

Travaux Pratiques - STATIQUE

Galet freineur

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 :**
 - **RANGÉZ VOTRE MATÉRIEL**
 - **ÉTÉIGNEZ LE SYSTÈME**
 - **FERMEZ VOTRE SESSION** (ne pas éteindre l'ordinateur)

Les TPs en îlots (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'ÉQUIPE**



Questions pour **l'ÉQUIPE EXPÉRIMENTATEURS**

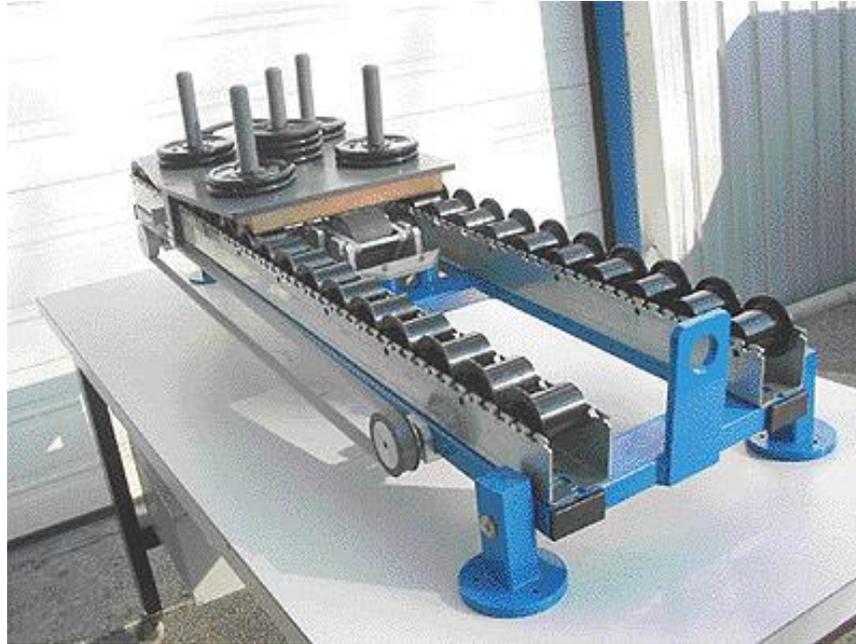


Questions pour **l'ÉQUIPE MODÉLISATEURS**

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 - STATIQUE

Galet freineur



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.

Présentation et problématique

Les galets freineurs s'intègrent dans des installations de stockage. Ils permettent de contrôler la vitesse de déplacement gravitaire de palettes et d'éviter que la palette dévale la pente jusqu'à la butée.

Ce TP propose l'étude du mécanisme de régulation de vitesse gravitaire de déplacement des charges transportées sur des couloirs de stockage dynamique à rouleaux inclinés.

Le galet de type 7302 étudié est un système mécanique dont le but est de maîtriser la vitesse. Il est utilisable pour freiner des charges variant de 35 kg à 1000 kg.

Un galet freineur est installé sur son support fixé à l'établi. Repérer le sens de rotation privilégié indiqué par une flèche puis faire tourner le galet à la main dans le sens indiqué par la flèche



Que constate-t-on, si l'on fait tourner le galet dans l'autre sens ? Conclusions.

Etude de l'influence de l'inclinaison, des masses embarquées et de la vitesse d'accostage

Expérimentation en situation

Les essais seront réalisés sur le banc du galet freineur. Le « **DOSSIER RESSOURCES** » et le « **DOSSIER TECHNIQUE** » précisent l'organisation structurelle du système, l'interface logicielle et le protocole des mesures. Des masses sont disponibles afin de charger le plateau.



Réaliser le protocole d'essais proposé (deux essais à chaque fois) permettant de mettre en évidence l'influence d'un paramètre sur l'évolution transitoire et permanente de la vitesse du galet freineur :

- Essais 1 et 2 : *Influence de l'angle d'inclinaison*
 - Incliner le banc d'un angle de 2° et charger le plateau de deux masses.
 - Faire un essai sans pousser le plateau au départ.
 - Refaire le même essai avec cette fois-ci un angle d'inclinaison de 6° .

- Essais 3 et 4 : *Influence de la masse embarquée*
 - Incliner le banc d'un angle de 6° et charger le plateau de deux masses.
 - Faire un essai sans pousser le plateau au départ.
 - Refaire le même essai avec cette fois-ci un plateau chargé de quatre masses.

- Essais 5 et 6 : *Influence de la vitesse d'accostage*
 - Incliner le banc d'un angle de 6° et charger le plateau de deux masses.
 - Faire un essai en chute libre puis en poussant le plateau à la main.



Conclure quant au fonctionnement de ce galet : le nom choisi (freineur) est-il approprié ?

