

Nom Prénom :

Lettre du groupe de TD :

EXAMEN Mécanique 3 IMACS - I3MAPH31
INSA 2022 – 2023 Durée : 1h30

L'usage de tout document est formellement interdit. Les calculatrices sont autorisées pour un usage personnel.

Vous porterez une attention particulière à la rédaction, l'application des théorèmes et unités.

Principe fondamental de la statique

Présentation :

Le système étudié permet le chargement et le déchargement de containers sur un semi-remorque à chargement latéral.

Le container (6), de centre de gravité G_6 et de masse $m_6 = 20000$ Kg, est soulevé par l'intermédiaire de quatre câbles (20) et (20') en liaison pivot parfaite d'axe z aux points C (20/2), B (20'/2), I (20/6) et J(20'/6).

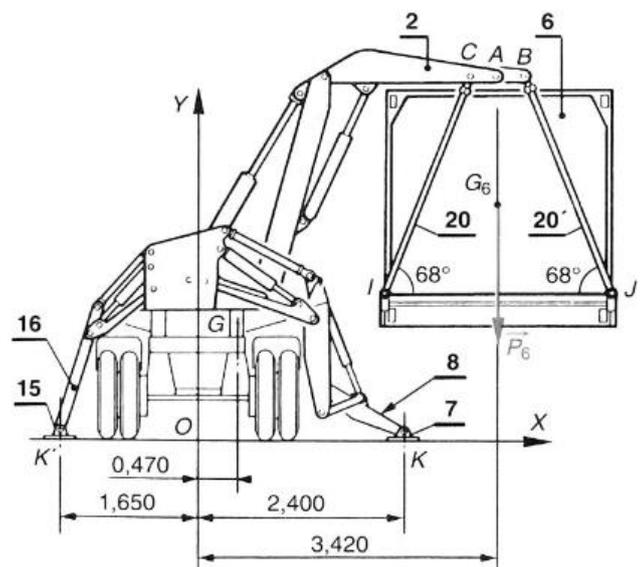
Hypothèses :

- Les plans (A,x,y) et (A,y,z) sont des plans de symétrie pour le container (6) et pour les charges qui lui sont appliquées.
- Les unités utilisées sont le mètre (m), la seconde (s) et le newton (N).

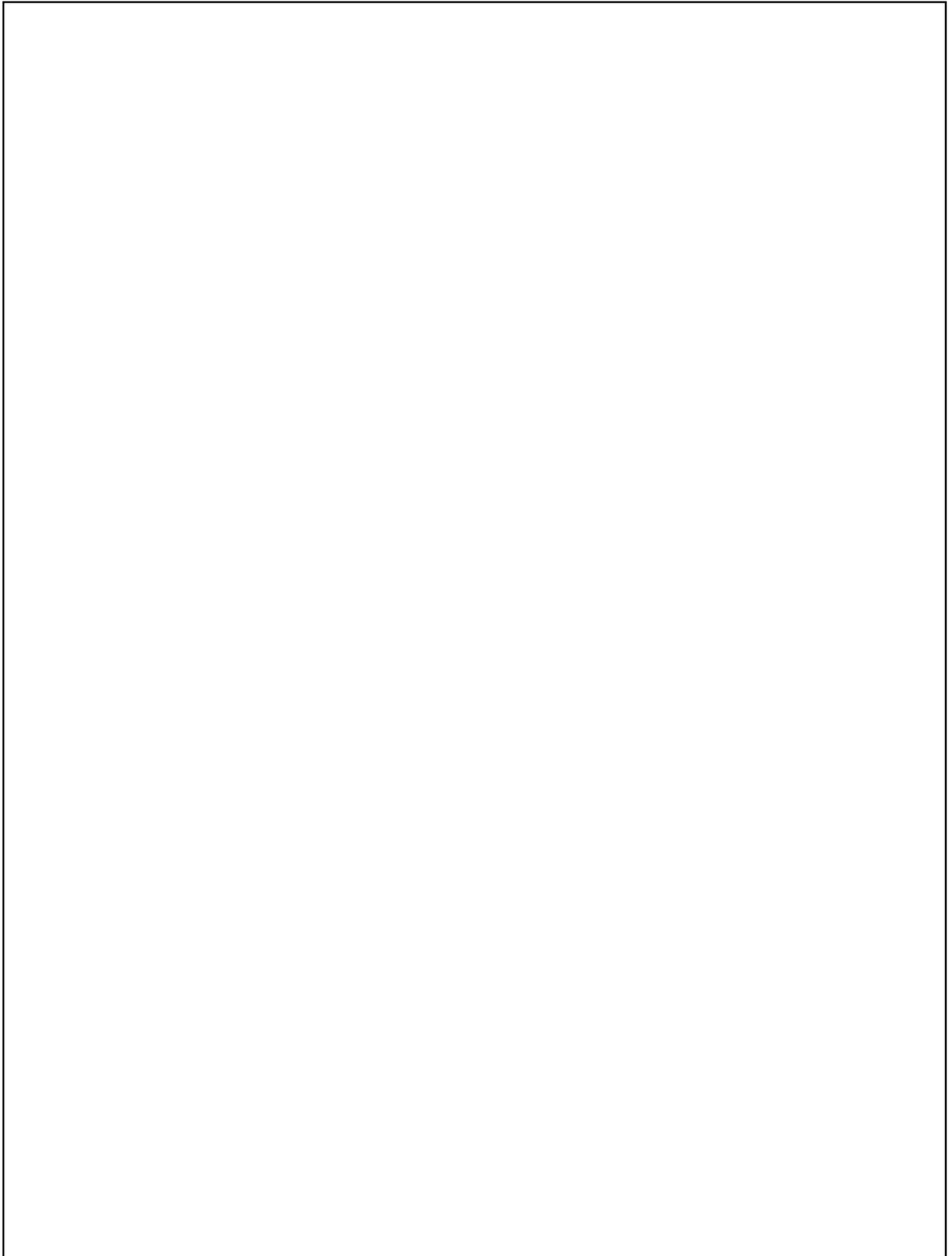
Objectif : Déterminer la tension dans les câbles (20) et (20') lors du maintien du container (6).

