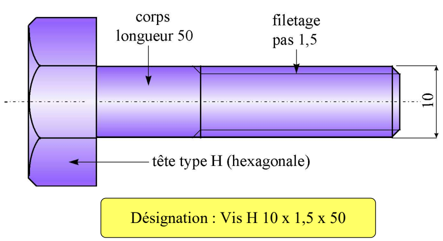
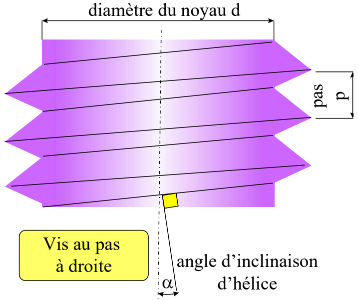
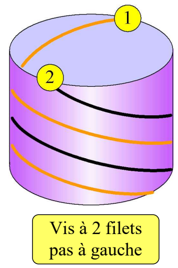
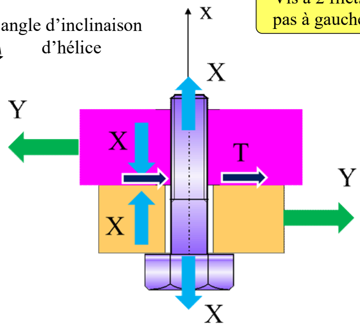
Cas des vis





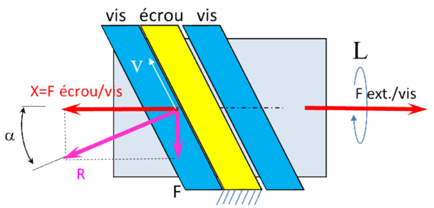


C'est le vissage qui provoque l'extension de la vis.
C'est l'extension de la vis qui provoque l'effort presseur X.
C'est l'effort presseur X qui provoque l'effort résistant T à Y.

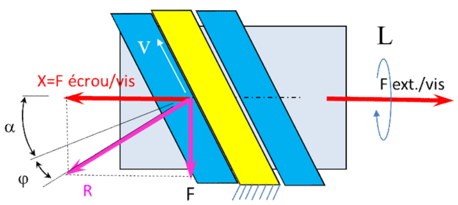


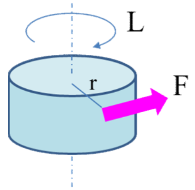
Cas le plus simple, vis à filet carré : cas du vissage

Sans frottement :



Avec frottement :

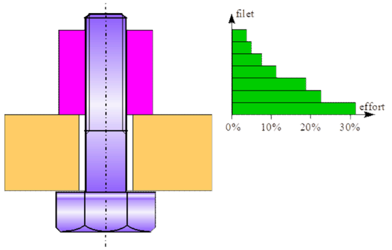


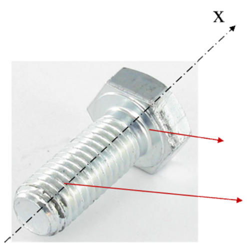


$$\boxed{|L| = r.X.tan(\quad \pm \quad)}$$

avec tanφ = f
\+ si serrage
\- si desserrage

La répartition de l'effort axial X sur le filetage n'est pas uniforme.





$$|L1| = \frac{2}{3} f.X.\left[\frac{Re^3 - Ri^3}{Re^2 - Ri^2}\right]$$

$$|L2| = r.X.\tan(\alpha \pm \varphi)$$

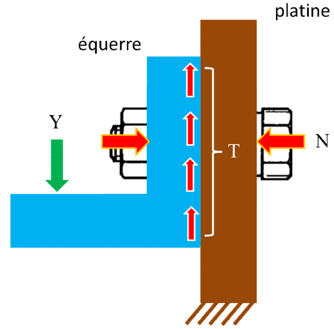
Le moment de serrage total est la somme des moments développés par les frottements sous tête et dans le filetage. Pratiquement les calculs montrent que L1 ≈ L2.
Chaque zone de contact participe environ à 50% au moment total à fournir.

Dossier 4
Liaisons complètes par adhérence

Ce document est une synthèse du cours présenté

Comment lier deux pièces par adhérence.?

Pour lier deux pièces par adhérence et remplacer un degré de liberté en degré de liaison il faut développer un champ de pression à l'interface des pièces à lier. Le champ est issu d'un effort presseur N normal à la surface de contact. C'est l'effort tangent T à la surface généré par la résistance au glissement (frottement) qui crée la liaison.



