

# **4.1 Exercices de cinématique : liaisons en série, liaisons en parallèle**

---

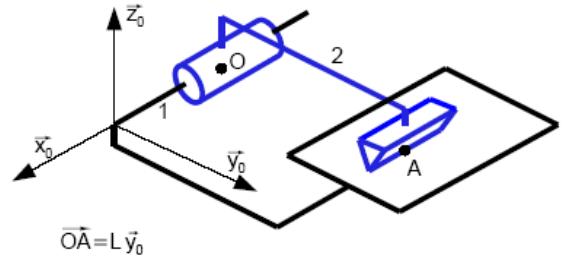
## **Table des matières**

4.1.1 Guidage d'un coulisseau :	2
I Présentation:	2
II Travail demandé :	2
4.1.2 Articulation complexe :	2
I Présentation:	2
II Travail demandé :	2
4.1.3 Machine de brunissage :	3
I Présentation :	3
II Travail demandé :	4
4.1.4 Bogie :	4
I Présentation :	4
II Travail demandé :	5
4.1.5 Machine de traction :	6
Travail demandé :	7

## 4.1 Guidage d'un coulisseau :

### I Présentation:

Soit un assemblage entre deux solides représenté par le schéma cinématique ci-dessous. On demande d'identifier en répondant successivement aux questions suivantes la liaison équivalente.



$$\overline{OA} = L \vec{y}_0$$

### II Travail demandé :

**Q1.** Identifier les liaisons en  $O$  et  $A$  et réaliser le graphe.

**Q2.** Déterminer les torseurs cinématiques compatibles avec chaque liaison.

**Q3.** Déterminer la liaison équivalente, on donne  $\overrightarrow{OA} = L \cdot \vec{y}_0$

## 4.2 Articulation complexe :

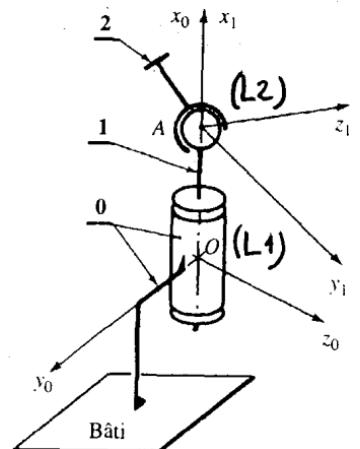
### I Présentation:

Paramétrage géométrique des liaisons : Cette chaîne est constituée par l'assemblage deux solides mobiles  $1$  et  $2$  d'un bâti  $0$  reliés par deux liaisons  $L_1$  et  $L_2$ .

- $R_0(O; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  est lié à  $0$
- $R_1(A; \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  est lié à  $1$
- $R_2(A; \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  (non représenté) est lié à  $2$

On note :

- $(\vec{y}_0, \vec{y}_1) = \alpha$
- $\overrightarrow{OA} = a \vec{x}_0$  ( $a$  est une constante positive).



### II Travail demandé :

**Q1.** Identifier les liaisons  $L_1$  et  $L_2$  et préciser leurs orientations.

**Q2.** Faire le graphe des liaisons

**Q3.** Torseurs cinématiques :

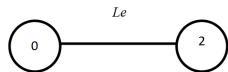
**Q3.1.** Déterminer le torseur cinématique  $\left\{ \mathcal{V}_{L_1} \right\}$  compatible avec la liaison  $L_1$ . Vous

préciserez les composantes de ce torseur dans la base qui vous paraît la plus intéressante.

**Q3.2.** Même question avec le torseur cinématique  $\left\{ \mathcal{V}_{L_2} \right\}$  compatible avec la liaison  $L_2$ .

**Q3.3** Même question avec le torseur cinématique  $\left\{ \mathcal{V}_{L_2} \right\}$  compatible avec la liaison  $L_2$

**Q4.** Déterminer le torseur cinématique  $\left\{ \mathcal{V}_{Le} \right\}_0$  compatible avec la liaison équivalente telle que :



