

ETUDE DES LIAISONS MECANIQUES

1 INTRODUCTION

Un objet technique est caractérisé par sa ou ses finalités, sa structure interne réalisant un ensemble de fonctions techniques. La technologie de construction mécanique permet l'étude de ces fonctions techniques, exemples:

- fonction technique : réaliser une liaison mécanique
- fonction technique : lubrifier
- fonction technique : réaliser une étanchéité, protéger ...

2 ETUDE DE LA FONCTION TECHNIQUE "REALISER UNE LIAISON MECANIQUE"

2.1 Définition

Une liaison mécanique entre solides S1 et S2 est un ensemble de dispositions constructives **interdisant certaines libertés de mouvement** d'un solide par rapport à l'autre et **permettant la transmission certains efforts** par l'intermédiaire de surfaces de **contact**.

2.2 Notion de degrés de liberté et de degrés de liaison

Ce sont les possibilités de mouvements de 1/2 (ou 2/1) dans un repère R.

T_x	mouvement de translation de 1/2 suivant l'axe Ox	R_x	mouvement de rotation de 1/2 autour de l'axe Ox
T_y	mouvement de translation de 1/2 suivant l'axe Oy	R_y	mouvement de rotation de 1/2 autour de l'axe Oy
T_z	mouvement de translation de 1/2 suivant l'axe Oz	R_z	mouvement de rotation de 1/2 autour de l'axe Oz

Le nombre de degrés de liberté (d.d.l.) d'une liaison est le nombre de mouvements relatifs **indépendants** que la liaison autorise entre les deux solides considérés. Si le nombre de degré de liberté est 6, la liaison est dite libre. Lorsque l'un de ces six mouvements n'est pas possible on dit que le solide est soumis à un degré de liaison (d.d.li.).

A chaque degré de liberté supprimé correspond un degré de liaison de plus, on observe que le nombre de degrés de liberté et le nombre de degrés de liaison forment toujours un total de six.

2.3 Modélisation des liaisons mécaniques

2.3.1 Hypothèses

Modèle de liaison parfaite :

- le contact est maintenu une fois établi
- ni jeu, ni adhérence, ni frottement entre les surfaces en contact
- solides géométriquement parfaits et en contact indéformable

2.3.2 Liaisons mécaniques usuelles de deux solides (norme NF EN 23-952)

Chaque liaison est représentée par un symbole en vues géométrales et en perspective isométrique (voir ouvrage).

Classification des liaisons suivant la nature géométrique du contact :

○ en contact surfacique:

- liaison pivot (2 surfaces de révolution quelconques complémentaires)
- liaison glissière (2 surfaces cylindriques quelconques complémentaires)
- liaison hélicoïdale (2 surfaces hélicoïdales complémentaires)
- liaison pivot glissant (2 surfaces cylindriques de révolution complémentaires)
- liaison sphérique ou liaison rotule (2 surfaces sphériques complémentaires)
- liaison appui plan (2 surfaces planes complémentaires)

○ en contact linéaire

- liaison linéaire rectiligne (surface cylindrique de révolution avec surface plane)
- liaison linéaire annulaire (surface cylindrique de révolution avec surface sphérique)

○ en contact ponctuel

- liaison appui ponctuel (surface sphérique et surface plane)

○ autres liaisons usuelles

- liaison sphérique doigt (cardan) (2 surfaces sphériques complémentaires et un degré de liberté en rotation supprimé)
- liaison encastrement ou liaison fixe (tous les degrés de liberté sont supprimés)

○ liaisons composées

Ce type de liaison résulte de l'association de plusieurs liaisons usuelles pour réaliser la liaison entre deux solides.

2.4 Caractéristiques techniques des liaisons mécaniques

2.4.1 Liaison directe ou indirecte

- liaison directe: les pièces liées participent directement la liaison.
- liaison indirecte: les pièces liées nécessitent un élément (interface) ou un ensemble d'éléments mécaniques intermédiaires pour assurer la liaison.

2.4.2 Liaison complète ou partielle

- liaison complète: aucun mouvement relatif possible, 6 degrés de liberté supprimés.
- liaison partielle: certains mouvements relatifs sont possibles

2.4.3 Liaison démontable ou indémontable

- liaison démontable: séparation et réutilisation des pièces sans détérioration.
- liaison indémontable: séparation des pièces ne pouvant se faire sans destruction de l'une d'elles ou des éléments de liaison.

2.4.4 Liaison rigide ou élastique

- liaison rigide: position relative des pièces strictement déterminée, soit complètement, soit partiellement.
- liaison élastique: position relative des pièces fonction des actions mécaniques s'appliquant sur elles et retour en position initiale après suppression des actions mécaniques.

2.4.5 Liaison permanente ou temporaire

- liaison permanente en utilisation ou en service: la liaison n'est pas rompue en cours de fonctionnement du mécanisme.
- liaison temporaire ou non permanente: la liaison peut-être- rompue en cours de fonctionnement (ex.: embrayage).

