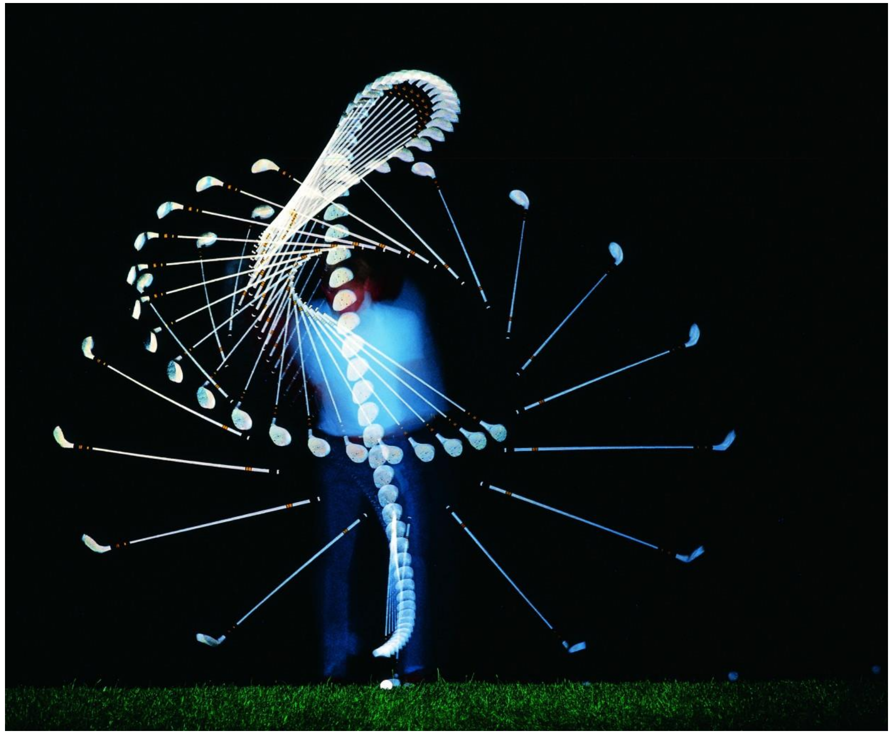
Dynamique du point



Etude cinématique

Objectif

- Déterminer les torseurs cinématiques des liaisons → Loi E/S.

- Déterminer des trajectoires et/ou des positions.

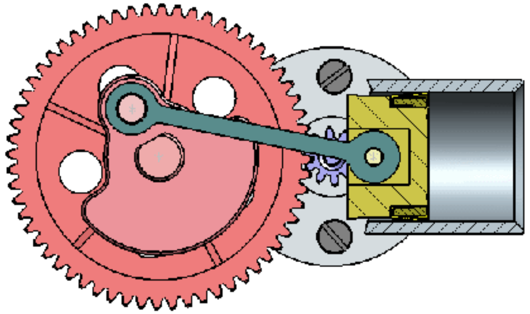
Etude cinématique

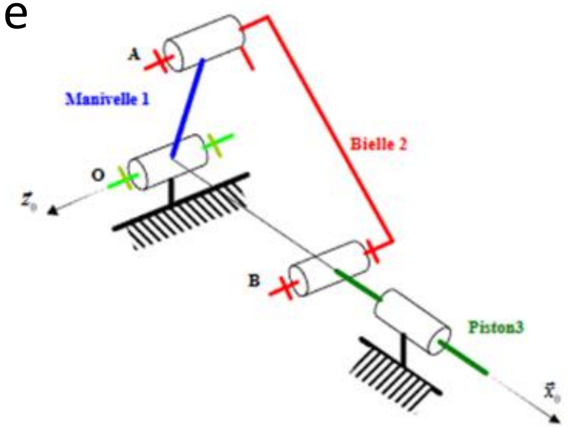
Méthodes

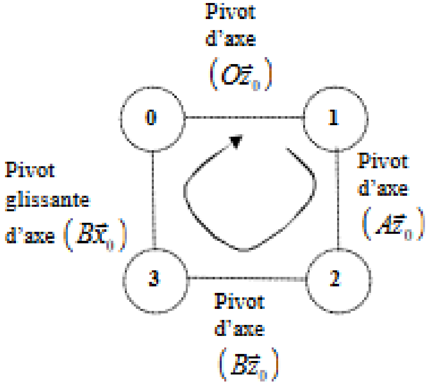
- <u>Fermetures cinématiques</u> → autant que de chaînes fermées indépendantes.

