

MODELISATION DES MECANISMES

L'objectif de ce chapitre est de mettre en place une modélisation cinématique des mécanismes. Elle sera ensuite utilisée pour prévoir les déplacements et les vitesses des solides.

I. Définitions.

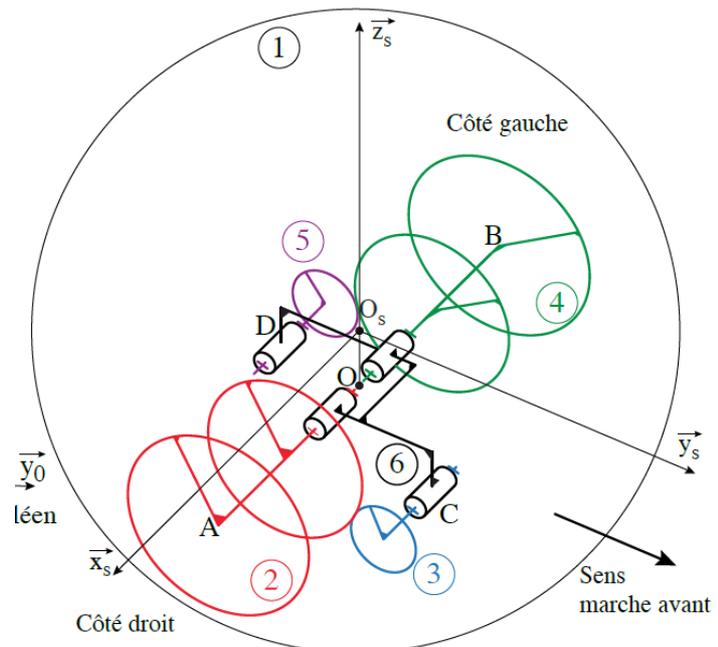
1. Mécanisme.

Les chaînes d'énergie contiennent généralement des transmetteurs.

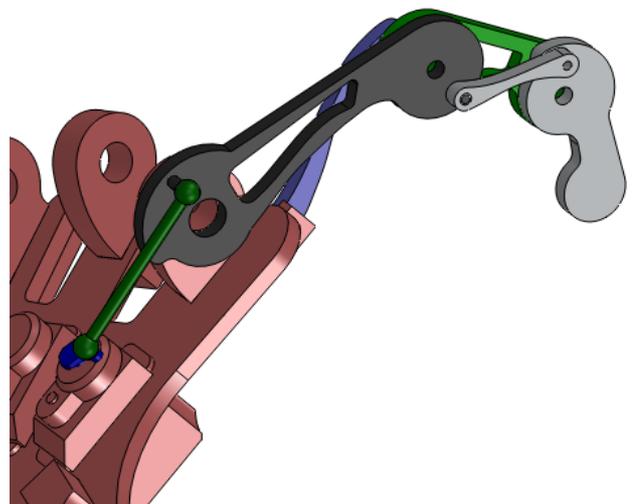
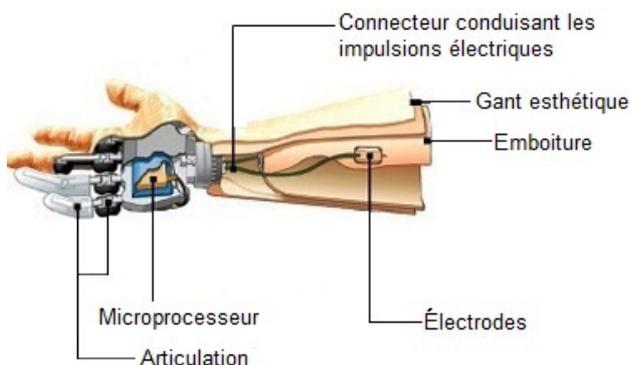
Ces transmetteurs, qui permettent le transfert de puissance mécanique, sont appelés mécanismes.

On regroupe également dans mécanisme certains actionneurs qui convertissent une puissance hydraulique ou pneumatique (vérin, pompe...) en puissance mécanique.

