

### Exercice 195 – Stabilité

Soit  $F(p) = \frac{K_m K_1}{\frac{p^2}{\omega^2} - 1 + K_m K_1 (k_p + k_v p)}$  la FTBO d'un système asservi.

**Question 1** Pour pouvoir appliquer le critère du revers, il faut que la FTBO ne possède que des pôles à partie réelle négative. Quelle condition doit-on avoir sur les coefficients de  $F(p)$ ? Y a-t-il d'autres conditions à respecter pour que le système ainsi asservi soit stable de façon absolue (sans vérifier si les valeurs des marges sont suffisantes) si on prend  $C(p) = 1$ ?

Les paramètres  $k_v$  et  $k_p$  sont choisis de manière à assurer, non seulement la stabilité du système, mais aussi sa rapidité.

**Question 2** À partir de l'expression de  $F(p)$ , déterminer les paramètres  $k_v$  et  $k_p$  permettant d'assurer une rapidité optimale en boucle ouverte en prenant une pulsation  $\omega_0 = 1,5\omega_1$ .

Dans la suite, la fonction  $F(p)$  utilisée sera la suivante  $F(p) = \frac{0,12}{1 + 0,23p + 0,026p^2}$ .

On choisit un correcteur proportionnel  $C(p) = K_c$ .

**Question 3** Déterminer analytiquement la pulsation et le gain correspondant à une phase de  $-135^\circ$ . Que dire de la marge de gain en fonction de la valeur de  $K_c$ .

**Question 4** En déduire la valeur à prendre pour  $K_c$  de manière à respecter une marge de phase de  $45^\circ$ .

### Exercice 194 – Schéma cinématique



**Question 1** Proposer un schéma cinématique permettant de modéliser la liaison entre l'assise et le sol.

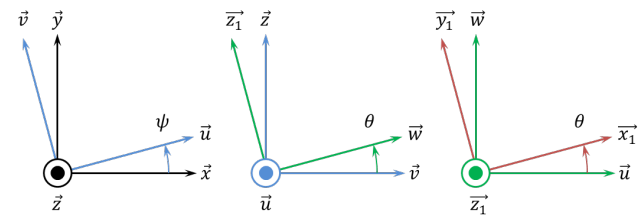
### Exercice 193 – A REVOIR COMPLETEMENT Calculs de module et de phase

Soit  $F(p) = A \frac{1}{T} \frac{B}{1 + \tau_f p} \beta \frac{\tau_m p}{1 + \tau_p p} H_{GP}$  avec  $A = 0,1$  et  $\tau_F = 5 \text{ ms}$ .

**Question 1** Déterminer la pulsation  $\omega_2$  pour laquelle  $|F(j\omega)| = 1$ .

**Question 2** Calculer  $\arg(F(j\omega_2))$ .

### Exercice 192 – Calculs de produits vectoriels



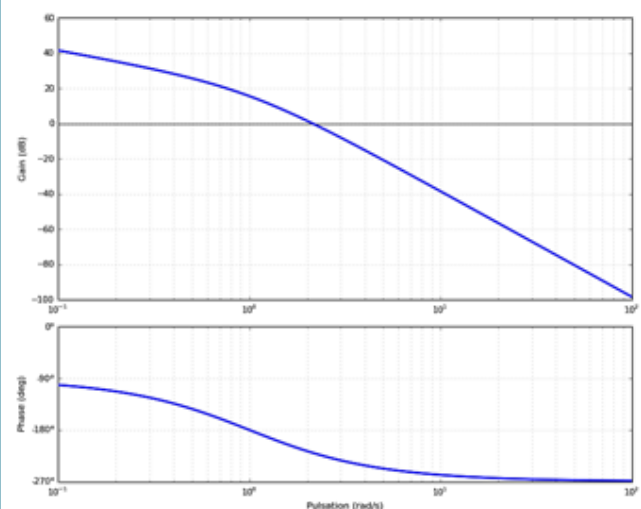
Soient les produits vectoriels suivants :

