

Chapitre II : Modélisation des Mécanismes

1. Graphe associé à un système mécanique

Un système mécanique comportant « n » pièces et « l » liaisons peut être représenté par un graphe tel que :

- A chaque pièce on affecte un **sommet** (vertex)
- A chaque liaison on affecte un **arc**

1. 1. Classe d'équivalence

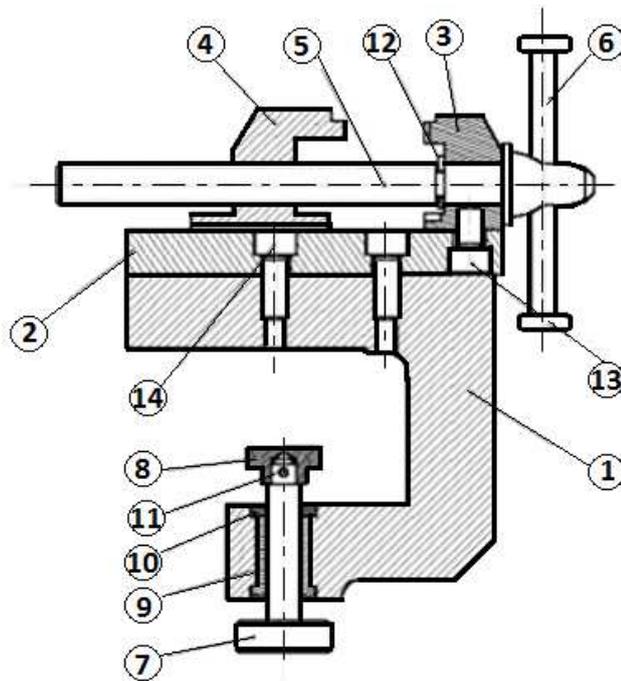
Une classe d'équivalence est l'ensemble des pièces d'un même système mécanique qui sont en liaison d'encastrement d'une façon permanente.

Cette classe d'équivalence peut être représentée par l'une des pièces de la classe et le comportement de cette classe est le même que celui de cette pièce.

Exemple : L'étai

L'ensemble de pièces du système ci-contre (l'étai) est une classe d'équivalence :

$$C = \{1; 2; 9; 10; 14; 3; 13\}$$



1.2. Traçage de graphe d'un mécanisme

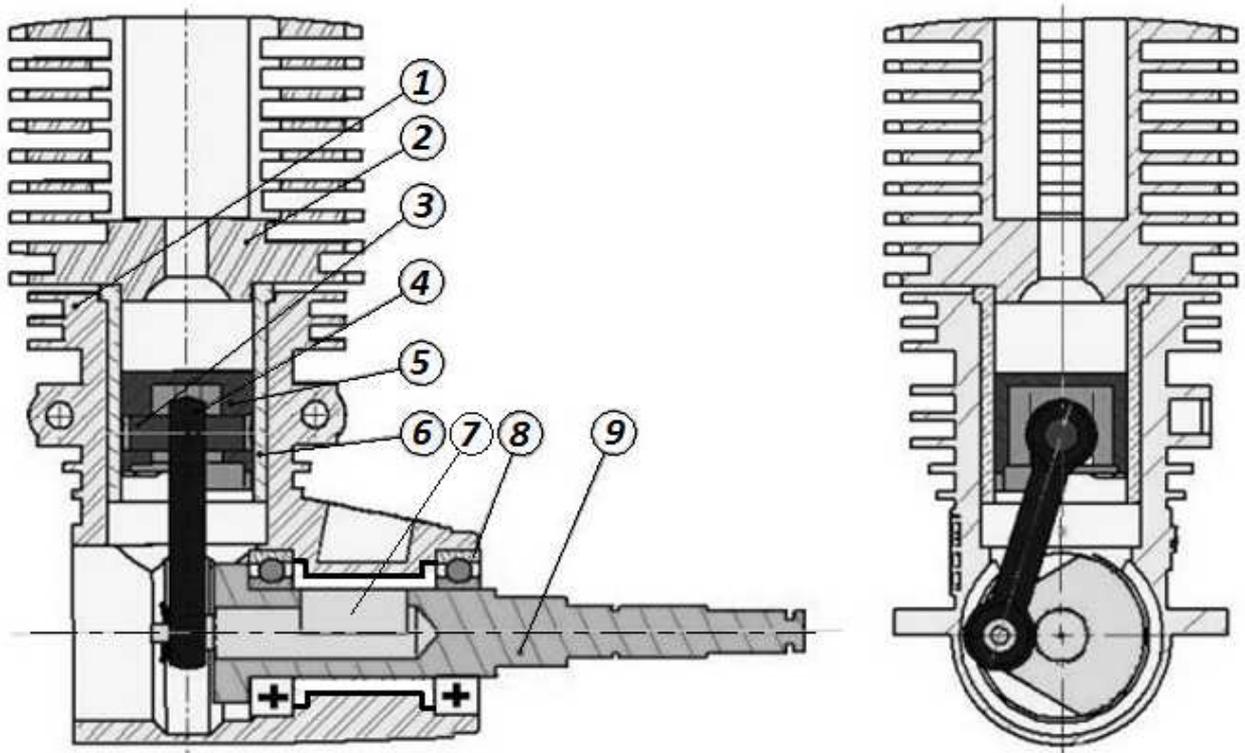
Dans un premier temps, il faut d'abord déterminer tous les couples de **classes d'équivalence** en contact et les liaisons qui existent entre ces classes. Dans l'exemple ci-dessous, les classes d'équivalences portent la même couleur (bleu, jaune, rouge et vert).

