

LYCÉE LA MARTINIÈRE MONPLAISIR LYON

SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIEUR

CLASSE PRÉPARATOIRE M.P.S.I. ET M.P.I.I.

ANNÉE 2024 - 2025



C5 : ANALYSE ET RÉOLUTION POUR DÉTERMINER LES PERFORMANCES CINÉMATIQUES DES SYSTÈMES COMPOSÉS DE CHAINES DE SOLIDE

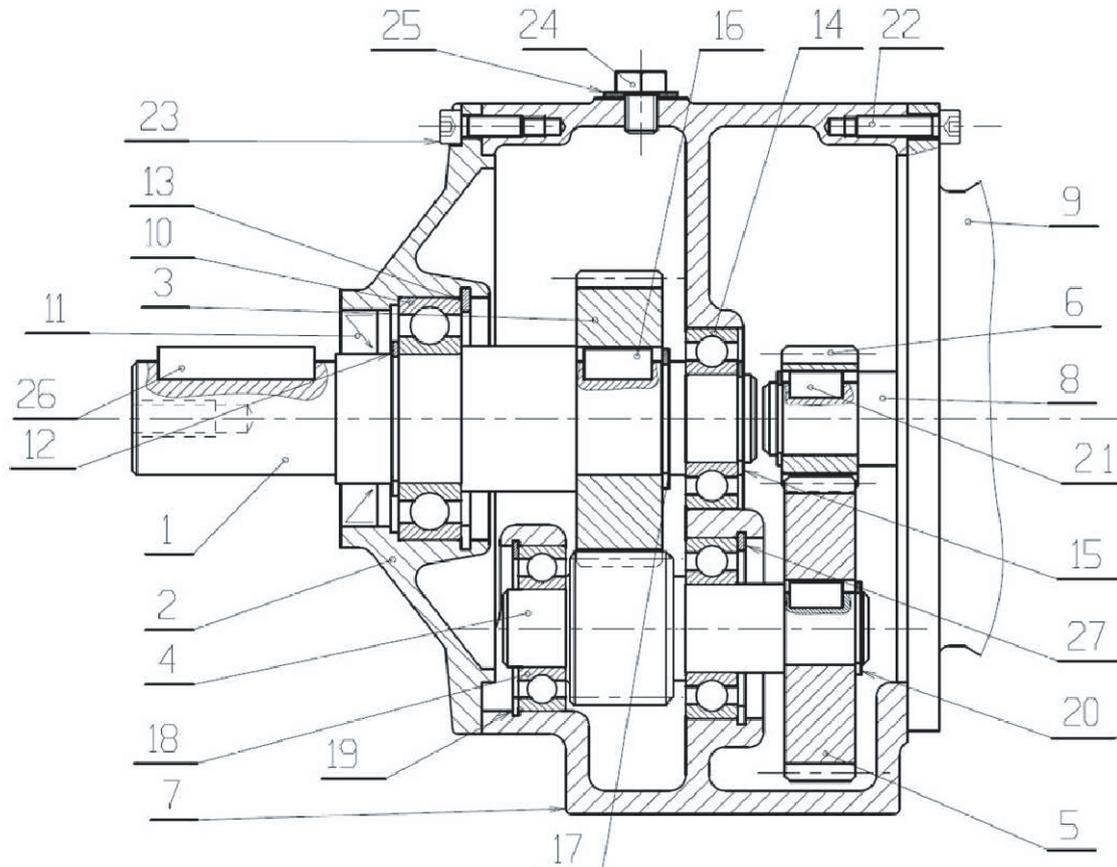
## TD 12 - Transmission de puissance (C5-2)

### Compétences

- **Analyser**
  - Associer les fonctions aux constituants.
- **Modéliser**
  - Vérifier la cohérence du modèle choisi en confrontant les résultats analytiques et/ou numériques aux résultats expérimentaux.
- **Résoudre**
  - Déterminer les relations entre les grandeurs géométriques ou cinématiques.
  - Mener une simulation numérique.

## Exercice 1 :

### 1 Réducteur simple à deux étages



Données :  $Z_6 = 20$ ,  $Z_5 = 46$ ,  $Z_{5'} = 22$  et  $Z_3 = 44$ .

