

MODELISATION CINEMATIQUE DES MECANISMES

1) Définitions

2) Surfaces élémentaires et hypothèses

3) Liaisons simples

4) Liaisons composées

5) Graphe des liaisons

6) Schéma cinématique

7) Exemples

Sera vu dans le
prochain cours.

1) Définitions

Un mécanisme est un ensemble de pièces mécaniques (solides) reliées entre elles par des liaisons en vue de réaliser une fonction.

Exemple :
(dans le plan)

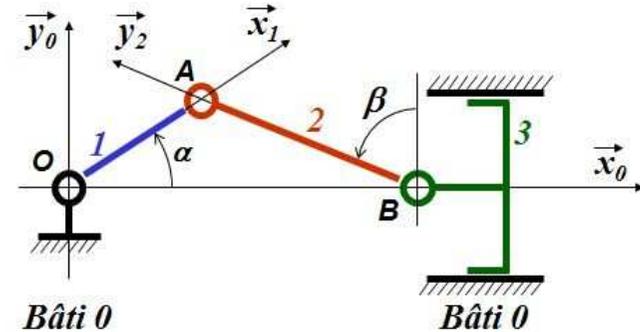


Schéma cinématique :

➔ *modéliser un mécanisme sous une forme normalisée dans le plan ou dans l'espace \Rightarrow associer à chaque liaison un symbole.*

Les buts sont :

- ▶ *visualiser simplement les mouvements entre les différentes pièces.*
- ▶ *mettre en place un paramétrage pour faire l'étude cinématique.*

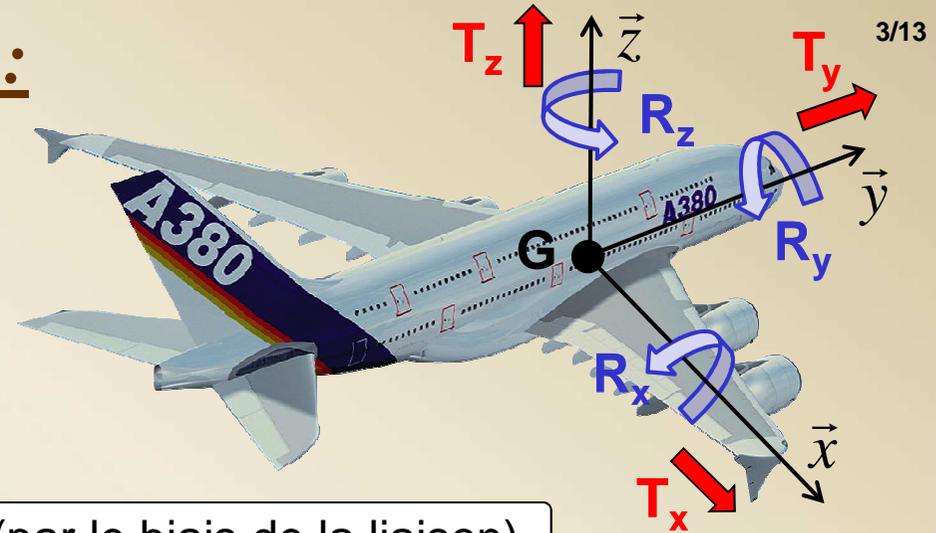
Classe d'équivalence :

➔ *groupement de pièces fixes entre elles (sans mouvement relatif).*

Degrés de liberté d'un solide :

Dans l'espace un solide possède **6** degrés de liberté.

Une liaison supprimera au moins un degré de liberté.



Puisqu'il y a contact entre les deux pièces (par le biais de la liaison).

➔ Il faut 6 paramètres pour positionner / orienter un solide :

- ▶ 3 distances pour positionner un point :
⇒ le centre de gravité G par exemple.
- ▶ 3 angles pour orienter le solide :
⇒ les angles d'Euler par exemple.