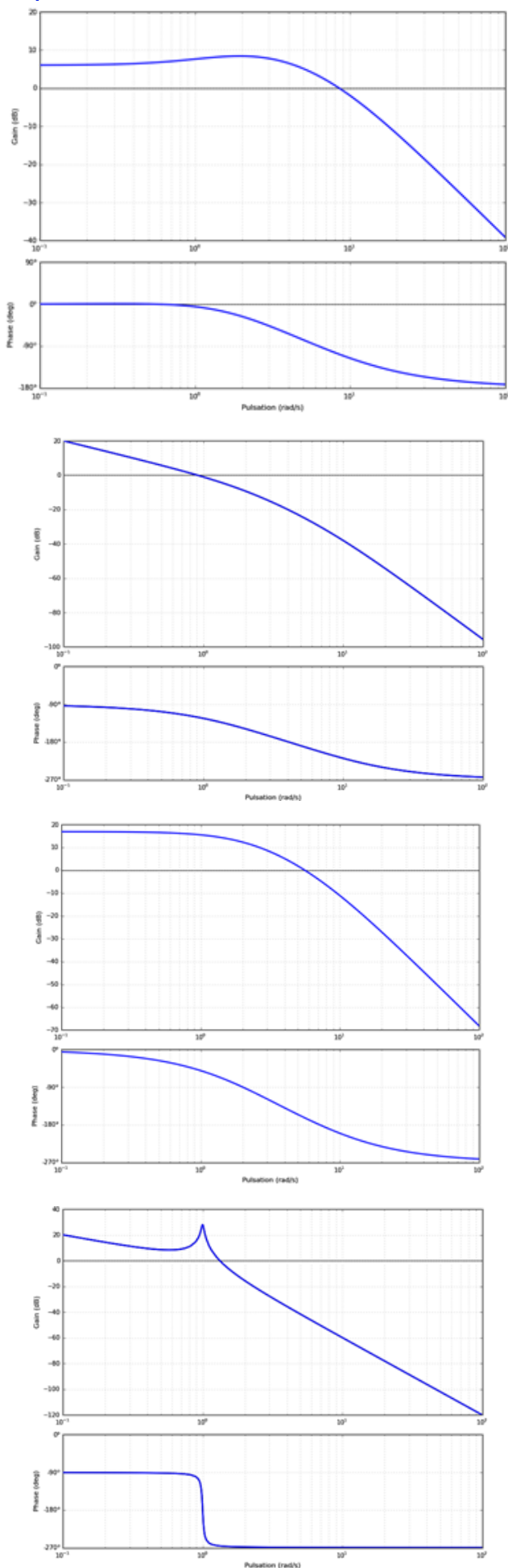
- |                                 |                                  |                                    |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. $\vec{x} \wedge \vec{y}$ ;   | 6. $\vec{w} \wedge \vec{u}$ ;    | 11. $\vec{x}_1 \wedge \vec{z}_1$ ; |
| 2. $\vec{v} \wedge \vec{u}$ ;   | 7. $\vec{x}_1 \wedge \vec{w}$ ;  | 12. $\vec{v} \wedge \vec{y}_1$ ;   |
| 3. $\vec{w} \wedge \vec{v}$ ;   | 8. $\vec{y}_1 \wedge \vec{u}$ ;  | 13. $\vec{z} \wedge \vec{z}_1$ ;   |
| 4. $\vec{y} \wedge \vec{z}$ ;   | 9. $\vec{z}_1 \wedge \vec{u}$ ;  | 14. $\vec{x} \wedge \vec{y}_1$ ;   |
| 5. $\vec{z}_1 \wedge \vec{z}$ ; | 10. $\vec{x}_1 \wedge \vec{v}$ ; | 15. $\vec{v} \wedge \vec{x}_1$ .   |

**Question 1** Est-il nécessaire de projeter des vecteurs pour réaliser les produits vectoriels? Calculer les produits vectoriels.