Questions :

1/ Après avoir isolé le container (6), réaliser le bilan des actions mécaniques extérieures au solide isolé. On notera $XI_{20 \rightarrow 6}$ et $YI_{20 \rightarrow 6}$ les composantes de l'effort exercé en I par un seul câble (20) sur le container (6).

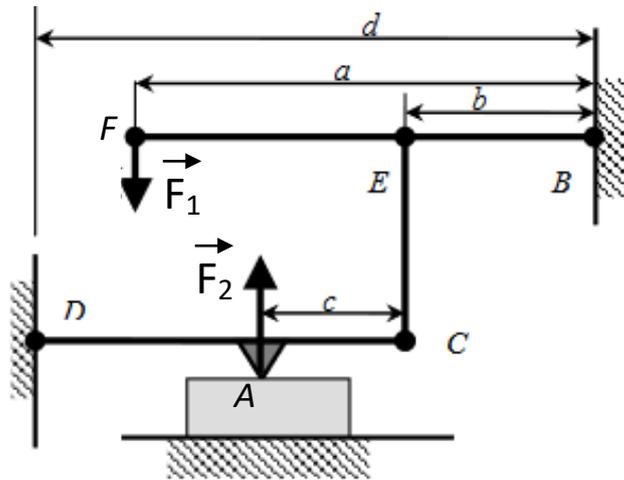


2/ Appliquer le principe fondamental de la statique au container (6) afin de déterminer les composantes $Y_{20 \rightarrow 6}$ transmises dans les liaisons B, C, I et J. En déduire la tension dans un câble (20) ou (20').



Théorème des travaux virtuels

Le système mécanique S de la figure 1 est constitué de trois tiges rigides FB , CD et CE de masses négligeables. Ces tiges sont articulées en B , C , D et E avec des liaisons parfaites (Sans frottement). Le système se trouve en équilibre sous l'action des deux forces extérieures F_1 en F et F_2 en A .