- <u>Fermetures géométriques</u> → plus simples à réaliser que les fermetures cinématiques (+ nécessaires lorsque le modèle fait apparaître deux angles).

<u>Exemple :</u> Système piston/bielle/manivelle







Etude statique (dynamique ou énergétique)

Objectif

- Détermination des torseurs d'inter-efforts dans les liaisons.

- Modèle **isostatique** (= même nombre d'inconnues que d'équations).
  → détermination totale.

- Modèle **hyperstatique** (= il y a plus d'inconnues que d'équations).

- Détermination des relations entre accélérations, efforts extérieurs au système et données inertielles et massiques (**équations de mouvement**).

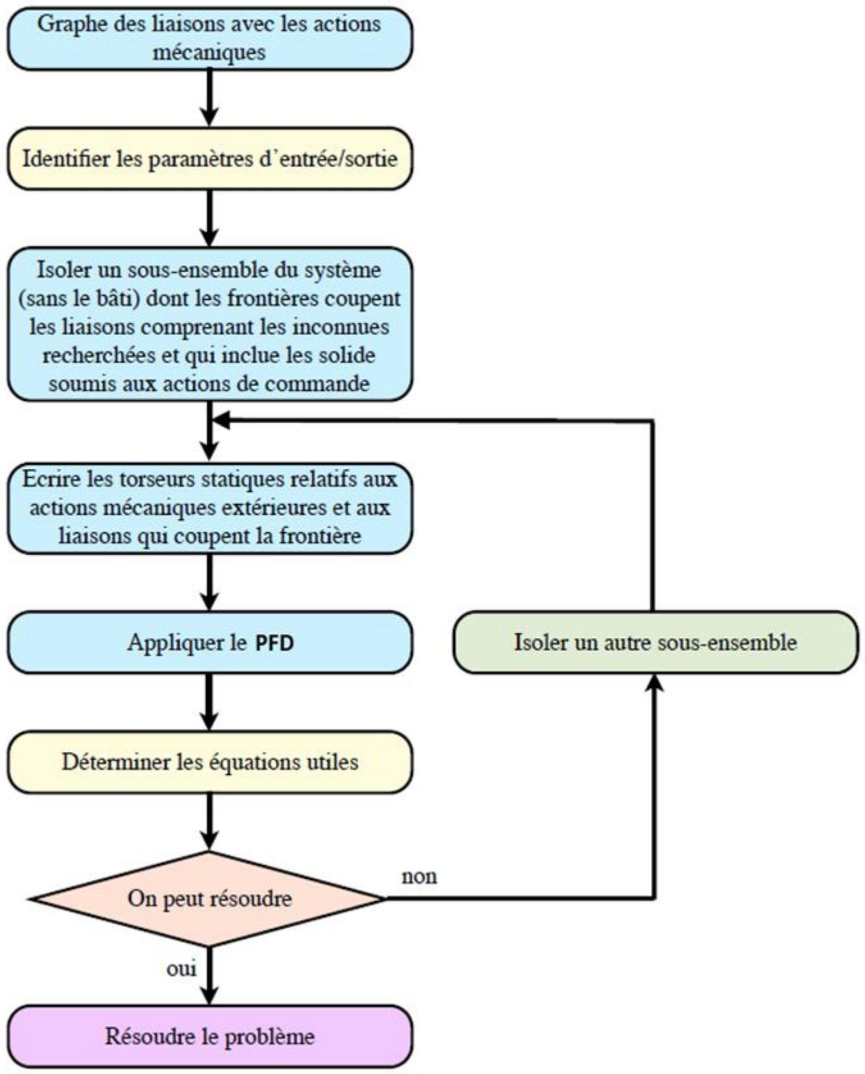
Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

- Graphe des liaisons + Efforts extérieurs.
- Torseurs (statiques et/ou cinématique) des liaisons.
- Isolement(s) → relier les données d’entrées à ce que l’on cherche.
- Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (**BAME**).
- Successions d’équilibres + minimum d’équations scalaires.
- PFD (ou PFS) ou théorème de l’énergie.

Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

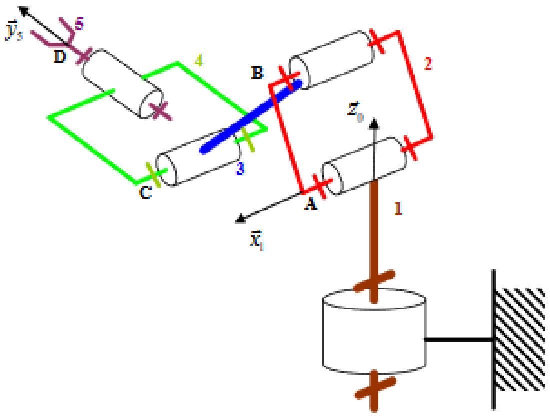


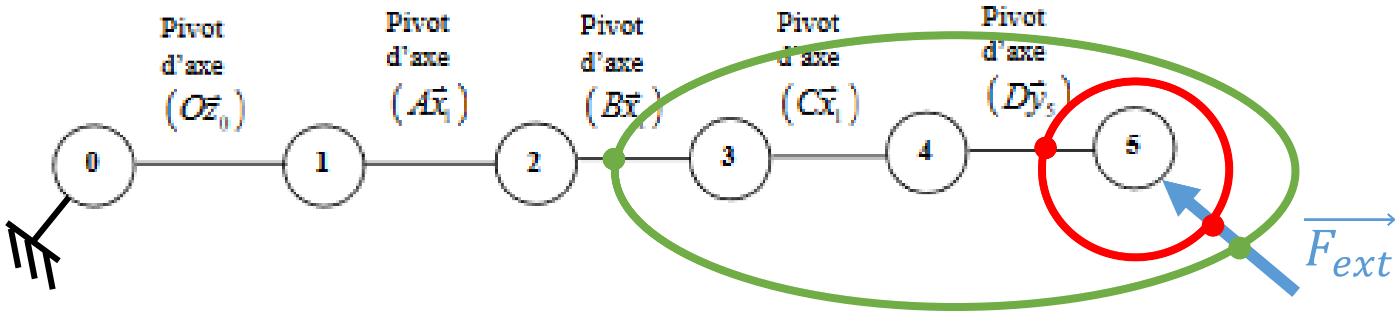
Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

<u>Remarques :</u>

- **Chaîne ouverte → Toujours possible de résoudre** (isostatique).
  - Isoler successivement le n^{ème} solide, le (n-1ème +n^{ème}), le (n-2ème + n-1ème +n^{ème}), …
  - Nombre d'équations indépendantes = nombre d'inconnues de liaison, à chaque fois.
  - Une des équations donne l'équation du mouvement (celle associée à la mobilité de la liaison considérée).





Etude statique (dynamique ou énergétique)

Méthodes

<u>Remarques :</u>

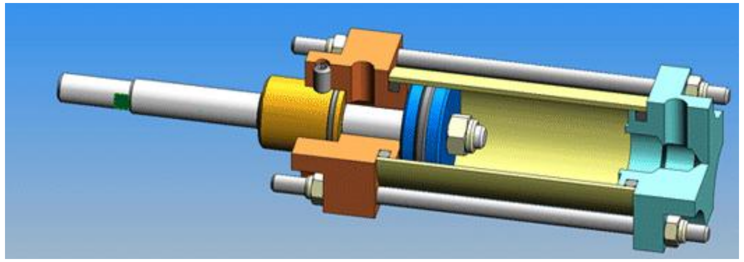
- Chaîne ouverte ou fermée :
  - Equation du mouvement → Torseurs de liaisons
    + Equations où il y a un « 0 » dans le torseur d'inter-effort
    + Point où il faut se placer dans le cas d'une équation de moment
    (on suit les mouvements …)