Analyse des courbes d'essais réalisés



Analyser, pour l'essai « 2 masses + angle de 6° + sans poussée initiale » (assez révélateur de l'influence des divers paramètres), l'évolution des efforts normaux et tangentiels au niveau du galet (après avoir précisé de quels efforts il s'agissait). Il est demandé de particulièrement analyser et justifier les points suivants :

- Fluctuations régulières lentes observées sur les courbes.
- Fluctuations régulières rapides observées sur les courbes.
- Stabilité d'un des efforts.
- Augmentation puis diminution de l'autre effort (en valeur absolue).



A-t-on une phase de glissement entre le galet et le plateau ? Indiquer comment est-il possible de vérifier ce point.



Après avoir expliqué votre raisonnement, évaluer la valeur minimale du coefficient d'adhérence plateau / galet.



Que peut-on dire du coefficient de frottement ? Si c'est possible, évaluer sa valeur.



Définir une méthode pour montrer (en utilisant les relevés) que l'effort tangentiel est proportionnel au carré de la vitesse de rotation du tambour.



Mettre en place cette méthode. Conclure.

Détermination numérique de la relation entre l'effort tangentiel et la vitesse de rotation du tambour



A l'aide de l'assemblage SolidWorks fourni dans le dossier (*TP_GALET_COMPLET*), du « **DOSSIER TECHNIQUE** », simuler (avec Meca3D) le mouvement du galet à partir de la rotation du tambour extérieur. Observer le résultat de la simulation.

Remarque : Pour l'étude « Cinématique et Statique », un seul satellite sur chaque train épicycloïdal sera utilisé afin d'obtenir un système isostatique.



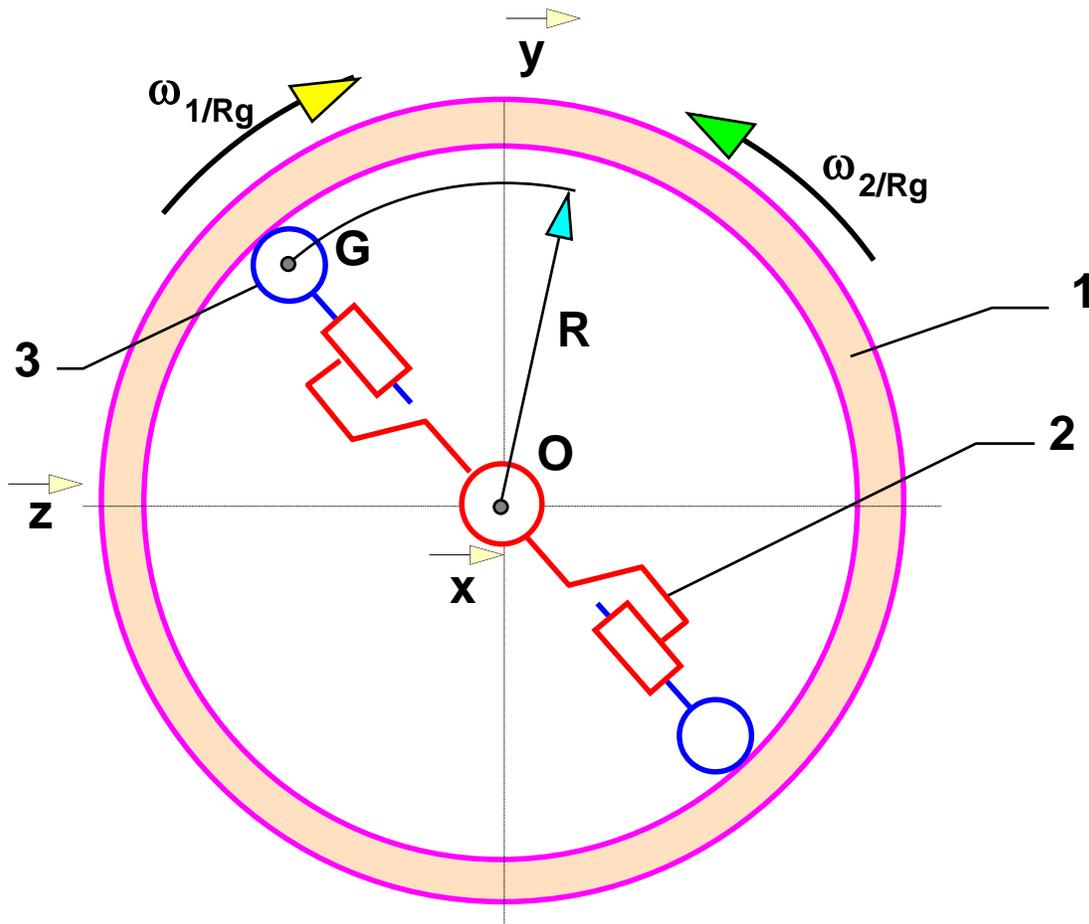
Tracer la courbe donnant l'effort tangentiel en fonction du temps puis en fonction de la vitesse de rotation du tambour. Commenter.



En déduire la relation entre les deux grandeurs. Conclure.

