



# ETUDE DES CHAINES FERMEES

## (1<sup>ère</sup> partie)

**Plan** (Cliquer sur le titre pour accéder au paragraphe)

\*\*\*\*\*

1	PRESENTATION.....	1
1.1	Objectifs .....	1
1.2	Modèles retenus.....	1
1.2.1	Concernant les solides et les liaisons.....	1
1.2.2	Graphe des liaisons d'un mécanisme.....	1
2	ETUDE DES CHAINES FERMEES .....	5
2.1	Objectifs .....	5
2.2	Analyse géométrique des chaînes fermées .....	5
2.2.1	Objectifs.....	5
2.2.2	Fermeture géométrique .....	5
2.2.3	Méthode de résolution.....	5
2.2.4	Exemple traité : Malaxeur mélangeur.....	6
2.3	Analyse cinématique des chaînes fermées .....	8
2.3.1	Intérêt de l'analyse cinématique .....	8
2.3.2	Objectifs.....	8
2.3.3	Fermeture cinématique.....	8
2.3.4	Méthode de résolution.....	8
2.3.5	Mobilité du mécanisme.....	9
2.3.6	Exemple traité : Malaxeur-mélangeur.....	10

\*\*\*\*\*

# 1 PRESENTATION

## 1.1 Objectifs

Analyser les comportements cinématique et statique d'un mécanisme c'est :

- Déterminer les relations entrées sorties du mécanisme.
- Déterminer le degré de mobilité du mécanisme.
- Déterminer le degré d'hyperstaticité du mécanisme.
- Modifier le mécanisme afin de le rendre isostatique si nécessaire.

## 1.2 Modèles retenus

### 1.2.1 CONCERNANT LES SOLIDES ET LES LIAISONS

- Les solides sont considérés comme indéformables.
- Les liaisons reliant les solides sont considérées comme parfaites cinématiquement (sans jeu) et statiquement (sans frottement). Les contacts sont bilatéraux.
- La masse de chaque solide est considérée comme nulle. Ainsi les effets dynamiques sont négligés et il est possible d'appliquer le principe fondamental de la statique à tout système matériel issu du mécanisme étudié.

### 1.2.2 GRAPHE DES LIAISONS D'UN MECANISME

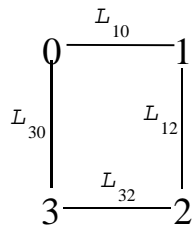
#### 1.2.2.1 Définitions

Le graphe des liaisons d'un mécanisme est une représentation plane permettant, à partir du schéma cinématique, d'identifier les liaisons normalisées liant les solides du mécanisme.

On définit ainsi :

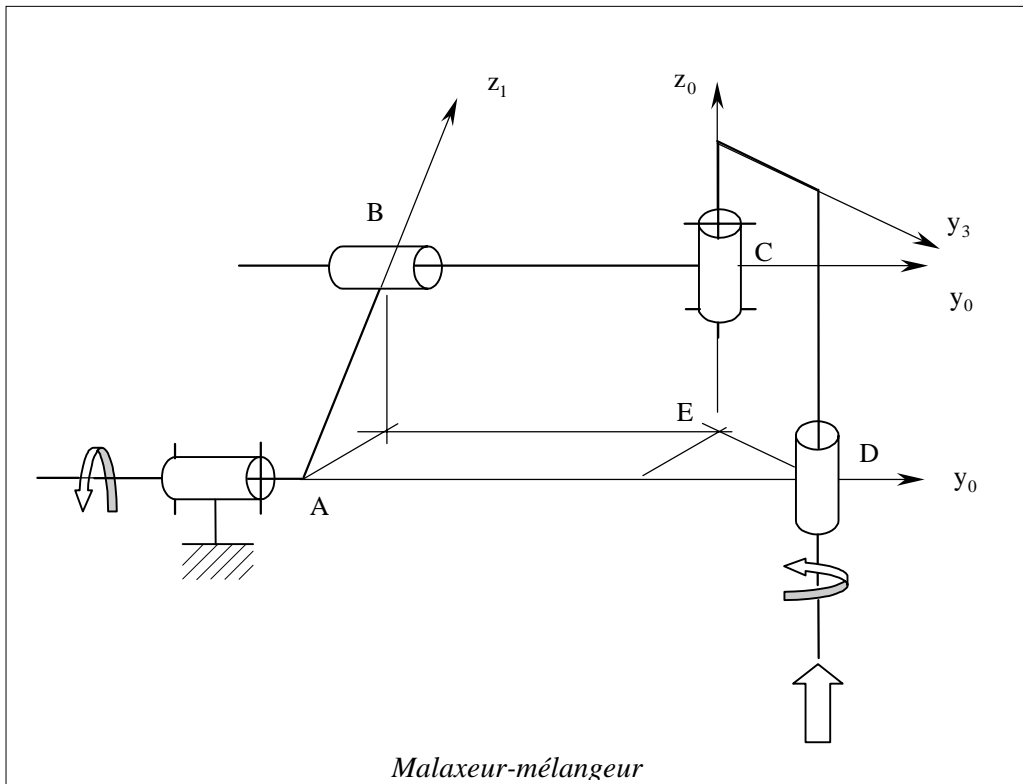
$n$	Nombre de solides (sauf le bâti) du mécanisme
$l$	Nombre de liaisons du mécanisme
$\gamma = 1 -$	Nombre de cycles indépendants