Questions :

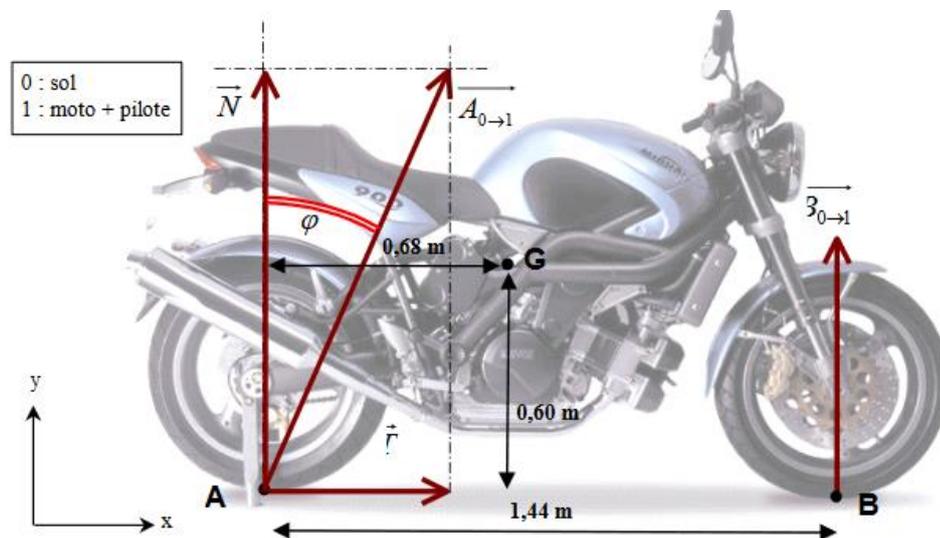
1/ Appliquer le principe des travaux virtuels pour déterminer la force F_2 en fonction de la force F_1 .

Aide : Exprimer le lien entre les déplacements verticaux de F et A en supposant que la barre CE est rigide et verticale

Principe fondamental de la dynamique

On étudie une moto lors de sa phase d'accélération. On souhaite déterminer :

- l'accélération maximale pour laquelle il n'y a pas cabrage de la roue avant,
- la répartition des charges sur les roues lors de cette accélération,
- le temps mis pour passer de 0 à 100 km/h.



Hypothèses :

- Dans sa phase d'accélération, la moto est en mouvement rectiligne uniformément accéléré.
- Le sol exerce sur la roue avant une force B normale au contact. La force du sol sur la roue arrière au point A est inclinée par rapport à la normale. Grâce à l'adhérence entre les pneumatiques et la route, cet effort est incliné d'un angle de 31° .
- Le point G est le centre de gravité de l'ensemble {moto + pilote} de masse $m = 260 \text{ kg}$

Questions :

1/ **Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures** exercées sur l'ensemble (moto + pilote).

Compléter ces actions sur le schéma.

2/ Ecrire les équations du PFD appliqué à ce système (résultantes + moments au point A).