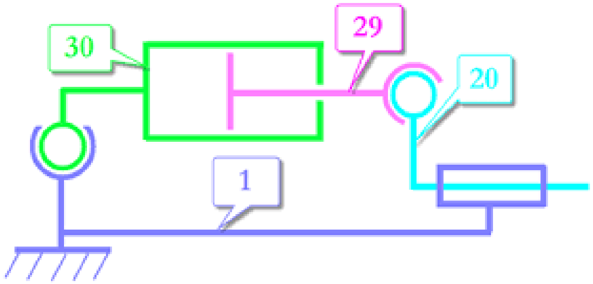
Etude statique (dynamique ou énergétique)

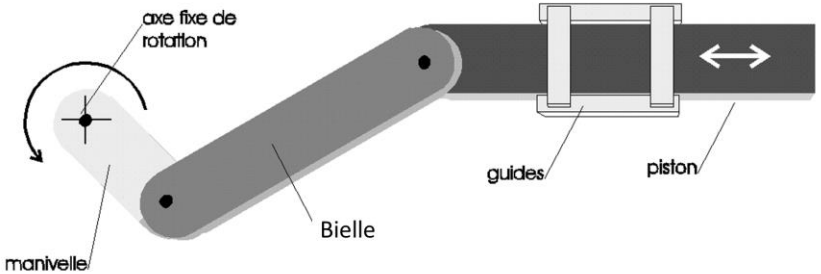
Méthodes

Remarques :

- **Vérins → Ensemble {corps + tige + fluide} = <u>ensemble soumis à deux forces ?</u>**
    - Informations sur le support de l'action du vérin + **directions d'effort**.
- **Bielles ou biellettes → Idem**







Principe fondamental de la dynamique du point

Cadre d'étude

Principe Fondamental de la Dynamique

→ Hypothèses :

- Espace = homogène, isotrope et euclidien.
- Temps = continu, uniforme et monotone.
- Masse (caractéristique de la matière) = positive et invariante.

Principe fondamental de la dynamique du point

Référentiel galiléen

Référentiel galiléen → **Référentiel dans lequel le PFD est vérifié**

<u>Concrètement :</u>

- Un espace géométrique euclidien 3D.
- Un espace temporel affine 1D + temps indépendant de l'espace géométrique.

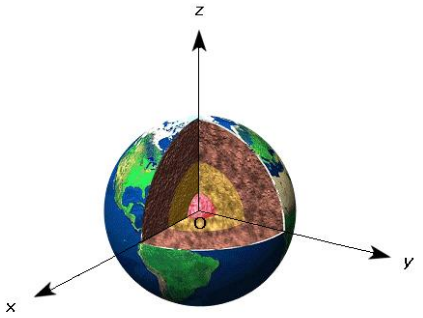
Principe fondamental de la dynamique du point

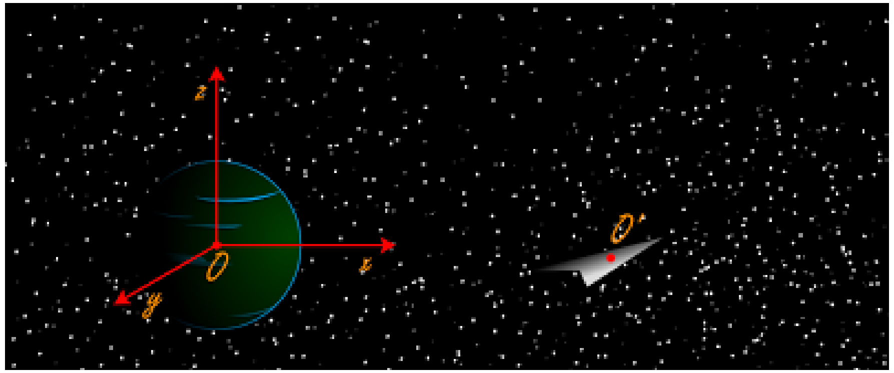
Référentiel galiléen

Pour la plupart de nos applications, un référentiel lié à la terre constitue une très bonne approximation d'un référentiel galiléen.