1.2.2.2 Graphe simple fermé : Malaxeur-mélangeur

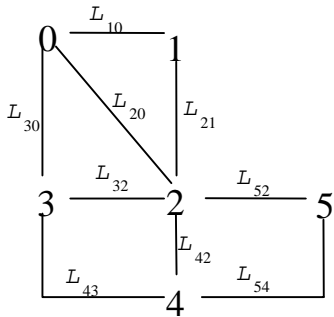


- $L_{10}$  : Pivot d'axe ( $A, \vec{y}_0$ )
- $L_{32}$  : Pivot d'axe ( $C, \vec{z}_0$ )
- $L_{30}$  : Pivot glissant d'axe ( $D, \vec{z}_0$ )
- $L_{21}$  : Pivot glissant d'axe ( $B, \vec{y}_0$ )

nb de solides (sauf le bâti)  $n = 3$   
 nb de liaisons  $l = 4$   
 nb de cycles indépendants  $\gamma = 1$

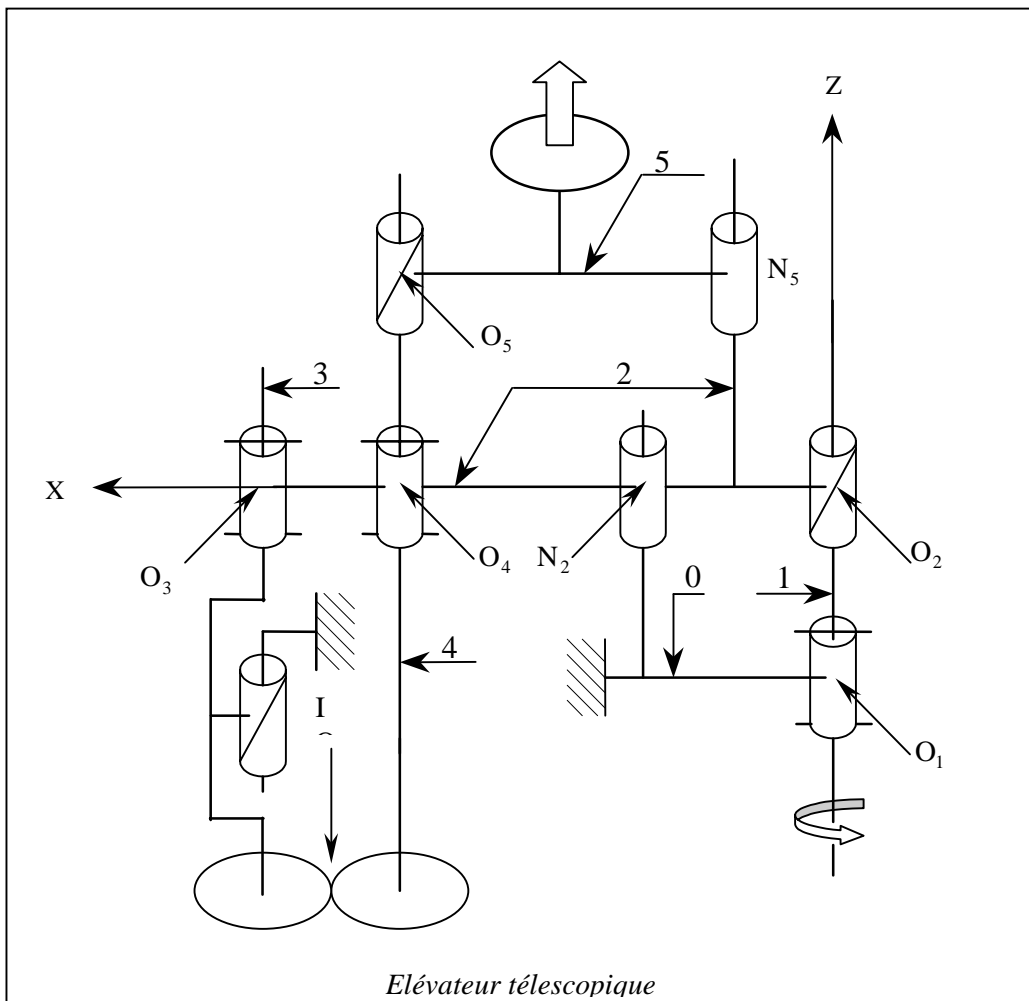


1.2.2.3 Graphe complexe fermé : Elévateur télescopique

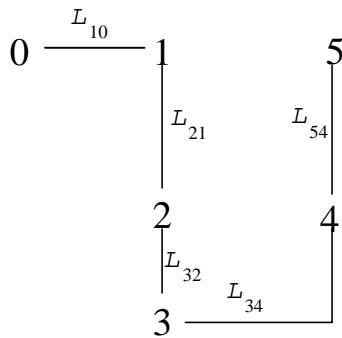


- $L_{10}$  : Pivot d'axe  $(O_1, \bar{z})$
- $L_{21}$  : Hélicoïdale d'axe  $(O_2, \bar{z})$
- $L_{30}$  : Hélicoïdale d'axe  $(O_3, \bar{z})$
- $L_{20}$  : Pivot glissant d'axe  $(N_2, \bar{z})$
- $L_{32}$  : Pivot d'axe  $(O_1, \bar{z})$
- $L_{43}$  : Ponctuelle de normale  $(I, \bar{x})$
