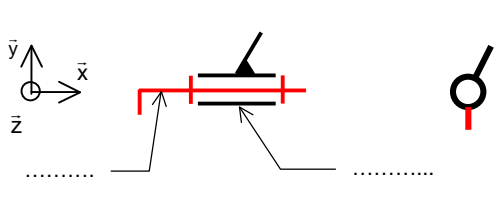
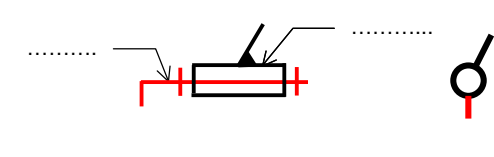
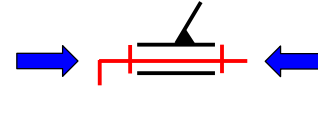
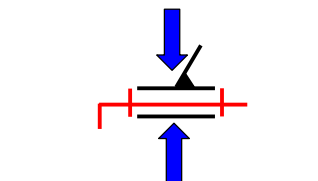
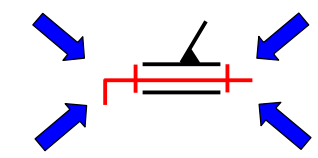


# LA LIAISON PIVOT

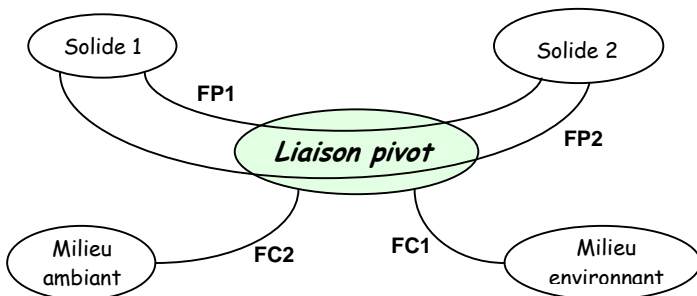
Par contact direct, paliers lisses (coussinets), ou roulements.

## 1. Analyse fonctionnelle de la liaison pivot

### 1.1. Rappels

| Symbole  | Degrés de liberté   | Types de charges appliquées à la liaison |   |   |           |     |     |           |     |     |           |     |     |  |
|--|---|--|---|---|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|--|
|  <p><i>Ou</i></p>  | <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\vec{x}</math></td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td><math>\vec{y}</math></td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td><math>\vec{z}</math></td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table> |  | T | R | $\vec{x}$ | ... | ... | $\vec{y}$ | ... | ... | $\vec{z}$ | ... | ... |  <p style="text-align: right;">(suivant l'axe de rotation)</p> <hr/>  <p style="text-align: right;">(perpendiculaires à l'axe de rotation)</p> <hr/>  <p style="text-align: right;">(axiales + radiales)</p> |
|  | T   | R  |   |   |           |     |     |           |     |     |           |     |     |  |
| $\vec{x}$  | ...   | ...                                      |   |   |           |     |     |           |     |     |           |     |     |  |
| $\vec{y}$  | ...   | ...                                      |   |   |           |     |     |           |     |     |           |     |     |  |
| $\vec{z}$  | ...   | ...                                      |   |   |           |     |     |           |     |     |           |     |     |  |

### 1.2. Enoncé des fonctions de service



- FP1 : .....
- FP2 : .....
- FC1 : .....
- (autres pièces du mécanisme, encombrement...)
- FC2 : Résister au milieu ambiant.

