

Analyse multi-échelle des mécanismes de fretting des matériaux métalliques, développement d'une approche expérimentale et numérique pour l'estimation de la durée de vie

Doctorant : Jacques Roderick

Encadrants : Salima Bouvier, Jourani Abdeljalil, Hocine Kebir, Chen Yan-Ming

Contexte et description du besoin

Le fretting est un mode d'usure causé par un **frottement à faible amplitude** de déplacement qui peut générer des **particules fines** parfois **oxydées**. Les concentrations de contraintes dues à l'usure ou les contraintes cycliques générées par le frottement favorisent l'apparition et la **propagation des fissures** impactant ainsi la **tenue en fatigue** des matériaux.

29% des cas d'avarie (source Cetim) est dû au fretting

Exemples :

- Ruptures de câbles du pont à haubans,
- Blocages d'actionneurs,
- Destructures de roulement (effet faux Brinelling),
- Déchaussements d'arbres cannelés,
- Défauts de contact électrique

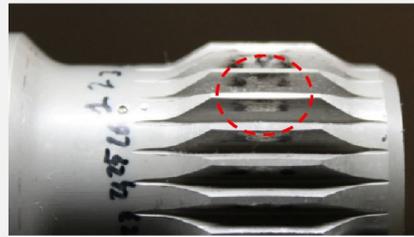
...



C.Lu-Minh, (2021)

Objectifs de la thèse

1. Développer une méthode d'analyse d'avarie.
2. Mise au point de méthodes d'essai tribologiques.
3. Développement d'approches numérique et expérimentale pour estimer la durée de vie des composants.



F. Curà et al.



Benjamin van Peteghem. (2013)



Piet van Dijk and Frank van Meijl.

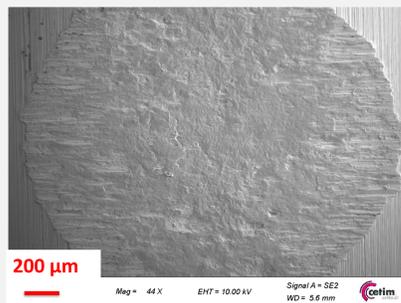
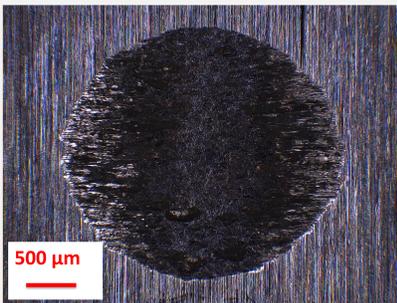
Analyse d'avarie causée par le fretting et compréhension des mécanismes sous-jacents

Etat des lieux : Difficultés à identifier de manière certaine des dégradations dues au fretting

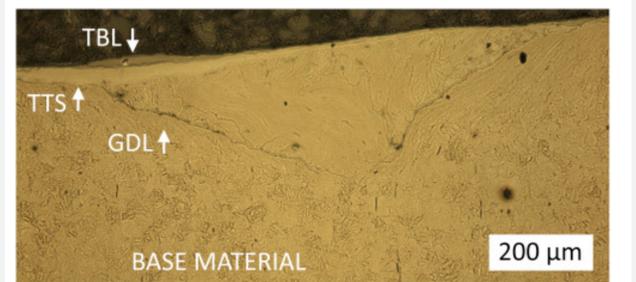
Quels sont les méthodologies et moyens mis en œuvre pour identifier les mécanismes d'usure par fretting ?

→ Quelles sont les signatures du faciès en observation optique ou au MEB ?

→ Quels impacts sur la microstructure et les propriétés mécaniques ?



Etude du comportement au fretting des aciers inoxydables austéno-ferritique en contact avec un acier inoxydable 316L

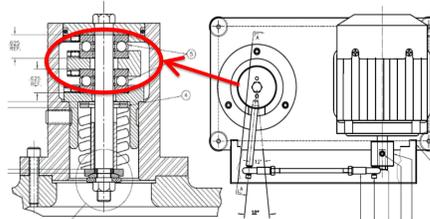


Nurmi V, Hintikka et al. (2018)

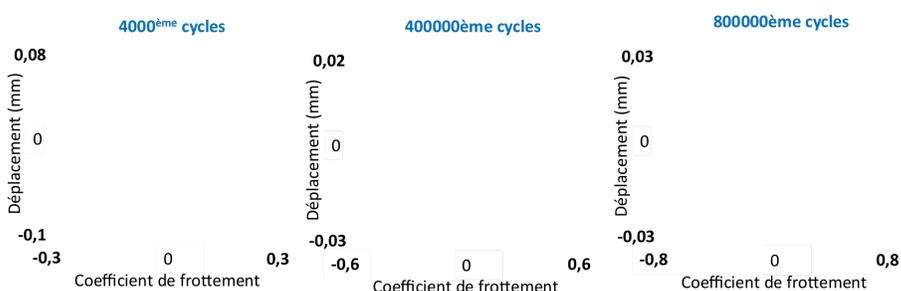
Optimisation et développement de méthodes d'essai

Etat des lieux : Les essais laboratoires ne permettent pas toujours de reproduire les conditions de sollicitation réelles des pièces soumis au fretting → représentativité des essais

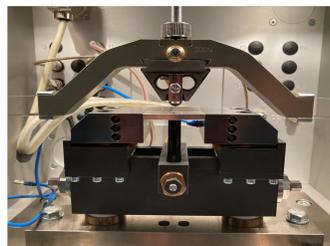
- Optimisation des **essais de fretting** disponible au Cetim (bille/plan ou sur butée à billes) afin de reproduire les **dégradations** observées précédemment (composants de transmission mécanique, engrenages, roulements, embrayage, ...).
- Construction d'une base de données de **solutions anti-fretting** (traitements de surface, revêtements, ...).



Banc d'essai Falex, norme ASTM D4170



Evolution courbe force/déplacement au cours d'un essai SRV5 selon ASTM G-204



Banc d'essai Optimol SRV5, contact bille/plan

Prédiction de durée de vie

Etat des lieux :

- Existence de modèle prédictif de **fretting fatigue** (amorçage et propagation de fissures). Peu de modèle de le cas de fretting usure.
- Peu de modèle de fretting prennent en compte les **changements microstructuraux** et l'évolution des **propriétés mécaniques locales**

Nécessité de développer un modèle pour une étude paramétrique (effet de l'épaisseur du revêtement et de ses propriétés, de la nature du gradient de dureté, des propriétés locales du matériau de base, du chargement, de l'état de surface avant et après revêtement/traitement thermo-chimique...)