

Travaux Pratiques - CINEMATIQUE

Winch

RAPPELS :

- **Un compte rendu sera rendu à la fin de chaque séance.**
- Chaque compte rendu donnera lieu à une note ainsi que la présentation.
- La présentation sera faite par **l'ensemble des membres du groupe de TP (chacun doit parler !!)**

- **A la fin de la séance :**
 - **RANGEZ VOTRE MATERIEL**
 - **ETEIGNEZ LE SYSTÈME**
 - **FERMEZ VOTRE SESSION** (ne pas éteindre l'ordinateur)

Les TPs en ilots (chef de projet, équipe modélisateurs, équipe expérimentateurs) permettent de :

- Développer l'autonomie et la prise d'initiative.
- Initier à l'ingénierie simultanée et au travail collaboratif.



Questions de **REFLEXIONS GLOBALES** pour **TOUTE L'EQUIPE**



Questions pour **l'EQUIPE EXPERIMENTATEURS**



Questions pour **l'EQUIPE MODELISATEURS**

Le « **CHEF DE PROJET** » sera le principal interlocuteur avec l'enseignant durant la séance de TP lorsqu'il devra présenter l'avancée des travaux de l'équipe. Il sera également en charge de la préparation de la présentation finale et faire le lien entre les binômes pour structurer l'avancée du projet.

Travaux Pratiques - CINEMATIQUE

Winch



Objectifs du TP

Maintenant que vous vous êtes familiarisés avec le langage de l'ingénieur et que vous maîtrisez le vocabulaire permettant de décrire le fonctionnement d'un système pluri-technologique, vous allez être amenés à modéliser ce dernier, comprendre et expliquer son comportement cinématique.

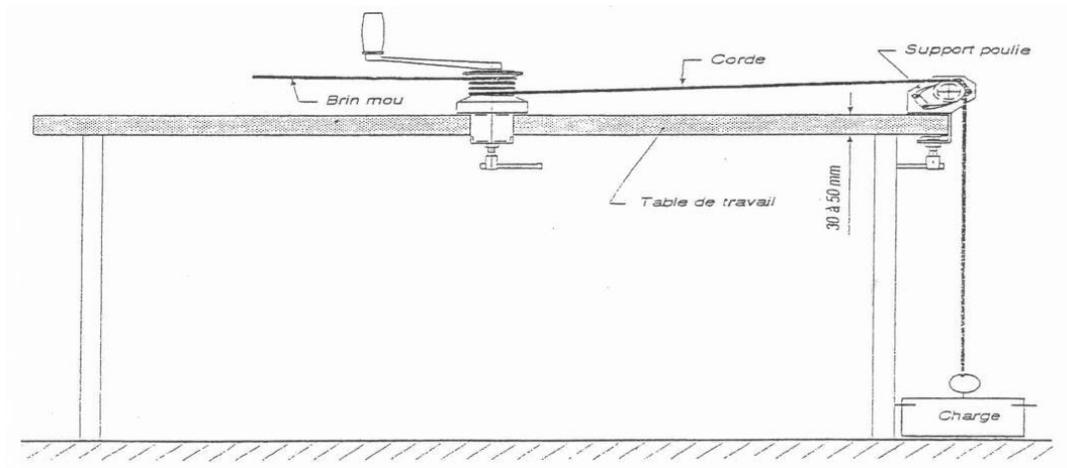
1 - Présentation du système

Pour hisser et régler les voiles, l'équipage d'un voilier utilise différents bouts qu'il doit, selon la manœuvre, mollir ou mettre en tension. Au-delà d'une certaine vitesse de vent et également en fonction de la surface des voiles, la force à exercer sur les cordages nécessite de recourir à une assistance mécanique. Le cordage à mettre en tension est enroulé autour du corps cylindrique du Winch (la *poupée*). L'équipage fait tourner le Winch à l'aide d'une *manivelle de Winch* amovible qui entraîne le cordage.