Q 1 : Identifier l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie.

Q 2 : Dessiner le schéma cinématique du système.

Q 3 : Identifier les roues menées et les roues menantes.

Q 4 : Donner le rapport de réduction du système.

## Exercice 2 : Étude de la transmission de puissance d'un système d'élévation d'une rame de Tram

Source : CCP PSI 2011

### 1 Présentation

L'étude repose sur un système permettant de soulever une rame de Tramway du sol. On souhaite dimensionner le moteur pour avoir une vitesse de levée de  $10 \text{ mm/s}$  (diagramme des exigences partiel figure 1). On donne le schéma cinématique de la transformation de mouvement du système d'élévation d'une rame de Tram.

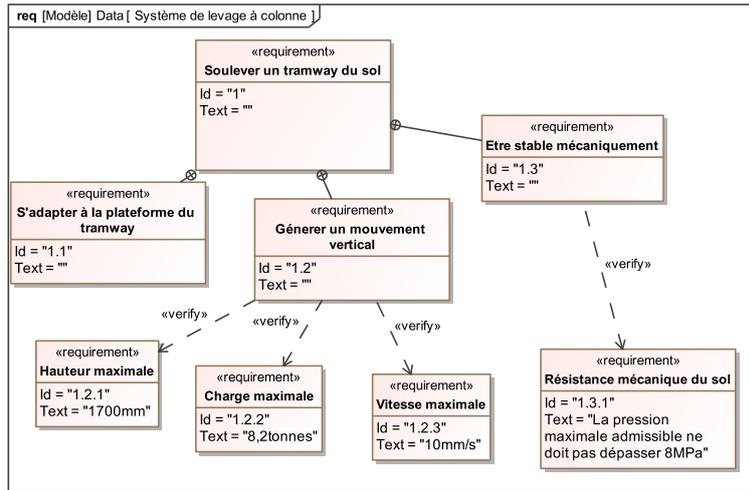
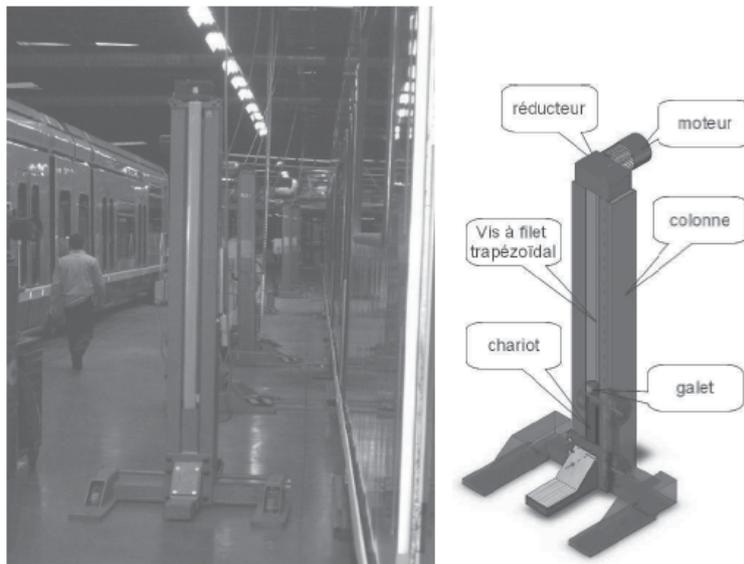
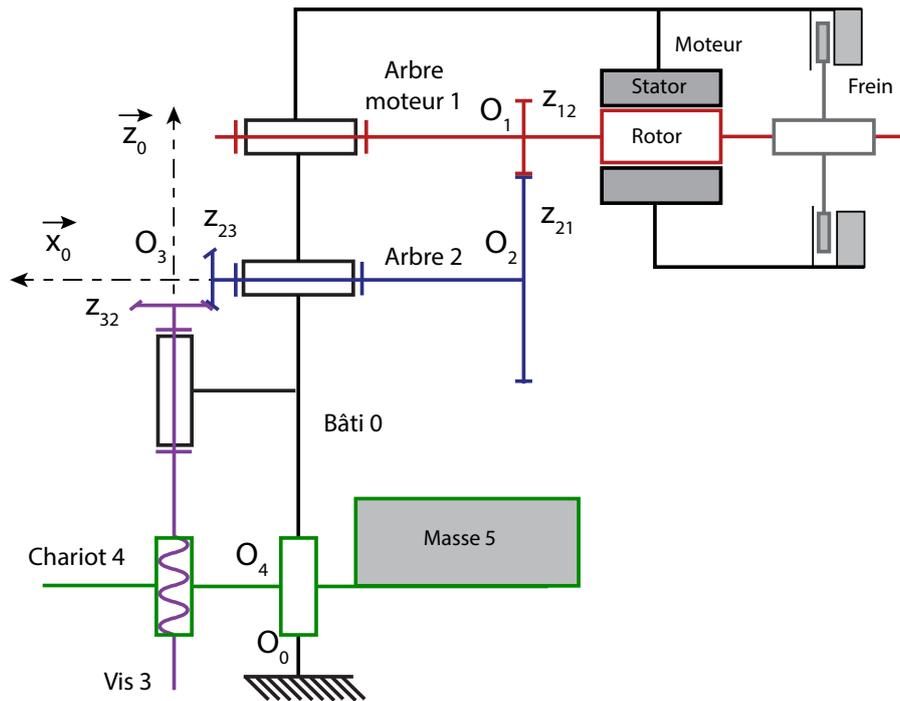