➔ Un solide peut bouger selon :

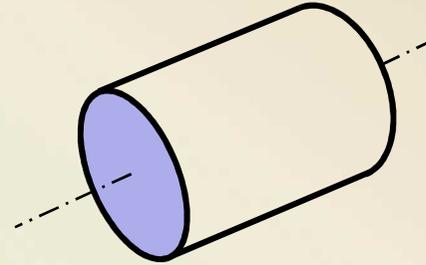
- ▶ 3 translations perpendiculaires entre elles T_x T_y T_z
- ▶ 3 rotations d'axes perpendiculaires R_x R_y R_z

2) Surfaces élémentaires et hypothèses

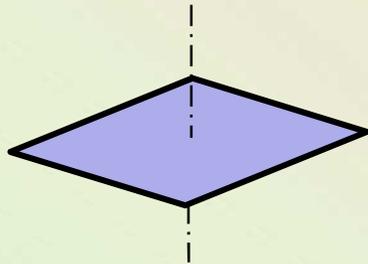
Surfaces élémentaires :

Les liaisons simples sont réalisées à partir de surfaces élémentaires :

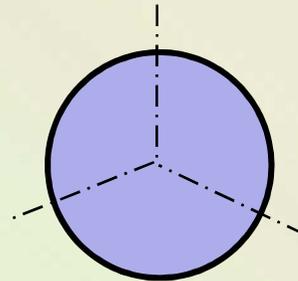
▶ *Le cylindre de révolution :*



▶ *Le plan :*



▶ *La sphère :*

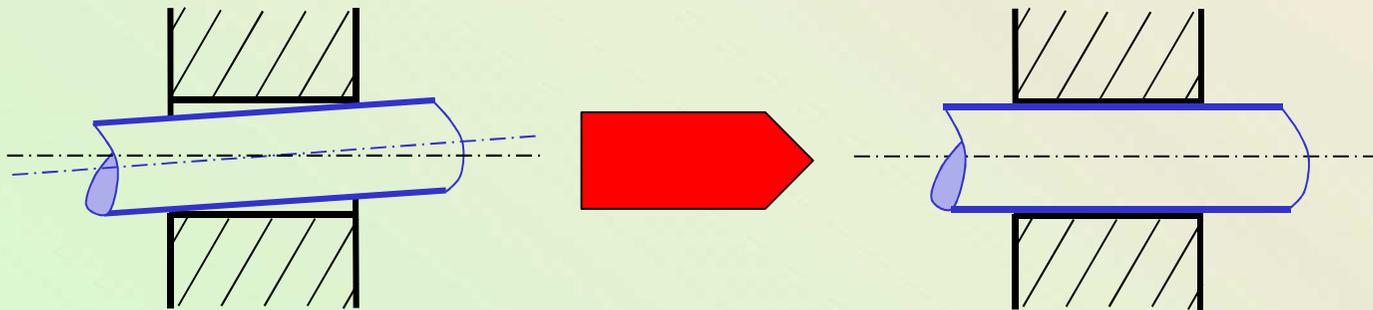


Hypothèses :

Les surfaces sont supposées parfaites géométriquement.

Les plans sont plans, les cylindres cylindriques et les sphères sphériques.

Les liaisons sont supposées sans jeu.



3) Liaisons simples

Cette colonne sera expliquée pendant le cours.

→ association de surfaces élémentaires

Degrés de liberté	Nom	Symbole	Caractéristiques géométriques	Torseur cinématique	Zone validité
-------------------	-----	---------	-------------------------------	---------------------	---------------

0

Encastrement

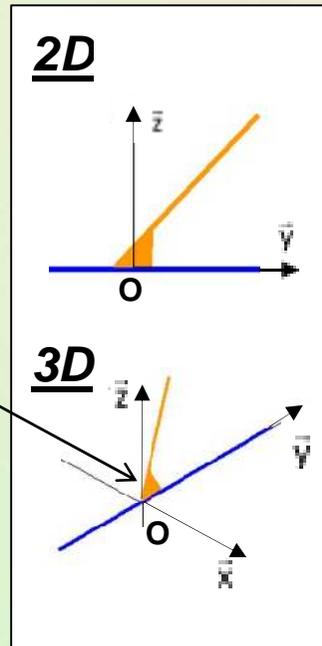
Soudure, vissage...

$\forall P$

Centre de la liaison

0 translation
0 rotation

Matérialise un point de soudure



$$\left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{O, B}$$

Aucune rotation relative

Aucune translation relative



3) Liaisons simples

→ association de surfaces élémentaires

Degrés de liberté	Nom	Symbole	Caractéristiques géométriques	Torseur cinématique	Zone validité
-------------------	-----	---------	-------------------------------	---------------------	---------------

