



# Liaisons entre Solides d'un mécanisme

## 2<sup>ème</sup> partie : ASSOCIATIONS DE LIAISONS

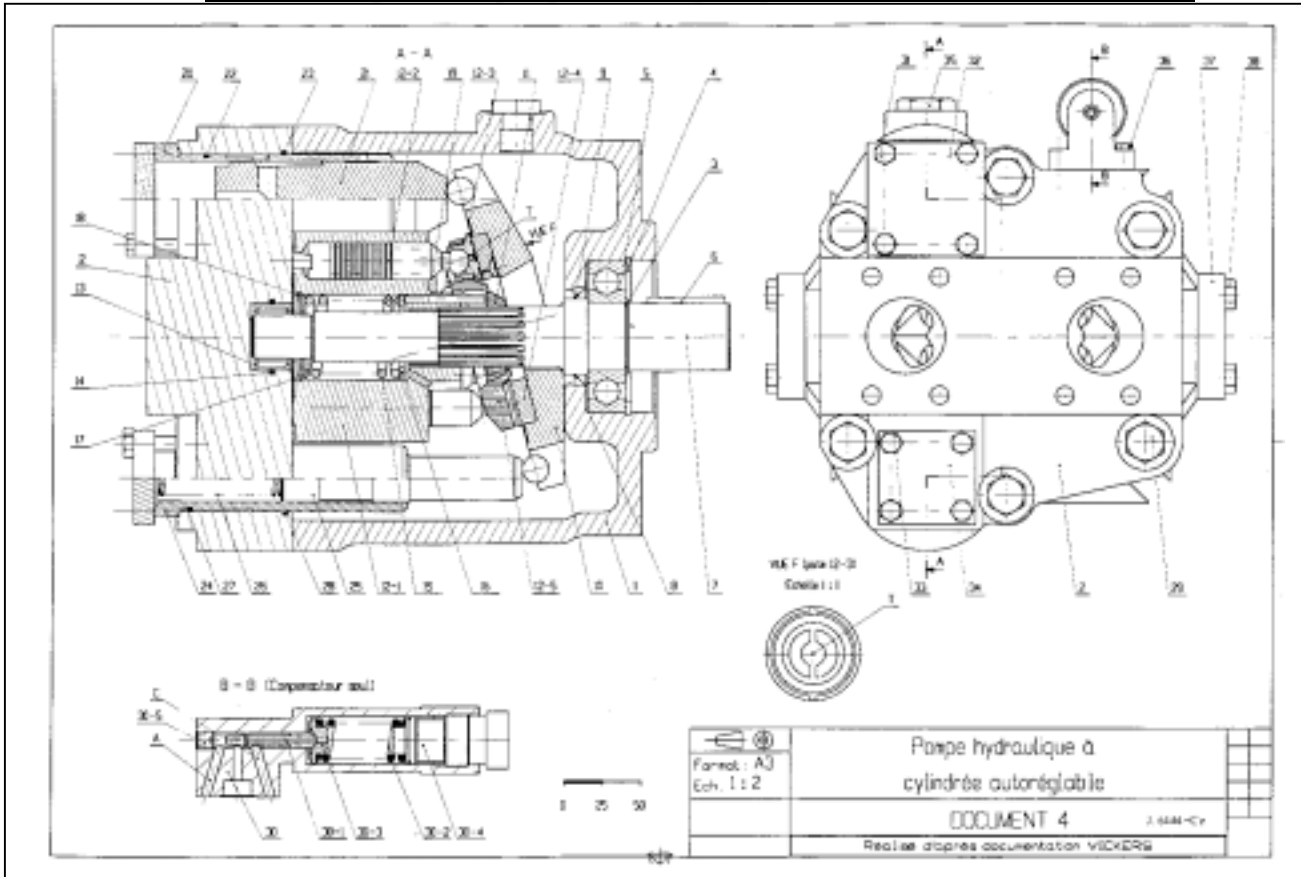
<b>1.1. DEFINITIONS.....</b>	<b>2</b>
1.1.1. Dessin technique d'un mécanisme .....	2
1.1.2. Schémas cinématiques d'un mécanisme.....	4
1.1.2.1 Schéma cinématique fonctionnel minimal .....	4
1.1.2.2 Schéma cinématique structurel .....	4
1.1.3. Graphe des liaisons d'un mécanisme ou graphe des structures .....	4
1.1.3.1 Méthode.....	4
1.1.3.2 Graphe de structure fermé.....	4
1.1.3.2.1 Pompe hydraulique à pistons axiaux .....	4
1.1.3.2.1.1 Schéma cinématique d'une pompe à piston axiaux : .....	4
1.1.3.2.1.2 Graphe des liaisons d'une pompe à pistons axiaux .....	6
1.1.3.3 Graphe de structure ouvert.....	6
1.1.3.3.1 Bras manipulateur : modélisation sous le point de vue de la cinématique.....	6
1.1.3.3.1.1 Présentation schématique du bras manipulateur.....	6
1.1.3.3.2 Passage progressif d'une réalité vers une modélisation du point de vue de la cinématique. ....	7
1.1.3.3.2.1 Graphe des structures (ou de liaisons).....	7
1.1.3.3.3 Définition de la géométrie juste nécessaire pour étudier la cinématique du bras manipulateur.....	7
1.2. LIAISONS CINEMATIQUEMENT EQUIVALENTES .....	8
1.2.1. Liaison cinématiquement équivalente à $n$ liaisons associées en série .....	8
1.2.1.1 Définition.....	8
1.2.1.2 Torseur cinématique équivalent $\left\{ \begin{matrix} \mathcal{V} \\ eq \\ \mathcal{J}_A \end{matrix} \right\}$ .....	8
1.2.1.3 Applications.....	8
1.2.1.3.1 Réalisation d'une liaison Sphère/Plan (ponctuelle) de normale $(E, \vec{y})$ .....	8
1.2.1.3.2 Réalisation d'une liaison Cylindre/Plan (linéaire rectiligne) $(E, \vec{y}, \vec{u})$ .....	9
1.2.1.3.3 Réalisation d'une liaison Sphère/Cylindre (linéaire annulaire) $(E, \vec{x})$ .....	10
1.2.2. Liaison cinématiquement équivalente à $n$ liaisons associées en parallèle.....	11
1.2.2.1 Définition.....	11
1.2.2.2 Torseur cinématique équivalent $\left\{ \begin{matrix} \mathcal{V} \\ eq \\ \mathcal{J}_A \end{matrix} \right\}$ .....	11
1.2.2.3 Applications.....	11
1.2.2.3.1 Réalisation d'une liaison glissière de direction $(O, \vec{x})$ .....	11
1.2.2.3.2 Réalisation d'une liaison sphérique à doigt $(O, \vec{x}, \vec{z})$ .....	12