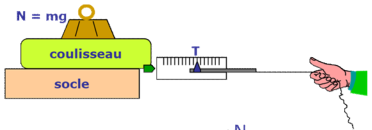
Enjeux du frottement dans l'industrie :

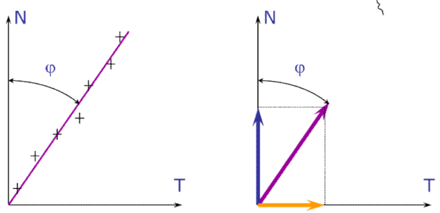
Résistance au déplacement
Dissipation d'énergie
Pollution
Usure
Bruit…

60 milliards € soit 3% du PIB français
50% des dépenses en maintenance

Cependant sans frottement pas de vie possible !

Résultats des travaux de Coulomb





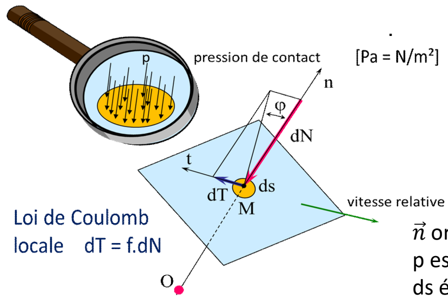
T = f.N

f coefficient de frottement proche du coefficient d'adhérence

Globalement

L'essai précédent peut être recommencé avec différentes couples de matériaux solide-marbre. On trouve alors des droites de pentes différentes et donc des coefficients de frottement différents.
Ceci met en évidence le fait que la valeur de f est fonction du couple de matériaux en contact.
On montrerait de la même façon que l'état de surface et le type du contact (sec ou gras) notamment influencent la valeur de f.
Contrairement aux idées reçues, le coefficient de frottement ne dépend pas de la géométrie du contact et notamment de l'étendue de la surface de contact !

	Contact sec	Contact gras
acier - acier	0.2	0.1
acier - bronze	0.25	0.1
fonte - bronze	0.1	0.08
fonte - FERODO	0.3	0.1
pneu - macadam	0.6	0.3
bois - bois	0.4	-



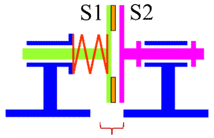
Loi de Coulomb
locale dT = f.dN

Localement

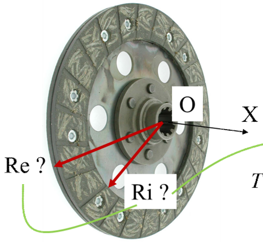
$$d\vec{R} = d\vec{N} + d\vec{T}$$
$$d\vec{R} = -p.\vec{n}.ds + f.p.\vec{t}.ds$$
$$d\vec{m}_{(O)} = d\vec{R} \wedge \vec{MO}$$

$\vec{n}$ oriente la surface en sortant
p est rentrant
ds élément de surface

Application à une couronne de friction



Le moment axial L est transmis par adhérence de S1 à S2.



S1 et S2 sont alors totalement liés
→ torseur de la liaison encastrement.

$$T(S1/S2) = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_O$$

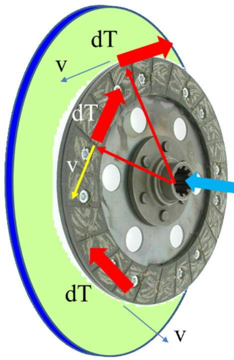
Moment à transmettre de S1 à S2.

Le but est de calculer le moment L développé par une surface en forme de couronne en fonction de l'effort presseur X.

La couronne de friction est fréquente en conception mécanique, que ce soit dans les embrayages et freins et dans les assemblages boulonnées (surface sous écrou ou tête de vis).

Attention !

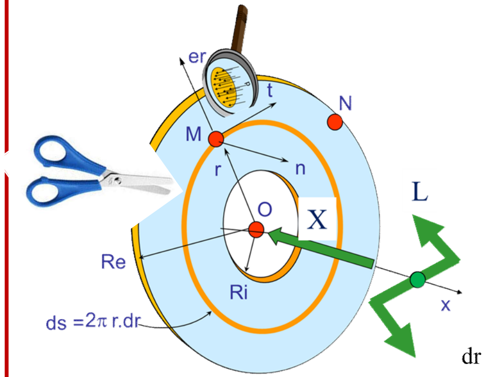
Chaque effort tangentiel possède un bras de levier différent et contribue différemment au moment axial imposé → une démarche locale s'impose donc !