### Exercice 191 – Stabilité et marges

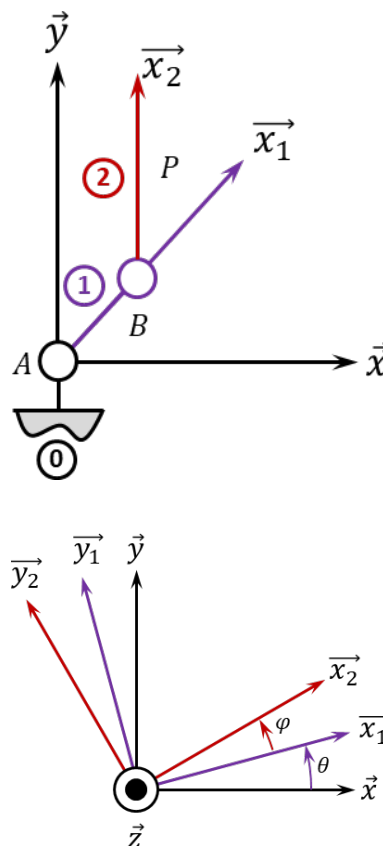
**Question 1** On donne ci-dessous les lieux de transferts de plusieurs FTBO. Déterminer, à l'aide du critère du Revers si les systèmes sont stables en BF. Pour les systèmes stables déterminer les marges de gain et de phase.





## Exercice 190 – Cinématique

Soit le schéma cinématique suivant et les figures planes associées.



On donne  $\overrightarrow{AB} = r \overrightarrow{x_1}$  et  $\overrightarrow{BP} = L \overrightarrow{x_2}$ .

**Question 1** Calculer  $\overrightarrow{V}(P \in 2/0)$ .

**Question 2** Calculer  $\overrightarrow{\Gamma}(P \in 2/0)$ .

## Exercice 189 – QCM Performance des SLCI

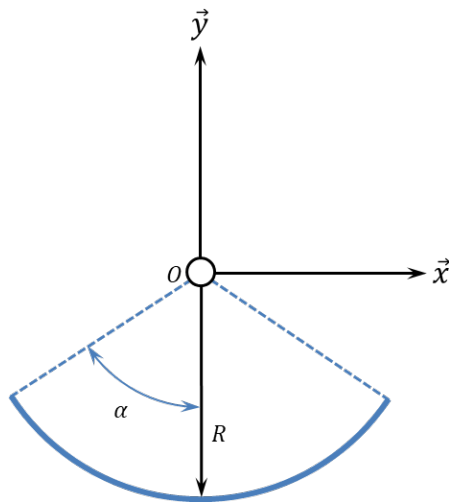
Ressources de C. Durant. Lycée Clémenceau, Nantes.



<https://forms.gle/xBgx6pub2qL9Vu4K8>

## Exercice 188 – Centre de gravité

Soit une portion circulaire de rayon  $R$  et de masse linéique  $\mu$ .

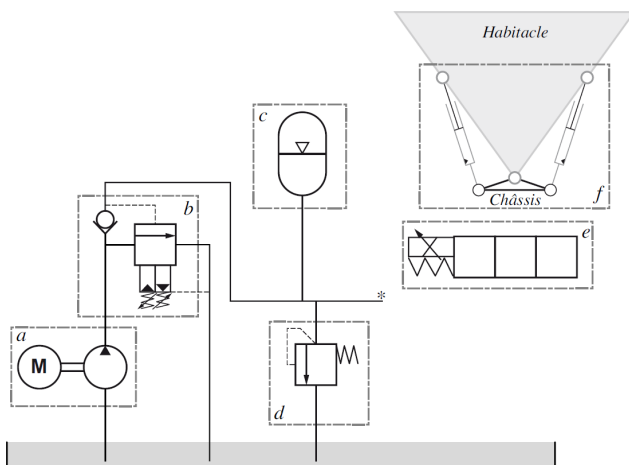


**Question 1** Déterminer les coordonnées du centre d'inertie de cette portion circulaire.

## Exercice 187 – Circuit hydraulique

Le circuit hydraulique représenté sur la figure est composé de 6 modules :

