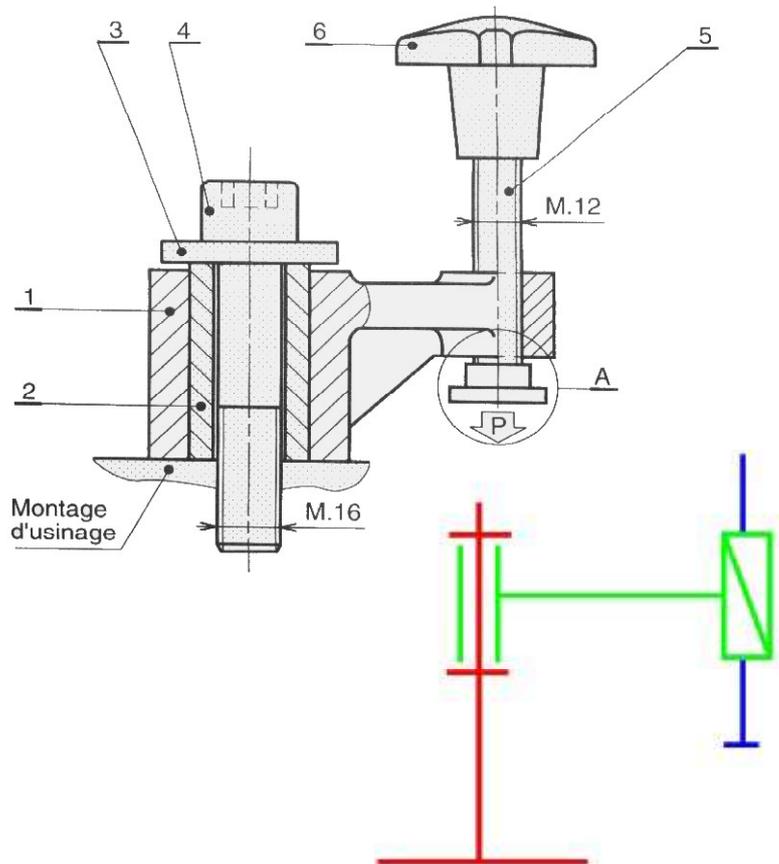
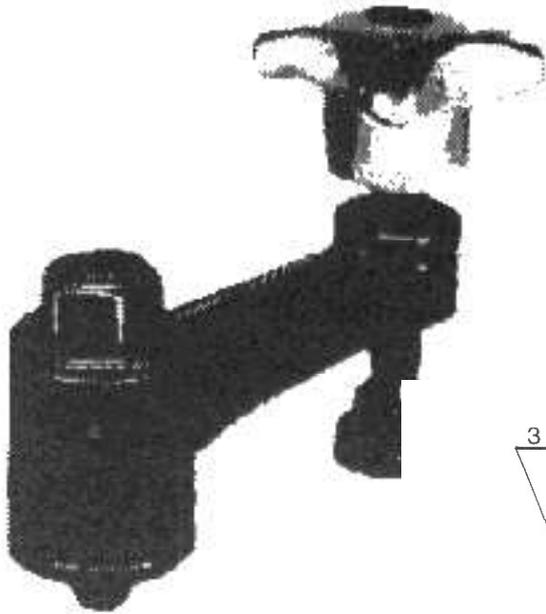


# La schématisation



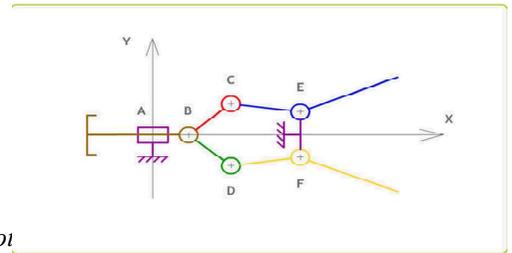
## 1° GENERALITES

Les mécanismes réels sont constitués d'une multitude de pièces de formes très diverses agencées dans l'espace.