### 4.1.3 Machine de brunissage :

#### I Présentation :

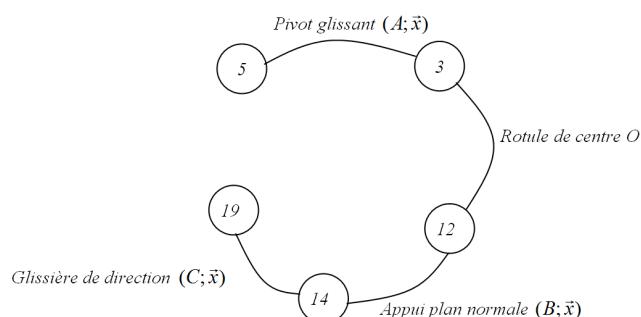
Le brunissage est un procédé de traitement de surfaces qui permet de colorer des pièces mécaniques métalliques. Les couleurs obtenues varient en fonction de la nature des bains entre le brun et le noir. La coloration est obtenue en trempant les pièces dans plusieurs bains dont un de brunissage composé de sel spécial à une température de  $144^{\circ}C$ . Un cycle d'agitation a lieu dans chaque bain, afin d'uniformiser l'efficacité des produits.

Le dispositif mécanique de la machine de brunissage est constitué d'un plateau longitudinal repéré 14 guidé en translation horizontale et actionné par un vérin longitudinal repéré 5 appelé commercialement « vérin sans tige linéaire ».

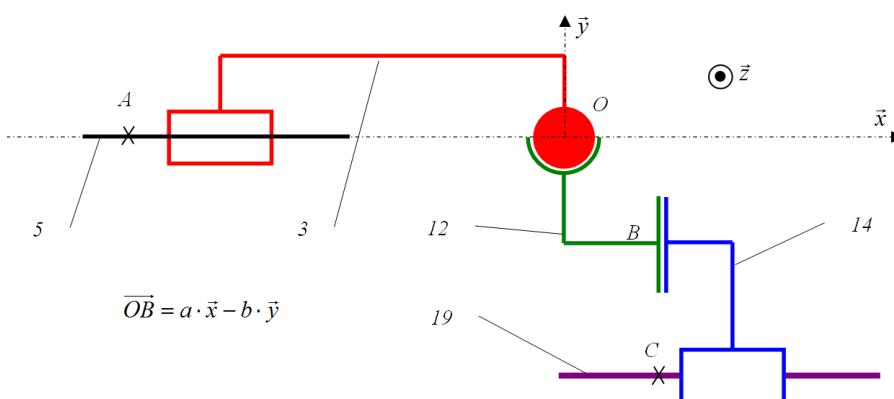
Sur le plateau est fixé un deuxième vérin appelé « vérin vertical anti-rotation » à l'extrémité basse duquel est fixé le panier contenant les pièces à brunir.

La modélisation cinématique de la liaison entre le plateau 14 et le manchon 3 du système a permis de réaliser :

- Le graphe des liaisons entre les sous ensembles 3, 5, 14, 12 et 19

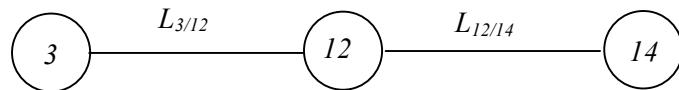


- Le schéma cinématique, relatif au graphe précédent dans le plan  $(O; \vec{x}, \vec{y})$

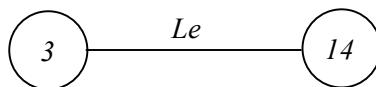


## II Travail demande :

**Q1.** Déterminer la nature et l'orientation de liaison équivalente « *Le* » au point O entre le plateau 14 et le manchon 3 en réduisant la chaîne suivante :



Afin d'obtenir la chaîne réduite suivante :



**Q2.** A partir du schéma cinématique précédent, réaliser le nouveau schéma faisant apparaître le remplacement des deux liaisons par la liaison équivalente (schéma cinématique minimal).

## 4.1.4 Bogie :

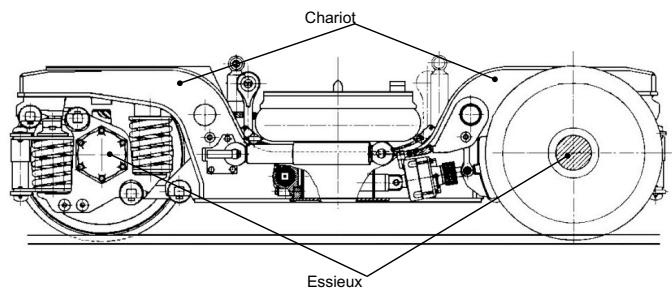
### I Présentation :

L'étude proposée concerne les trains à grande vitesse. La jonction entre la caisse de la voiture et les essieux passe inévitablement par un élément appelé bogie. On s'intéresse à la conception du bogie liée à la recherche constante voulant concilier vitesse de transport élevée et quiétude du voyageur.