FIGURE 1 – Diagramme des exigences partiel





On note  $\vec{\Omega}_{10} = \omega_{10} \cdot \vec{x}_0 = \dot{\theta}_1 \cdot \vec{x}_0$

## 2 Données sur les liaisons

- Liaison  $L_{12}$  :
  - Pignon de l'arbre 1 engrenant avec l'arbre 2 : nombre de dents :  $Z_{12} = 15$ ,
  - Pignon de l'arbre 2 engrenant avec l'arbre 1 : nombre de dents :  $Z_{21} = 75$ ,
- Liaison  $L_{23}$  :
  - Pignon de l'arbre 2 engrenant avec la vis 3 : nombre de dents :  $Z_{23} = 14$ ,
  - Pignon de la vis 3 engrenant avec l'arbre 2 : nombre de dents :  $Z_{32} = 35$ ,
- Liaison  $L_{34}$  : pas du système vis-écrou :  $p_{34} = 5 \text{ mm}$

## 3 Étude du réducteur de vitesse

**Q 5 : Déterminer en fonction de  $\dot{\theta}_1$  et des données concernant les roues dentées et le système vis-écrou les vitesses de rotation :**

1.  $\vec{\Omega}_{2/0}$ ,
2.  $\vec{\Omega}_{3/0}$ .

**Q 6 : Déterminer numériquement les rapports :**

1.  $r_{12} = \frac{\omega_{20}}{\omega_{10}}$ ,
2.  $r_{23} = \frac{\omega_{30}}{\omega_{20}}$ ,

## 4 Étude du système de transformation de mouvement

**Q 7 : Tracer le graph des liaisons du système de transformation de mouvement constitué des solides 0 – 3 – 4.**

**Q 8 : Écrire le torseurs cinématiques associé à chaque liaison en précisant les lieux d'invariance.**

**Q 9 : Écrire la fermeture cinématique.**

**Q 10 : En déduire une relation entre la vitesse de levée :  $V_L = \vec{V}(O_4 \in 4/0) \cdot \vec{z}_0$  et  $\omega_{30} = \vec{\Omega}_{3/0} \cdot \vec{z}_0$**

**Q 11 : En déduire les rapports :**

$$1. r_{34} = \frac{V_L}{\omega_{30}},$$

$$2. r_g = \frac{V_L}{\omega_{10}}.$$

**Q 12 : Déterminer la vitesse de rotation du moteur souhaitée (à exprimer en tours par minute) pour obtenir une vitesse de levée conforme au cahier des charges.**

## Exercice 3 : Etude d'un train épicycloïdal

**Source :** Emilien DURIF

Les trains épicycloïdaux sont composés de trains d'engrenage classiquement utilisée dans les boites de vitesses automatiques ou à variation continu mais aussi dans les différentiels de vitesses.