Leur étude directe est donc très compliquée (même pour l'outil informatique). Il est donc nécessaire de simplifier la représentation du mécanisme en vue de son étude (mouvement, comportement mécanique, ...).

Le schéma est une représentation simplifiée d'un mécanisme à l'aide de symboles, sur lequel n'apparaît que les fonctions essentielles.

Ce schéma fait apparaître les liaisons mécaniques élémentaires (fonction des degrés de liberté entre les pièces), et les actionneurs permettant de générer ces mouvements.



- Schéma d'une pince de robot

Le schéma permet à l'ingénieur de concevoir les grands principes d'une machine, à guider un technicien dans ses recherches. Il facilite également les échanges au cours du travail d'équipe. Pour permettre :

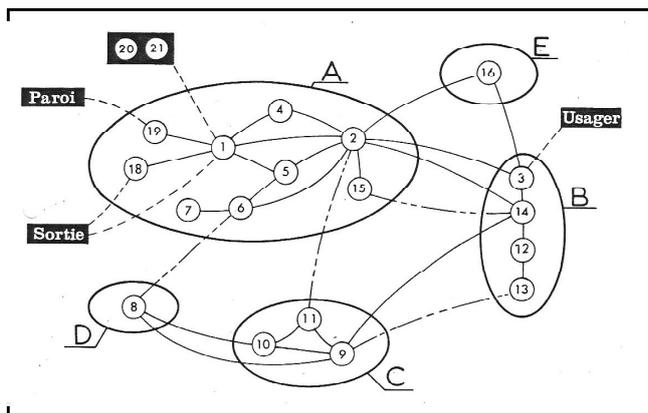
- L'analyse de son fonctionnement et de son architecture
- L'étude des différents mouvements.

### 1.1. Notion de solide indéformable

C'est le solide théorique ou idéal (qui n'existe pas en réalité) que l'on utilise dans certains domaines de la mécanique (statique, cinématique ou dynamique par exemple).

Il est tel que sa masse est **constante** et les limites de son volume **ne varient pas** quelles que soient les actions extérieures auxquelles il est soumis. De même la distance entre deux points du solide ne varie pas.

## 2° ENSEMBLE CINÉMATIQUE

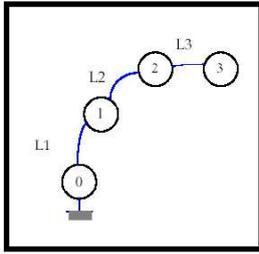


Un ensemble cinématique est un mécanisme constitué d'éléments reliés par des liaisons mécaniques de transmission ou de transformation de mouvement entre l'entrée et la sortie. Lorsque deux éléments sont en liaison complète, ce sous ensemble est appelé :

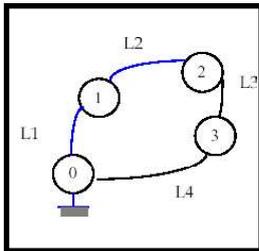
**CLASSE D'EQUIVALENCE.**  
*(représenté par une même couleur et noté A, B... ou CEA, CEB...)*

Un ensemble cinématique est donc constitué de sous-ensembles équivalents possédant entre eux des liaisons cinématiques présentant des degrés de libertés divers. Trois types de familles de mécanisme :

- a) **Chaîne ouverte** : (ex. Robots, bras manipulateurs...), où les problèmes abordés seront :
- d'ordre **géométrique** : position relative des solides les uns des autres compte tenu des liaisons (trajectoire).
  - d'ordre **cinématique** : Vitesse relative entre solides.
  - d'ordre **dynamique** : actions dans les liaisons ; caractéristiques des actionneurs permettant de générer les mouvements entre solides.
  - d'ordre de **conception** : choix de solutions technologiques et dimensionnement des liaisons et des solides.