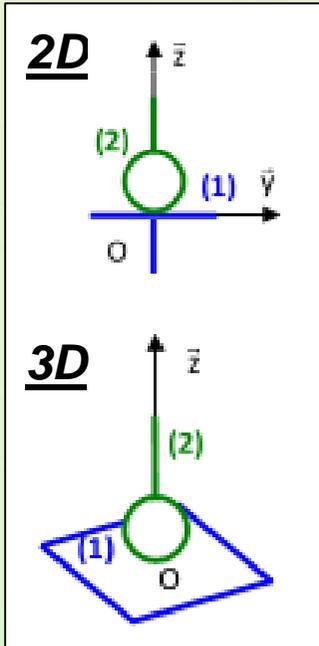
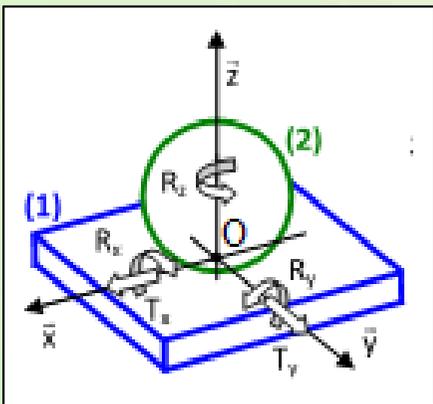
5 Sphère plan

Point O
Normale $O\vec{z}$

$$\forall P \in O\vec{z}$$

Ancien nom → (ponctuelle)
Une bille sur un plan.

2 translations
3 rotations



$$\left\{ \begin{array}{l|l} \omega_x & V_x \\ \omega_y & V_y \\ \omega_z & 0 \end{array} \right\}_{O, \mathcal{B}}$$

Trois rotations possibles (autour des axes x, y et z)

Deux translations possibles (selon x et y)

3) Liaisons simples

→ association de surfaces élémentaires

Degrés de liberté	Nom	Symbole	Caractéristiques géométriques	Torseur cinématique	Zone validité
-------------------	-----	---------	-------------------------------	---------------------	---------------

2

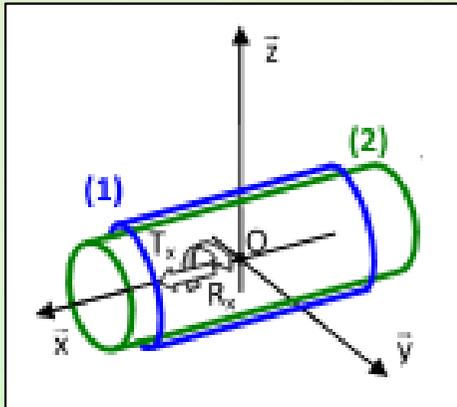
Pivot glissant.

Axe $O\vec{x}$

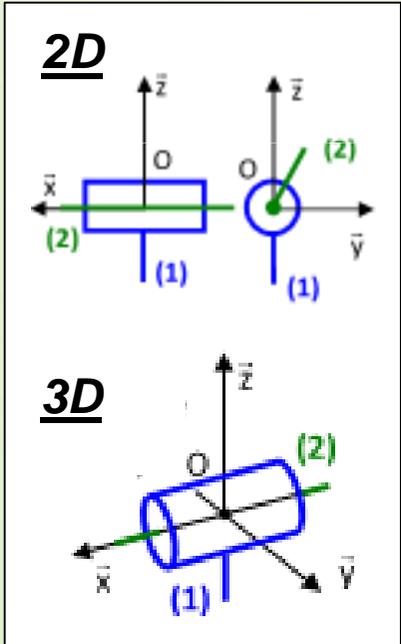
$$\forall P \in O\vec{x}$$

Pivote et/ou glisse.

1 translation
1 rotation



Un cylindre dans un tube



$$\left\{ \begin{array}{c|c} \omega_x & V_x \\ \hline 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 \end{array} \right\}_{O, \mathcal{B}}$$

Une rotation possible (autour de x)

Une translation possible (selon x)

3) Liaisons simples

→ association de surfaces élémentaires

Degrés de liberté	Nom	Symbole	Caractéristiques géométriques	Torseur cinématique	Zone validité
-------------------	-----	---------	-------------------------------	---------------------	---------------