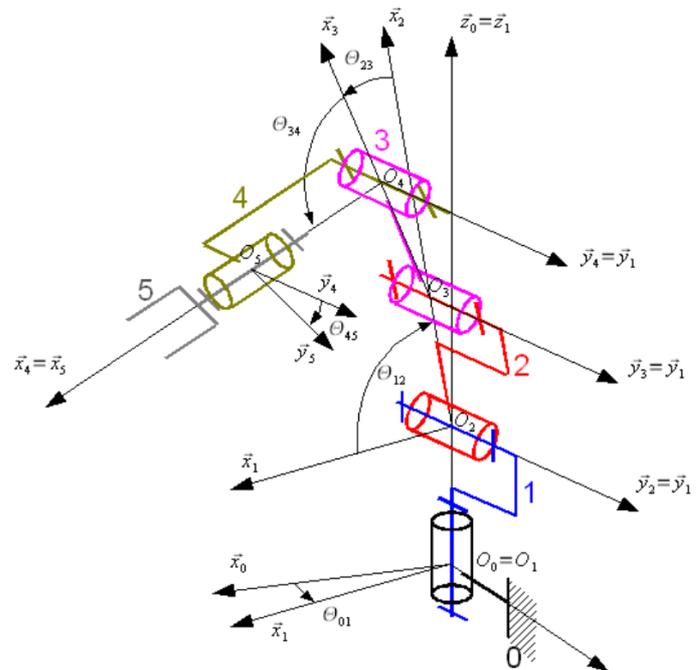
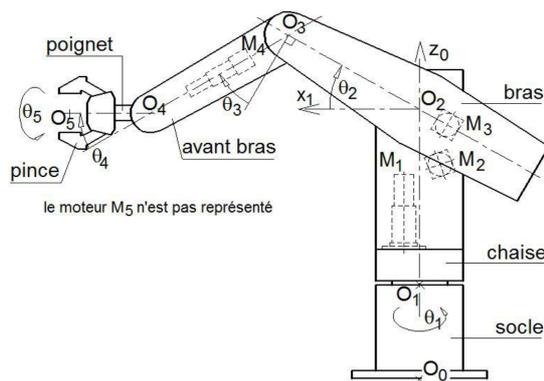
Robot Sphéro



Prothèse de main



Robot Ericc



2. Solide (ou classe d'équivalence cinématique).

Une pièce ou un groupe de pièces assemblées (collées, soudées, vissées...) entre elles forment un solide.

Ces pièces n'ont aucun mouvement relatif entre elles.

3. Hypothèse de solide indéformable.

Lors de l'utilisation d'un mécanisme, les solides qui le constituent se déforment sous l'action des efforts qu'ils subissent.

Dans tout ce cours, on fait l'hypothèse que ces déformations sont suffisamment petites pour être négligeables et on considère les solides indéformables.

La distance entre deux points matériels A et B d'un même solide S reste donc constante.

II. Liaisons entre 2 solides.

1. Liaisons géométrique.

Une liaison entre deux solides se traduit par un contact entre ces deux solides.

Ce contact est caractérisé par sa géométrie et les mouvements relatifs qu'il autorise entre les deux solides.

L'analyse des liaisons se fait en considérant la nature des surfaces en contact.

Remarque : Les zones de contact réelles entre deux solides sont surfaciques. Par contre la modélisation par solide rigide des pièces réelles introduit la notion de zone de contact ponctuel et linéique.

2. Géométrie des contacts

On considère les contacts entre trois types de surfaces : plan, cylindre ou sphère.

	Plan	Cylindre	Sphère
Plan			
Cylindre	-		
Sphère	-	-	

Les zones de contacts sont de diverses natures et dépendent de la notion de contact intérieur ou extérieur.

	Plan	Cylindre	Sphère
Plan	Plan	Droite	Point
Cylindre	-	Droite ou Cylindre	Cercle
Sphère	-	-	Sphère ou Point

3. Degrés de liberté.

Pour les liaisons, on définit un repère local sur le premier solide à partir des caractéristiques géométriques des contacts.