### 1.3. Cahier des charges fonctionnelles de la liaison pivot

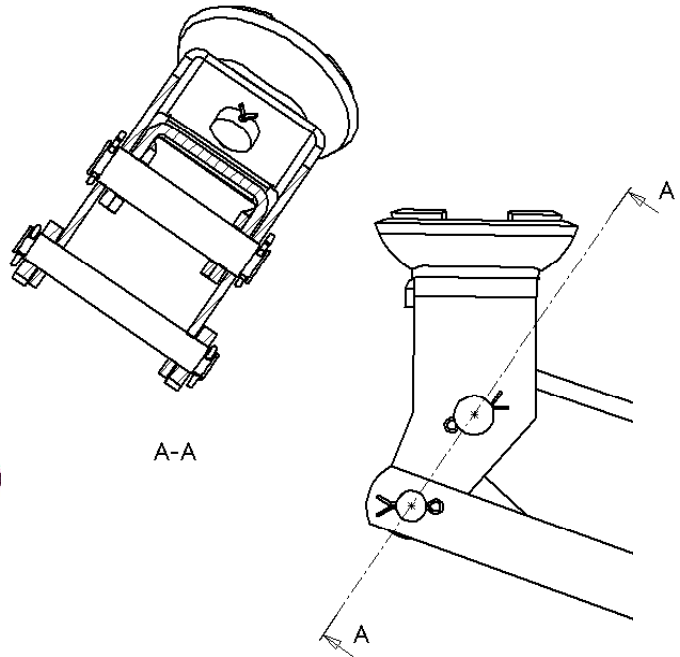
| Libellé de la fonction  | Critère d'appréciation   | Niveau   |
|---|--|--|
| <p><b>FP1</b> Guider en rotation autour d'un axe <u>2</u> par rapport à <u>1</u></p> <p>1. Facilité une mobilité</p> <p>2. Interdire les autres mobilités</p> | <p>Vitesse de rotation.<br/>Variation de la vitesse au cours du temps.<br/>Rendement de la liaison.<br/>Durée de vie.<br/>Coût.</p> <p><u>Mise en position</u> :<br/>Défauts de déplacements admissibles liés à la précision de positionnement :<br/>Ecart de position<br/>Ecart d'orientation</p> <p><u>Maintien en position</u><br/>Maintenabilité</p> | <p>tr / min<br/>Nombre de démarrages/arrêts par jours<br/>A optimiser<br/>N en heures de fonctionnement ou en cycles<br/>A minimiser</p> <p><math>\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z</math><br/><math>(\Delta\theta_x), \Delta\theta_y, \Delta\theta_z</math><br/>Démontable ou permanent<br/>Répétabilité</p> |

|     | Libellé de la fonction                                    | Critère d'appréciation  | Niveau  |
|-----|---|---|---|
| FP2 | Transmettre les actions mécaniques entre les deux solides | Action mécanique à transmettre par la liaison d'origine statique, ou dynamique.<br>Variation des efforts dans le temps.<br><br>Rendement de la liaison.<br>Durée de vie.<br>Coût. | $\{\tau_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} X_{21} & 0 \\ Y_{21} & M_{A21} \\ Z_{21} & N_{A21} \end{Bmatrix}_{(A, \bar{x}, \bar{y}, \bar{z})}$<br>$\eta = 1$ si $L_A = 0$ , $\eta < 1$ si $L_A \neq 0$<br>N en heures de fonctionnement ou en cycles<br>A minimiser |
| FC1 | S'adapter au milieu environnant                           | Encombrement.<br>Facilité d'entretien (accessibilité des organes).<br>Coût.   | A minimiser   |
| FC2 | Résister au milieu ambiant                                | Ambiance extérieure (corrosion physique, chimique, électrique ...).<br>Ambiance interne.<br>Lubrification.<br>Espacement des révisions d'entretien.<br>Durée de vie.<br>Coût.     | Température, dissipation de la chaleur, ...<br>Aucune, bain d'huile, graissage, ...<br>N <sub>max</sub> en heures de fonctionnement<br>N en heures de fonctionnement<br>A minimiser   |

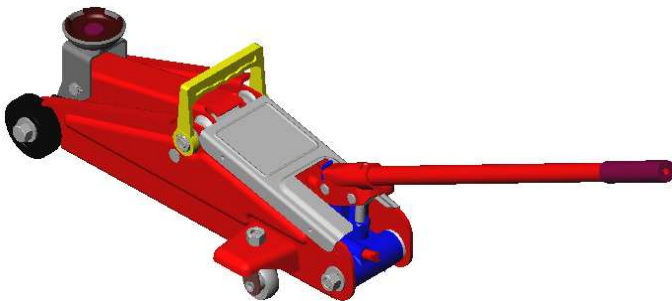
## 2. Solutions constructives de la liaison pivot

### 2.1. Liaison pivot par contact direct entre pièces

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



Exemple: Cric hydraulique

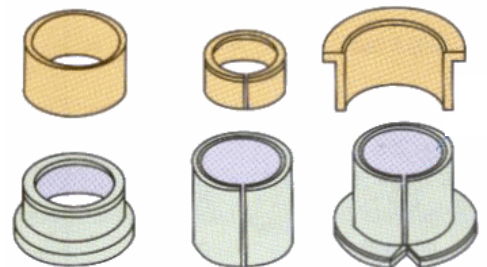


### 2.2. Liaison pivot par interposition d'un élément

#### 2.2.1. Interposition de paliers lisses (ou coussinets)

Economiques, souvent utilisés, les coussinets sont de forme tubulaire, avec ou sans collerette,...