3 Sphérique

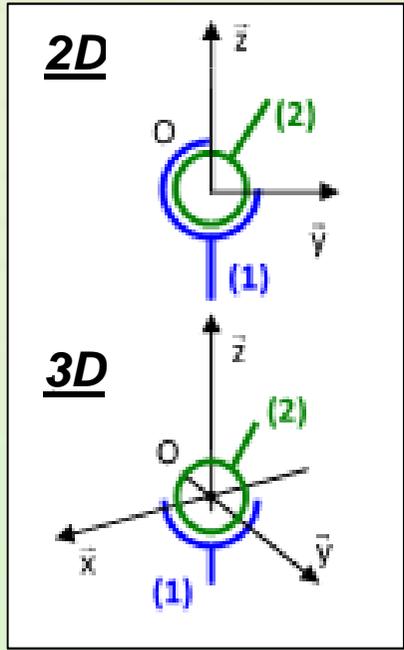
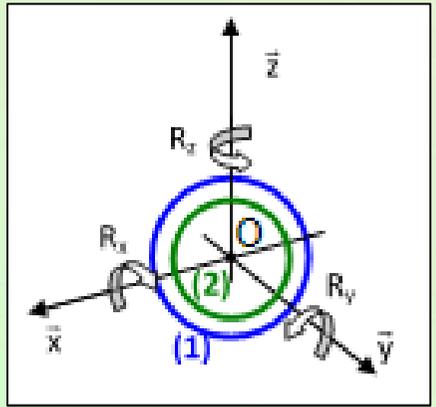
Centre O

en O

Ancien nom → (rotule)

Une sphère pleine dans une sphère creuse.

3 rotations



$$\left\{ \begin{array}{c|c} \omega_x & 0 \\ \omega_y & 0 \\ \omega_z & 0 \end{array} \right\}_{O, \mathcal{B}}$$

Trois rotations possibles (autour des axes x, y et z)

Aucune translation possible

3) Liaisons simples

→ association de surfaces élémentaires

Degrés de liberté	Nom	Symbole	Caractéristiques géométriques	Torseur cinématique	Zone validité
-------------------	-----	---------	-------------------------------	---------------------	---------------

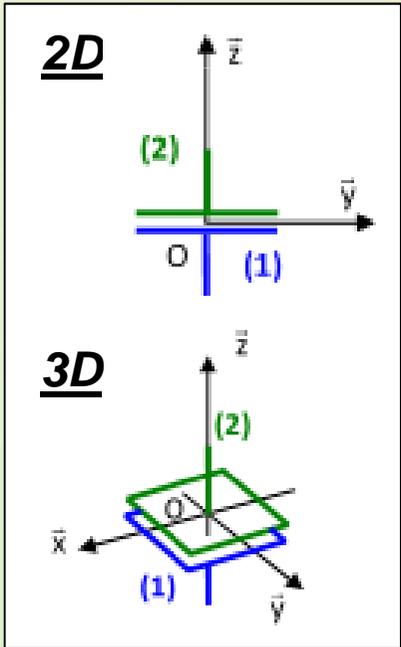
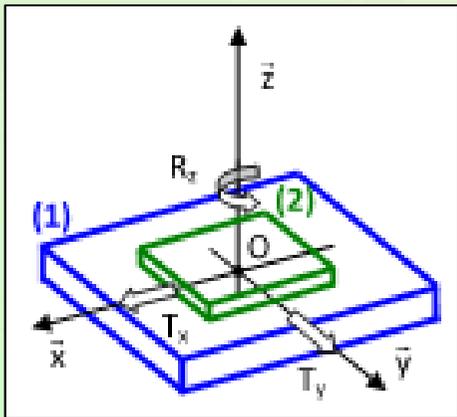
3 Appui plan

Normale $O\vec{z}$

$$\forall P$$

Un plan sur un plan.

2 translations
1 rotation



$$\left\{ \begin{array}{c|c} 0 & V_x \\ 0 & V_y \\ \omega_z & 0 \end{array} \right\}_{O, \mathcal{B}}$$

Une rotation possible (autour de z)

Deux translations possibles (selon x et y)

3) Liaisons simples

→ association de surfaces élémentaires

Degrés de liberté	Nom	Symbole	Caractéristiques géométriques	Torseur cinématique	Zone validité
-------------------	-----	---------	-------------------------------	---------------------	---------------