<u>Autres référentiels galiléens :</u>

- Référentiel de Copernic (centre du soleil, axes dirigés vers des étoiles fixes).
- Référentiel terrestre (centre de la terre, axes dirigés vers des étoiles fixes).





Principe fondamental de la dynamique du point

Principe fondamental de la dynamique pour une masse ponctuelle P_1

Théorème de la résultante dynamique (issu de la 2ème loi de Newton) :

$$\vec{F}\left(\overline{P_1} \to P_1\right) = m_1.\overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$$

Théorème du moment dynamique au point Q :

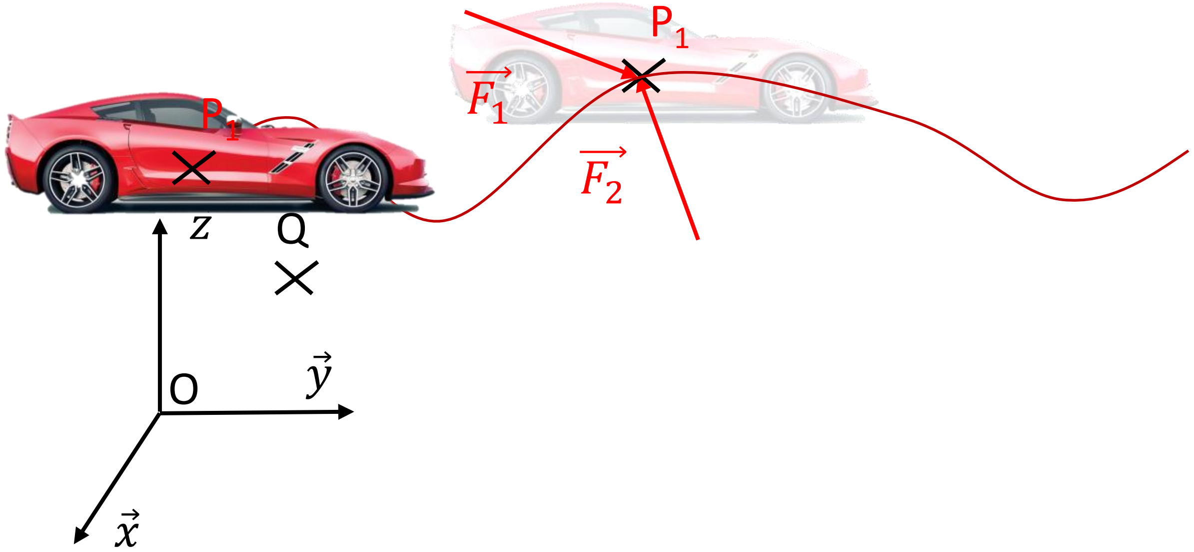
$$\overrightarrow{M_t}\left(Q, \overline{P_1} \to P_1\right) = \overrightarrow{QP_1} \wedge m_1.\overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$$

Principe fondamental de la dynamique du point

Principe fondamental de la dynamique pour une masse ponctuelle P_1

TRD $\vec{F}(\overline{P_1} \to P_1) = m_1.\overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$

TMD en Q $\overrightarrow{M_t}(Q, \overline{P_1} \to P_1) = \overrightarrow{QP_1} \wedge m_1.\overrightarrow{\Gamma(P_1/R_g)}$



Principe fondamental de la dynamique du point

Généralisation à l'isolement d'un système ∑ de n particules Pi

Théorème de la résultante dynamique :

$$\vec{F}(\bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i m_i . \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$$

Théorème du moment dynamique au point Q :

$$\overrightarrow{M_t}(Q, \bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i \overrightarrow{QP_i} \wedge m_i . \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$$

Principe fondamental de la dynamique du point

Généralisation à l'isolement d'un système ∑ de n particules Pi

TRD $\vec{F}(\bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i m_i . \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$

TMD en Q $\overrightarrow{M_t}(Q, \bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) = \sum_i \overrightarrow{QP_i} \wedge m_i . \overrightarrow{\Gamma(P_i/R_g)}$