Chaque voiture est posée sur deux bogies qui lui sont propres ou communs à deux voitures.

#### 1) Présentation du bogie (voiture non représentée) :

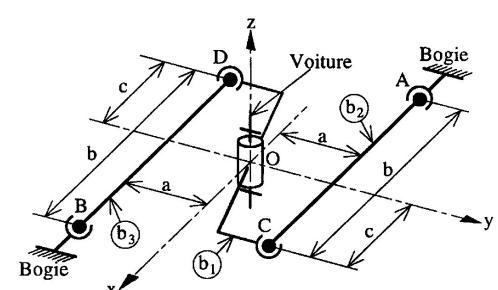
Le bogie est matérialisé par un chariot supportant les deux essieux sur lequel pivote le châssis d'une voiture pour permettre à celui-ci de s'inscrire dans les courbes et d'éviter le déraillement. Il comporte en outre tous les éléments constituant la suspension de la voiture. Le bogie dépend donc du type de matériel auquel il est destiné ( métro, train pendulaire, train à grande vitesse à deux niveaux...) et est en constante évolution.



#### 2) Étude de la liaison voiture bogie :

La liaison entre la voiture ( $V$ ) et le bogie ( $B$ ) est réalisée par une ossature de bielles articulées ( $b_1, b_2, b_3$ ). Il est nécessaire, pour aborder le comportement dynamique du bogie, d'établir, le torseur cinématique  $\{V_{V/B}\}$ .

La liaison recherchée étant indépendante du choix de la base de projection, on la détermine dans la configuration proposée sur la figure ci- contre.



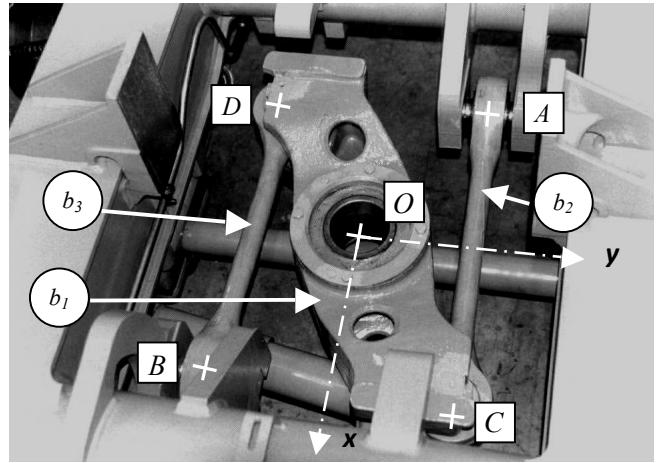
Formalisme :

Le torseur cinématique  $\{V_{i/j}\}$  en  $P$  sera écrit :

$$P \begin{Bmatrix} \dot{\alpha}_{ij} \dot{u}_{ij} \\ \dot{\beta}_{ij} \dot{v}_{ij} \\ \dot{\gamma}_{ij} \dot{w}_{ij} \end{Bmatrix} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

On note :

- $\theta$  le bogie
- $V$  la voiture
- $i$  la barre  $b_i$



Vue supérieure du bogie

## II Travail demandé :

**Q1.** Tracer le graphe des liaisons.

**Q2.** Toutes les liaisons étant supposées parfaites, déterminer  $\vec{V}_{O \in l/0}$ , en utilisant la chaîne 1-2-0.

**Q3.** D'une autre manière, déterminer  $\vec{V}_{O \in l/0}$ , en utilisant la chaîne 1-3-0.

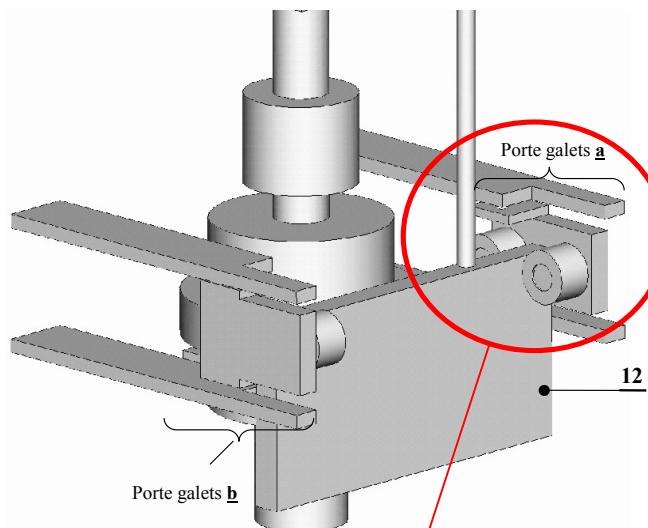
**Q4.** En déduire la forme du torseur cinématique  ${}_O\{V_{1/0}\}$

**Q5.** En déduire la forme du torseur cinématique  ${}_O\{V_{V/0}\}$ . Quelle serait la liaison équivalente entre la voiture  $V$  et le bogie  $\theta$  ?

