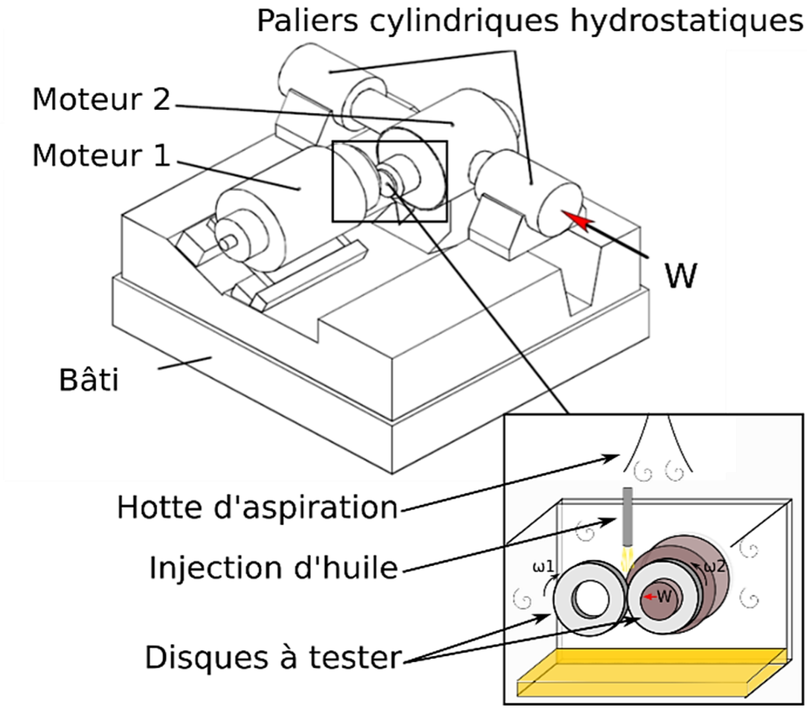
Etude du frottement

Contexte

- La modélisation des pertes associées au frottement lors de l'engrènement à pour but de prédire les rendements des transmissions mécaniques pour l'industrie.
- Au LaMCoS, cette étude se fait grâce à des moyens expérimentaux spécifiques.



Schématisation de la machine bi-disque haute performance [G. Isaac]

Machine Bi-Disque Haute Performances (MBDHP)

Ce moyen d'essai permet reproduire un l'instant de l'engrènement. Des capteurs permettent la mesure du coefficient de frottement au cours de l'essai.
Outre la caractérisation d'un couple huile/matériau , ce band d'essai permet de reproduire de la fatigue de contact, de l'usure et du grippage.

Paramètres variables
Huile utilisée
Disques (géométrie, matériau, rugosité)
Température de l'huile
Vitesses de rotation des disques
Pression de contact

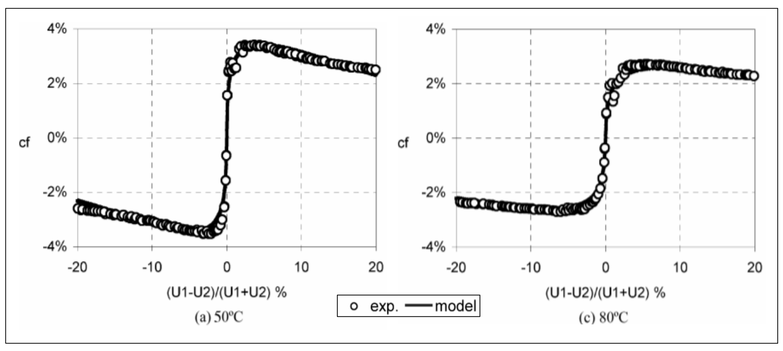
Articles antérieurs :

Ville, F., Nélias, D., Tourlonias, G., Flamand, L., & Sainsot, P. (2001). On the two-disc machine: A polyvalent and powerful tool to study fundamental and industrial problems related to elastohydrodynamic lubrication. Tribology Series, 39, 393–402.

Etudes croisées

Y. DIAB – 2006

Formulation d'un modèle de frottement à partir d'essais de traction sur machine bi-disque dans des conditions type engrenage.