4

Sphère-cylindre

Axe $O\vec{x}$

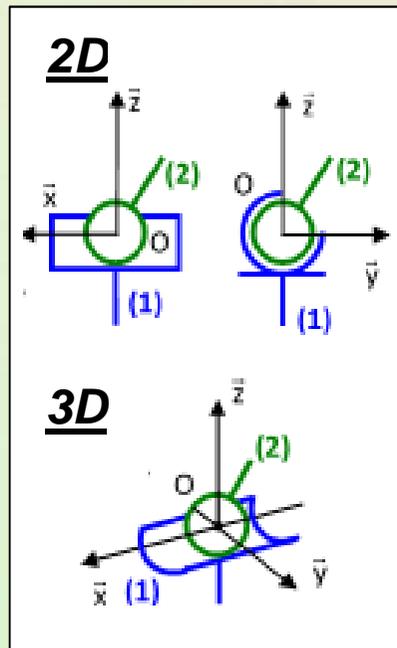
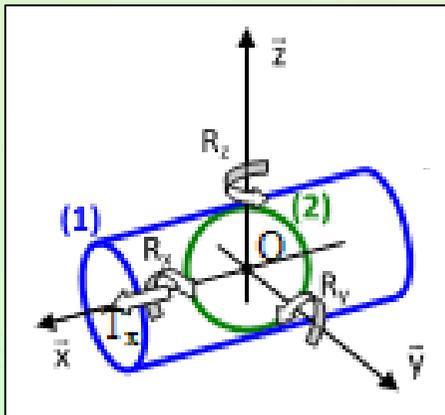
en O

Ancien nom

(linéaire annulaire)

Une bille dans un tube.

1 translation
3 rotations



$$\left\{ \begin{array}{c|c} \omega_x & V_x \\ \omega_y & 0 \\ \omega_z & 0 \end{array} \right\}_{O, \mathcal{B}}$$

Trois rotations possibles (autour des axes x, y et z)

Une translation possible (selon x)



3) Liaisons simples

→ association de surfaces élémentaires

Degrés de liberté	Nom	Symbole	Caractéristiques géométriques	Torseur cinématique	Zone validité
-------------------	-----	---------	-------------------------------	---------------------	---------------

4 Cylindre-plan

Droite $O\vec{x}$

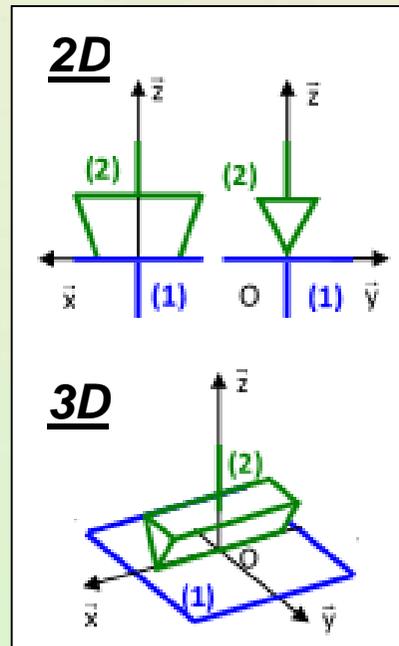
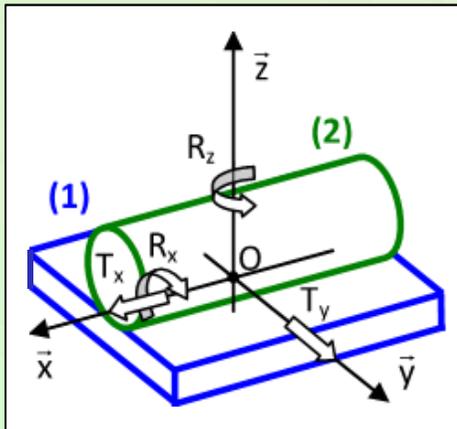
$$\forall P \in (O \vec{x} \vec{z})$$

Ancien nom

→ *(linéaire rectiligne)*

Un cylindre sur un plan.

2 translations
2 rotations



$$\left\{ \begin{array}{c|c} \omega_x & V_x \\ \mathbf{0} & V_y \\ \omega_z & \mathbf{0} \end{array} \right\}_{O, \mathcal{B}}$$

Deux rotations possibles (autour de x et z)

Deux translations possibles (selon x et y)



Ce qu'il faut avoir retenu (minimum « vital »...)

- ▶ La notion de degré de liberté et les hypothèses (liaisons parfaites et sans jeu).
- ▶ Le nom des sept liaisons élémentaires.
- ▶ Savoir retrouver intuitivement pour chaque liaison les mouvements possibles selon le repère donné.
- ▶ Savoir retrouver intuitivement pour chaque liaison la forme du torseur cinématique associé (c'est-à-dire l'endroit où se trouvent des zéros).
- ▶ Les symboles 2D et 3D associés.
- ▶ La zone de validité de la forme de chaque torseur cinématique (pas dans un premier temps).