

## I. Notions mécanique

Un solide :

**Définition :** Dans la famille des corps solides, on fera la différence entre un **solide réel** et un **solide indéformable** : le solide indéformable est un **modèle théorique** du solide réel. Ce modèle théorique est indéformable quels que soient les efforts qui lui sont appliqués et il a une **géométrie parfaite**.

Un solide dans l'espace :

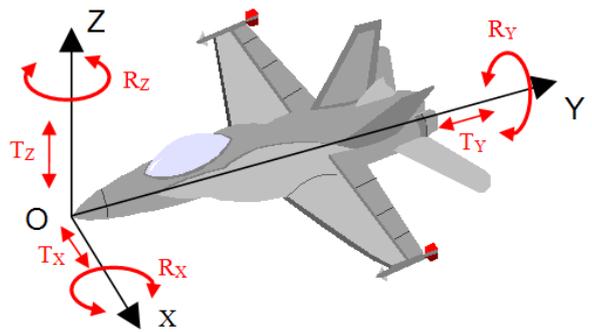
L'étude du comportement d'un solide (ou d'un ensemble de solide constituant un mécanisme) en tout point de l'espace nécessite la connaissance de la position de chacun de ces solides par rapport à **un repère de référence**.

**Définition :** En mécanique, il est le seul repère utilisé et est représenté par un trièdre dont :

- les axes sont **orthogonaux** deux à deux ;
- les vecteurs unitaires ont **la même norme** ;
- l'orientation des axes est donnée par le **sens direct**.

Le déplacement d'un solide dans l'espace consiste en une somme des mouvements élémentaires suivants :

- **Translation** rectiligne : mouvement linéaire suivant un axe ;
- **Rotation** : mouvement angulaire autour d'un axe.



Le déplacement d'un solide dans l'espace peut donc être décomposé par : 3 translations et 3 rotations.

Liaison entre solides :

Il existe une liaison entre deux solides lorsque ceux-ci sont **en contact**, ce contact induit la suppression d'au moins un mouvement. On appelle **degré de liberté** d'une liaison le nombre de mouvement élémentaires possibles d'un solide par rapport à l'autre **sans rupture, ni modification du type de contact** entre ces deux solides.

Il est important de noter que le contact entre deux solides n'est jamais parfaitement défini notamment d'un point de vue microscopique à cause des imperfections géométriques des pièces et du frottement inhérent à la nature des matériaux en contact. Cependant l'hypothèse de liaison parfaite est imposée par la modélisation.

Cette liaison, réalisée à l'aide de solides indéformables, n'admet aucun jeu fonctionnel, aucun défaut géométrique et aucun frottement. On définit cette liaison par :

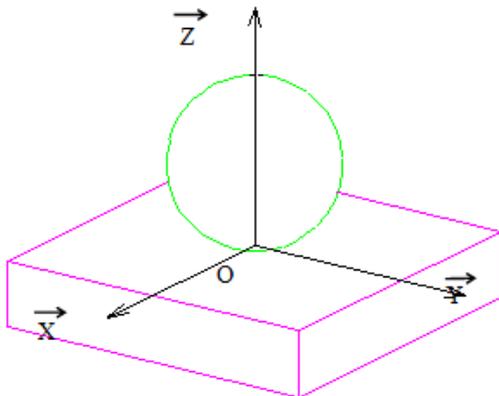
- un symbole cinématique normalisé ;
- un axe directeur et/ou un centre de liaison situé au centre géométrique de la liaison ;
- un repère local orienté dont l'origine est le centre de liaison.

On peut représenter une liaison par l'expression de ses degrés de liberté sous forme de tableau dans lequel : un **1** représente les **degrés de liberté (mouvement possible)**, un **0** représente les **degrés de liaison**.

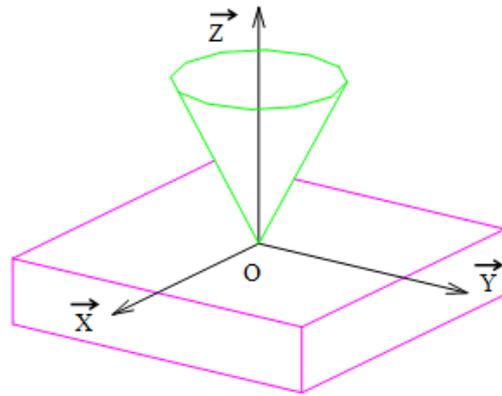
## II. Caractéristiques géométriques des contacts

Bien qu'il n'existe dans la réalité que des contacts surfaciques, il est possible de définir géométriquement trois natures de contact :

Le contact ponctuel :



sphère / plan



sommet d'un cône / plan

Le contact entre les deux solides n'a lieu qu'au point O et a pour conséquence de supprimer un mouvement élémentaire soit un degré de liberté.

