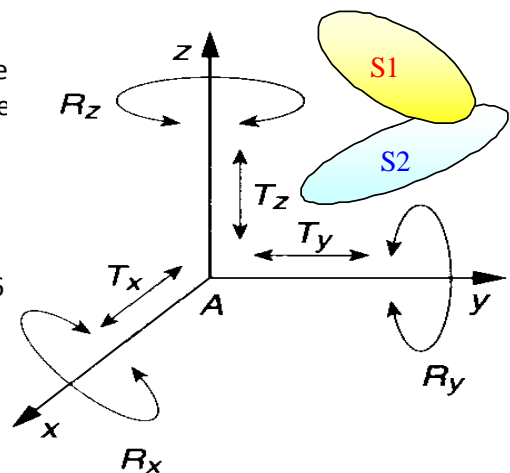
Le mouvement de S par rapport à R est une rotation autour d'un axe s'il existe deux points distincts A et B immobiles.

##### Conséquences:

Tous les points appartenant à la droite AB seront immobiles. La droite AB sera appelée axe de rotation.

La trajectoire dans un mouvement de rotation est un cercle dont le centre appartient à l'axe de rotation contenu dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation.

#### Rotation autour d'un point



deux

Le mouvement de S par rapport à R est une rotation autour d'un point s'il existe un point unique A immobile.

#### Conséquences:

La trajectoire dans un mouvement de rotation est située sur une sphère dont le centre est le centre de la rotation.

### IV. Liaison

On dit qu'il y a liaison entre deux solides quand un (ou plusieurs) degré de liberté est supprimé ; en général par un contact entre ces solides.

### V. Les différents types de contact

#### Surfaces en contact

Une liaison élémentaire entre deux solides S1 et S2 est obtenue à partir du contact de surfaces géométriques élémentaires appartenant aux deux solides S1 et S2.

#### Hypothèses

- Les surfaces en contact sont géométriquement parfaites.
- Elles ne subissent aucune déformation en transmettant des efforts.
- Le contact se fait sans adhérence ni frottement.

#### Description géométrique du contact :

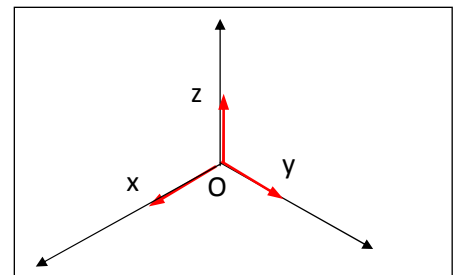
Dans la suite, nous utiliserons la notion de repère **ORTHONORME**: C'est un repère dont les axes sont orthogonaux (orthogonal = perpendiculaire = normal) 2 à 2, et dont les vecteurs directeurs de chaque axe ont pour norme 1.

Les solides seront considérés comme **INDEFORMABLES** et **GEOMETRIQUEMENT PARFAITS**.

Repère orthonormé  $R_o(x,y,z)$

Centre du repère: O

Les 3 axes sont x, y, et z.



#### CONTACT PONCTUEL:

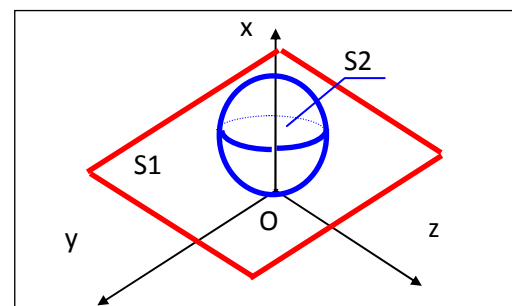
2 solides sont en **contact ponctuel** si leur **contact** se réduit à **un point**.

Repère orthonormé  $R_o(x,y,z)$

Le centre du repère est le point de contact O.

Le premier axe (x) est normal au plan tangent de contact.

Les deux autres axes (y) et (z) sont indifférents.



## CONTACT LINEIQUE:

2 solides sont en *contact linéique* si leur *contact* a lieu suivant une *ligne ou une courbe*.