- (a) une pompe à engrenages entraînée par le moteur à gaz;
- (b) un clapet anti-retour et une valve de décharge tarée pour s'enclencher à 160 bar et se remettre en position fermée à 100 bar;
- (c) un accumulateur oléopneumatique de volume nominal 1,4 L;
- (d) un limiteur de pression;
- (e) un servo-distributeur à effet proportionnel 4/3 à centre fermé;
- (f) deux vérins simple effet, de diamètre 32 mm pour chaque piston et de 200 mm de course.



**Question 1** Compléter le câblage du circuit hydraulique à partir du signe « \* », ainsi que le schéma du servo-distributeur.

Au démarrage du véhicule, la valve de décharge du module (b) est fermée. Le distributeur à effet proportionnel (e) est en position médiane, les vérins sont donc immobiles. La commande des vérins est initialement bloquée par une temporisation.

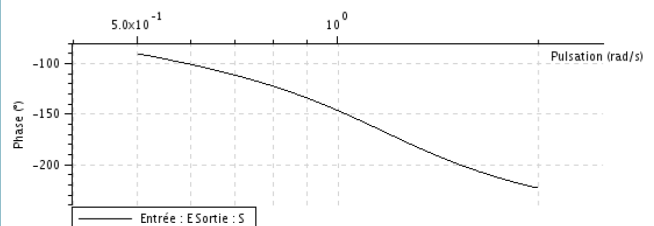
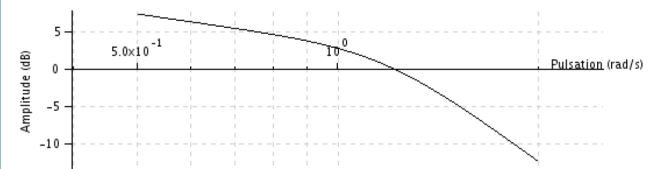
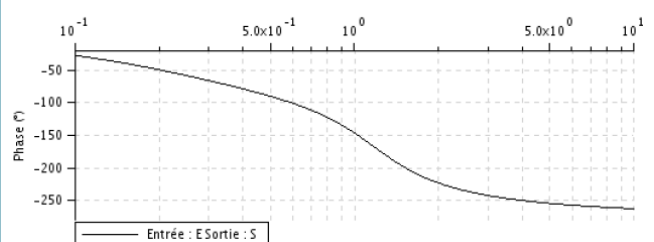
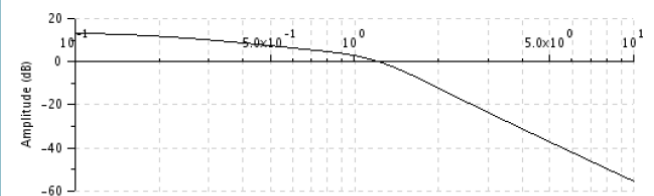
**Question 2** En considérant les conditions initiales évoquées, expliquer, en commençant à l'instant de démarrage de la pompe, le comportement du circuit hydraulique en précisant clairement les différentes phases de fonctionnement. Quelle est l'utilité de la temporisation ?

**Question 3** On souhaite remplacer cette temporisation par un capteur. Préciser la grandeur qu'il devra mesurer. Donner un avantage et un inconvénient du remplacement de la temporisation par ce capteur.

## Exercice 186 – Réglage de gain proportionnel

Exercices de Marc Derumaux

On considère la FTBO dont le diagramme de Bode est tracé ci-dessous, pour une large gamme de fréquence puis pour une gamme de fréquence plus étroite.



