

La tribologie de l'antiquité à nos jours

Partie 1 : De la préhistoire à la renaissance

Jean Frêne

Professeur émérite à l'Université de Poitiers

Membre de l'Académie des technologies

Département Génie Mécanique et Systèmes Complexes

Laboratoire Pprime-UPR 3346-CNRS-Université de Poitiers-ENSMA

SP2MI Boulevard Marie et Pierre Curie BP 30179

86962 FUTUROSCOPE CHASSENEUIL Cedex France

0. INTRODUCTION

Le nom tribologie, a été créé en Angleterre ; il a été utilisé pour la première fois dans le rapport [1] présenté le 23 novembre 1965, au "Minister of State for Education and Science" et officiellement remis à sa majesté la Reine d'Angleterre le 9 mars 1966. Il vient du Grec "*τριβειν*" Tribein : frotter, et "*λογος*" logos : parole, étude ou science ; ainsi la tribologie est l'étude ou la science, du frottement. Plus généralement la tribologie regroupe l'étude de la lubrification, du frottement et de l'usure des éléments de machine.

Parmi les mythes qui traduisent les situations humaines, celui de Sisyphe concerne ce roi légendaire de Corinthe, fils d'Eole, héros au destin absurde et tribologique, roulant indéfiniment un rocher qui retombe sans cesse avant d'atteindre le sommet de la montagne.

Si le terme tribologie est mal connu, voire ignoré du grand public, des expressions contenant les verbes frotter, user ou rouler sont familières. Ainsi par exemple "rouler sa bosse, rouler des quatre fers en l'air, aller comme sur des roulettes ou user jusqu'à la corde", sans oublier l'expression latine "*asinus asinum fricat*" pour laquelle l'évocation du frottement de deux ânes exprime le ridicule des flatteries réciproques.



Figure 1 : Allumage d'un feu

Il faut tout d'abord remarquer que le frottement ne présente pas que des aspects négatifs, ainsi la tenue de route d'une automobile dépend directement du frottement entre les pneumatiques et la route. De même sans l'existence du frottement, les embrayages et les freins n'existeraient pas et l'homme serait incapable de marcher. Enfin, si l'homme a appris à maîtriser le feu, il y a plus de 300 000 ans, c'est en faisant frotter un morceau de bois dur à l'intérieur d'un morceau de bois tendre (figure 1).

Cependant, dès la construction des premiers mécanismes, l'homme a cherché à supprimer l'usure et à diminuer le frottement pour réduire les efforts. Pour préciser l'ampleur du problème il faut citer le cas des automobiles actuelles pour lesquelles plus du quart de la puissance indiquée du moteur est perdue en frottement dans le moteur et dans la transmission.

1. LA PÉRIODE PRÉHISTORIQUE

Les premiers papiers fabriqués par l'homme sont sans doute les crapaudines de porte qui consistaient en un axe en bois tournant à l'intérieur d'un creux pratiqué dans du bois ou dans une pierre. Des éléments en pierre datés de 2500 ans avant J.C. ont ainsi été retrouvés en Mésopotamie (figure 2).

De même, la fabrication des poteries a conduit très tôt, vers 4000 ans avant J.C. à la réalisation des tours de potier qui comportaient un pivot ; ce pivot pouvait être en bois, en pierre ou même en terre cuite. Ainsi, un pivot de tour en pierre, daté de 2000 ans avant J.C., a été retrouvé à Jéricho (figure 3).

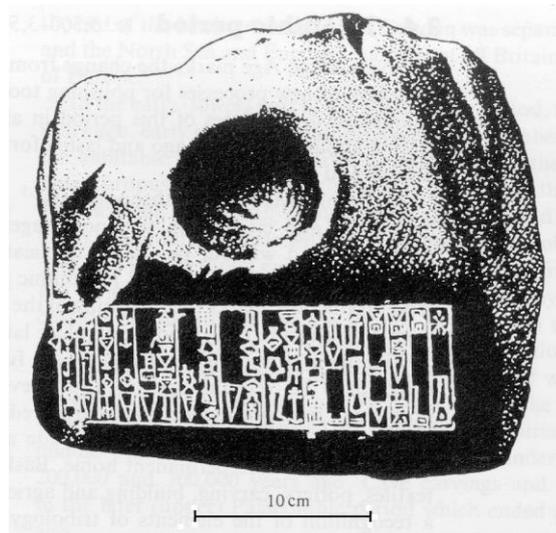


Figure 2 :Crapaudine de porte [2]

Ces pivots étaient sans doute lubrifiés à l'aide soit de bitume soit de graisse animale.