Un repère peut être ensuite associé au deuxième solide.

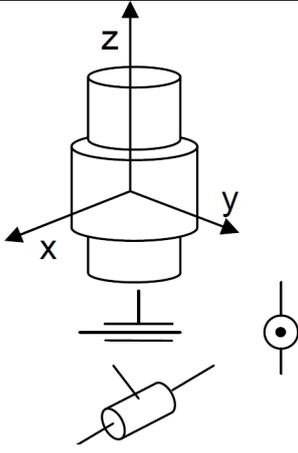
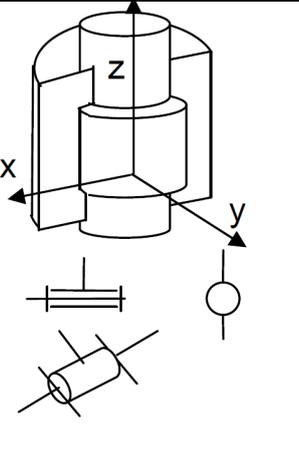
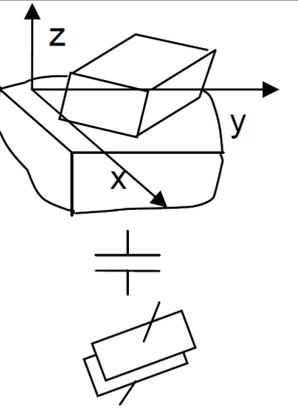
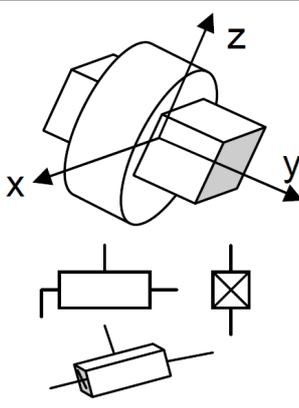
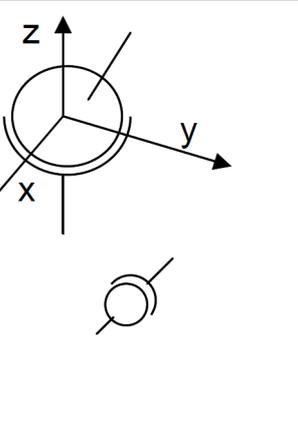
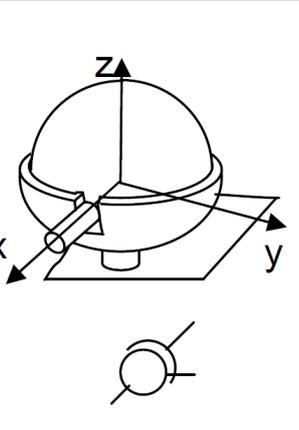
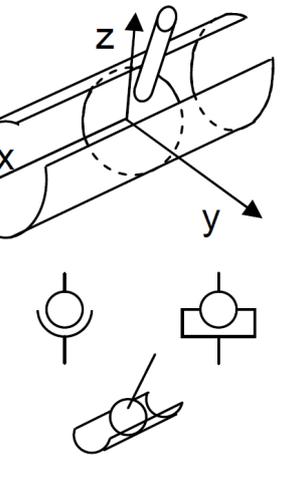
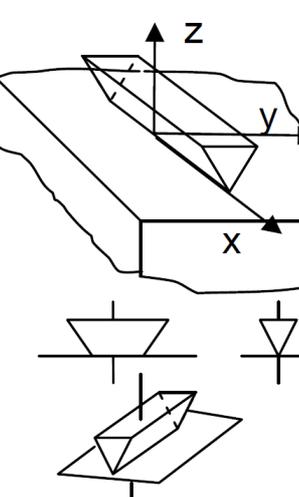
On détermine ensuite les possibilités de mouvement entre les solides (d'un repère par rapport à l'autre) autorisées, sans changer la nature du contact.