- b) **Chaîne fermée** : (Ex. Réducteurs, pompe, mécanisme de transformation de mouvement), où les problèmes abordés seront :



- d'ordre **géométrique** : position relative des solides les uns des autres compte tenu des liaisons (trajectoire) et relation entre les déplacements ainsi que les conditions de montage.
- d'ordre **cinématique** : Vitesse relative entre solides, mobilité du mécanisme («entrée- Sortie»)
- d'ordre **dynamique** : actions dans les liaisons ; caractéristiques des actionneurs permettant de générer les mouvements entre solides.

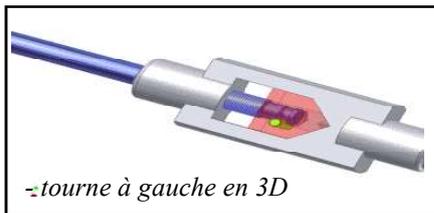
Système **isostatique** (voir complément dans <http://meca3.free.fr/listschem.html> ou **hyperstatique** (cf. EC02-03-Système hyperstatique).

- d'ordre de **conception** : choix de solutions technologiques et dimensionnement des liaisons et des solides pour un système isostatique.

- c) **Chaîne mixte**: Combinaison des deux précédentes.

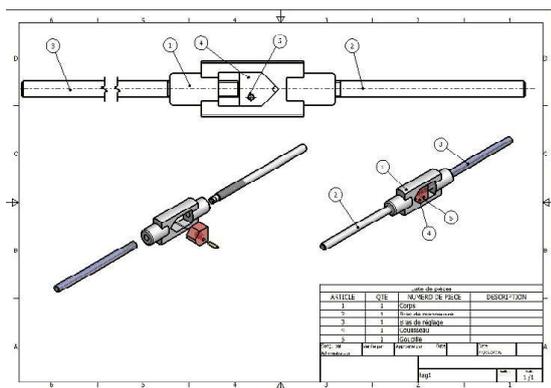
## 2° SCHEMA CINEMATIQUE

### 2.1. Définition



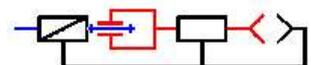
Il s'agit d'établir un dessin simplifié et codé qui mettra en évidence les mouvement possible, par l'utilisation des symboles normalisés (voir leçon liaisons), entre pièces ou classe d'équivalence (groupe de pièces) d'un objet. Il est fait abstraction des formes, volumes et proportions de l'objet.

### 2.2. Méthode d'obtention.



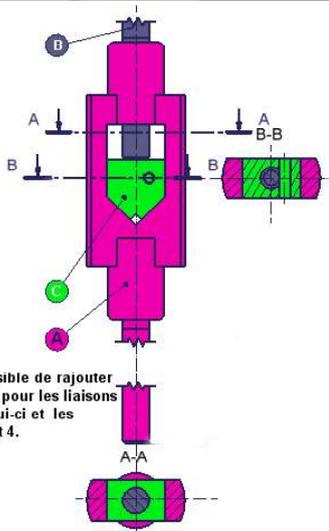
Les principales étapes de réalisation d'un schéma cinématique sont détaillées page suivante. Mais avant tout il faut indiquer dans quelle phase est étudié le mécanisme (utilisation, montage, réglage,...)

**Exemple:** Tourne à gauche



en projection orthogonale

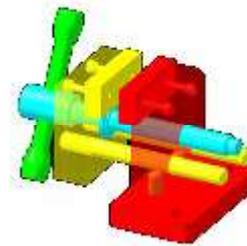
en Schéma cinématique



a) Après avoir pris en compte les milieux associés, il faut définir des sous-ensembles déterminant les classes d'équivalence répondant à la relation :