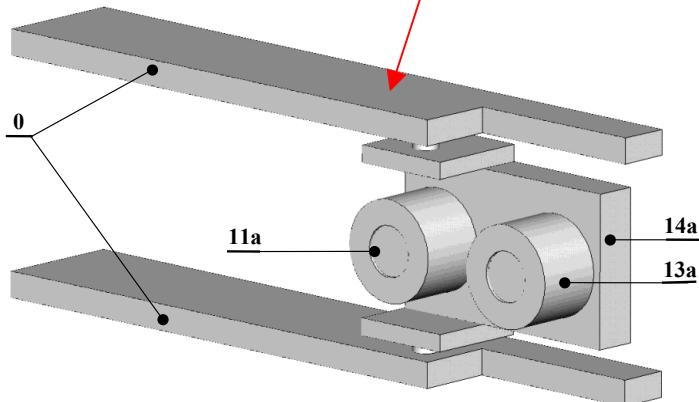
#### 4.1.5 Machine de traction :

Un dispositif anti- rotation représenté *figure 1* permet de bloquer en rotation la tige 1 d'un vérin rotatif tout en permettant la translation verticale. Il est constitué d'une plaque 12 solidaire du corps 1 du vérin rotatif et deux porte galets a et b. Le porte galet a est présenté *figure 2* et son plan d'ensemble est donné *figure 3*. Il est composé d'un support 14a en liaison pivot d'axe ( $P_a; \bar{z}_0$ ) avec le bâti 0 et de deux galets 11a et 13a.

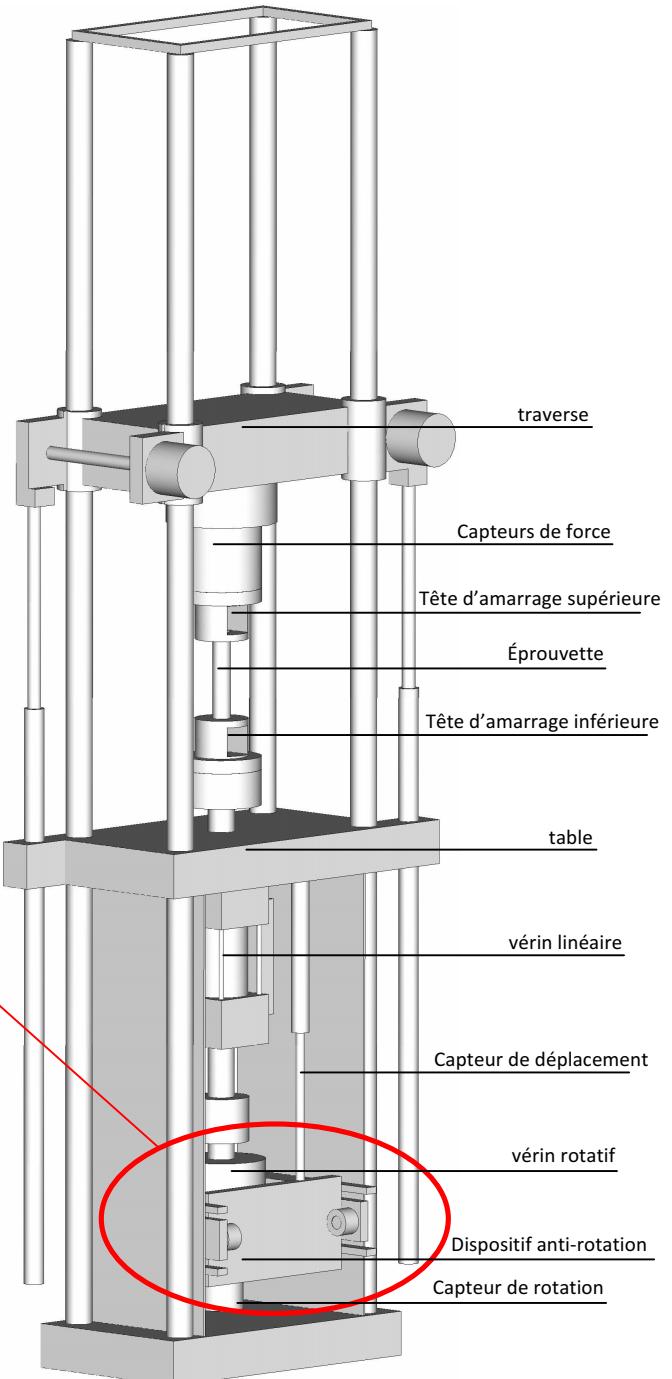
Attention : on considérera dans cette étude que la plaque 12 est en contact d'un seul côté (seulement avec le galet 11a au point Ia).