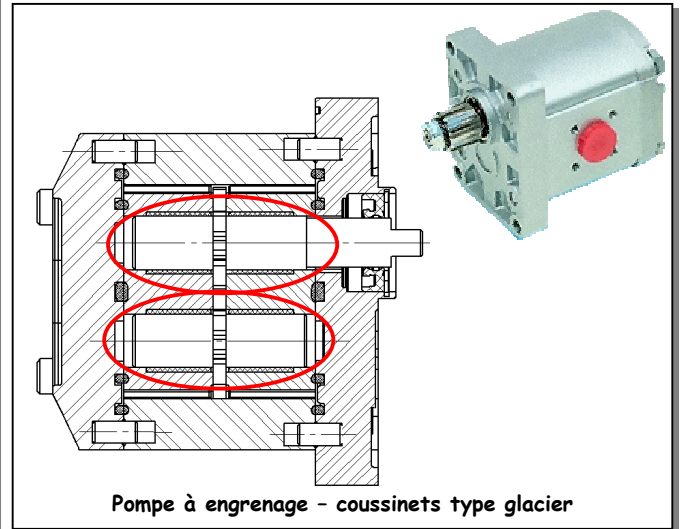
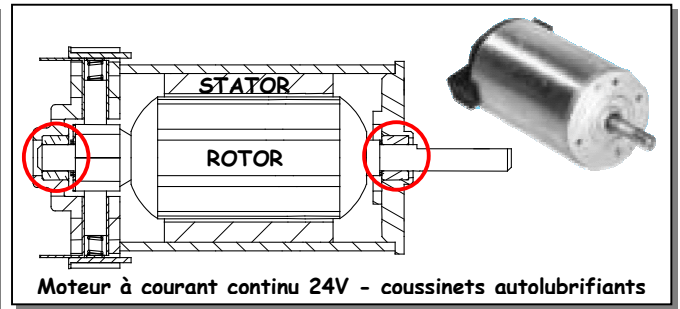
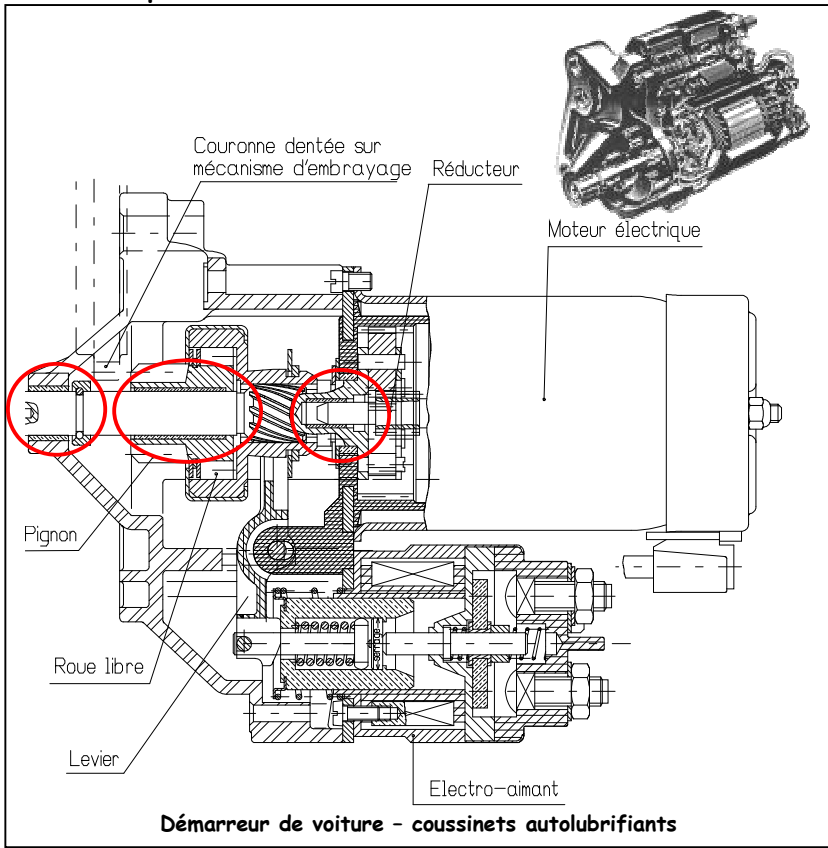
.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



Il existe plusieurs familles de coussinets (voir chapitre 2) :

.....  
 .....