**Question 1** Compléter le câblage du circuit hydraulique à partir du signe « \* », ainsi que le schéma du servo-distributeur.

Au démarrage du véhicule, la valve de décharge du module (b) est fermée. Le distributeur à effet proportionnel (e) est en position médiane, les vérins sont donc immobiles. La commande des vérins est initialement bloquée par une temporisation.

**Question 2** Quelle sont les valeurs des marges de gain et de phase ?

**Question 3** Quelle est la bande passante ?

**Question 4** Quelle correction proportionnelle  $K_{p1}$  faut-il choisir pour assurer une bande passante de 0,6 rad/s ?

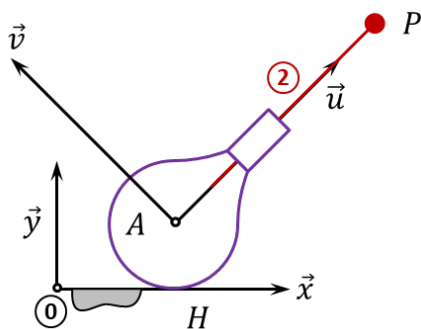
**Question 5** Quelle correction proportionnelle  $K_{p2}$  faut-il choisir pour assurer une marge de gain de 6 dB ?

**Question 6** Quelle correction proportionnelle  $K_{p3}$  faut-il choisir pour assurer une marge de phase de 60° ?

**Question 7** Si le cahier des charges impose une bande passante d'au moins 0,6 rad/s, une marge de gain d'au moins 12 dB et une marge de phase d'au moins 60°, quelle correction proportionnelle  $K_p$  faut-il choisir ?

## Exercice 185 – Cinématique et RSG

Le solide 1 roule sans glisser sur le 0. Le solide 2 est en glissière de direction  $\vec{u}$  par rapport à 1. On considère que le mouvant est plan. On note  $\theta = (\vec{x}, \vec{u})$ ,  $\vec{AP} = \lambda(t)\vec{u}$  et  $\vec{HA} = R\vec{y}$ .



**Question 1** Déterminer  $\vec{V}(P \in 2/0)$ .

**Question 2** Déterminer  $\vec{\Gamma}(P \in 2/0)$ .

## Exercice 184 – Correcteur PI

Exercices de Marc Derumaux

On considère une FTBO de fonction de transfert  $FTBO(p) = \frac{2}{p^2 + 2p + 1}$ . L'asservissement (en boucle fermée) n'étant pas précis, on adopte une correction PI (proportionnelle intégrale) de la forme  $C(p) = K \frac{1 + \tau p}{p}$ .

**Question 1** Montrer que le correcteur choisi revient à un correcteur PI du type  $K_p + \frac{K_I}{p}$  et identifier  $K_p$  et  $K_I$  en fonction de  $K$  et  $\tau$ .

**Question 2** Tracer le diagramme de Bode du correcteur seul en précisant les caractéristiques en fonction de  $K$  et  $\tau$ .

**Question 3** Tracer le diagramme de Bode asymptotique ainsi que l'allure du diagramme de Bode réel de la FTBO.

**Question 4** Pour éviter de dégrader les marges de stabilité, la pulsation de cassure du correcteur est placée une décade avant la pulsation propre de la FTBO. En déduire la constante de temps  $\tau$ .

**Question 5** On souhaite une bande passante de 3 rad/s. Déterminer la valeur de  $K$  assurant cette bande passante et en déduire les marges de gain et de phase.

## Exercice 183 – Schéma cinématique



**Question 1** Proposer 3 schémas cinématiques permettant de modéliser les contacts entre le sol et le tabouret.

## Exercice 182 – Correcteur PI

Exercices de Marc Derumaux

On considère une FTBO de fonction de transfert  $FTBO(p) = \frac{2}{p^2 + 2p + 1}$ . L'asservissement (en boucle fermée) n'étant pas précis, on adopte une correction PI (proportionnelle intégrale) de la forme  $C(p) = K \frac{1 + \tau p}{p}$ .