1.3. Construction du graphe d'un mécanisme

Pour construire le graphe d'un mécanisme il faut suivre ces pas :

- Création des classes d'équivalence et représenter chaque classe par un élément qui lui appartient.
- Construction du graphe de telle façon que les éléments mobiles et les éléments représentant les classes d'équivalence sont les sommets et les liaisons entre ces éléments sont les arcs.

Exemple : On considère le dessin d'ensemble ci-dessous d'un moteur thermique et qu'on de mande de construire le graphe de liaisons.



1) Classes d'équivalence

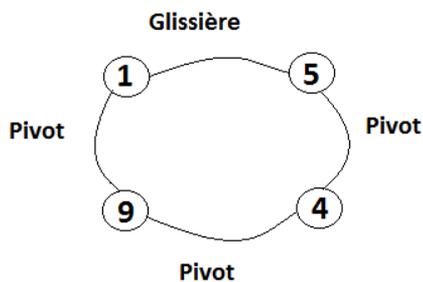
(1) = {1, 2, 6, 8}

(5) = {5, 3}

(4) = {4}

(9) = {7, 9}

2) Graphe du mécanisme



1.4. Arbres, cycles et cycles indépendants

- **Arbre** : un arbre est un chemin extrait d'un graphe tel qu'en le parcourant on ne rencontre pas deux fois le même sommet (pièce). Ce chemin ne doit pas former un cycle.
- **Cycle** : un cycle est un chemin fermé extrait d'un graphe tel qu'en le parcourant on passe pas par le même arc deux fois.
- **Cycles indépendants** : l'ensemble minimal de cycles extraits d'un graphe suffisant pour le reconstruire.

Exemple : cycle 2 et cycle 3 sont suffisants pour reconstruire le graphe original. Cycle 1 peut être engendré par cycle 2 et cycle 3.

En mécanique on cherchera toujours les cycles indépendants.

1.5. Nombre cyclomatique d'un graphe

C'est le nombre de cycles indépendants d'un graphe. Ce nombre est donné par :

$$\gamma = l - n + 1$$

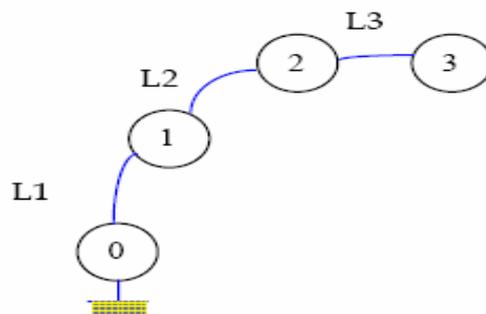
Avec « l » le nombre de liaisons et « n » le nombre de solides. Ce nombre est très important pour l'étude des systèmes mécaniques.

2. Chaînes et schémas cinématiques d'un système mécanique

2.1. Types de chaînes cinématiques

2.1.1. Chaîne continue ouverte :

C'est une chaîne contenant « n » pièces et « $n-1$ » liaisons. Chaque pièce possède deux liaisons sauf la première et la dernière qui n'en possèdent qu'une.

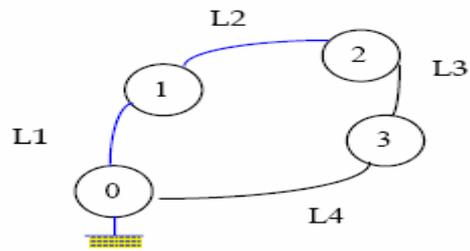


Exemple : Bras d'un robot

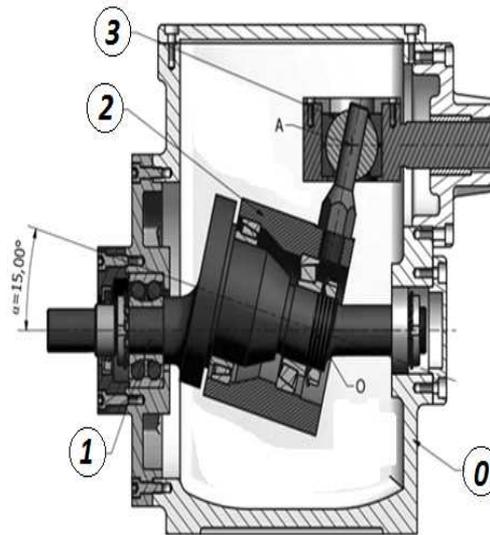


2.1.2. Chaîne continue fermée :

C'est une chaîne contenant « n » pièces et « n » liaisons. Chaque pièce possède exactement deux liaisons.