Efforts tangentiels partout !!!

Moment axial L transmis

Effort presseur axial X



X = effort presseur
L = couple transmis par friction

$$L = \int_{surface} \overrightarrow{dm}.\vec{x} = \int_{surface} \overrightarrow{dR} \wedge \overrightarrow{MO}.\vec{x}$$

$$= \int_{surface} [p * \overrightarrow{-n} + f.p * \vec{t}] \wedge r * \overrightarrow{-er}.ds.\vec{x}$$

dr 2Pi.r

ds = 2Pi.r.dr

L'élément différentiel est de dimension 1
→ On passe à une intégrale simple

$[\overrightarrow{-n}] \wedge \overrightarrow{-er}$ *est perpendiculaire à* $\vec{n} = \vec{x}$

$[\overrightarrow{-n}] \wedge \overrightarrow{-er}.\vec{x} = 0$

$[\vec{t}] \wedge \overrightarrow{-er} = \overrightarrow{-x}$ $\quad [\vec{t}] \wedge \overrightarrow{-er}.\vec{x} = -1$

Ainsi toute la surface est couverte lors de l'intégration.

$$|L| = \int_{Ri}^{Re} f.p.2Pi.r^2 dr$$

Si l'effort axial X est bien centré, alors on peut considérer p uniforme (constant).
Si le matériau est bien homogène alors f constant.

$$|L| = 2Pi.f.p \int_{Ri}^{Re} r^2 dr$$

$$|L| = 2Pi.f.p.\left[\frac{r^3}{3}\right]_{Ri}^{Re} = 2Pi.f.p.\left[\frac{Re^3 - Ri^3}{3}\right]$$

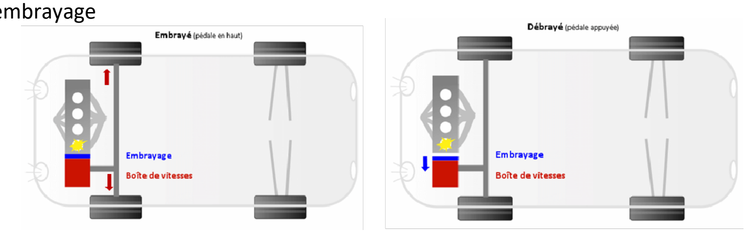
Or $p = \left[\frac{X}{Pi(Re^2 - Ri^2)}\right]$ →

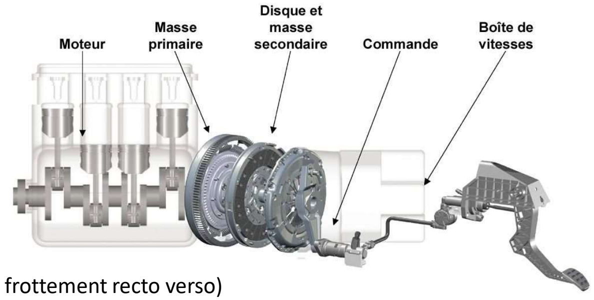
$$\boxed{|L| = \frac{2}{3} f.X.\left[\frac{Re^3 - Ri^3}{Re^2 - Ri^2}\right]}$$

Moment axial transmissible par une seule couronne de friction [N.m].

Exemple : calcul d'un embrayage

Re = 0,1 m
Ri = 0,05 m
f = 0,3
L = 120 N.m





X = ??? Effort presseur pour éviter le patinage et donc lier le moteur aux roues.
C'est aussi l'effort à compenser par le pied pour débrayer…

$$|L| \frac{3}{2}\left[\frac{Re^2 - Ri^2}{f.(Re^3 - Ri3)}\right] = 2X$$ (2 car frottement recto verso)

$$|120| \frac{3}{2}\left[\frac{0{,}1^2 - 0{,}05^2}{0{,}3.(0{,}1^3 - 0{,}05^3)}\right] = 5142 \text{ N} = 2X \qquad X = 2571 \text{ N}$$

Soit le poids d'une masse de 257 kg à appliquer pour débrayer !!!

On utilise désormais une assistance fluidique au freinage afin de faire chuter drastiquement cet effort…

Et si les dimensions de la couronne sont trop importantes on multiplie le nombre de couronnes.

Embrayage bi-disques

Embrayage de petite taille multidisques