

Etude des liaisons

LA FONCTION DE LIAISON

Lorsqu'il y a plus d'une pièce dans un objet, il y a nécessairement une fonction de liaison.

Définition : La fonction de liaison est le rôle que joue un organe d'assemblage.

On analyse les liaisons à partir de leurs caractéristiques. Une liaison comporte toujours quatre des huit caractères parmi les suivants.

- 1) La liaison est **directe** ou **indirecte**
- 2) La liaison est **rigide** ou **élastique**
- 3) La liaison est **démontable** ou **indémontable**
- 4) La liaison est **complète** ou **partielle**

Mouvement

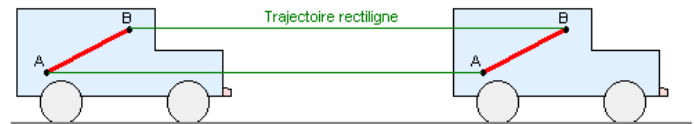
1) Mouvement de translation

Un solide possède un mouvement de translation si tout segment du solide reste parallèle à lui-même au cours du mouvement.



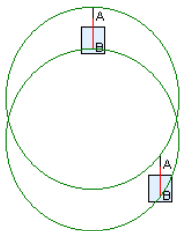
Trajectoires dans un mouvement de translation

Translation rectiligne: Tout segment du solide se déplace en restant parallèle à lui-même et le mouvement de chaque point est rectiligne.

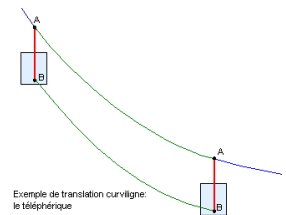


Translation curviligne: Tout segment du solide se déplace en restant parallèle à lui-même et le mouvement de chaque point est curviligne.

Translation circulaire: Tout segment du solide se déplace en restant parallèle à lui-même et le mouvement de chaque point est un cercle.



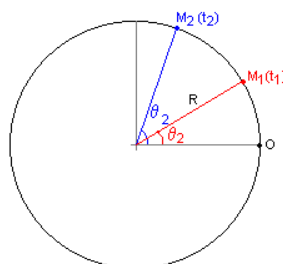
Exemple de translation circulaire:
la grande roue



Exemple de translation curviligne:
le téléphérique

2) Mouvement de rotation

Un solide possède un mouvement de rotation autour d'un axe fixe si le mouvement de chacun de ses points est un cercle centré sur l'axe de rotation.



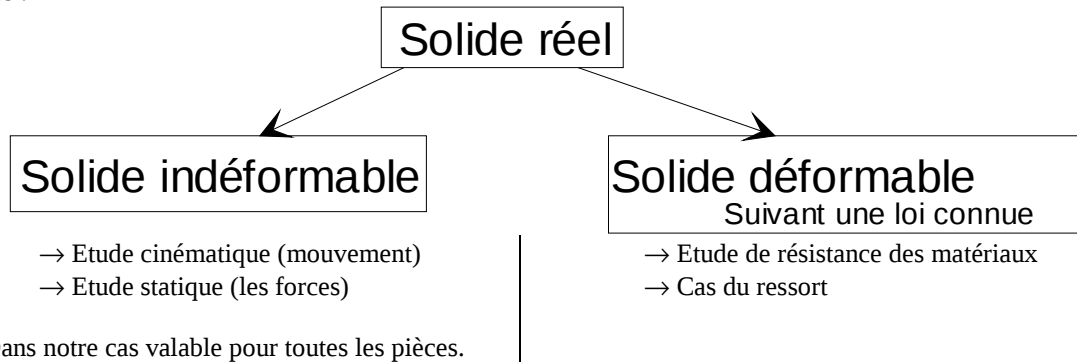
Modélisation des liaisons

1. Définition : Corps solide

Le solide réel est un solide tel qu'il apparaît. Il possède une masse constante et un volume dont les dimensions varient en fonction des efforts appliqués :

- Ressort : les déformations sont visibles.
- Poutre : les déformations sont invisibles mais existent.