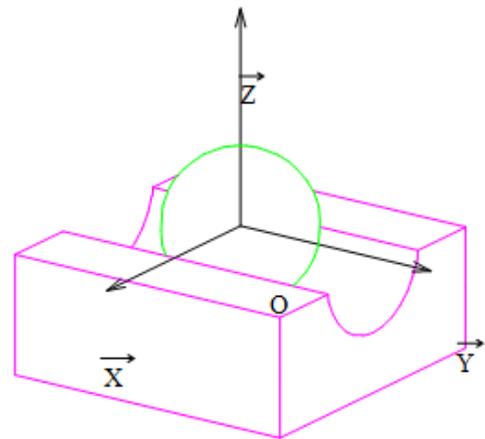
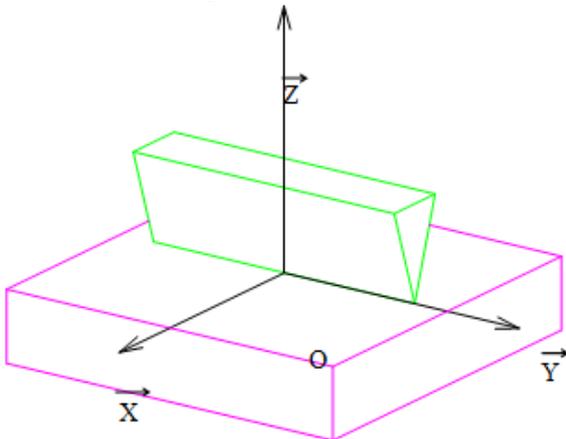
Contact ponctuel :

Repère (O,x,y,z)

- Trans. suivant  $\vec{x}$  et  $\vec{y}$
- Rotations

	T	R
sur $\vec{x}$		
sur $\vec{y}$		
sur $\vec{z}$		

Le contact linéique :



Le contact se fait suivant une ligne (droite ou en arc de cercle) et supprimer au minimum 2 degré de liberté.

Contact linéique rectiligne :

Repère (O,x,y,z)

- Trans. suivant  $\vec{x}$  et  $\vec{y}$
- Rot. suivant  $\vec{z}$  et  $\vec{y}$

	T	R
sur $\vec{x}$		
sur $\vec{y}$		
sur $\vec{z}$		

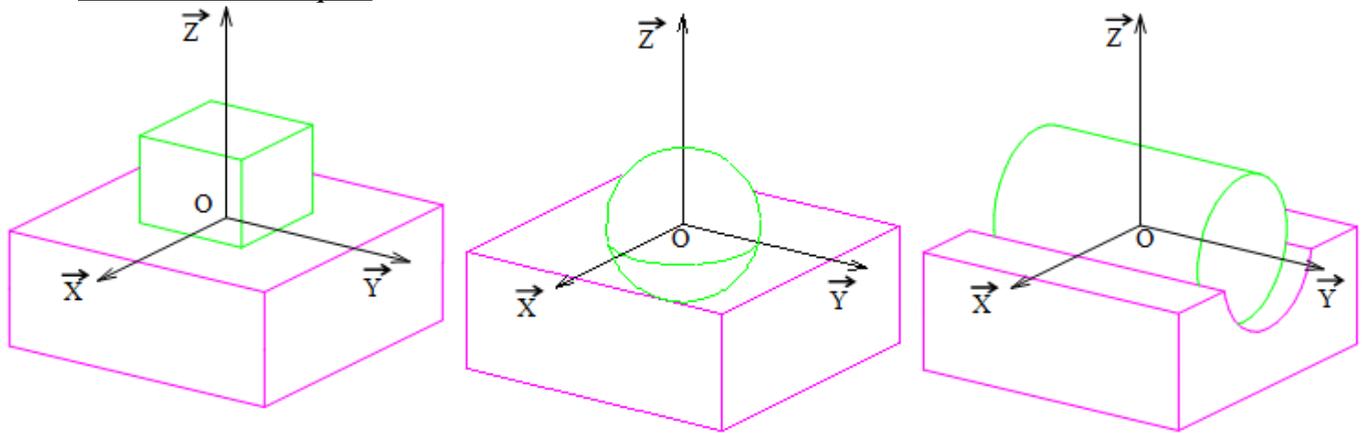
Contact linéique annulaire :

Repère (O,x,y,z)

- Trans. suivant  $\vec{y}$
- Rotations

	T	R
sur $\vec{x}$		
sur $\vec{y}$		
sur $\vec{z}$		

Le contact surfacique :



Le contact se fait suivant une surface, ce qui supprime au minimum 3 degré de liberté.

