

Cycle

7

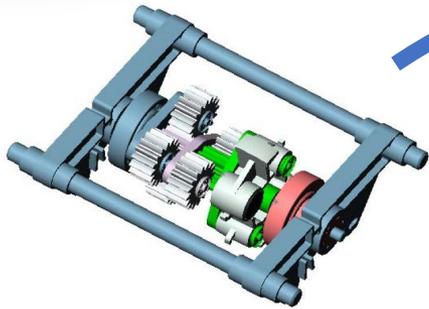
Modéliser et résoudre pour solution de transmission de puissance

Dossier travaux pratiques

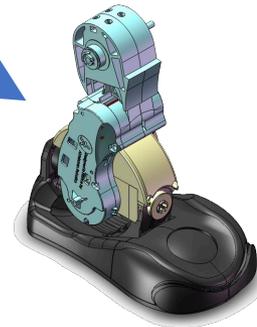
Consignes
générales



Roulement TP cycle 7



Galet freineur



Cheville NAO



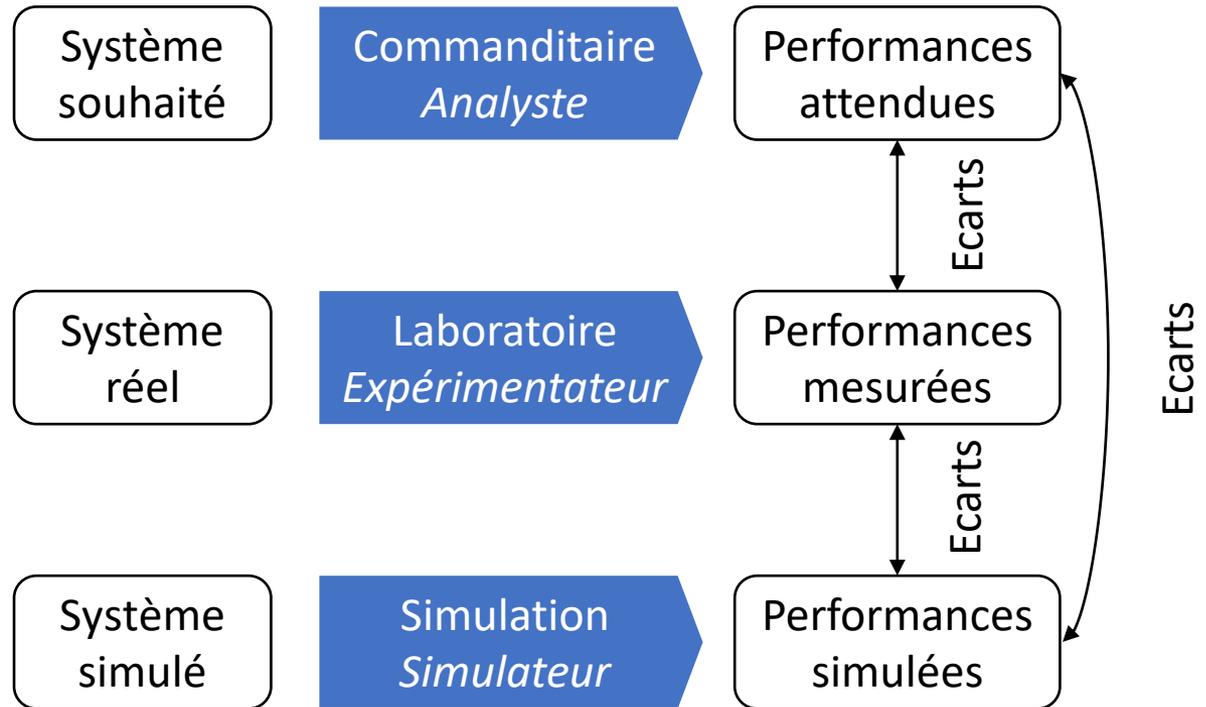
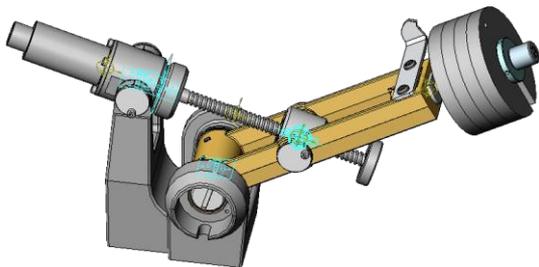
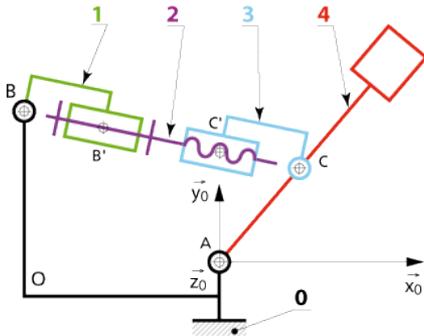
Winch



Slider



Objectif général des TP



- **Proposer une modélisation**
- **Prévoir et vérifier les performances**
- **Analyser les écarts entre le souhaité, le réel et le simulé**

Cycle

7

Modéliser et résoudre pour solution de transmission de puissance

Dossier travaux pratiques

Winch



Trame analytique

Question 1 : En vous appuyant sur le modèle cinématique de engrenage extérieur (cf. annexe), retrouver la loi $\frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}}$ en passant par la condition de roulement sans glissement. Faire de même pour l'engrenage intérieur.

