

Systemes supra-glissants. Lubrification verte

Jean-Michel MARTIN (TPCDI)

La recherche du frottement le plus faible possible est un objectif prioritaire dans de nombreux systemes tribologiques (moteurs thermiques, domaine spatial ou encore protheses biologiques). Le **supra-glissement** sous ultravide a été énoncé par Hirano dans les années 1990 et si cette possibilité est généralement admise d'un point de vue théorique par les chercheurs, la mesure expérimentale de tels phénomènes butte sur la nature même du tribomètre utilisé qui introduit des frottements parasites. Aussi admet-on que des valeurs du coefficient de frottement inférieures à 0,5 % en absence d'un film visqueux sont qualifiées d'extrêmement faibles (superlubricity en anglais). C'est le cas de couches de molybdénite MoS₂ sous ultravide ou de certains films de carbone DLC hydrogénés dans les mêmes conditions.

Dans le cas des systemes lubrifiés en régime limite, la présence supplémentaire de l'environnement (entraînement du lubrifiant ou même de l'air ambiant) rend le défi de la mesure encore plus difficile. Des valeurs inférieures à 1% sont assez rares. L'objectif est alors de permettre l'existence d'une « fenêtre de supra-glissement » dans la courbe de Stribeck (voir figure ci-dessous), sachant qu'un mécanisme balaye généralement les différents régimes de lubrification au cours de son fonctionnement. Un autre aspect à prendre en compte est la nature du lubrifiant, qui doit maintenant respecter des normes environnementales (faible toxicité et si possible non issu des ressources fossiles). C'est l'objectif de la **lubrification verte**, qui de développe actuellement.

Pour obtenir cette fenêtre dans la courbe de Stribeck, nous pouvons agir à plusieurs niveaux :

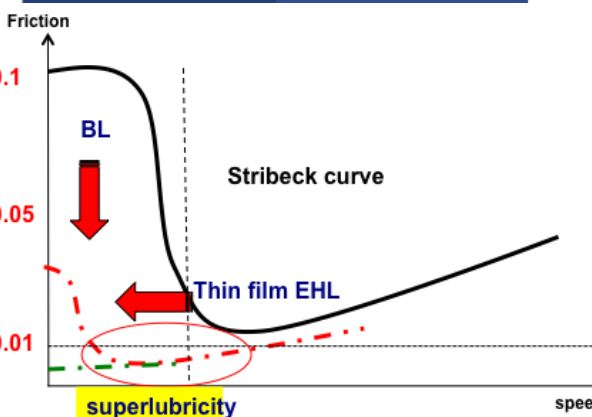
1- utilisation des lubrifiants à faible piezo-viscosité (par exemple contenant des liaisons hydrogènes). Ceci va permettre d'abaisser considérablement le frottement en régime EHD

2- utilisation de lubrifiant du type hydrate de carbone de formule générale C_xH_y(H₂O)_n. Dans le régime « Very Thin Film EHL », ces lubrifiants vont générer une lubrification de type aqueuse, diminuant encore la viscosité dans le régime EHL.

3- utilisation de revêtements très lisses de type carbone dur, comme le diamant nanocristallin (UNCD) ou les couches DLC de type ta-C. Ces couches, sans modifier le comportement dans les régimes EHD par rapport aux métaux, vont considérablement baisser le frottement en régime limite par des réactions tribochimiques appropriées avec les hydrates de carbone et la formation d'une terminaison hydroxylée. Enfin, les couches vont protéger les surfaces métalliques contre l'usure.

4- utilisation de micro-texturation sur le revêtement, permettant de modifier les valeurs critiques de remontée du frottement en régime mixte

Ainsi on peut obtenir un système supra-glissant avec des lubrifiants ne contenant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène principalement issus de l'agriculture biologique. Ce qui représente une rupture technologique en comparaison avec les lubrifiants actuels et tous leurs additifs phospho-soufrés contenant des métaux lourds.



Titre à venir

Fabrice Thouverez (DFD)