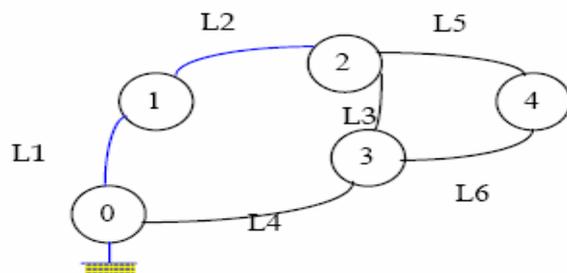


Exemple : Tête boucheuse



2.1.3. Chaîne continue complexe :

C'est une chaîne formée de plusieurs chaînes continues fermées. Chaque pièce possède au moins deux liaisons.



2.2. Schéma cinématique d'un mécanisme

Le mécanisme est une chaîne cinématique dans laquelle le mouvement donné d'un ou plusieurs éléments par rapport à l'élément fixe implique des mouvements définis de façon unique de tous les autres éléments.

Le ou les éléments d'**entrée** sont auxquels sont conférés des mouvements à l'aide d'actionneurs (moteurs).

Le ou les éléments de **sortie** sont ceux qui produisent les mouvements demandés.

Pour étudier un mécanisme il ne suffit pas de connaître sa structure, c.à.d. le nombre d'éléments et le nombre des liaisons. On doit aussi connaître les **dimensions** des différents éléments **qui ont une influence sur le mouvement** et la nature des liaisons. Pour cette raison, on a besoin du schéma **cinématique du mécanisme**.

Tout ce qui est nécessaire pour l'étude du mouvement doit figurer sur le schéma cinématique et tout ce qui est superflu (inutile pour l'étude du mouvement) doit être éliminé.

On parle souvent dans ce cas de *schéma cinématique minimal*.

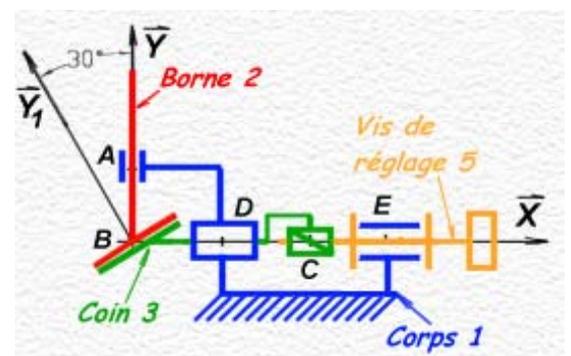
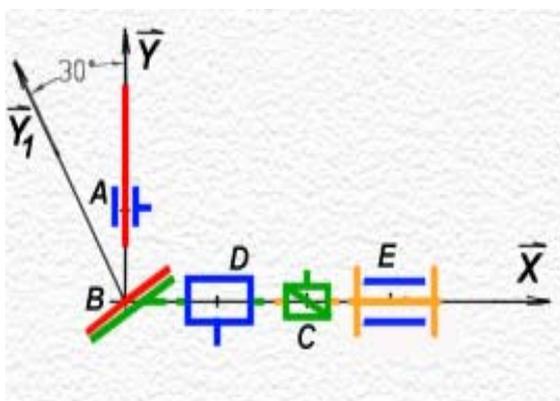
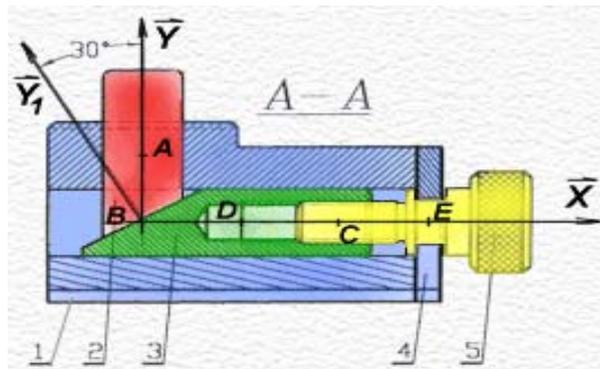


schéma cinématique minimal