2 – Mise en œuvre du Winch - Approche expérimentale

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 sur la voile et un dynamomètre à l'autre extrémité pour évaluer l'effort que devra exercer le marin sur ce même cordage pour maintenir la voile en position ou pour la régler).

 **Faire attention aux pieds lors de la manipulation de la masse de 25 kg.**



Etude cinématique du Winch



Manœuvrer la manivelle 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.



Noter vos observations et vos conclusions.



Relever le nombre de tours de manivelle nécessaires pour obtenir un tour du tambour (rotation de la manivelle dans un sens puis dans l'autre).



En manœuvrant la manivelle, établir empiriquement la relation entre le nombre de tours de manivelle et le nombre de tours de la poulée (cylindre extérieur à revêtement rugueux sur lequel le cordage s'enroule, également appelé 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 :

$$r_t = \frac{\omega_{poupée/socle}}{\omega_{manivelle/socle}}$$

Manipulation sur le Winch en situation d'usage recréée

Analyse de l'effort à développer sur la manivelle

Le laboratoire ne dispose évidemment pas d'un voilier en situation soumise à un vent aléatoire. On souhaite cependant étudier les performances de ce Winch. 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.



Charger l'extrémité du cordage avec une charge de 25 kg en utilisant les masses puis 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.

Analyse de l'effort à développer sur le brin mou



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 la poulée.



Faire plusieurs fois cette manipulation pour des enroulements successifs de 1, 2 et 3 tours.



Faire une analyse qualitative sur l'effort à maintenir sur le brin mou en fonction du nombre de tours d'enroulement.



Y-a-t-il proportionnalité entre le nombre de tour (ou angle d'enroulement) et l'effort à exercer ?

Remarque : La loi liant les efforts dans le brin mou, le brin tendu et l'angle d'enroulement sera étudiée de façon théorique lors de la prochaine séquence de TP dans le cadre de la modélisation des actions mécaniques.

3 – Démontage du Winch et lecture du plan d'ensemble



Il est demandé de manipuler le Winch avec beaucoup de précaution et de ne perdre aucune pièce : toute pièce perdue (en particulier les petites butées des cliquets) mettrait en cause le travail des autres.



Démonter le système en suivant le graphe de démontage fourni dans le « **DOSSIER TECHNIQUE** ».



Expliquer succinctement les différentes étapes du démontage réalisées.



Pour quel sens de rotation de la manivelle l'ensemble { Pignon (17) + Roue (10) + Poupée (5) } (constituant un train d'engrenages) est-il actif ?

Les dispositifs permettant d'accoupler ou de désaccoupler certains éléments du mécanisme en fonction des sens de rotation s'appellent des « roues-libres ».



Combien y en a-t-il dans ce mécanisme et entre quelles pièces sont-elles situées ?



Pour chacune d'entre-elles, dire pour quel sens de rotation de la manivelle, elles permettent d'accoupler ou de désaccoupler les deux éléments entre lesquelles elles sont situées.

4- Détermination des performances théoriques par simulation numérique



A l'aide des fichiers SolidWorks fournis dans le dossier (les pièces utiles sont précédées de « TP_ »), faire l'assemblage du Winch et simuler son mouvement (avec Meca3D). Observer le résultat de la simulation.

Remarque : La simulation sera réalisée dans le cas où toutes les roues dentées sont sollicitées.

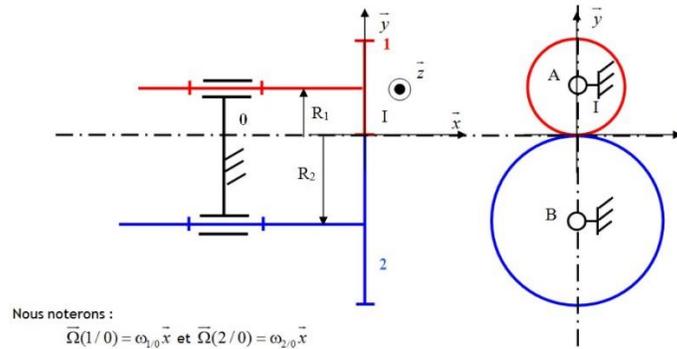


Tracer la courbe donnant la vitesse de rotation du Tambour (5) en fonction du temps puis en fonction de la vitesse de rotation de la manivelle (loi entrée/sortie). Commenter.

