

ANNEXE 1. – Rôle du lubrifiant et notions de tribologie

1. Rôle du lubrifiant

D'une manière générale, le rôle du lubrifiant est de :

- réduire les pertes par frottement ;
- combattre l'usure des surfaces frottantes sous toutes ses formes ;
- protéger les organes contre la corrosion ;
- refroidir les machines en évacuant les calories ;
- participer à l'étanchéité aux gaz, aux liquides et aux contaminants solides ;
- garder propres les surfaces et les circuits ;
- transmettre l'énergie dans les systèmes hydrauliques ;
- absorber les chocs, réduire le bruit ;
- assurer des fonctions passives diverses telles que la résistance au moussage, la neutralité vis-à-vis des élastomères, des plastiques et des peintures.

2. Notions de tribologie

L'ensemble des connaissances permettant de mieux appréhender le rôle du lubrifiant fait l'objet d'une science désignée « tribologie » (1). D'une manière générale, elle concerne :

- le frottement sec et lubrifié ;
- la lubrification et les régimes de lubrification ;
- la mécanique des contacts ;
- la physico-chimie des surfaces et des interfaces ;
- l'usure des surfaces.

C'est un domaine pluridisciplinaire, de développement relativement récent, qui a pour but :

- d'économiser l'énergie en réduisant les pertes par frottement ;
- d'accroître la longévité et la fiabilité des mécanismes.

2.1. Frottement

Le coefficient de frottement varie dans de grandes proportions selon le régime de lubrification, la nature et la géométrie des matériaux en contact, le type de lubrifiant, ainsi que les conditions de fonctionnement du système (pression, vitesse, température, environnement, etc.) (tableau 3).

2.2. Régimes de lubrification

2.2.1. Régime de frottement sec

Ce régime n'est usité que lorsqu'on recherche l'adhérence : freinage, embrayage, contact pneumatiques-sol, etc., ou dans la lubrification de petits mécanismes (serrurerie, ceinture de sécurité) pour lesquels on utilise des vernis antifriction de glissement.

(1) Du mot grec « tribos » signifiant « froter » ou « user par frottement ».

2.2.2. Régime de lubrification limite (ou onctueuse)

Il concerne les surfaces se déplaçant à faible vitesse pour lesquelles un film d'huile visqueux continu ne peut se former en raison des trop fortes pressions de contact. Dans les véhicules, ce régime est prépondérant durant le démarrage ou l'arrêt des mécanismes et au cours de certaines phases transitoires de fonctionnement comme, par exemple, les contacts segments-piston-cylindre aux points morts.

TABLEAU 3. – Valeur des coefficients de frottement en fonction du régime de lubrification

RÉGIME	COEFFICIENT de frottement (1)	USURE ADHÉSIVE par contact métal-métal
Hydrostatique	10^{-6} (2) à 10^{-3}	Nulle
Hydrodynamique	10^{-3} à 10^{-2}	Nulle
Elastohydrodynamique	0,01 à 0,05	Nulle à faible
Limite (onctueux)	0,05 à 0,2	Légère
Film de lubrifiants solides	0,03 à 0,3	Légère
Frottement sec métal sur métal	0,2 à 1,5	Légère à sévère

Nota : plusieurs de ces régimes peuvent coexister. Les valeurs ci-dessus sont des ordres de grandeur.
 (1) Le coefficient de frottement est défini comme étant le rapport entre la force qu'il faut fournir pour déplacer un corps reposant sur une surface et le poids de ce corps.
 (2) Cas des paliers à gaz.

2.2.3. Régimes de lubrification fluide

Ces régimes existent lorsque les surfaces sont complètement séparées par un film continu de lubrifiant. Selon la géométrie des deux surfaces en regard et selon l'amplitude des pressions exercées, on est en présence de l'un des trois régimes de lubrification fluide :

- le régime hydrostatique, pour lequel la séparation des surfaces est assurée par une très forte mise en pression extérieure du fluide gazeux ou liquide ; ce régime n'existe pas dans l'automobile ;
- le régime hydrodynamique (HD), pour lequel la viscosité du lubrifiant constitue le paramètre essentiel jouant sur la formation d'un film d'huile épais (paliers lisses, contacts segments/piston/cylindre entre points morts...) ;
- le régime élastohydrodynamique (EHD), qui fait intervenir la déformation élastique des surfaces et l'augmentation considérable de la viscosité du lubrifiant sous l'effet des très fortes pressions de contact pour former un film d'huile très résistant mais très mince (comes-poussoirs, comes-patins, engrenages, roulements, etc.).

2.2.4. Régime de lubrification mixte

Souvent rencontré dans la pratique, il est intermédiaire entre le régime limite et les régimes de lubrification fluide : hydrodynamique ou élastohydrodynamique. Il existe chaque fois qu'un film visqueux mince s'établit entre les surfaces dont l'épaisseur est insuffisante pour séparer totalement les aspérités les plus proéminentes ; un certain nombre de contacts directs métal-métal se produisent alors, ce qui entraîne une augmentation du frottement, des températures de contact et de l'usure adhésive.

3. Réduction du frottement et économie de carburant

Sur les véhicules automobiles, les gains de consommation de carburant que l'on peut attendre de la réduction du coefficient de frottement, s'ils sont réels et présentent un intérêt économique certain, sont, contrairement aux affirmations de certaines

publicités, limités à quelques pourcentages ; 2 à 3 % obtenus par exemple sur moteur, dans des conditions de circulation mixte ville-route-autoroute, en réduisant la viscosité de l'huile et en utilisant un additif réducteur de frottement efficace. On a cité un gain de 5 % obtenu en circulation urbaine en remplaçant une huile de grade 20W-50 à base minérale par une huile 5W-20 à base synthétique. Il semble que ce soit à peu près le maximum que l'on puisse obtenir.

A noter que pour les transmissions également, l'optimisation du lubrifiant, qui est essentielle pour combattre le frottement, ne permet de gagner que 1 à 2 % maximum de consommation de carburant.