## 1. ASSOCIATIONS DE LIAISONS

### 1.1. Définitions

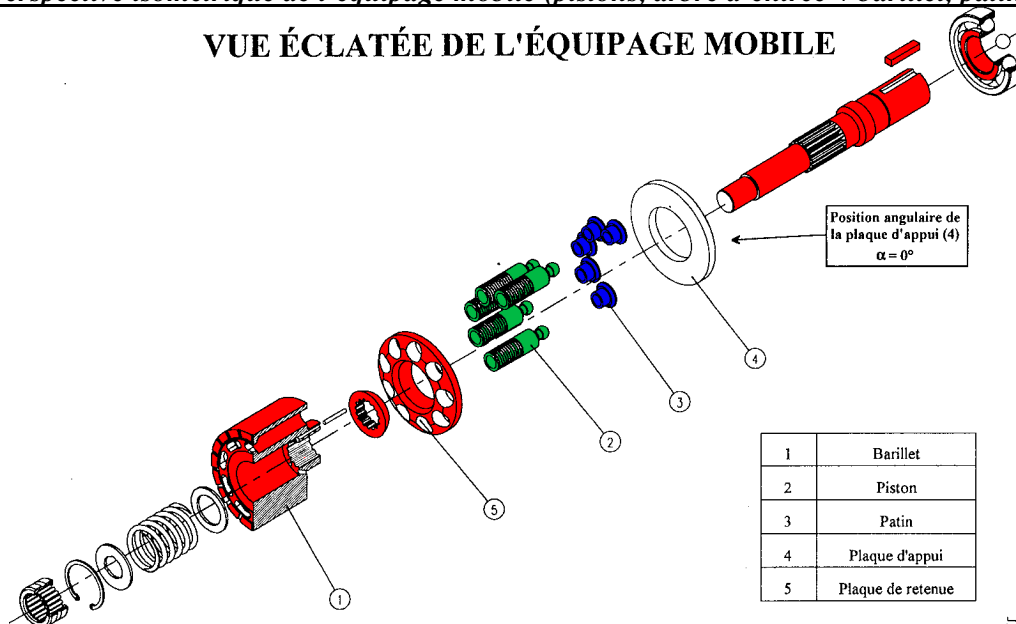
#### 1.1.1. Dessin technique d'un mécanisme

Dessin technique d'une pompe hydraulique à pistons axiaux à cylindrée variable.