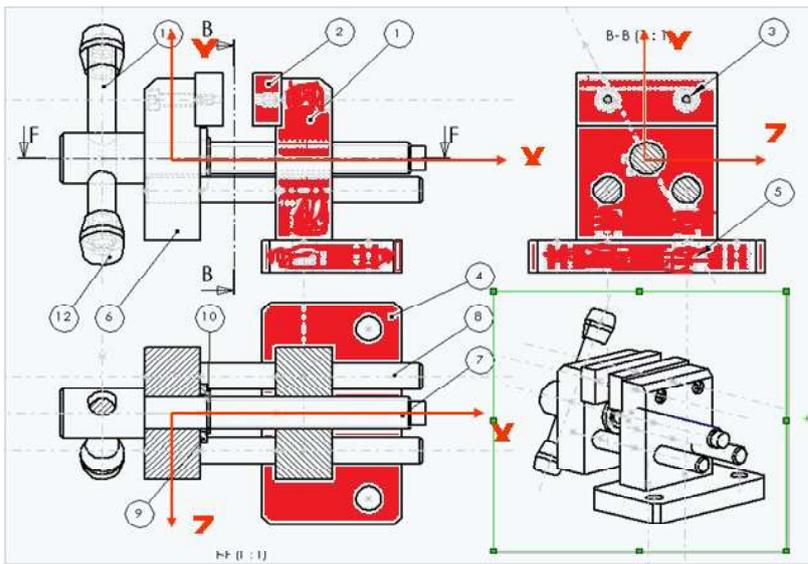
**- La pièce....est en liaison encastrement avec la pièce ....**

(pendant la situation donnée (généralement position de repos. Quand on étudie une liaison, on ne prend en compte que les 2 groupes concernés.)



### Exemple : Etau.

- Recherchez et coloriez différemment chaque Classe d'équivalence (CE).

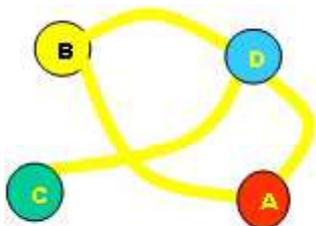


- Listez les pièces de chaque CE en commençant par "A" et la pièce "1" puis en continuant dans l'ordre croissant: A= {1,2,...} B= {6,8,...}

**Il est conseillé d'utiliser différentes couleurs.**

# Classe d'équivalence de l'étai.

A = {1,2,3,4,5}    B = {6,8,9,10}    C = {7}    D = {11}



b) Réalisez un graphe des liaisons en recherchant toutes les liaisons cinématiques entre les différents groupes précédents. Une liaison est représentée sur le graphe par un arc reliant deux groupes en contact.

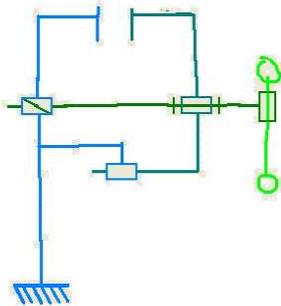
**Reconnaître une liaison entre deux Classes d'équivalence, c'est isoler les deux sous-ensembles, identifier les surfaces de contacts et les degrés de liberté possibles. On ne verra jamais de liaison encastrement dans un graphe des liaisons.**

**Remarque:** Positionnez les CE en faisant en sorte qu'elles soient environ dans la même position que sur le dessin.

Précisez la CE qui est le bâti par son symbole

- c) Déterminez le type de liaison existant entre les différents sous ensembles en fonction du repère fixé au préalable.
- Nom de la liaison (entre A et B: Glissière, entre A et D: Hélicoïdale, etc)
  - Caractéristiques géométriques (axe, centre, ...) (entre A et B: de centre A/x,...)

**Remarque:** Quand on étudie une liaison, on ne prend en compte que les 2 groupes concernés isolés du reste du système.

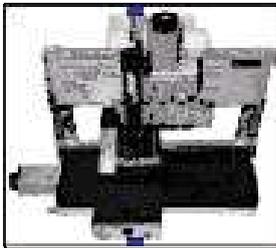


d) Etablissez le schéma cinématique:

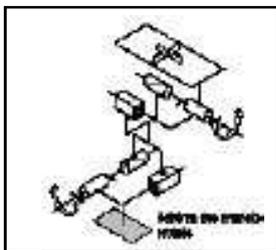
Le schéma représente les différents symboles en position relative (correspondant au mécanisme réel), qui sont reliés entre eux par des traits.