2.4.6 Mécanisme

Un mécanisme est un ensemble organisé de pièces mécaniques, reliées entre elles par des liaisons. La finalité d'un mécanisme est d'établir une relation entrée /sortie (mouvements, efforts) répondant à un besoin exprimé.

2.4.7 Fonction positionnement

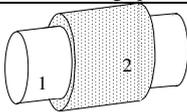
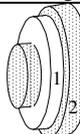
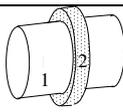
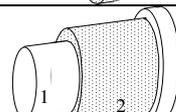
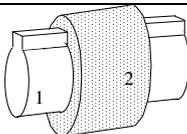
○ mise en position : *m.i.p.*

Elle détermine la position relative d'un solide par rapport à un autre réalisée par leurs surfaces en contact et est caractérisée par les degrés de liberté qu'elle élimine.

- **mise en position unique:** détermination rigoureuse (précise, voire sans jeu *) de la position relative de deux solides réalisée par leurs surfaces en contact. Tous les degrés de libertés sont supprimés (cf. repérage isostatique ou hyperstatique). La position relative des solides est retrouvée après démontage-remontage. La mise en position unique est à associer à la liaison encastrement.

- **mise en position partielle:** détermination rigoureuse (précise, voire sans jeu *) de la position relative de deux solides réalisée par leurs surfaces en contact suivant la direction de certains axes ou (et) autour de certains axes. Certains degrés de liberté sont alors supprimés. La mise en position partielle peut-être associée à une liaison partielle (pivot, glissière, etc.).

(*) : dans les limites des intervalles de tolérance du jeu de fonctionnement ou (et) des déformations des solides en contact définies par le concepteur.

Terminologie recommandée	Application technologique	Modèle de liaison	Terminologie recommandée	Application technologique	Modèle de liaison
mise en position radiale longue ou mise en position par centrage long		PIVOT GLISSANT	mise en position axiale sur plan de grande étendue avec mise en position radiale courte		PIVOT
mise en position radiale courte ou mise en position par centrage court		LINEAIRE ANNULAIRE	mise en position axiale sur plan de faible étendue avec mise en position radiale longue		PIVOT
mise en position radiale longue avec mise en position angulaire		GLISSIERE			

○ maintien en position (maintien du contact) : *ma.p.*

C'est une solution technologique engendrant des actions mécaniques (***) qui garantissent la permanence du contact entre deux surfaces avec ou sans mouvement relatif entre les pièces. Pour les liaisons encastrement le map est généralement assuré par l'adhérence, entre les deux surfaces en contact, résultant des actions de serrage.

(***) : dans la limite des valeurs des actions mécaniques extérieures qui sollicitent les liaisons.

○ liaison unilatérale

Liaison qui transmet certains efforts ou interdit certains mouvements dans un seul sens. Elle se fait sans jeu. Si les efforts changent de sens la liaison n'existe plus (ex : pivot glissant unilatérale: arbre soumis à son poids propre sur un vé).

○ liaison bilatérale

Liaison qui transmet un effort transmet aussi l'effort opposé et de même, si elle interdit un mouvement, elle interdit également le mouvement opposé (ex : pivot glissant bilatérale: arbre dans son alésage).

Les liaisons usuelles normalisées intègrent cette caractéristique dans leurs modèles.

3 DECOUVERTE DES LIAISONS A PARTIR DES COUPLES DE SURFACES

Dans le tableau à double entrées, ci-dessous, indiquer aux intersections de ces entrées les noms des liaisons usuelles normalisées susceptibles d'être réalisées à partir de quelques couples de surfaces en situation de contact **surfactive** (couple de surfaces complémentaires), de contact **linéique** (couple surface-ligne) ou de contact **ponctuel** (couple surface-point). Préciser si la liaison obtenue est bilatérale ou unilatérale.

Remarques : il est évident que certaines dimensions de ces surfaces doivent être compatibles pour que la liaison soit possible. Certaines combinaisons de surfaces ne correspondent à *aucune réalité technologique* ou sont *aberrantes*, dans ce cas il est inutile de les définir.

COUPLES DE SURFACES	PLANE	CONIQUE DE REVOLUT.	HELICOIDALE	REVOLUTION QUELCONQUE	CYLINDRIQUE DE REVOLUT.	CYLINDRIQUE	SPHERIQUE
SPHERIQUE							
CYLINDRIQUE							
CYLINDRIQUE DE REVOLUT.							
REVOLUTION QUELCONQUE							
HELICOIDALE							
CONIQUE DE REVOLUT.							
PLANE							

4 DECOUVERTE DES LIAISONS A PARTIR DE LEURS MODELES ISOSTATIQUES

En construction et en fabrication mécanique il est courant d'utiliser des modèles de liaisons usuelles normalisées élaborés à partir d'appuis ponctuels (lorsque le nombre d'appuis ponctuels est minimum, les modélisations présentées sont dites ISOSTATIQUE). Indiquer les noms liaisons usuelles obtenues par cette modélisation..

1-	2-	3-	4-
5-	6-	7-	8-
9-	10-	11-	12-
13-	14-	15-	