**Question 1** Tracer le diagramme de Bode de la FTBO en précisant les pulsations de cassure.

**Question 2** Déterminer si la pulsation de coupure à 0 dB de la FTBO se situe avant 0,1 rad/s, après 5 rad/s ou entre ces deux pulsations.

**Question 3** En assimilant la courbe réelle des gains à son diagramme asymptotique, déterminer cette pulsation de coupure à 0 dB :  $\omega_{0dB}$ . En déduire une valeur approximative de la marge de phase.

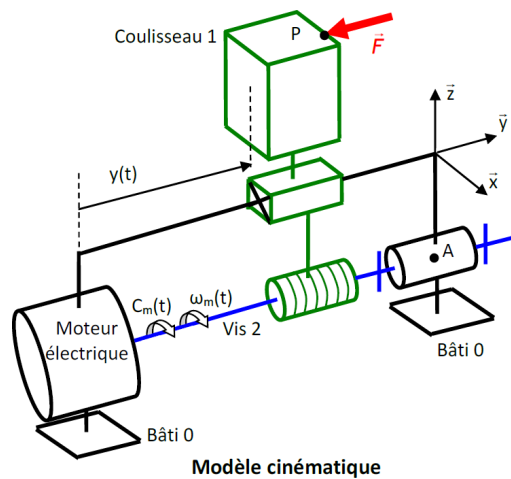
**Question 4** On veut augmenter la bande passante tout en conservant une marge de phase de 45°. Sachant que les deux pulsations de cassures sont éloignées, déterminer la pulsation pour laquelle la marge de phase vaut 45°.

**Question 5** En déduire la valeur d'un correcteur proportionnel qui permettrait d'obtenir cette marge de phase.

## Exercice 181 – Transmission vis-écrou

D'après ressources Pole Chateaubriand – Joliot-Curie.

On s'intéresse ici à l'axe Y qui met en mouvement le coulisseau 1, sur lequel est fixée l'outil, par rapport au bâti 0. Le coulisseau 1 est mis en mouvement par un moteur électrique qui délivre un couple moteur  $C_m(t)$ .



On note  $p$  le pas de vis.

**Question 1** Définir la loi entrée-sortie entre la vitesse de translation du coulisseau et la vitesse de rotation du moteur.

**Question 2** Définir la relation liant  $C_m$  à  $F$  en faisant l'hypothèse que le rendement est unitaire.

## Exercice 180 – Rapidité SLCI

D'après ressources du pôle Chateaubriand – Joliot-Curie.

Un système du premier ordre est régi par une fonction du premier ordre de gain  $K$  et de constante de temps  $\tau$ .

**Question 1** Donner l'expression de la largeur de la bande passante à  $-6$  dB.

**Question 2** Donner l'expression de son temps de réponse à 5%.

**Question 3** Sur quel paramètre doit-on agir pour augmenter la rapidité du système?

Ce même système est bouclé par un retour unitaire.

**Question 4** Donner l'expression de la largeur de la bande passante à  $-6$  dB.

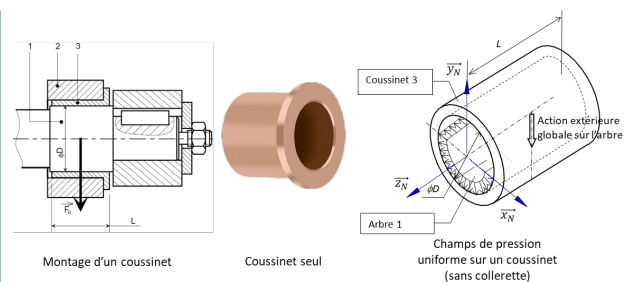
**Question 5** Donner l'expression de son temps de réponse à 5%.