### Contact linéique rectiligne:

Repère orthonormé  $R_0(x,y,z)$

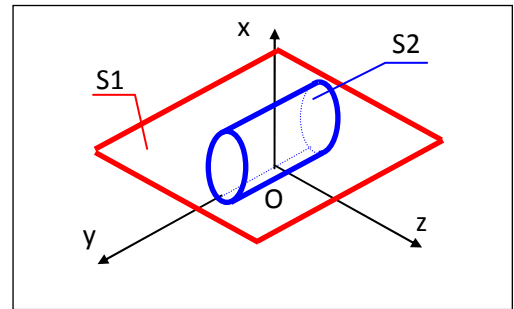
Le centre du repère est le point de contact O.

Axes du repère:

Le premier axe (x) est normal au plan P

Le deuxième axe (y) est suivant la ligne du contact.

Le troisième axe (z) s'en déduit.



### Contact linéique circulaire:

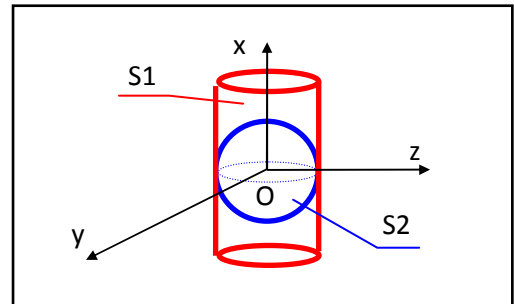
Repère orthonormé  $R_0(x,y,z)$

Le centre du repère est le point de contact O.

Axes du repère:

Le premier axe (x) est l'axe du cylindre.

Les deux autres (y et z) sont indifférents.



## CONTACT SURFACIQUE:

### Contact surfacique plan:

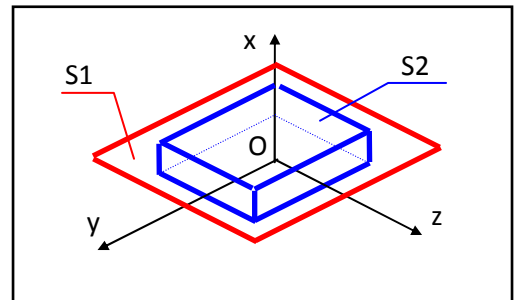
Repère orthonormé  $R_0(x,y,z)$

Le centre du repère est le point de contact O.

Axes du repère:

Le premier axe (x) est normal au plan de contact.

Les deux autres (y et z) sont indifférents.



### Contact surfacique cylindrique:

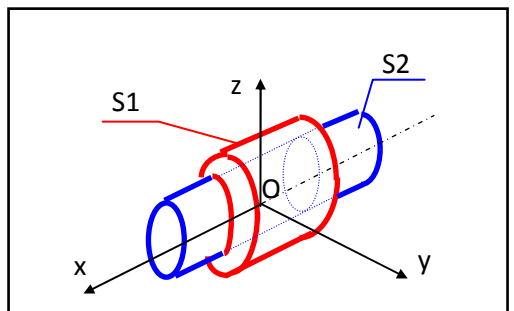
Repère orthonormé  $R_0(x,y,z)$

Le centre du repère est le point de contact O.

Axes du repère:

Le premier axe (x) est l'axe du cylindre.

Les deux autres (y et z) sont indifférents.



### Contact surfacique sphérique:

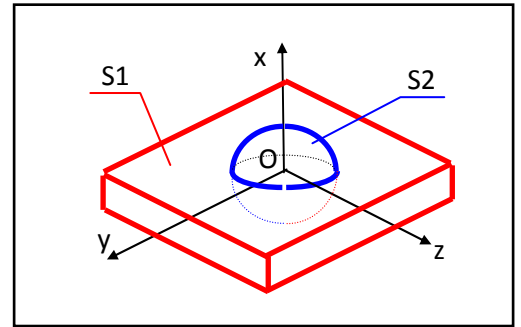
Le contact a lieu suivant une portion de sphère de centre O.

Repère orthonormé  $R_0(x,y,z)$

Le centre du repère est le point de contact O.

Axes du repère:

Aucun axe n'est privilégié.