5 – Etude cinématique analytique

Théorie de l'engrenage

Le modèle cinématique d'un engrenage constitué de deux roues **1** et **2** avec condition de roulement sans glissement en *I* est donné ci-dessous.



Exprimer les torseurs cinématiques $\{V_{1/0}\}$ et $\{V_{2/0}\}$ respectivement en A et B.



En utilisant la condition de roulement sans glissement en *I*, en déduire une relation entre $\omega_{2/0}$ et $\omega_{1/0}$ en fonction de R_1 et R_2 puis en fonction de Z_1 et Z_2 .

Application au Winch



Pour le sens de rotation où le train d'engrenage est actif, donner les relations suivantes (compter le nombre de dents) :

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

Remarque : La pièce (17) est le Pignon, la pièce (10) est la Roue et la pièce (5) est la Poupée (ou Tambour).



En déduire $r = \frac{\omega_{5/0}}{\omega_{10/0}}$. Comparer avec les résultats obtenus expérimentalement.



Le nombre de dents du Pignon (17) joue-t-il un rôle ? Pourquoi ? Quel est ce rôle ?

Etude des liaisons



Quelle est la liaison entre le Tambour (5) et la pièce fixe (18) ?



Quelle solution technologique a été choisie pour limiter les frottements dans cette liaison ? Justifier ce choix.



Quelle est la liaison entre l'axe central (6) et la pièce fixe (18) ?



Quelle solution technologique a été choisie pour limiter les frottements dans cette liaison ? Justifier ce choix.



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 ? Justifier ce choix.



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.

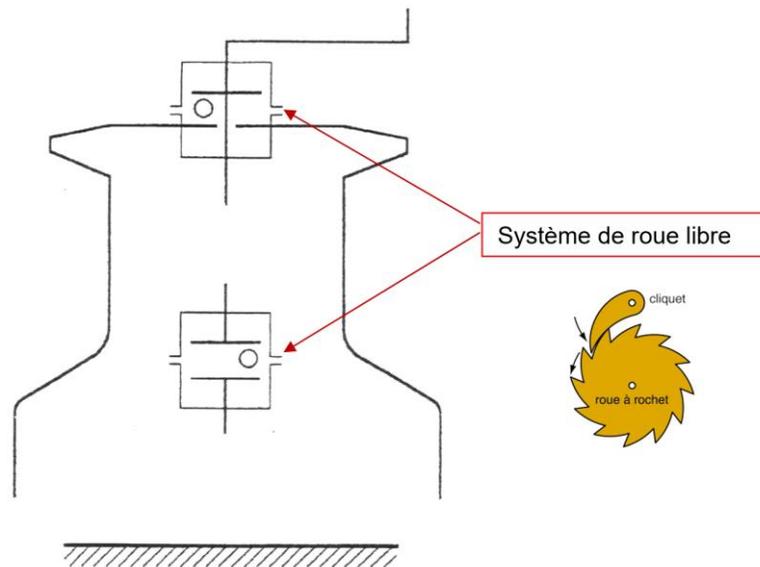
6 – Construction du schéma cinématique minimal du Winch.



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



Compléter le schéma cinématique minimal donné ci-dessous :



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



Après avoir expliqué clairement votre raisonnement, déterminer la loi entrée/sortie théorique du Winch (relation entre la vitesse de rotation de la manivelle et la vitesse de rotation du Tambour).

7 - Validation



L'objectif pour le groupe est de comparer les résultats des mesures expérimentales avec les valeurs théoriques données par le calcul et la simulation numérique (vitesses de rotation et loi entrée/sortie). Estimer d'où peuvent provenir les écarts.