Question 2 : En déduire alors, pour le sens de rotation où le train d'engrenage est actif, les relations suivantes (La pièce (17) est le Pignon, la pièce (10) est la Roue et la pièce (5) est le Tambour) :

$$r_1 = \frac{\omega_{17/0}}{\omega_{10/0}} \quad \text{et} \quad r_2 = \frac{\omega_{5/0}}{\omega_{17/0}}$$

Question 3 : En déduire le rapport de réduction global $r = \frac{\omega_{5/0}}{\omega_{10/0}}$



**Comparer le rapport de réduction obtenu avec les autres pôles.
Quantifier les écarts et identifier les causes de ces écarts.**

Question 4 : Le nombre de dents du Pignon (17) joue-t-il un rôle ? Détailler votre réponse.

Question 5 : Quelle est la liaison entre le Tambour (5) et la pièce fixe (18) ? Quelle solution technologique a été choisie pour

Question 6 : limiter les frottements dans cette liaison ?

Question 7 : Quelle est la liaison entre le Pignon (17) et la pièce fixe (18) ? Quelle solution technologique a été choisie pour limiter les frottements dans cette liaison ?

Question 8 : Quelle est la liaison entre la Roue (10) et la pièce (6) ? Quelle solution technologique a été choisie pour limiter les frottements dans cette liaison ? Justifier ce choix.

Question 9 : Après avoir identifié les différentes classes d'équivalences cinématique sur le système réel, établir le graphe des liaisons du Winch.

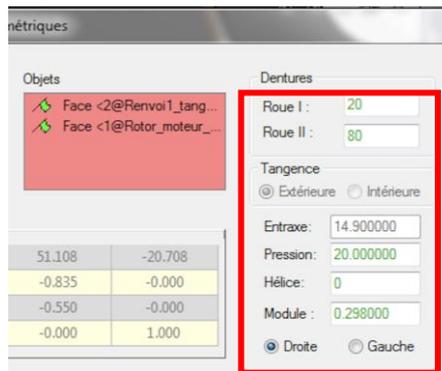
Question 10 : Compléter le schéma cinématique minimal donné en annexe.

Question 11 : Expliquer le fonctionnement du Winch (l'explication doit être rigoureuse et concise).

Trame simulation

Question 1 : A l'aide des fichiers SolidWorks fournis (fichier «Assemblage_winch») compléter l'assemblage du Winch dans Meca3D et simuler son mouvement (avec Meca3D). Observer le résultat

- Remarque 1 : Dans Meca3D, pour définir une liaisons engrenage, vous devez sélectionner les axes de rotation. Pour cela, il est possible de sélectionner soit une surface cylindrique soit un cercle, ayant pour axe celui de la roue sélectionnée. En maintenant la touche Ctrl du clavier, on peut sélectionner la surface sur la deuxième roue (cf. capture d'écran, au niveau du rectangle rouge il faudra indiquer le bon nombre de dents, le reste des paramètres n'est pas pertinent).
- Remarque 2 : La simulation sera réalisée dans le cas où toutes les roues dentées sont sollicitées.



Question 2 : Tracer la courbe donnant la vitesse de rotation du Tambour (5) en fonction du temps puis en fonction de la vitesse de rotation de la manivelle (loi entrée/sortie). Déterminer alors le rapport de réduction.



**Comparer le rapport de réduction obtenu avec les autres pôles.
Quantifier les écarts et identifier les causes de ces écarts.**

Trame expérimental

L'objectif de cette partie est de faire des manipulations sur le Winch en situation d'usage recréée : masses en extrémité de cordage pour simuler l'effort du vent et un dynamomètre à l'autre extrémité pour évaluer l'effort que devra exercer le marin.

Question 1 : Manœuvrer la manivelle, sans charge à l'extrémité, en tenant le bout libre de la corde d'abord sans tension puis avec une petite tension (la corde sera enroulée de trois tours sur le Winch). Inverser ensuite le sens de rotation de la manivelle. Conclure

Question 2 : En manœuvrant la manivelle, établir empiriquement la relation entre le nombre de tours de manivelle et le nombre de tours du tambour en fonction du sens de rotation. Mettre un signe dans la relation.

