

## 1 Introduction

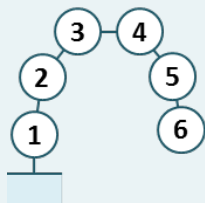
**Définition — Notion de chaîne de solide.** Lorsqu'on modélise un mécanisme par un graphe de structure, on peut distinguer plusieurs types chaînes de solides.

Les lois « entrée – sortie » permettent d'établir les relations géométriques ou cinématiques entre les mouvements des actionneurs et les mouvements utiles du mécanisme.

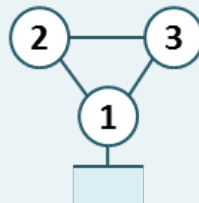
*Par exemple, pour un moteur thermique, la loi entrée-sortie permet de faire le lien entre la position angulaire du vilebrequin et la position axiale du piston, pour une plate forme hexapode, on peut déterminer la longueur des vérins et la position et l'orientation de la plate-forme etc.*

**Définition** Selon la forme du graphe de liaisons, on peut distinguer 3 cas :

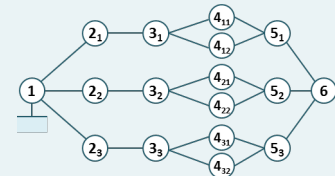
Les chaînes ouvertes



Les chaînes fermées



Les chaînes complexes



On appelle cycle, un chemin fermé ne passant pas deux fois par le même sommet. À partir d'un graphe des liaisons donné, il est possible de vérifier qu'il existe un nombre maximal de cycles indépendants. Ce nombre est appelé nombre cyclomatique.

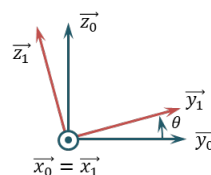
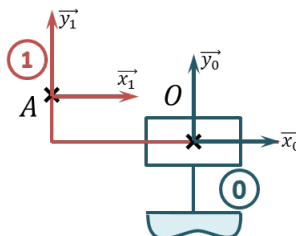
## 2 Notions de paramétrage

Pour réaliser une loi entrée – sortie il est nécessaire de disposer d'un schéma cinématique paramétré. Cela signifie donc :

- qu'on associe un repère à chacune des pièces ;
- que chacun de ces repères sont paramétrés les uns par rapport aux autres en définissant les positions et les orientations relatives ;
- que les dimensions internes des pièces sont précisées.

## ■ Exemple — Paramétrage d'une liaison pivot glissant.

Les paramètres  $\theta$  et  $\lambda$  sont des paramètres variables.  $a$  est un paramètre constant.

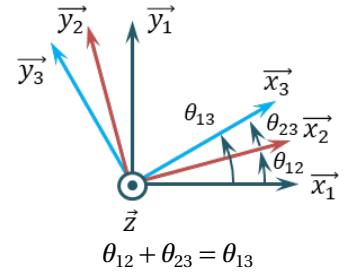


$$\vec{OA} = a\vec{y}_1 + \lambda(t)\vec{x}_0$$

### 3 Fermeture angulaire

**Méthode — Fermeture angulaire pour un mouvement plan.**

Soient  $n$  bases permettant de paramétrer  $n$  pièces. Le mouvement est contenu dans le plan  $(\vec{x}_1, \vec{y}_1)$ . On note  $\theta_{i,i+1} = (\vec{x}_i, \vec{x}_{i+1}) = (\vec{y}_i, \vec{y}_{i+1})$  avec  $i \in [1, n-1]$  et  $\theta_{1,n} = (\vec{x}_1, \vec{x}_n)$ . On a alors  $\sum_{i=1}^{n-1} \theta_{i,i+1} = \theta_{1,n}$ .



### 4 Fermeture géométrique

**Méthode** Réaliser une fermeture géométrique, pour une chaîne fermée, consiste en :

- écrire une chaîne vectorielle;
- la projeter dans la base associée à une des pièces;
- éliminer les paramètres non souhaités.

Pour écrire la chaîne vectorielle, on utilise souvent le centre des liaisons qui constituent la boucle fermée.

### 5 Fermeture cinématique

**Méthode** Pour réaliser une fermeture de chaîne cinématique d'une chaîne fermée de  $n$  pièces et  $n$  liaisons, on réalise une fermeture torsorielle :

$$\{\mathcal{V}(1/n)\} = \sum_{i=1}^{n-1} \{\mathcal{V}(i/i+1)\} \quad \text{soit} \quad \left\{ \frac{\vec{\Omega}(1/n)}{V(P \in 1/n)} \right\}_P = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \vec{\Omega}(i/i+1)}{\sum_{i=1}^{n-1} V(P \in i/i+1)} \right\}_P$$