Exemples d'utilisation de coussinets :



2.2.2. Interposition de paliers lisses (ou coussinets) hydrodynamiques

.....

.....

.....

.....

.....

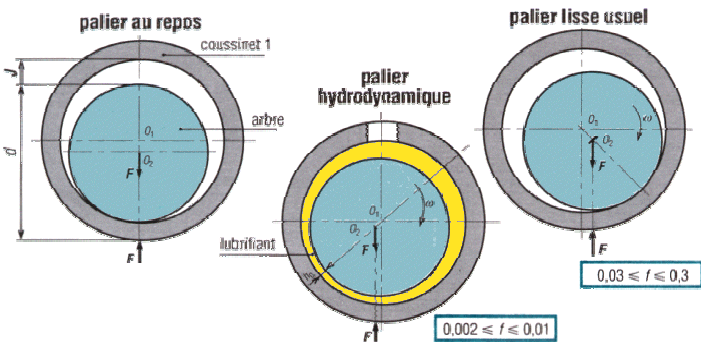
.....

.....

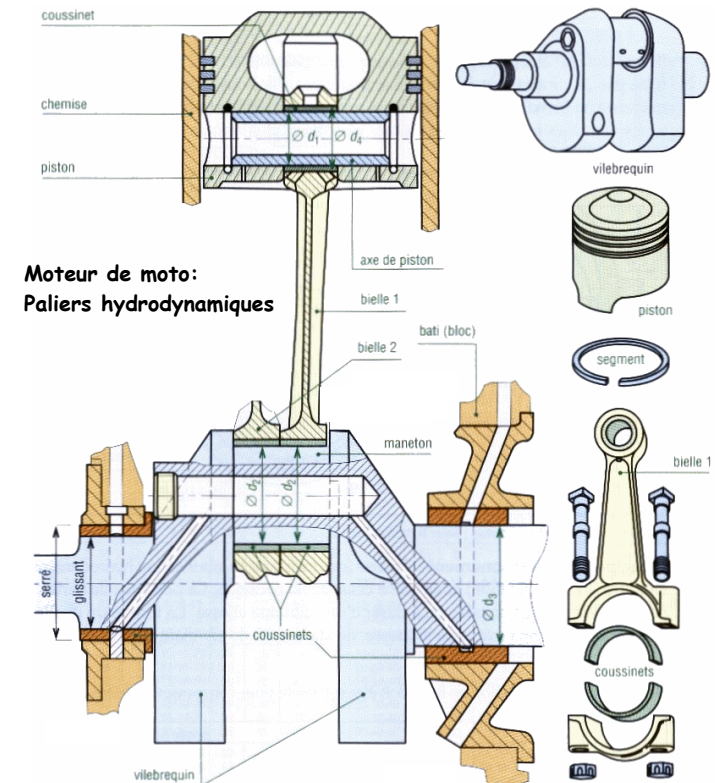
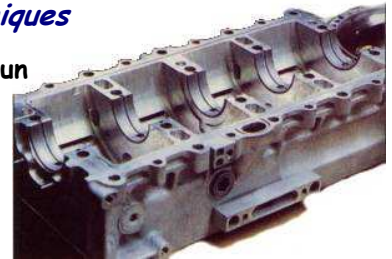
.....

.....

.....