Le degré de liberté d'une liaison entre deux solides correspond au nombre de mouvements relatifs indépendants que la liaison autorise entre ces deux solides.

Le nombre de degrés de liberté est au plus égal à 6 : 3 translations et 3 rotations.

S'il est égal à 0, la liaison est dite encastrement. S'il est égal à 6, la liaison est dite libre.

<p>Tableau des déplacements :</p> $\left\{ \begin{array}{ll} \Delta\theta_x & \Delta L_x \\ \Delta\theta_y & \Delta L_y \\ \Delta\theta_z & \Delta L_z \end{array} \right\}$	<p>Degrés de liberté</p> <p>— —</p> <p>— —</p> <p>— —</p>
--	---

 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>	 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>
 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>	 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>
 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>	 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>
 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>	 <p style="text-align: center;">Degrés de liberté</p> <p style="text-align: center;"> _____ _____ _____ </p>

4. Les liaisons normalisées.

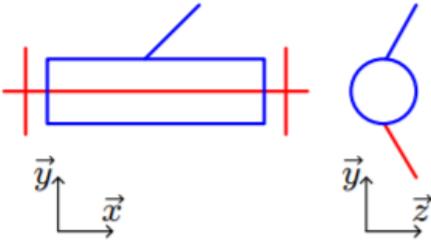
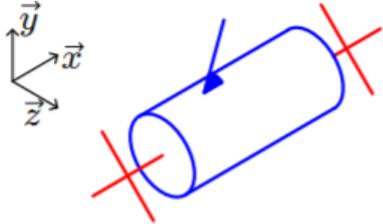
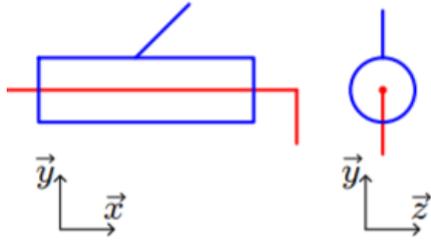
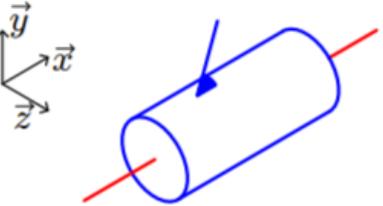
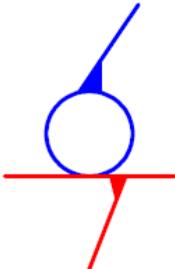
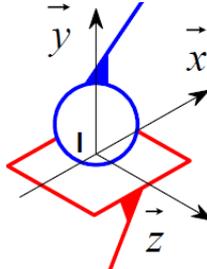
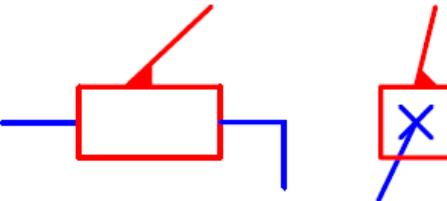
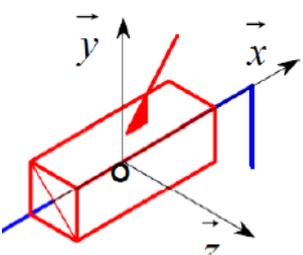
Les degrés de liberté peuvent être exprimés en terme cinématique.