Analyse de la structure mécanique du galet freineur

Pour justifier le comportement du galet freineur d'après les observations de groupe, il est nécessaire de faire une étude dynamique du fonctionnement du galet. Le modèle dynamique simple du galet freineur est donné ci-après.



Modèle dynamique simplifié

On connaît :

- ω_{1/R_g} (notée ω_1) : vitesse de rotation (supposée uniforme) du tambour par rapport au repère galiléen R_g .
- f : coefficient de frottement de glissement des masselottes sur le tambour.
- R : rayon sur lequel évolue les masselottes.
- k : rapport du train épicycloïdal : $\omega_{2/R_g} = k \cdot \omega_{1/R_g}$ (on rappelle que $k < 0$ grâce à l'étude précédente).

On fait l'hypothèse que toutes les liaisons sont parfaites hormis le contact masselottes/tambour.

À partir des éléments du galet freineur, justifier le choix de la modélisation de la figure précédente.

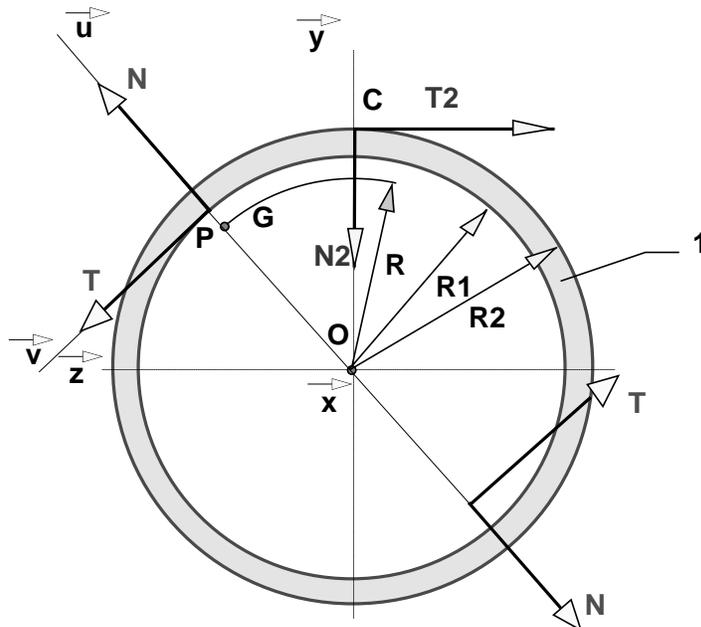
Isoler une masselotte (3) en contact avec le tambour et appliquer lui le théorème de la résultante dynamique en supposant que l'action de pesanteur est négligeable (attention on ne néglige pas la masse de la masselotte).

Montrer que la force tangentielle de frottement exercée par le tambour sur la masselotte est égale à :

$$T = m \cdot f \cdot R \cdot k^2 \cdot \omega_{1/R_g}^2$$

Justifier l'indication du sens de rotation indiqué par le constructeur.

La figure suivante modélise l'ensemble E du galet freineur où T et N représentent l'action (glisseur) d'une masselotte sur le tambour et T₂ et N₂ représentent l'action (glisseur) d'une palette sur le tambour.



Modèle de l'ensemble E du galet freineur



Faire le graphe de structure du système étudié.



Isoler l'ensemble E du galet freineur et faire le bilan des actions extérieures à l'ensemble E en supposant que l'action de pesanteur est négligeable.



En prenant l'hypothèse de liaisons parfaites (hormis au niveau du contact masselottes / tambour), en expliquant le (ou les) solide(s) à isoler, en utilisant le théorème de l'énergie cinétique (ou énergie/puissance) en régime permanent, montrer que l'effort tangentiel peut s'écrire :

$$T_2 = 2 \cdot T \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot (1 - k)$$

L'étude dynamique de la partie précédente nous donne : $T = m \cdot f \cdot R \cdot k^2 \cdot \omega_{1/R_g}^2$



En déduire la valeur de T_2 en fonction de :

m : masse d'une masselotte $m = 50$ g.

f : coefficient de frottement de glissement entre masselotte et tambour ($f = 0,2$).

R : rayon sur lequel évolue une masselotte $R = 22,5$ mm.

R_1 : rayon interne du galet $R_1 \approx 34,5$ mm.

R_2 : rayon externe du galet $R_2 = 42,5$ mm.

k : coefficient de multiplication du train épicycloïdal (- 23,1).

ω_1 : vitesse de rotation du tambour par rapport au bâti.



Montrer que l'effort résistant exercé par le patin sur le tambour est proportionnel au carré de la vitesse de rotation de ce tambour.

Validation



Valider la cohérence de votre étude théorique avec les constatations faites par les mesures expérimentales.



L'objectif pour le groupe est de comparer les résultats des mesures avec les valeurs théoriques données par le calcul et la simulation numérique (relation entre l'effort tangentiel et la vitesse de rotation du tambour). Calculer les écarts et estimer d'où ils peuvent provenir.