<u>Contact surfacique plan :</u>		T	R	<u>Contact surfacique sphéri. :</u>		T	R
Repère (O,x,y,z)	sur $\vec{x}$			Repère (O,x,y,z)	sur $\vec{x}$		
- Trans. suivant $\vec{x}$ et $\vec{y}$	sur $\vec{y}$			- Translation	sur $\vec{y}$		
- Rot. suivant $\vec{z}$	sur $\vec{z}$			- Rotations	sur $\vec{z}$		

<u>Contact surfacique cylindr. :</u>		T	R
Repère (O,x,y,z)	sur $\vec{x}$		
- Trans. suivant $\vec{y}$	sur $\vec{y}$		
- Rot. suivant $\vec{y}$	sur $\vec{z}$		

### III. Caractéristiques des liaisons élémentaires

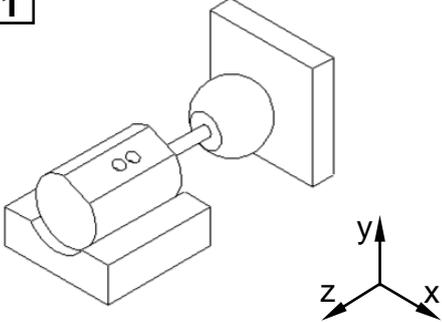
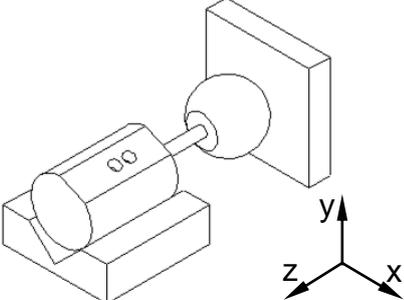
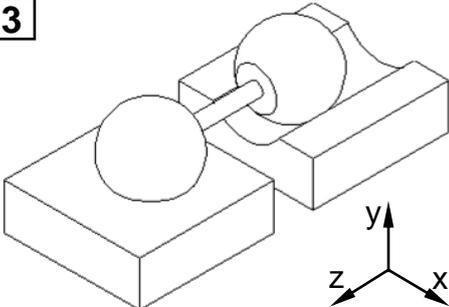
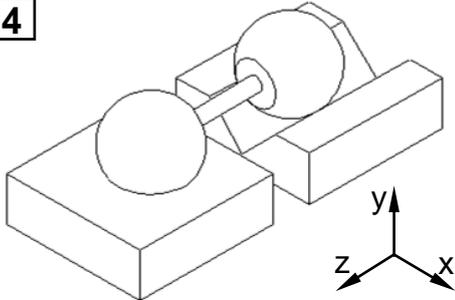
Une liaison élémentaire ou simple est caractérisée par **un seul contact**. Ces associations de surfaces sont au nombre de 6 et donnent leur nom aux 6 premières liaisons normalisées appelées "liaison élémentaires".

	PLAN	CYLINDRE	SPHERE
PLAN	 <b>Appui plan</b>	 <b>Linéaire rectiligne</b>	 <b>Ponctuelle</b>
CYLINDRE		 <b>Pivot glissant</b>	 <b>Linéaire annulaire</b>
SPHERE			 <b>Rotule</b>

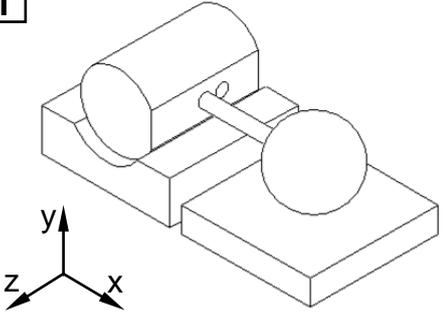
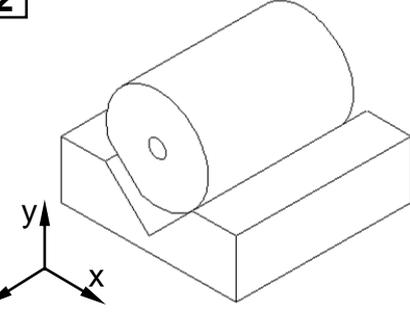
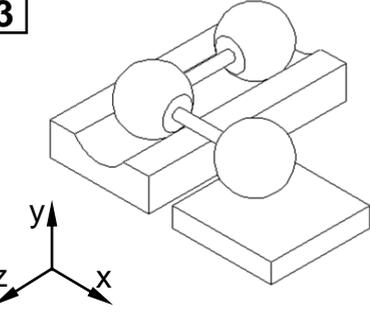
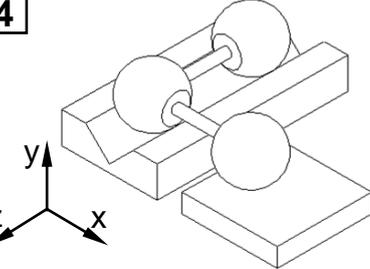
## IV. Caractéristiques des liaisons composées