**Question 6** Sur quel paramètre doit-on agir pour augmenter la rapidité du système?

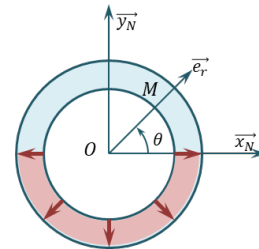
**Question 7** Conclure.

## Exercice 179 – Torseur des actions mécaniques transmissibles dans un coussinet

Un coussinet (ou bague) est un élément technologique permettant de réaliser des liaisons pivot. Suivant les cas d'utilisation d'un système, un chargement sur l'arbre est transmis au coussinet.



On donne le modèle suivant où le champ de pression de l'arbre sur le coussinet est uniforme pour  $\theta \in [\pi, 2\pi]$ . On note  $R = \frac{D}{2}$  le rayon du coussinet.



**Question 1** Déterminer la résultante des actions mécaniques de 1 sur 3. On la note  $\overrightarrow{R(1 \rightarrow 3)}$ .

**Question 2** Déterminer  $\mathcal{M}(O, 1 \rightarrow 3)_{\vec{z}_N}$ .

On considère maintenant que la pression n'est pas uniforme et vaut au point  $M$   $p(M) = p_0 \sin \theta$ .

**Question 3** Justifier que  $\overrightarrow{R(1 \rightarrow 3)}$  n'a une composante que sur  $\vec{y}$ .

**Question 4** Déterminer la résultante des actions mécaniques de 1 sur 3. On la note  $\overrightarrow{R(1 \rightarrow 3)}$ . On rappelle que  $\sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2}$ .

Éléments de corrigé :

$$\begin{array}{l} 1. \overrightarrow{R(1 \rightarrow 3)} = -LDp \vec{y} \\ 2. \mathcal{M}(O, 1 \rightarrow 3)_{\vec{z}_N} = 0 \\ 3. \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} 4. \overrightarrow{R(1 \rightarrow 3)} \cdot \vec{y}_N = \\ -\frac{p_0 D L \pi}{4} \end{array} \right.$$

## Exercice 178 – SLCI - Bande passante

D'après ressources du pôle Chateaubriand – Joliot-Curie.

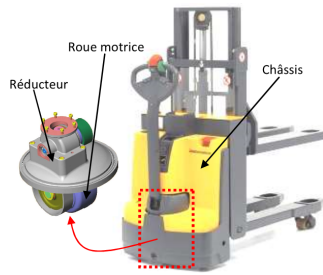
**Question 1** Déterminer les bandes passantes à  $-3$  dB des systèmes bouclés modélisés par les fonctions de transfert suivantes :  $H_1(p) = \frac{1}{1+p}$  et  $H_2(p) = \frac{60}{(p+2)(p+6)}$ .

## Exercice 177 – Réducteur de roue motrice de chariot élévateur

D'après Florestan Mathurin.

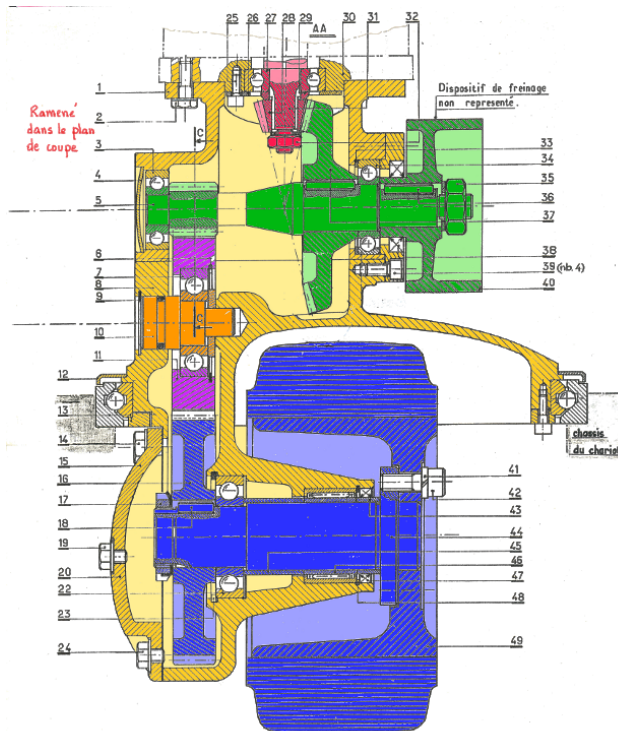
On s'intéresse au réducteur équipant la roue arrière motrice et directionnelle d'un chariot élévateur de manutention automoteur à conducteur non porté.