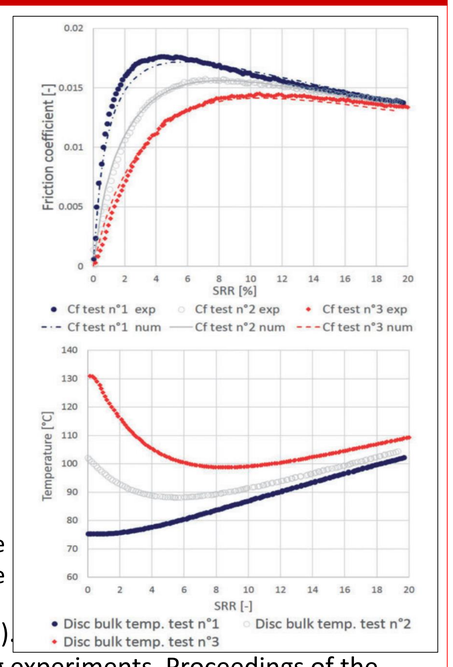
Traction sur MBDHP - Influence de la température d'injection d'huile

Le modèle est appliqué à un contact entre engrenages et ses résultats sont comparés à des essais sur réducteur instrumenté.

Diab, Y., Ville, F., & Velex, P. (2006). Prediction of Power Losses Due to Tooth Friction in Gears. Tribology Transactions, 49(2), 260–270.

G. ISAAC – 2018

L'influence de la thermique (température de masse, d'injection) sur le coefficient de frottement à été étudiée à travers une modélisation par la méthode des réseaux thermiques et confirmée par des mesures embarquées de température.



Courbe de traction et évolution de la température de masse

Isaac, G., Changenet, C., Ville, F., Cavoret, J., & Becquerelle, S. (2018). Thermal analysis of twin-disc machine for traction tests and scuffing experiments. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology, 232(12), 1548–1560.

Modèle de frottement

Le modèle développé propose de modéliser le frottement entre deux solides par la contribution de deux phénomènes :

- Le frottement « fluide » induit par le cisaillement du lubrifiant dans le contact
- Le frottement « sec » associé aux interactions entre les rugosités des surfaces

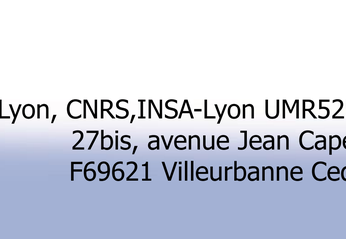
L'importance relative de ces phénomènes est déterminée par le rapport de la surface de contact sur aspérité A_c sur la surface de contact apparente A_0.

Certains paramètres de ce modèle sont obtenus expérimentalement via une optimisation sur les courbes de traction et valables pour un couple lubrifiant / matériau.

$$C_f = \frac{1}{p_{moy}}\left[\frac{A_c}{A_0}\tau_{sec} + \left(1 - \frac{A_c}{A_0}\right)\tau_{fluide}\right]$$

où :

- C_f : coefficient de frottement,
- p_{moy} : pression de contact moyenne [Pa],
- A_c : aire de contact réelle [m²],
- A_0 : aire de contact apparente [m²],
- τ_{sec} : taux de cisaillement sec [Pa],
- τ_{fluide} : taux de cisaillement fluide [Pa].

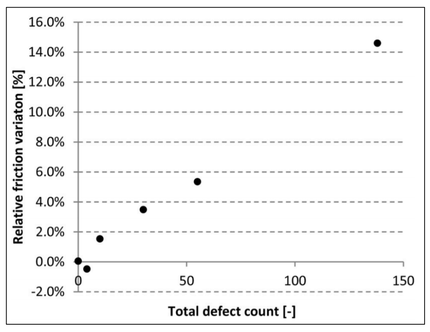


Etude expérimentale

T. TOURET – 2019

Les effets du micropitting sur le coefficient de frottement sont étudiés.

La variation de coefficient de frottement entre une paire de disques saine et une paire de disque présentant du micropitting est corrélée avec le nombre de défauts sur la piste de roulement.



Variation relative du Cf en fonction du nombre de défauts observés sur la piste

Touret, T., Changenet, C., Ville, F., Cavoret, J., & Abousleiman, V. (2019). Experimental investigations on the effect of micropitting on friction – Part 1. Tribology International.

Principaux partenaires des études

SAFRAN — LabFECAM CENTRE DE RECHERCHE

LaMCoS Unité Mixte de Recherche 5259

LaMCoS, Université de Lyon, CNRS,INSA-Lyon UMR5259,
27bis, avenue Jean Capelle
F69621 Villeurbanne Cedex

Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures