

## Offre de thèse

# Micropitting sur les engrenages : analyse des paramètres influents et proposition d'une nouvelle formulation du risque

## 1. Contexte et objectif de la thèse

La fatigue de contact est le principal mode de défaillance des différents composants (roulements et engrenages) des transmissions mécaniques. Ces défaillances peuvent être initiées (i) en sous couche au niveau de la profondeur hertzienne par des surcontraintes dues à la présence d'inclusions, ou (ii) en proche surface par des surcontraintes engendrées par la topographie locale des surfaces en contact (Figure 1a). Ce dernier mode de défaillance se traduit par l'apparition de nombreuses fissures superficielles pouvant conduire à du micro-arrachement, ou micro écaillage, appelé micropitting dans le domaine des transmissions par engrenages (Figure 1b).

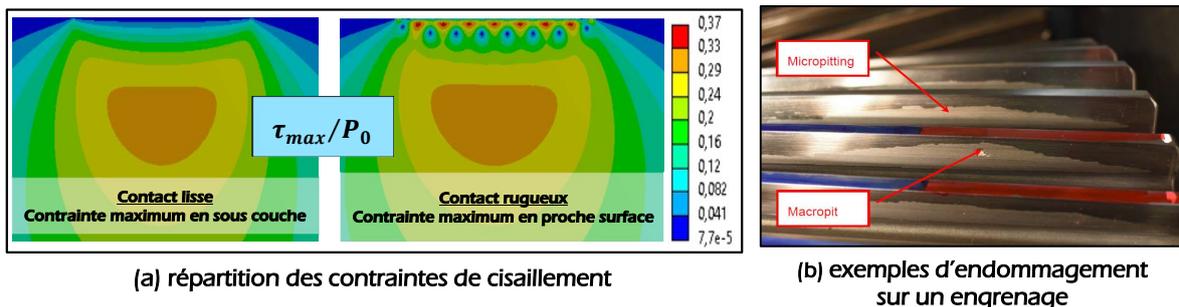


Figure 1 : fatigue de contact

Le micropitting est actuellement le mode de défaillance prépondérant dans les engrenages. Les nombreux travaux de recherche effectués sur ce sujet ces dernières années permettent d'identifier un certain nombre de paramètres favorisant son apparition, mais ses mécanismes de défaillance sont encore mal compris et il n'existe pas de critères de dimensionnement unanimement reconnus.

Le risque de défaillance par micropitting est souvent caractérisé par le rapport entre l'épaisseur minimum du film d'huile notée  $h_{min}$  et la rugosité des surfaces en contact caractérisée par le paramètre  $R_a$ . Ce rapport est noté  $\lambda$  et est appelé lambda ratio (Équation 1). C'est ce rapport  $\lambda$  qui est utilisé par la norme ISO/TF 6336-22 : 2018 pour établir un coefficient de sécurité.

$$\lambda = \frac{h_{min}}{R_a} \quad \text{Équation 1}$$

Cette norme, bien que largement utilisée, n'est cependant pas totalement satisfaisante et un certain nombre d'études récentes l'ont mise en défaut et ont montré que l'utilisation du seul lambda ratio n'est pas suffisante pour prédire le risque d'apparition de micropitting.

L'objectif de ces travaux de doctorat est de proposer une nouvelle formulation de ce risque de défaillance permettant de prendre en compte les paramètres les plus influents.

## 2. Approche proposée et description des travaux envisagés

L'approche proposée dans le cadre de cette thèse consiste à combiner une analyse approfondie de résultats expérimentaux existants à une approche numérique.

Une étude bibliographique des nombreux résultats présents dans la littérature permettra de faire un état des lieux sur les risques d'apparition du micropitting et de faire ressortir les paramètres les plus influents. Cette étude bibliographique fournira un certain nombre de cas tests permettant de valider l'approche numérique et d'appliquer le nouveau risque proposé. Aucun essai n'est initialement prévu dans le cadre de ces travaux de doctorat mais, en fonction de l'avancée du projet, quelques essais pourront être réalisés au CETIM en fin de thèse.

Une approche numérique permettra ensuite de quantifier l'influence des paramètres les plus influents sur le risque d'apparition du micropitting. Cette analyse sera effectuée en utilisant un code développé (sous Matlab) au LaMCoS et au LabECAM. Ce code permet de calculer les contraintes dans un contact, avec prise en compte des effets de la microgéométrie, telle que la rugosité. Un critère de

fatigue devra être implémenté dans le code afin de comparer les différents cas en termes de durée de vie.

L'ensemble des résultats des simulations réalisées permettra enfin de proposer une nouvelle formulation du risque d'apparition de micropitting. L'application de cette nouvelle formulation à des résultats expérimentaux issus de la littérature permettra sa validation.

### 3. Cadre organisationnel de la thèse

**Encadrement :** ces travaux de thèse seront réalisés dans le cadre du laboratoire commun TRANSMECA composé de :

- INSA de Lyon, Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures LaMCoS,
- ECAM LaSalle, laboratoire LabECAM
- Cetim, centre technique des industries mécaniques

**Durée du financement :** 3 ans.

**Localisation :** Lyon, dans les laboratoires de l'INSA Lyon et de l'ECAM LaSalle. Des déplacements ponctuels (1 semaine tous les 6 mois) sont à prévoir au CETIM à Senlis.

### 4. Profil recherché

Les candidats devront avoir si possible les compétences suivantes :

- Titulaire d'un diplôme d'Ingénieur ou de Master en Mécanique
- Connaissance en transmissions mécaniques
- Expérience en simulation numérique et connaissance du logiciel Matlab
- Autonomie, curiosité, force de proposition et capable d'analogies
- Anglais (être capable de rédiger et présenter en anglais moyennant préparation préalable)

### 5. Contact

Les candidats intéressés sont invités à envoyer aux contacts suivants Bérengère GUILBERT ([berengere.guilbert@insa-lyon.fr](mailto:berengere.guilbert@insa-lyon.fr)), et Jean-Philippe NOYEL ([jean-philippe.noyel@ecam.fr](mailto:jean-philippe.noyel@ecam.fr)), leur dossier de candidature comprenant :

- Une lettre de motivation
- Un CV détaillé
- Une lettre de recommandation ou les coordonnées d'une personne à contacter
- Leurs résultats scolaires d'ingénieur ou de master