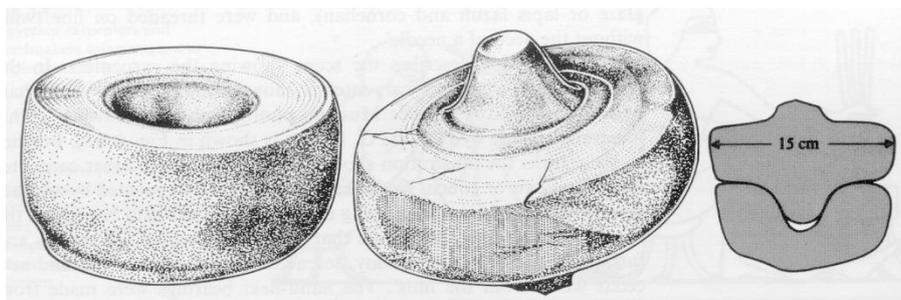


Figure 3 : Pivot de tour de potier [2]

...

Dans le domaine de la tribologie, Léonard de Vinci fut le premier à quantifier les efforts de frottement et à introduire le coefficient de frottement. De nombreux dessins extraits du Codex Atlanticus, du Codex Arundel et du Codex Madrid I montrent des schémas d'expériences pour mesurer le frottement et proposent des solutions technologiques pour le réduire. La figure 19 présente les dispositifs utilisés pour déterminer le frottement entre deux corps et pour montrer que la surface apparente de contact n'a pas d'influence sur la valeur du frottement. Léonard de Vinci a proposé pour réduire le frottement dans les paliers de remplacer le glissement de l'arbre dans l'alésage par le roulement de l'axe sur des galets.

De même, pour réduire le frottement des pivots, il propose un système de 3 billes sur lesquelles vient s'appuyer l'axe conique du pivot (figure 20) afin de réduire le frottement des pivots. Un autre schéma présente un roulement à billes comportant une cage pour éviter le contact entre les corps roulants et réduire ainsi le frottement. Tous les roulements actuels possèdent une cage mais celle-ci n'est utilisée que depuis un siècle. Léonard de Vinci a par ailleurs, étudié les engrenages et a proposé des formes de denture pour réduire le frottement.

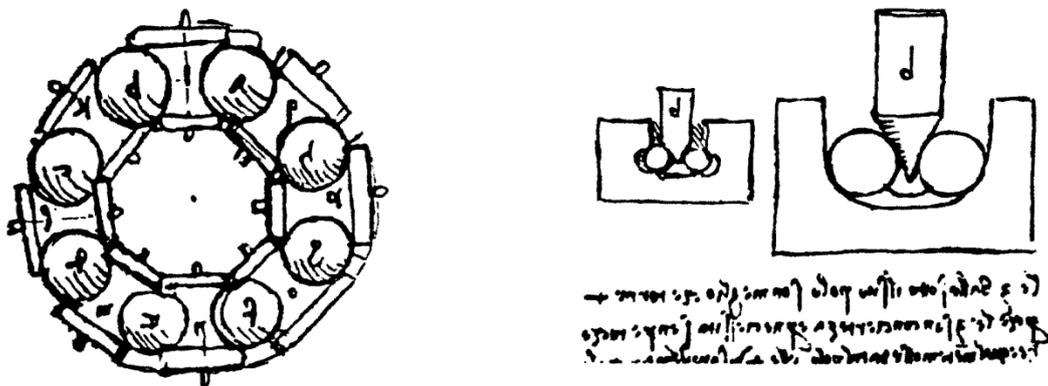


Fig. 20 : Roulement et pivot à billes de Léonard de Vinci [2]

Ainsi, Léonard de Vinci est le premier tribologue connu ; il a apporté une contribution remarquable à l'étude des problèmes de frottement. Ses idées étaient très en avance sur les réalisations technologiques de son époque. Son certificat de décès le décrit de la façon suivante : "Léonard de Vinci, noble milanais, premier peintre et ingénieur et architecte du Roy, mescanicien d'Etat, et ancien directeur de peinture du Duc de Milan".

4. VERS LA RÉVOLUTION INDUSTRIELLE 1500–1750