Sens de rotation horaire : $r_h = \frac{\omega_{poupée/socle}}{\omega_{manivelle/socle}}$. Sens de rotation trigonométrique : $r_t = \frac{\omega_{poupée/socle}}{\omega_{manivelle/socle}}$.

On souhaite étudier les performances de ce Winch en situation réelle. Pour cela, on enroulera le cordage d'un nombre de tours variables et on chargera une extrémité avec une masse de 25 kg symbolisant l'effet de la voile sur le cordage : il est alors possible de mesurer l'effort à l'autre extrémité du cordage, correspondant à ce que devrait fournir le marin pour retenir manuellement cette voile. Faire attention aux pieds lors de la manipulation de la masse de 25 kg.

Question 3 : Enrouler la corde sur le Winch en faisant deux tours. Tendre le brin mou à la main. Faire monter la charge en tournant successivement la manivelle dans le sens horaire et dans le sens trigonométrique. Faire une analyse qualitative sur la vitesse de montée de la charge (et donc de bordée de la voile) et l'effort à développer sur la manivelle en fonction du sens de rotation de celle-ci.

Question 4 : Tendre maintenant le brin mou à l'aide du dynamomètre fourni. Lever la charge et noter l'effort nécessaire à maintenir au minimum sur le brin mou pour que le cordage ne glisse pas sur le tambour (pour 2 tours de corde).

Question 5 : Faire plusieurs fois cette manipulation pour des enroulements successifs de 1 et 3 tours. Faire une analyse quantitative (c'est-à-dire chiffrée) sur l'effort à maintenir sur le brin mou en fonction du nombre de tours d'enroulement (au moins 3 mesures par configuration). Y-a-t-il proportionnalité entre le nombre de tour (ou angle d'enroulement) et l'effort à exercer ?

Question 6 : En vous appuyant sur la loi d'Euler-Etelwein (cf. annexe), déterminer expérimentalement le coefficient de frottement f .

Dossier travaux pratiques

Winch



Annexe : Loi d'Euler-Etelwein

La loi d'Euler-Etelwein (ou loi de cabestan) donne

$$e^{f \cdot \theta} = \frac{T}{t}$$

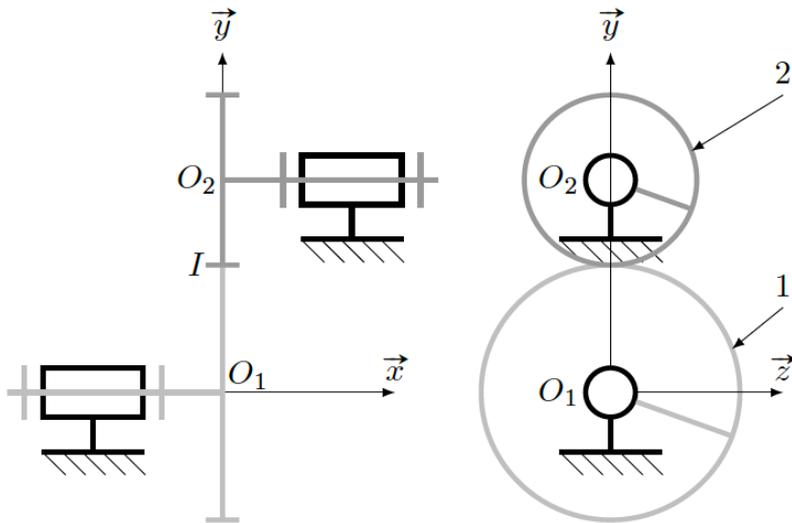
Avec :

- T : force sur le brin soulevant la masse (newton)
- t : force sur le brin mou (newton)
- f : coefficient de frottement dépendant des matériaux (sans unité)
- θ : angle d'enroulement du câble autour du tambour (radian)

Pour déterminer f , il est conseillé de passer par la fonction \ln .

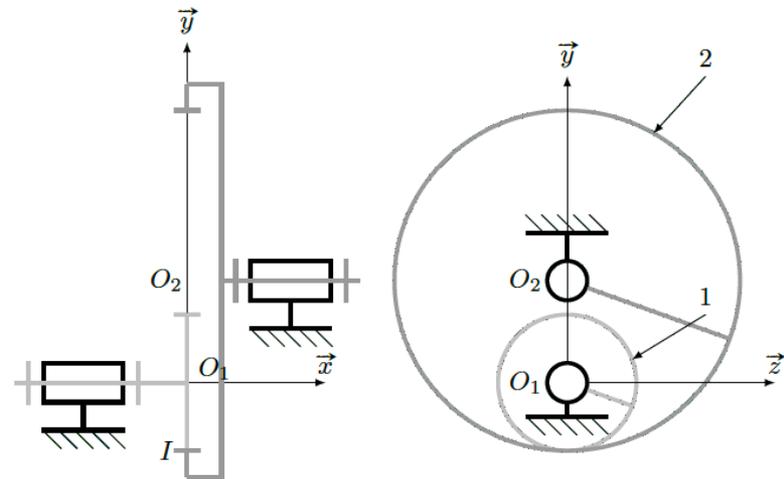
Annexe : modélisation engrenages

Engrenages extérieur



$$\frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}} = -\frac{Z_1}{Z_2}$$