**Données :**  $z_{27} = 16$  dents,  $z_{35} = 84$  dents,  $z_5 = 14$  dents,  $z_{11} = 56$  dents,  $z_{16} = 75$  dents.

**Question 1** Identifier les classes d'équivalence cinématique sur le dessin d'ensemble.



Roue motrice et directrice de chariot électrique		Feuille 1
		ENH 1.1

**Question 2** Construire le schéma cinématique du réducteur dans le même plan que le dessin.

**Question 3** Compléter le tableau donnant les caractéristiques des roues et pignons.

Repère de la roue	Module $m$ (mm)	Nombre de dents $Z$	Diamètre primitif $D$ (mm)
27			
35	1,5		
5			
11	1,5		
16			

**Question 4** Après avoir proposé un paramétrage, indiquer dans quel sens tourne la roue si le moteur 28 (31) tourne dans le sens positif.

**Question 5** Pour une vitesse de 1500 tr/min en sortie de moteur, déterminer la vitesse de rotation de la roue. Le

diamètre de la roue est de 150 mm. Quelle est la vitesse du véhicule?

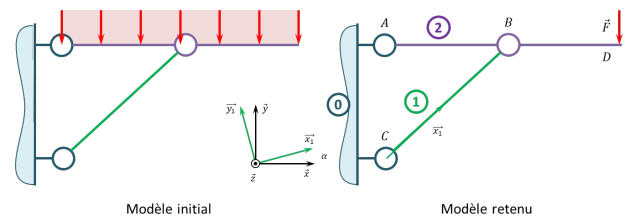
## Exercice 176 – Détermination des efforts dans une structure étayée

Lors de la démolition d'une partie de la gare de Lyon Part-Dieu (en 2018), des étais ont dû être posés afin de soutenir la structure supérieure.



Dans le but de dimensionner les étais, il est nécessaire de déterminer les actions mécaniques dans chacune des liaisons.

Pour cela, on utilise la modélisation suivante.



On a  $\overrightarrow{AB} = a \overrightarrow{x}$ ,  $\overrightarrow{BD} = b \overrightarrow{x}$  et  $\overrightarrow{CB} = L \overrightarrow{x_1}$ .

**Question 1** Tracer le graphe d'analyse du système (graphe des liaisons et actions extérieures).

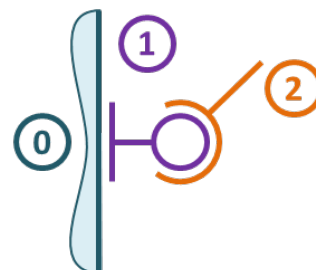
**Question 2** Proposer une stratégie permettant de déterminer les actions mécaniques dans les liaisons.

**Question 3** Déterminer les actions mécaniques dans les liaisons en fonction de  $F$ .

Éléments de corrigé :

$$3. X_{02} = -F \frac{a+b}{a \tan \alpha}, F_{01} = F \frac{a+b}{a \sin \alpha}, Y_{02} = -\frac{b}{a} F.$$

## Exercice 175 – Liaison équivalente



**Question 1** Paramétrer le schéma cinématique.

**Question 2** Déterminer la liaison équivalente entre 0 et 2.