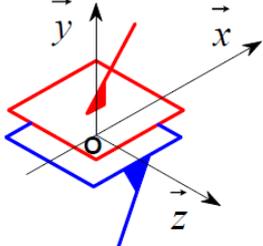
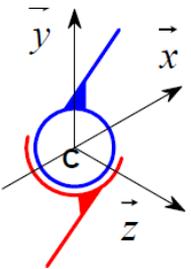
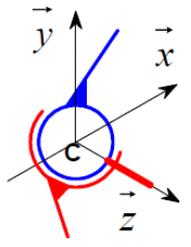
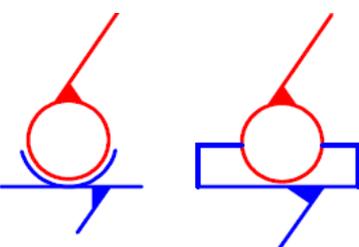
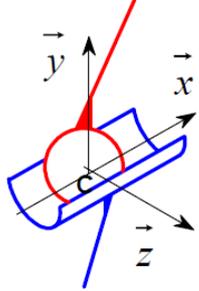
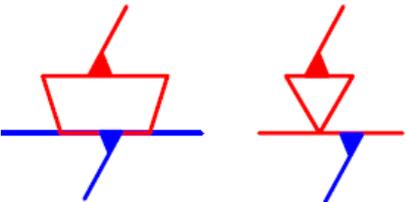
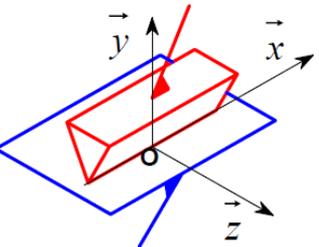
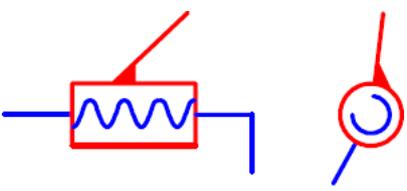
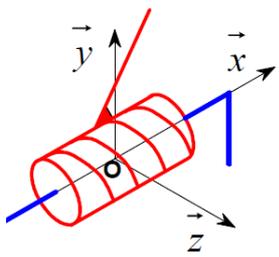
Les liaisons les plus courantes rencontrées en construction mécanique sont normalisées par l'AFNOR (norme NF E 04-015 et norme NF en ISO 3952-1).

A chaque liaison est associée un nom et une schématisation.

Les liaisons normalisées sont parfaites, c'est à dire qu'elles ont les caractéristiques suivantes :

- ✓ Les pièces mécaniques sont des solides indéformables.
- ✓ Les surfaces sont géométriquement parfaites.
- ✓ Les jeux sont nuls.
- ✓ Le contact est sans frottement ni adhérence.

Nom + degrés de liberté	Schématisation dans le plan	Schématisation dans l'espace
		
		
		
		

III. Modélisation d'un mécanisme.

Définition : Un mécanisme est un ensemble de pièces mécaniques (solides) reliées entre elles par des liaisons.

Pour étudier le comportement d'un mécanisme, il est nécessaire de s'appuyer sur des modèles.

Ces modèles peuvent être représentés par un schéma cinématique et/ou un graphe de liaisons.

Ces modèles sont utilisés pour analyser un mécanisme existant.

Ils sont aussi utilisés en phase de conception d'un nouveau système.

Ils ne nécessitent pas de connaître la géométrie des pièces, seules les positions relatives des liaisons ainsi que les mouvements possibles sont pris en compte.

1. Classe d'équivalence cinématique.

Une classe d'équivalence cinématique est un ensemble de pièces qui n'ont aucun mouvement relatif entre elles.

Elles sont liées complètement entre elles (liaison encastrement) et ont donc le même mouvement.

Remarques :

- ✓ Toutes les pièces qui se déforment sont à exclure des groupes cinématiques, (ressorts, ...).
- ✓ Les éléments roulants des roulements, constituant chacun un groupe cinématique, ne sont pas pris en compte.

2. Graphe des liaisons.

Le graphe des liaisons répertorie les classes d'équivalence cinématique et les liaisons entre elles.

Chaque classe d'équivalence cinématique est représentée par une ellipse (ou un cercle) et chaque liaison entre classe est par une ligne joignant les deux ellipses (ou 2 cercles).

Chaque ligne sera repérée afin de d'écrire la liaison.

3. Schéma cinématique d'un mécanisme

Le schéma cinématique permet de comprendre les mouvements du mécanisme.

Il représente, dans le plan ou dans l'espace, la disposition des solides et des liaisons.

Les liaisons entre les solides sont représentées par leurs symboles normalisés ;

Les solides sont représentés par des traits reliant ces symboles.