Engrenages intérieur

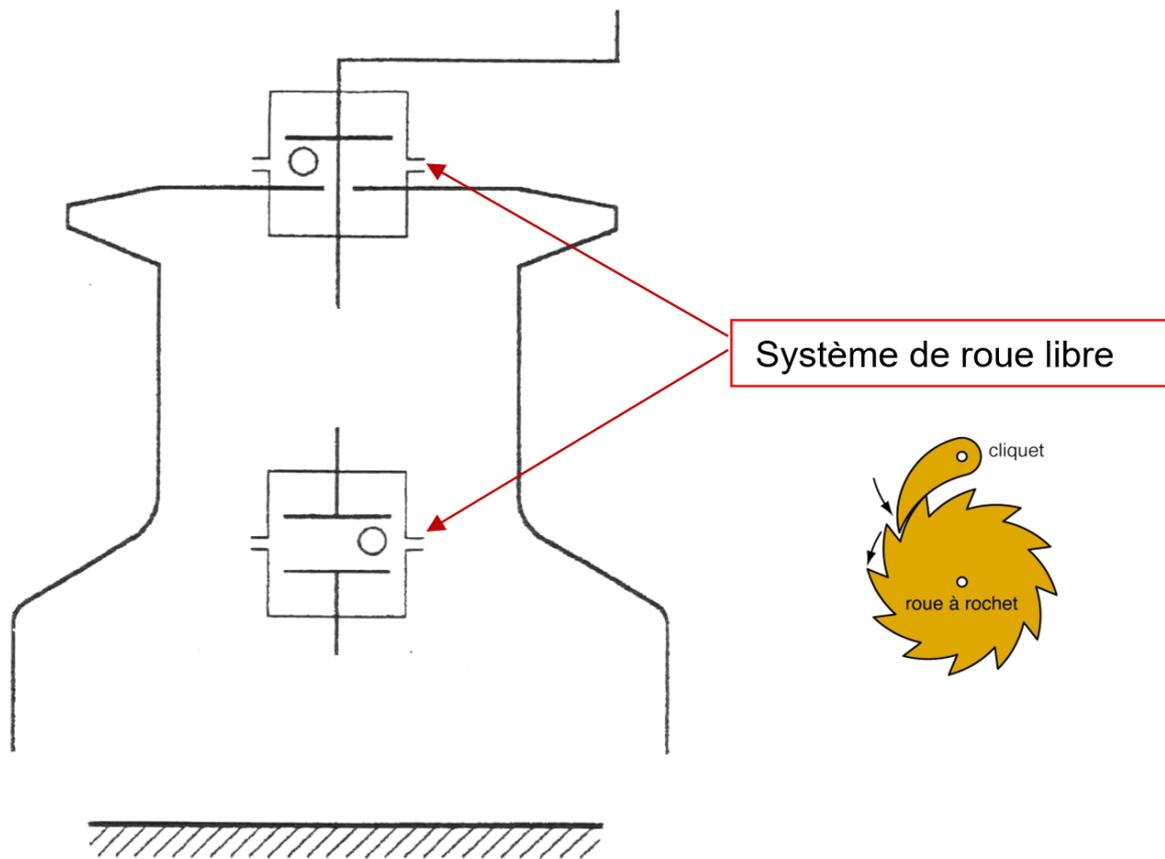


$$\frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

Dans les deux cas, on a la relation suivante : $D_i = m \cdot Z_i$, avec :

- D_i le diamètre de la roue i
- Z_i le nombre de dents de la roue i
- m le module (commun à deux engrenages qui s'engrennent)

Annexe : schéma cinématique



Annexe : bonus

Sur un voilier d'une certaine taille (au-delà de 7–8 m), les winchs d'écoutes placés de part et d'autre du cockpit sont utilisés pour border les écoutes, autrement dit ils sont utilisés pour ramener la voile principale. En cas de changement de cap brutal, le skyper doit être capable de border les écoutes en quelques secondes. Plus précisément, pour un voilier standard, l'objectif est de border les écoutes sur 10 mètres en moins de 25 secondes. **Véifier la performance de ce système** de façon expérimentale, analytique et simulée par rapport à cette exigence (pour ces trois démarches, vous poserez les hypothèses pertinentes et vous prendrez comme donnée d'entrée la vitesse maximale que peut fournir le skyper –que nous considérerons équivalente à celle que peut fournir un étudiant avec une charge de 25 kg en bout de corde-).