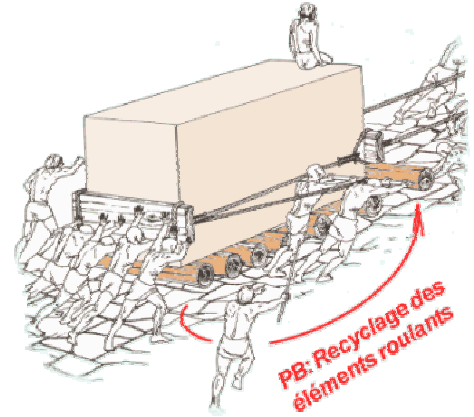
Exemple: Articulation d'un vilebrequin de véhicule



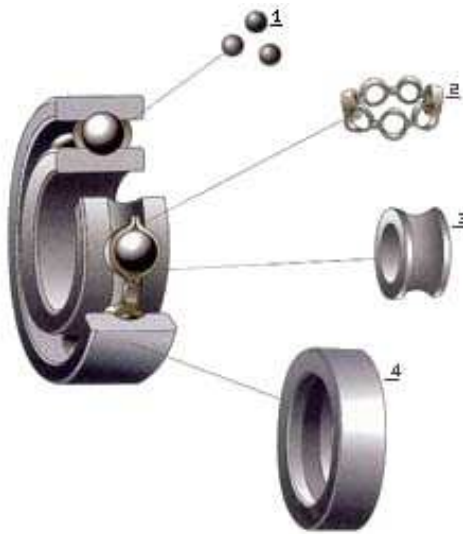
**2.2.3. Interposition d'éléments roulants (roulements)**

Dès l'antiquité, les hommes eurent recours à des éléments roulants dans le transport de lourdes charges essentiellement pour la construction de leurs édifices.

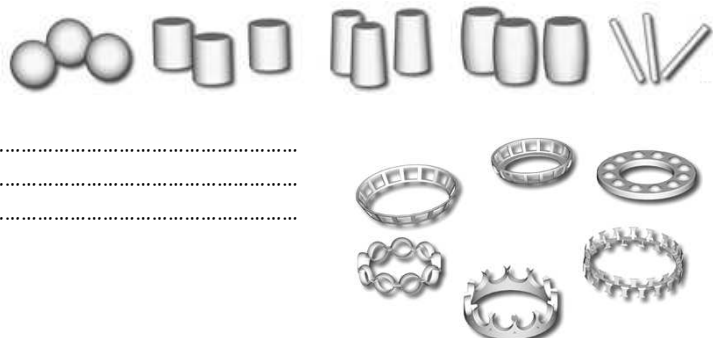
C'est Léonard de Vinci au XV<sup>ème</sup> siècle qui approcha le premier les formes des roulements actuels.



**a) Constitution d'un roulement**
















- 1 - ..... : .....
- 2 - ..... : .....
- 3 - ..... : .....
- 4 - ..... : .....



**b) Les différents types de roulements**

| TYPE                               | BAGUE EXTERIEURE | BAGUE INTERIEURE | ÉLÉMENTS ROULANTS | CAGE                |               |                |
|------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------|----------------|
|                                    |                  |                  |                   | Matière synthétique | Tôle emboutie | Massive usinée |
| Roulements à billes                |                  |                  |                   |                     |               |                |
| Roulements à rouleaux cylindriques |                  |                  |                   |                     |               |                |
| Roulements à rouleaux coniques     | Cuvette          | Cône             |                   |                     |               |                |

| TYPE  | BAGUE EXTERIEURE  | BAGUE INTERIEURE  | ELEMENTS ROULANTS   | CAGE   |   |   |
|---|---|---|---|--|---|---|
|   |   |   |   | Matière synthétique  | Tôle emboutie   | Massive usinée  |
| <br>Roulements à rouleaux sphériques |  |  |  |  |  |  |
| <br>Roulements à aiguilles           |  |  |  |  |  |   |

c) Critères de choix d'un roulement

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

\*

3. Comparaison de ces différentes solutions constructives

| Avantages contact direct | Avantages des paliers lisses   | Avantages des roulements   |
|--------------------------|--|--|
| - coût<br>- encombrement | - suppression de graisseurs et d'entretien<br>- peu encombrant radialement<br>- coût faible<br>- peu sensible aux poussières et aux corps étrangers<br>- Fonctionnement silencieux, pas de grippage<br><u>propres aux paliers lisses hydrostatiques, hydrodynamiques</u><br>- durée de vie non limitée ou peu par l'usure<br>- supportent bien les chocs et vibrations | - peu encombrant axialement<br>- lubrification facile à réaliser<br>- facilement interchangeables<br>- supportent tous types de charges élevées<br>- une avarie est signalée par un bruit et des vibrations croissantes. |

\* Rappel: Différents types de charges appliquées aux roulements