Le schéma est dessiné en deux dimensions (schéma plan) ou trois dimensions (schéma en perspective).

En plus des symboles et traits de définition des solides, on y trouve des points, des vecteurs et des droites.

Exemple : Prothèse de pied active

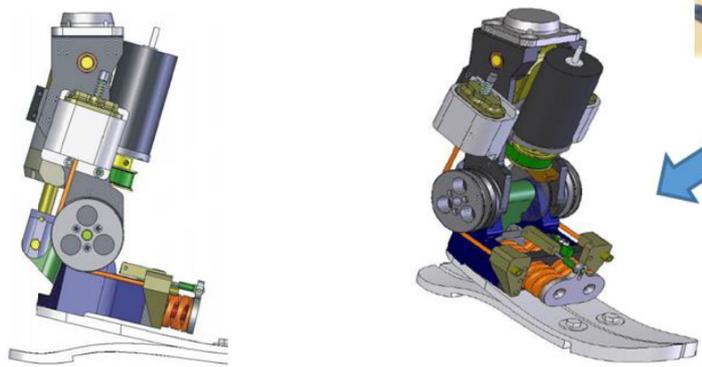


Schéma cinématique dans le plan

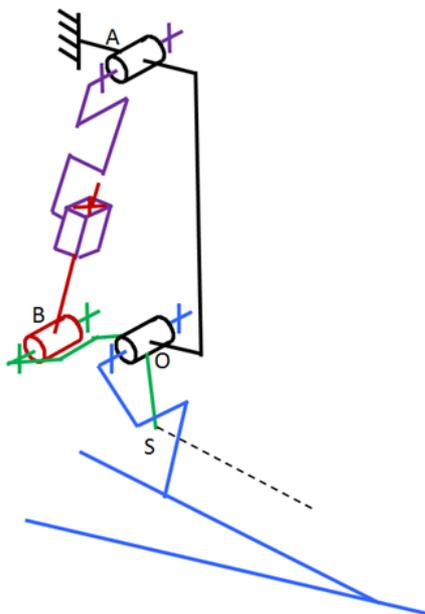
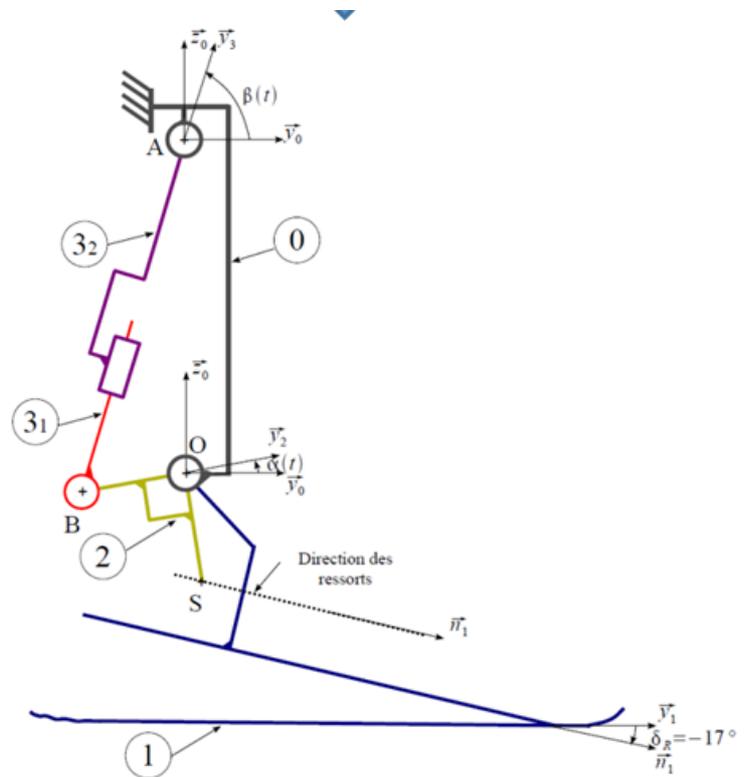


Schéma cinématique dans l'espace



Graphe de structure