**Figure 1 : vue du dispositif anti-rotation.**



**Figure 2 : vue du porte galet a**



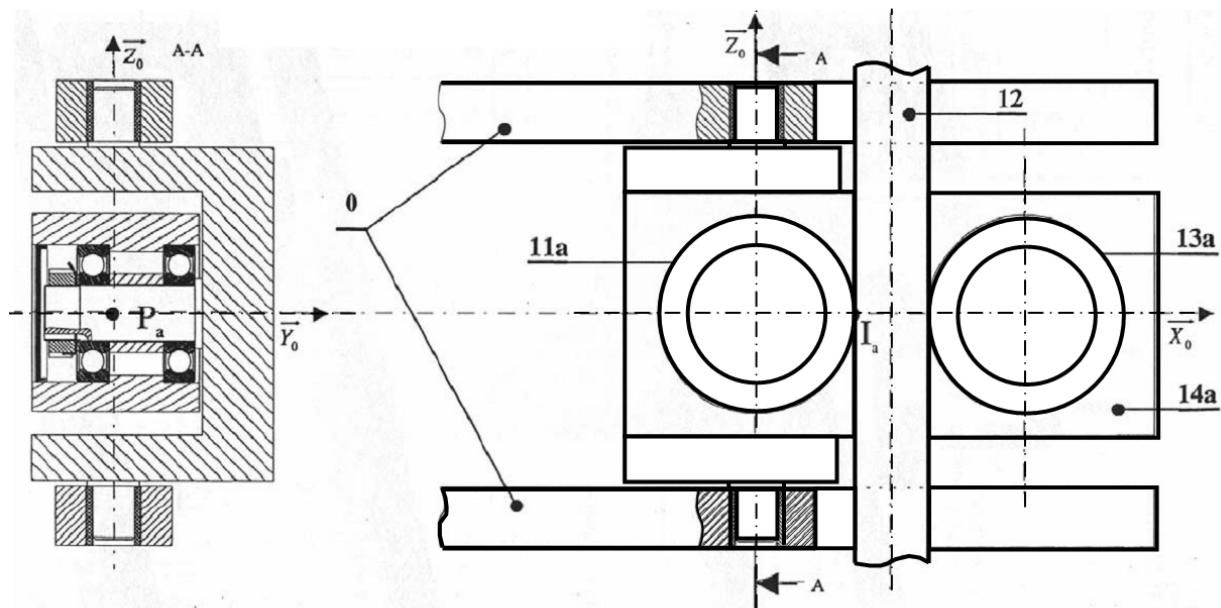


Figure 3 : plan du porte galet a.

### Travail demandé :

- Q1.** Donner le nom de la liaison entre le galet  $11a$  et le support  $14a$ . Comment est-elle réalisée ?  
**Q2.** Tracer le graphe des liaisons faisant intervenir seulement les pièces  $0$ ,  $14a$ ,  $11a$  et  $12$ .  
**Q3.** Réaliser le schéma cinématique (correspondant à ce graphe) dans le plan  $(P_a; \vec{x}_0, \vec{z}_0)$ .  
**Q4.** Donner sans justification le nom de la liaison équivalente entre  $11a$  et le bâti  $0$ .  
**Q5.** Déterminer (en le justifiant) la liaison équivalente entre la plaque  $12$  et le bâti  $0$ .  
**Q6.** Tracer le graphe entre le bâti  $0$  et le corps du vérin  $1$  en remplaçant les portes galets par leur liaison équivalente.

On pose :  $\overrightarrow{P_b P_a} = r \cdot \vec{Y}_0$

- Q7.** Déterminer alors (en le justifiant) la liaison équivalente entre le bâti  $0$  et le corps du vérin  $1$ .  
**Q8.** Justifier finalement l'appellation « dispositif anti rotation ».