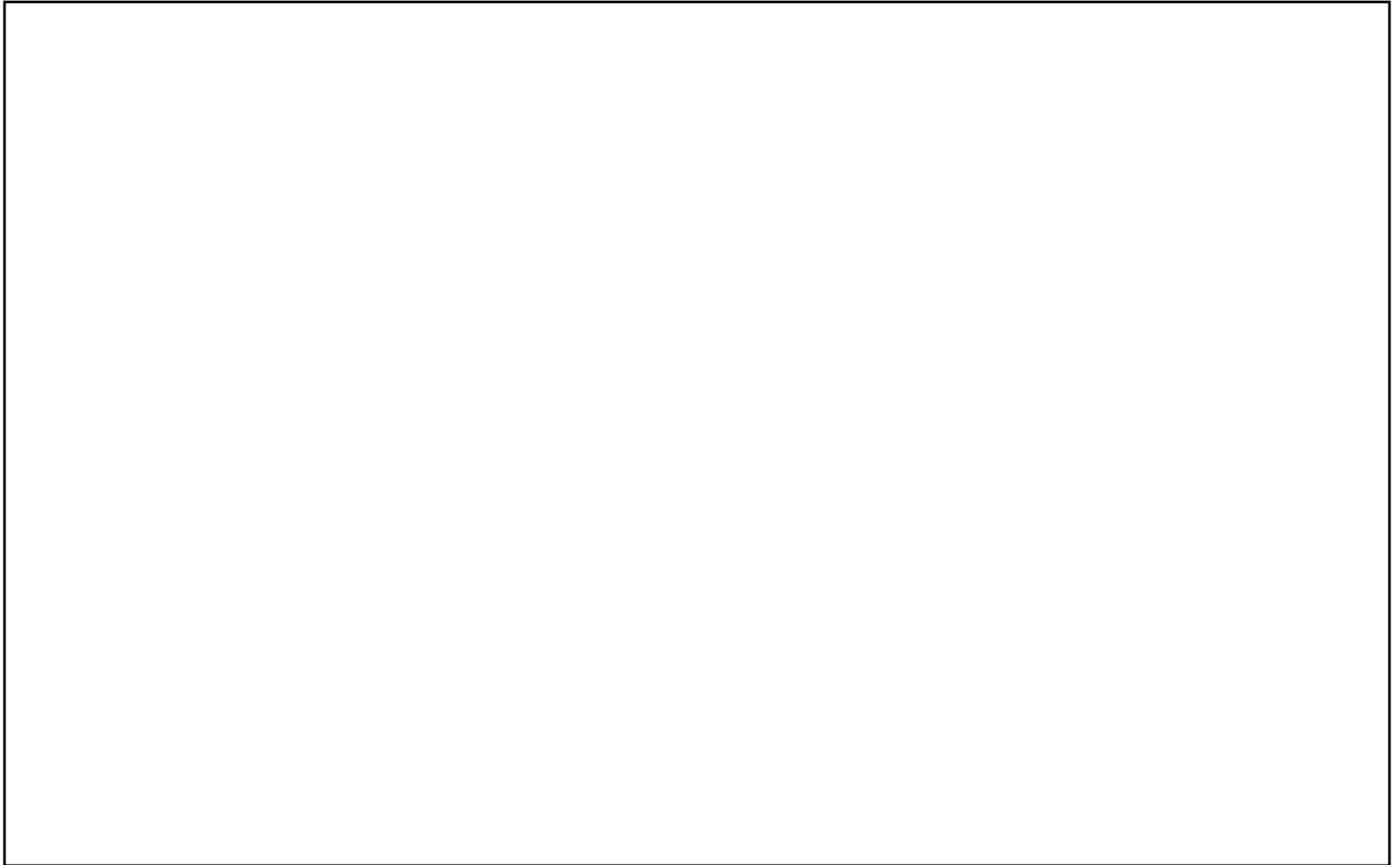
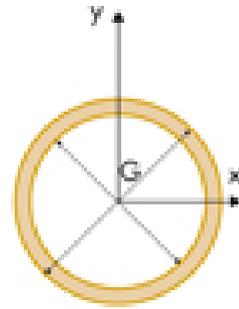
3/ Quand l'avant de la moto se lève, quelle est la valeur de $B_0/1$?

4/ Calculer l'accélération maximale correspondante.

5/ Calculer le temps mis pour passer de 0 à 100 km/h avec l'accélération précédemment trouvée.

Moment d'inertie

Calculer le moment d'inertie autour de l'axe z d'une couronne circulaire de diamètre intérieur d et extérieur D .