- $L_{54}$  : Hélicoïdale d'axe  $(O_5, \bar{z})$
- $L_{52}$  : Pivot glissant  $(N_5, \bar{z})$
- $L_{42}$  : Pivot d'axe  $(O_4, \bar{z})$

nb de solides  $n = 5$   
 nb de liaisons  $l = 9$   
 nb de cycles indépendants  $\gamma = 4$

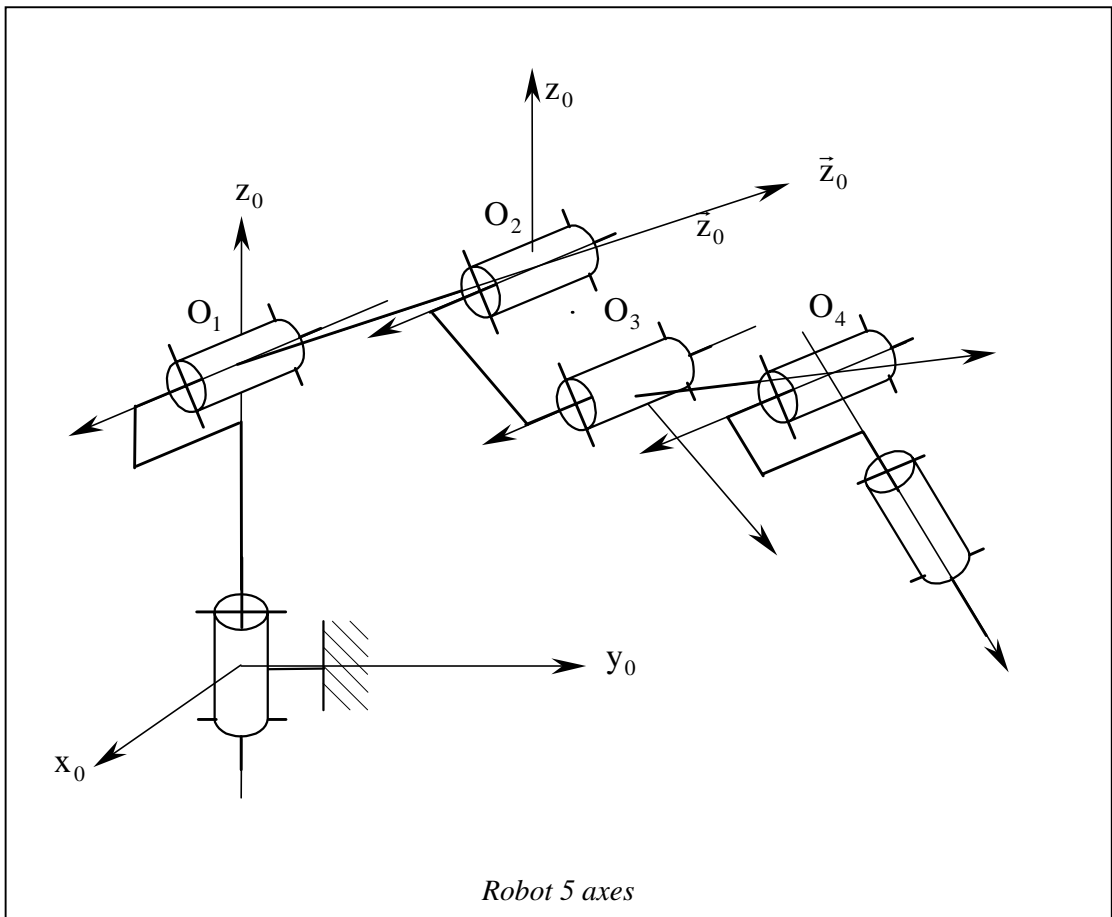


1.2.2.4 Graphe ouvert : Robot Eric 5 axes



- $L_{10}$  : Pivot d'axe  $(O_1, \vec{z}_1)$
- $L_{21}$  : Pivot d'axe  $(O_1, \vec{x}_1)$
- $L_{32}$  : Pivot d'axe  $(O_2, \vec{x}_1)$
- $L_{43}$  : Pivot d'axe  $(O_3, \vec{x}_1)$
- $L_{54}$  : Pivot d'axe  $(O_3, \vec{y}_4)$

nb de solides  $n = 5$   
 nb de liaisons  $l = 5$



Les trois exemples traités ci-dessus montrent bien la diversité des mécanismes existants. Les chaînes de solides sont donc fermées ou ouvertes. L'étude qui suit est consacrée particulièrement aux chaînes fermées simples ou complexes.