Une liaison composée est caractérisée par **plusieurs contacts**. Ainsi, en combinant les liaisons élémentaires selon une disposition géométrique particulière, on obtient les autres liaisons normalisées appelées "liaison composées". Pour une même liaison, plusieurs solutions sont possibles, c'est à dire l'association de différentes liaisons élémentaires.

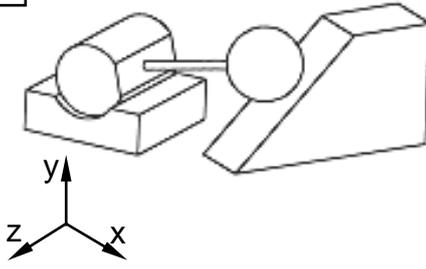
Liaison pivot :

Perspective de la solution	Géométries de contact	Liaisons simples
<b>1</b> 		
<b>2</b> 		
<b>3</b> 		
<b>4</b> 		

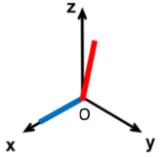
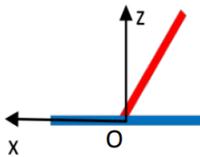
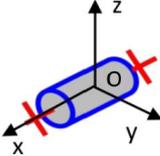
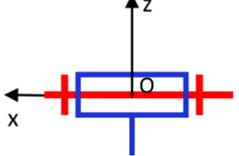
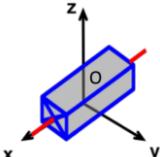
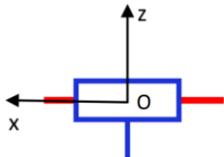
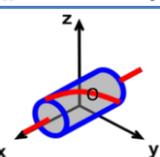
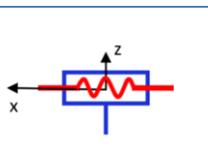
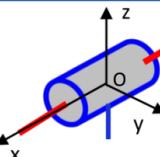
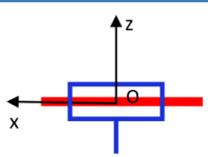
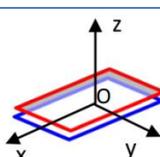
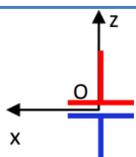
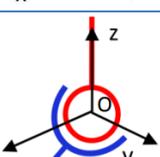
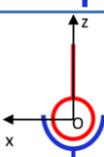
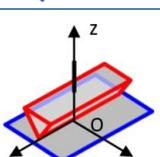
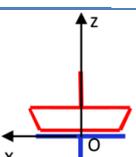
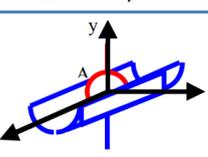
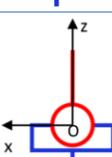
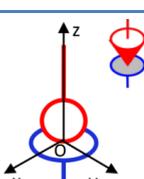
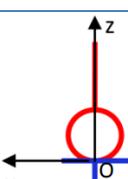
Liaison glissière :

Perspective de la solution	Géométries de contact	Liaisons simples
<b>1</b> 		
<b>2</b> 		
<b>3</b> 		
<b>4</b> 		

Liaison hélicoïdale :

Perspective de la solution	Géométries de contact	Liaisons simples
<b>1</b> 		

## V. Tableau récapitulatif des symboles cinématiques normalisés

Nom de la liaison	Symbole normalisé		Degré de liberté		
	Perspective	Représentation plane		T	R
<b>Liaison encastrement</b>			Sur $\vec{x}$		
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison pivot d'axe <math>(0, \vec{x})</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison glissière de direction <math>\vec{x}</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison hélicoïdale d'axe <math>(0, \vec{x})</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison pivot glissant d'axe <math>(0, \vec{x})</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison appui plan de normal <math>\vec{z}</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison sphérique (ou rotule) de centre <math>O</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison linéaire rectiligne de droite de contact <math>(0, \vec{x})</math> et de normal <math>\vec{z}</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison linéaire annulaire de centre <math>O</math> et d'axe <math>(0, \vec{x})</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		
<b>Liaison ponctuelle de normal <math>\vec{z}</math></b>			Sur $\vec{x}$	T	R
			Sur $\vec{y}$		
			Sur $\vec{z}$		