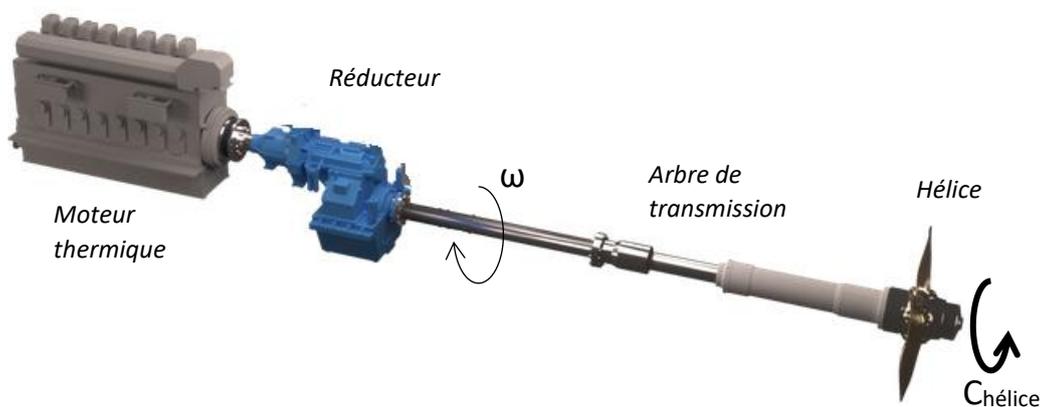
MODELISATION NUMERIQUE

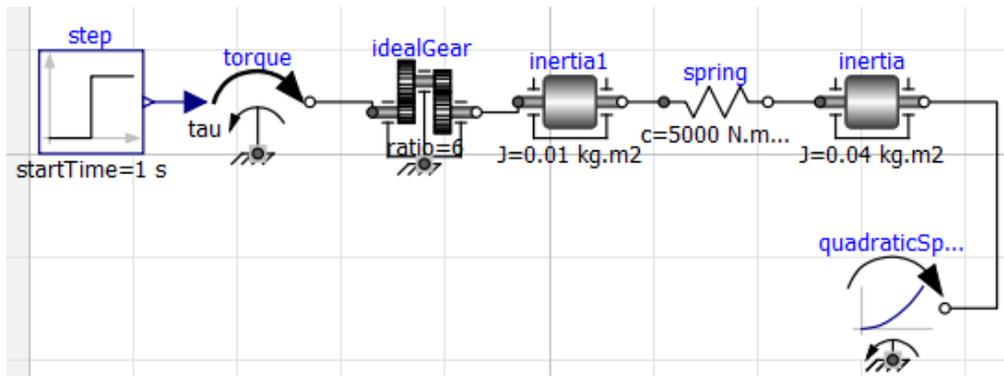
Nous étudions une ligne de transmission d'une propulsion de bateau. L'énergie est fournie par un moteur thermique délivrant à vitesse nominale un couple de 500 N.m.

Un réducteur permet de diminuer la vitesse de rotation du moteur thermique d'un rapport $r = 6$

Lors de sa rotation dans l'eau, l'hélice va générer un couple résistant $C_{\text{hélice}}$ autour de son axe de rotation qui dépend de la vitesse de l'arbre au carré sous la forme : $C_{\text{hélice}} = -0,5 \cdot \omega^2$ (le composant quadraticSpeed sur le modèle permet de générer ce couple résistant)

Le composant « Inertia1 » correspond à l'inertie de l'arbre de sortie du moteur et de l'arbre de transmission ramenée sur l'axe de sortie du réducteur.





Modèle OpenModelica de la ligne de transmission

Questions :

1/ A quel composant physique correspondent les composants « inertia », « idealGear » et « torque » ?

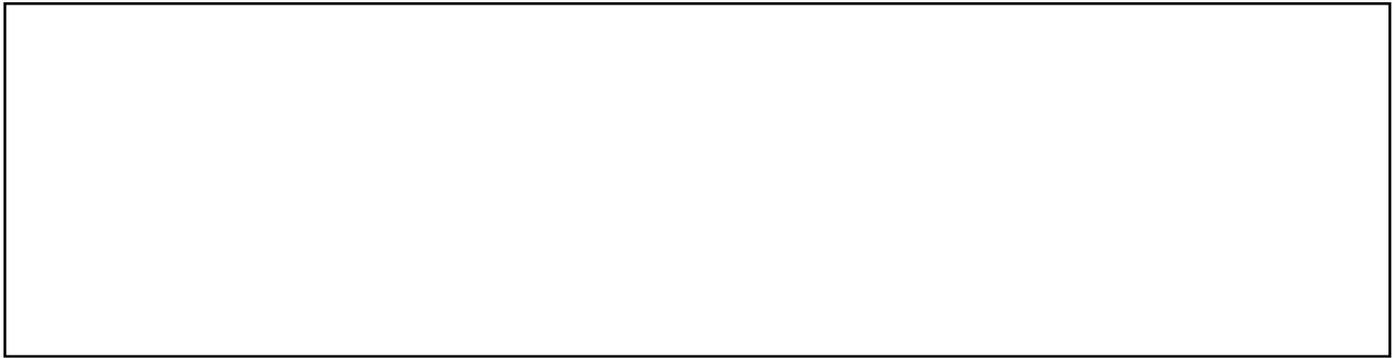
2/ Relever sur les courbes en page suivante la vitesse de rotation de l'hélice

3/ En se plaçant en régime établi ($t > 1.5s$), à l'aide d'un PFS appliqué sur l'arbre de transmission, retrouver la valeur de la vitesse de rotation de l'hélice

4/ Expliquer le phénomène transitoire observé entre 1 et 1.3s de simulation,

Calculer sa fréquence et la comparer avec la pulsation propre d'un système à un degré de liberté en rotation : $\sqrt{\frac{k}{J}}$

(On utilisera seulement l'inertie « inertia 1 » car la différence d'inertie engendre une « lenteur » de mise en mouvement de « inertia » lors de l'augmentation du couple d'entrée)



5/ proposer une amélioration permettant de limiter l'amplitude maximale dans la zone transitoire.