- Choisissez le ou les plans de représentation du schéma (x ; y) (x ; z) (x ; y ; z) ...
- Positionnez le lieu de la liaison dans le repère
- Dessinez alors le symbole normalisé de la liaison en respectant son orientation et le contenant contenu.
- Reliez par des traits les différents symboles en reprenant la forme générale de chaque groupe de pièce.
- Rajoutez si nécessaire des surfaces d'appuis fonctionnelles, des informations complémentaires (repères de pièces, sens des mouvements, points particuliers, ...) afin d'en faciliter la lecture.

### 2.3. Remarques.



Exemple : Chariots croisés



- Chaque classe d'équivalence peut présenter une, ou aucune Liaison avec les autres classes d'équivalences.
- Lorsque le mécanisme possède trois axes non coplanaires, le schéma spatial est nécessaire en utilisant un trièdre à 120°.
- Les mouvements d'entrée et de sortie doivent être clairement définis.

Suivant la situation considérée, le schéma cinématique pourra être :

- de réglage
- de fonctionnement
- de réglage et de fonctionnement.
- de réglage et de fonctionnement.

**Il est conseillé d'utiliser les mêmes couleurs sur le schéma et sur le dessin.**

Complément d'informations sur :

<http://meca3.free.fr/lecon/COURS/schema/schema1.html>

Liste d'exercices sur:

<http://meca3.free.fr/lecon/COURS/schema/ExSchema.html>

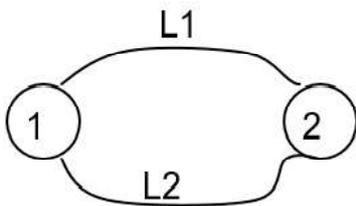
## 3° LIAISONS CINÉMATIQUEMENT ÉQUIVALENTES

### 3.1. Définition.

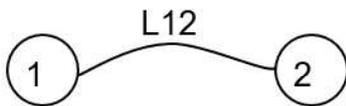
La liaison équivalente est **une liaison fictive équivalente à une association de liaisons**. Dans un mécanisme, deux pièces peuvent être en contact à l'aide de plusieurs liaisons élémentaires (en parallèle ou en série).

Cette liaison équivalente permet de simplifier le schéma cinématique et donc **d'obtenir une loi d'entrée/sortie plus simple**.

### 3.2. Association de liaisons en parallèle.

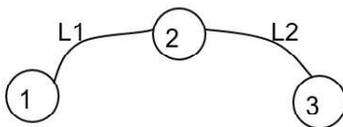


Ajouter des liaisons en parallèle permet de **diminuer** le nombre de mobilités de la liaison équivalente.

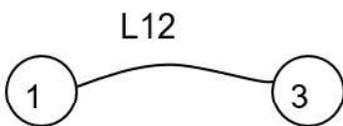


Le torseur cinématique de la liaison équivalente **L12** est **égal** au torseur cinématique de chaque liaison (**L1** ou **L2**), mais écrit au même point et dans la même base.

### 3.3. Association de liaisons en série.



Ajouter des liaisons en série permet d'**augmenter** le nombre de mobilités de la liaison équivalente.



Le torseur cinématique de la liaison équivalente **L12** est égal à **la somme** des torseurs cinématiques de chaque liaison (**L1** et **L2**), mais écrit au même point et dans la même base.

### 3.4. Chaînes de solides.

Pour un mécanisme formé de plusieurs sous-ensembles, on va pouvoir établir une relation entre un paramètre d'entrée et de sortie.

Pour déterminer cette loi, deux méthodes existent :

- **L'analyse géométrique** (par exemple avec une équation vectorielle) ;
- **L'analyse cinématique** (en utilisant les vitesses angulaires ou les vitesses linéaires).

## 4° UTILISATION DU MODÈLE

Des logiciels permettent de définir le modèle du mécanisme et après paramétrage de simuler le comportement du système.