La figure ci-dessous donne la représentation d'un train épicycloïdal qui est constitué :

- d'un planétaire 1 ;
- d'un satellite 3 ;
- d'un porte-satellite 4 ;
- d'un planétaire extérieur ou couronne 5.

Les liaisons  $L_{1/0}$ ,  $L_{4/0}$ ,  $L_{2/4}$  et  $L_{3/4}$  sont des liaisons pivots d'axe  $\vec{z}$ .

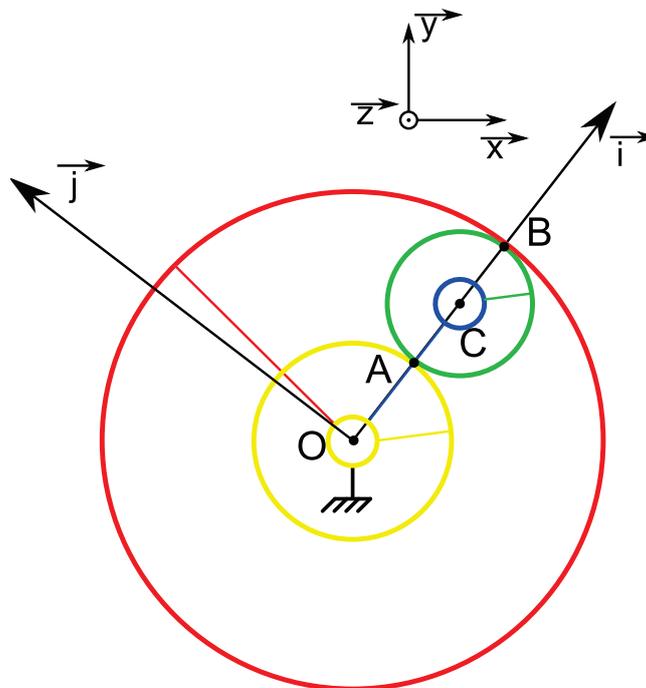
On pose  $\vec{\Omega}(1/0) = \omega_1 \vec{z}$ ,  $\vec{\Omega}(2/0) = \omega_2 \vec{z}$  et  $\vec{\Omega}(4/0) = \omega_4 \vec{z}$ .

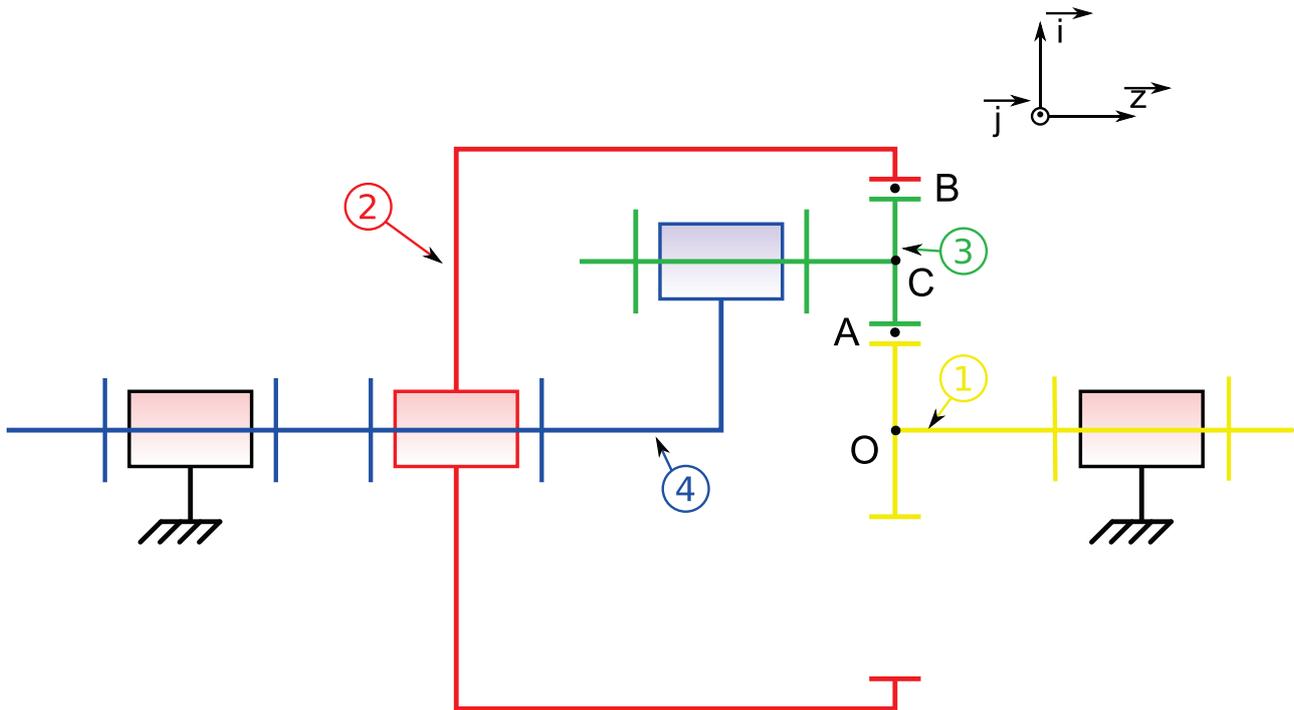
Les rotations sont toutes suivant le même axe  $\vec{z}$ , ainsi on note  $\omega_{ij}$  la norme de la rotation relative entre le solide  $i$  et le solide  $j$  suivant  $\vec{z}$