### Contact surfacique conique:

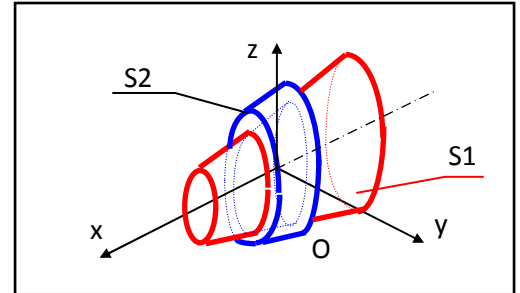
Centre du repère:

O tel que O soit au milieu de la surface de contact.

Axes du repère:

Le premier axe (x) est l'axe du cône.

Les deux autres (y et z) sont indifférents.



### Contact surfacique hélicoïdal:

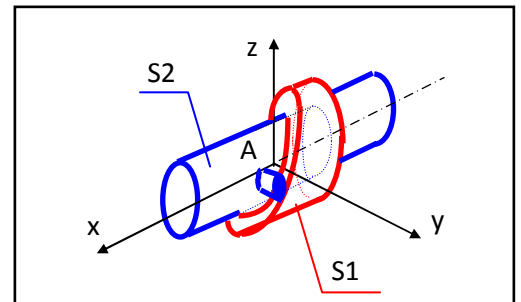
Centre du repère:

A tel que A soit au milieu de la surface de contact.

Axes du repère:

Le premier axe (x) est l'axe de l'hélice.

Les deux autres (y et z) sont indifférents.



## VI. MODELISATION DES LIAISONS

Nature de la liaison et repère associé :	Mouvements possibles	Schématisation spatiale	Schématisation plane	Schématisation plane
<b>Encastrement</b>				
<b>Glissière</b>				
<b>Pivot</b>				
<b>Hélicoïdale</b>				
<b>Pivot glissant</b>				
<b>Appui plan</b>				
<b>Rotule</b>				
<b>Rotule à doigt</b>				
<b>Linéaire rectiligne</b>				
<b>Linéaire annulaire</b>				
<b>Ponctuelle (Sphère-plan)</b>				

## VII. Modélisation d'un mécanisme

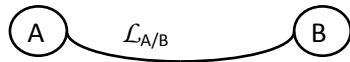
### Sous ensembles rigides :

On décompose le mécanisme en sous-ensembles comprenant des pièces sans mouvement relatif : ces sous-ensembles seront nommés par des lettres. Les éléments déformables (ressorts) et les roulements n'appartiennent à aucun sous ensemble

### Graphe de Structure

On recense les surfaces de contact existantes entre les pièces appartenant aux différents sous-ensembles rigides pris 2 à 2. La nature de ces surfaces permet de déterminer les mouvements (degrés de liberté) restant, et donc de déterminer la nature de la liaison entre les sous-ensembles.

Dans le graphe de structure, chaque sous-ensemble sera représenté par un cercle, et chaque liaison entre deux sous-ensembles par une ligne joignant les deux cercles