Ces déformations sont très difficiles à déterminer. Nous sommes donc obligés de faire quelques hypothèses simplificatrices :



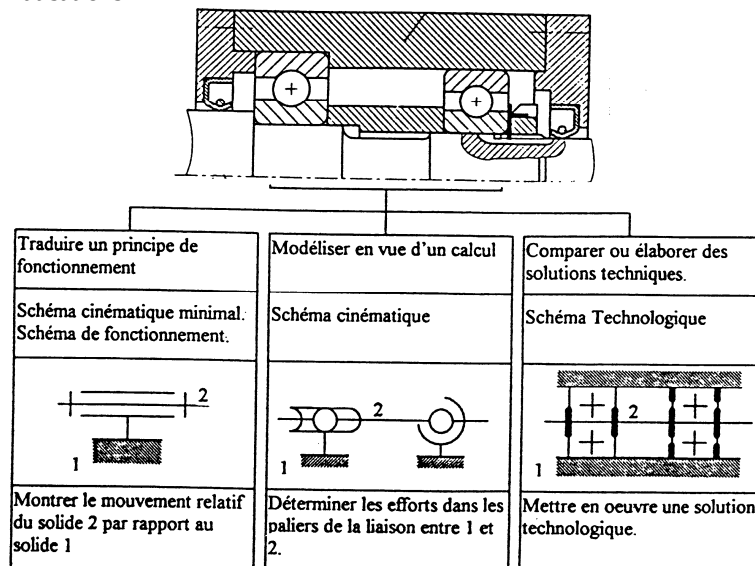
2. Schématisation d'un mécanisme

2.1. But

La schématisation a pour but de donner une représentation simplifiée à l'aide de symboles afin de faciliter :

- L'analyse du fonctionnement
- L'étude des différents mouvements

2.2. Différentes schématisations



3. Etude des symboles normalisés des liaisons entre solide

3.1. Nature du contact

Le tableau suivant donne les différentes combinaisons de contacts entre deux solides en fonction des surfaces élémentaires en contact :

- le contact plan / sphère donne la **liaison ponctuelle** ;
- le contact plan / cylindre donne la **liaison linéaire rectiligne** ;
- le contact plan / plan donne la **liaison appui plan** ;
- le contact cylindre / sphère donne la **liaison linéaire annulaire** ;
- le contact cylindre / cylindre donne la **liaison pivot glissant** ;
- le contact sphère / sphère donne la **liaison rotule**, ou **liaison sphérique**.

	Plan	cylindre	Sphère
Sphère			
Cylindre			
Plan			

Liaisons élémentaires

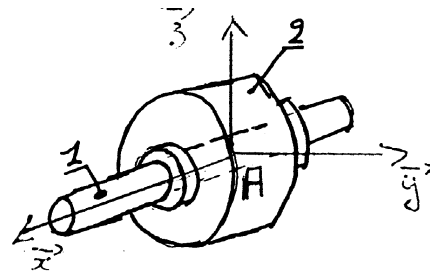
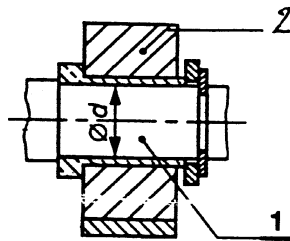
3.2. Représentation normalisée des liaisons

L'association des liaisons élémentaires permet de construire une dizaine de liaison possible entre deux solides.

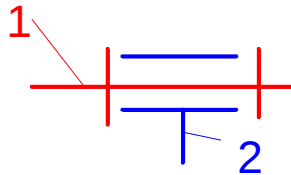
L'étude de ces liaisons permet de mettre en évidence **les mouvements relatifs** (degrés de liberté) entre solides. La mise en place d'un repère local permet ensuite de nommer ces mouvements.

Remarque : Le repère direct est donné par la "règle de la main droite" X pour le pouce, Y pour l'index, Z pour le majeur.