Perspective isométrique de l'équipage mobile (pistons, arbre d'entrée + barillet, patins)

### VUE ÉCLATÉE DE L'ÉQUIPAGE MOBILE



*Nomenclature associée au dessin technique de la pompe :*

48	Vis H	4
47	Plaque	4
46	Joint torique	1
45	Joint torique	1
44	Ressort	1
43	Piston	1
42	Cylindre	1
41	Joint torique	1
40	Plaque	1
39	Vis H	4
38	Entretoise	1
37	Joint torique	1
36	Piston	1
35	Joint torique	1
34	Cylindre	1
33	Joint torique	1
32	Bouchon	5
31	Vis H	6
30	Compensateur	1
29	Vis C	1
28	Plaquette : Sens de rotation	2
27	Plaque d'identification	1
26	Vis C	1
25	Vis C	2
24	Plaque d'identification	14
23	Vis CHc	8
22	Plaque	2
21	Joint d'étanchéité	2
20	Axe	2
19	Roulement à aiguilles	2
18	Aiguille	2
17	Bouchon de vidange	1
16	Joint torique	1
15	Joint d'étanchéité	1
14	anneau élastique	1
13	Roulement à aiguilles	1
12	Ensemble mobile	1
11	Vis CHc	2
10	Etrier	1
9	Entretoise	1
8	Rondelle	1
7	Arbre	1
6	Clavette	1
5	Roulement à billes	1
4	Circlips	1
3	Circlips	1
2	Couvercle	1
1	Carter	1
<b>N°</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nb</b>

## 1.1.2. Schémas cinématiques d'un mécanisme

### 1.1.2.1 Schéma cinématique fonctionnel minimal

*Représentation conventionnelle rendant compte uniquement des mobilités des liaisons. Il n'existe qu'un schéma cinématique minimal.*

### 1.1.2.2 Schéma cinématique structurel

*Représentation conventionnelle rendant compte de la géométrie des contacts des liaisons c »est à dire la géométrie minimale du graphe de structure. Pour un schéma cinématique minimal donné, il peut exister plusieurs schémas cinématiques structurels.*

## 1.1.3. Graphe des liaisons d'un mécanisme ou graphe des structures

Représentation structurelle plane du mécanisme permettant, à partir du schéma cinématique :

- de définir les solides modélisant les sous-ensembles de pièces cinématiquement liées. (sommets du graphe)
- de choisir le référentiel galiléen
- d'associer à chaque solide un repère affine
- de représenter par les arcs du graphes, les liaisons normalisées (usuelles) liant les solides du mécanisme. (sous forme graphique ou sous forme torseurienne)
- de définir parfaitement la géométrie juste nécessaire
- en dynamique de placer les actions mécaniques extérieures aux différents solides, autres que les actions mécanique modélisées par les arcs du graphe.
- d'intégrer les données inertielles des différents solides (matrices d'inertie et centre d'inertie par exemples).

### 1.1.3.1 Méthode

⇒ *Les solides, numérotés de 1 à n, occupent les sommets du graphe de structure. Le galiléen est toujours repéré  $\underline{0}$ .*

⇒ *Les liaisons  $\sigma_{ij}$  relient les sommets du graphe (arcs du graphe de structure).*

⇒ *Le nombre de cycles (ou boucles) indépendants (es) constituant le graphe noté  $\gamma$  appelé nombre cyclomatique, est tel que :*

$$\gamma = l - n$$

### 1.1.3.2 Graphe de structure fermé

#### 1.1.3.2.1 Pompe hydraulique à pistons axiaux

##### 1.1.3.2.1.1 Schéma cinématique d'une pompe à piston axiaux :

A partir du dessin technique, l'élaboration du schéma cinématique est développée dans un travail dirigé lié à ce cours. Mais il faut colorier de la même couleur toutes pièces en liaison complète (liaison encastrement). Ces différents sous-ensembles seront modélisés par un même solide (sommets du graphe des liaisons).