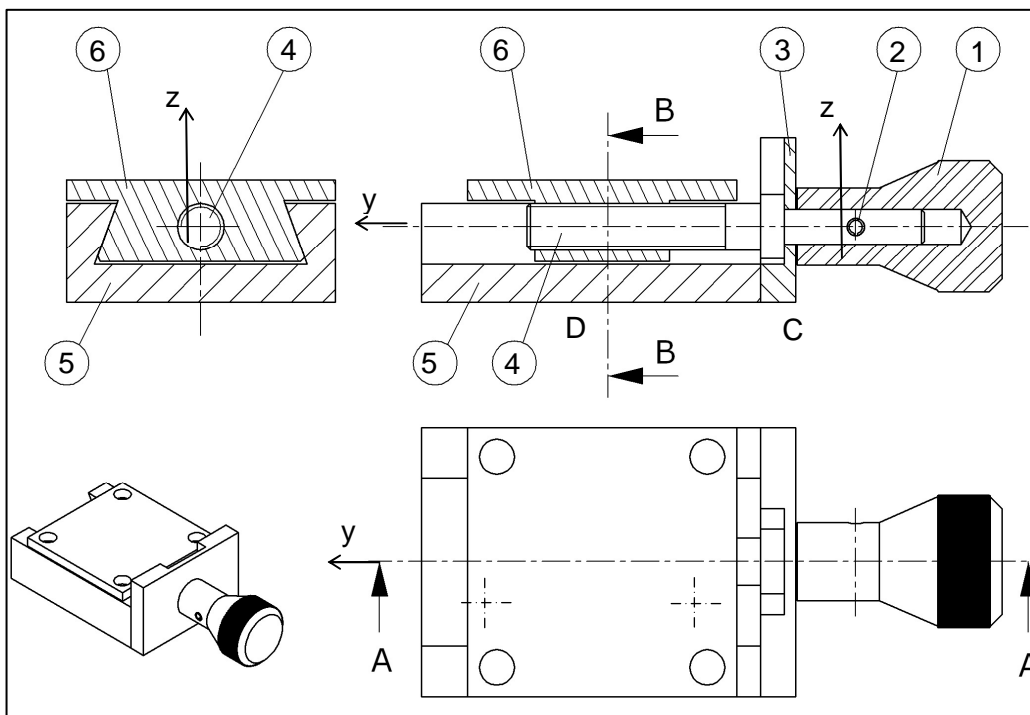
SS ens	Pièces	Surface de contact	Mouvements possibles	Liaison
A/B	10/1 3/1	Cylindre d'axe Ox	$T_x, R_{Ox}$	Pivot glissant d'axe Ox

### Schéma cinématique

En remplaçant les liaisons réelles par leur schéma normalisé, on obtient le schéma cinématique du mécanisme. On utilisera impérativement une couleur par sous-ensemble, et on précisera le nom des sous-ensembles. Il est possible de dessiner une vue du schéma cinématique, plusieurs vues ou une perspective. Pour pouvoir tracer des résolutions graphiques à partir de ce schéma, il sera nécessaire de réaliser ce schéma cinématique à l'échelle, en respectant l'emplacement et la direction des liaisons.

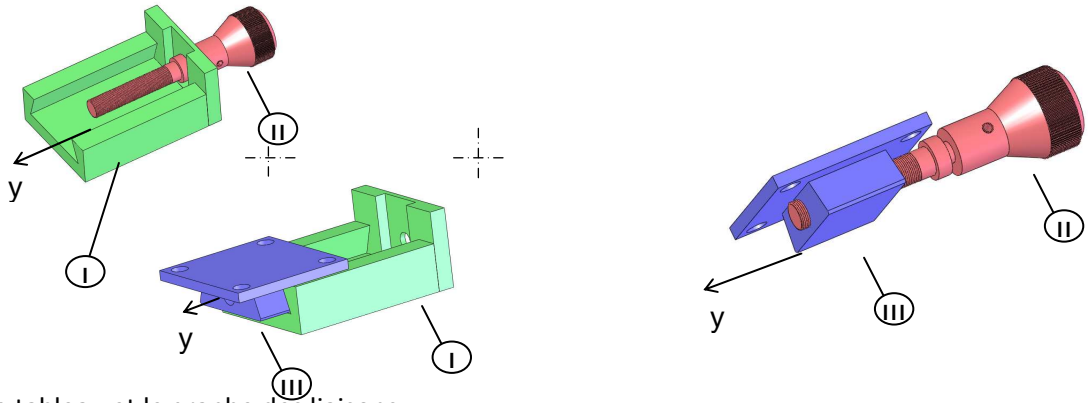
## VIII. Modélisation d'un mécanisme

Platine de translation



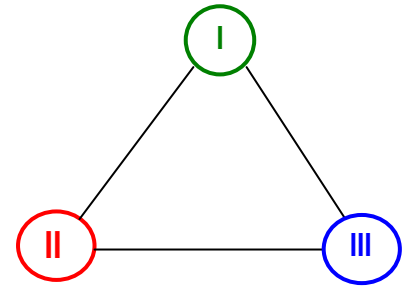
**Question 2:**

Identifier les liaisons entre les C.E.C



Compléter le tableau et le graphe des liaisons

Liaison entre	Surfaces de contact	Degrés de liberté						Liaison	schéma
		Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz		
(I) et (II)									
(I) et (III)									
(II) et (III)									



Compléter les schémas cinématiques ci-contre