Exemple : La liaison pivot entre une poulie et un arbre



Représentation normalisée :



Nombre de degrés de liberté :

Mouvement relatif entre 1 et 2 : Une rotation possible

Tableau des degrés de liberté par rapport au repère local $(A, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$:

Repère local : Centre A → Centre de la liaison

Les axes sont donnés par les directions particulières de la liaison.

$$d.d.l. = \begin{bmatrix} T_x & R_x \\ T_y & R_y \\ T_z & R_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & R_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_A$$

4. Liaisons parfaites

Les liaisons sont considérées comme parfaites quand :

- Les surfaces de liaison sont géométriquement parfaites
- Les liaisons sont indéformables
- Les ajustements n'ont pas de jeu
- Les contacts ont lieu sans frottement

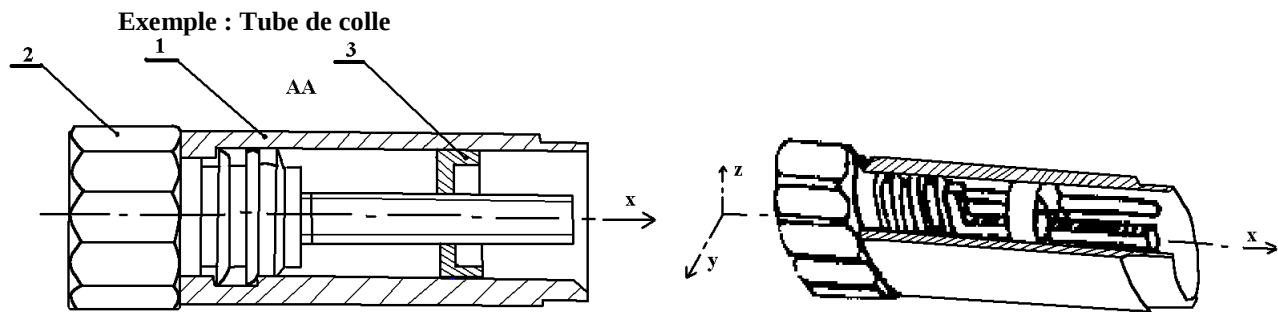
5. Elaboration d'un schéma cinématique minimal

Etape 1 : Tracer le graphe des liaisons

- 1.1 Définir la phase de fonctionnement
- 1.2 Regrouper les pièces cinématiquement liées dans des classes d'équivalence : ensemble des pièces n'ayant pas de mouvement relatif entre elles
- 1.3 Déterminer les liaisons entre les classes d'équivalence
- 1.4 Réaliser le graphe des liaisons.

Etape 2 Tracer le schéma cinématique en respectant les symboles des liaisons.

Remarque : Le schéma cinématique n'indique aucune solution technologique et ne montre pas l'épaisseur ni la forme des pièces.



Etape 1 : Tracer le graphe des liaisons

Etape 2 Tracer le schéma cinématique en respectant les symboles des liaisons.

6. Tableau récapitulatif

Désignation	Mouvement relatif	Représentation plane	Représentation dans l'espace	Exemple technique
Liaison encastrement	$d.d.l. = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_A$			
Liaison pivot	$d.d.l. = \begin{bmatrix} 0 & R_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_A$			Les ciseaux
Liaison glissière	$d.d.l. = \begin{bmatrix} T_x & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_A$			
Liaison hélicoïdale	$d.d.l. = \begin{bmatrix} T_x & R_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_A$ avec $T_x = a R_x$			Les vis et les écrous
Liaison pivot glissant	$d.d.l. = \begin{bmatrix} T_x & R_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_A$			
Liaison appuis plan	$d.d.l. = \begin{bmatrix} 0 & R_x \\ T_y & 0 \\ T_z & 0 \end{bmatrix}_A$			Le classeur sur la table
Liaison ponctuelle	$d.d.l. = \begin{bmatrix} 0 & R_x \\ T_y & R_y \\ T_z & R_z \end{bmatrix}_A$			La pointe du crayon sur la feuille
Liaison rotule (ou sphérique)	$d.d.l. = \begin{bmatrix} 0 & R_x \\ 0 & R_y \\ 0 & R_z \end{bmatrix}_A$			Attache remorque
Liaison rotule à doigt (ou sphérique à doigt)	$d.d.l. = \begin{bmatrix} 0 & R_x \\ 0 & R_y \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_A$			Levier de vitesse
Liaison linéaire rectiligne	$d.d.l. = \begin{bmatrix} 0 & R_x \\ T_y & R_y \\ T_z & 0 \end{bmatrix}_A$			Crayon sur la table
Liaison linéaire annulaire (ou circulaire)	$d.d.l. = \begin{bmatrix} T_x & R_x \\ 0 & R_y \\ 0 & R_z \end{bmatrix}_A$			Balle dans la gouttière