$$\omega_{ij} = \vec{\Omega}(i/0) \cdot \vec{z} - \vec{\Omega}(j/0) \cdot \vec{z}$$

Le satellite 3 de centre  $C$  roule sans glisser en  $A$  sur 1 et en  $B$  sur 2. Soit le repère  $R_i(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{z})$  le repère tel que  $\vec{i}$  ait même direction et même sens que  $OC$ .

On appelle  $Z_1$ ,  $Z_2$  et  $Z_3$  les nombres de dents des roues 1, 2 et 3 et  $m$  leur module.





Q 13 : Donner l'expression de  $\frac{\omega_{34}}{\omega_{14}}$ .

Q 14 : Donner l'expression de  $\frac{\omega_{24}}{\omega_{34}}$ .

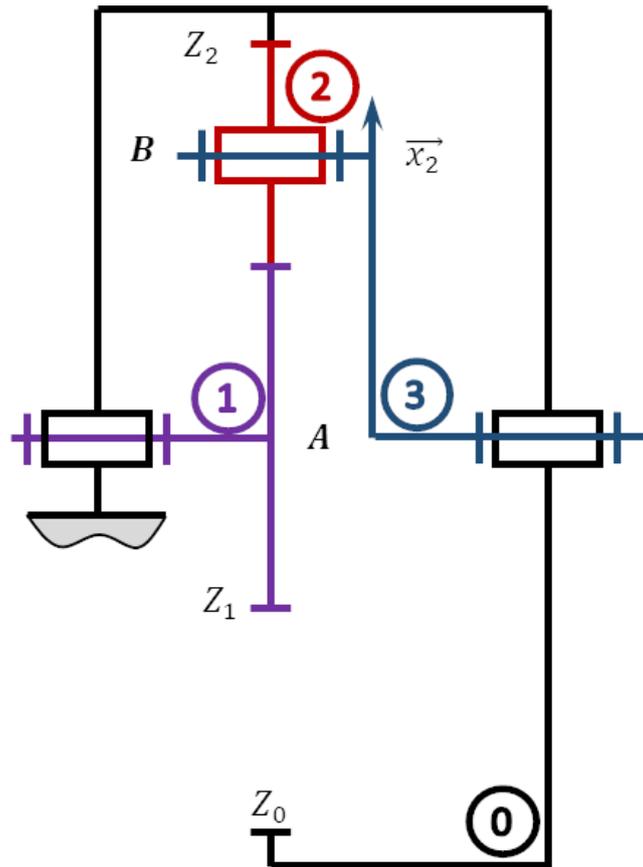
Q 15 : Déterminer une relation entre  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  et  $\omega_4$ .

## Exercice 4 : Etude d'un train épicycloïdal

**Source :** Emilien DURIF

### 1 Train épicycloïdal

On donne le réducteur suivant :



Q 16 : Préciser de quel type de réducteur il s'agit?

Q 17 : Définir le rapport de réduction

Q 18 : Le calculer.