

MODELISATION DES EFFORTS

Frottement de glissement – Modèle de Coulomb

1 – PREAMBULE

Le frottement est constaté dans deux principaux cas :

- ⇒ Frottement solide : *lorsque deux solides en contact ont un mouvement relatif.*
- ⇒ Frottement fluide : *lorsqu'un corps solide est dans un milieu fluide (liquide ou gazeux).*

Seul le premier cas est traité ici. Le frottement, toujours dissipatif d'un point de vue énergétique, trouve son siège dans la **rugosité des surfaces** en contact et dans leur **rappor physico-chimiques**.

2 – MISE EN EVIDENCE DU PHENOMENE DE FROTTEMENT

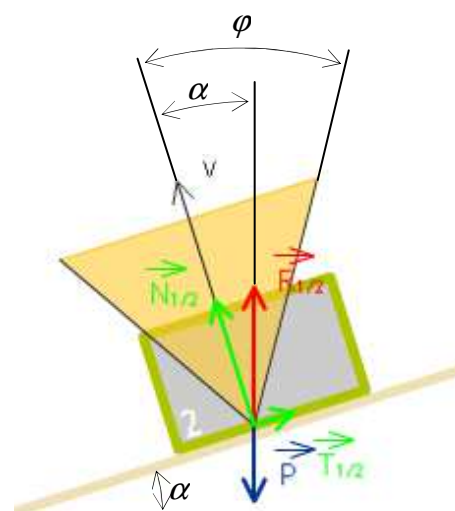
L'action du plan (1) sur la boîte (2) est notée $\vec{R}_{1/2}$. Elle se décompose en deux composantes :

- ⇒ $\vec{T}_{1/2}$, **composante tangentielle** (dans le plan de contact)
- ⇒ $\vec{N}_{1/2}$, **composante normale** (perpendiculaire au plan de contact)

On a donc : $\vec{R}_{1/2} = \vec{N}_{1/2} + \vec{T}_{1/2}$.

La boîte étant soumise à deux forces, \vec{P} et $\vec{R}_{1/2}$, son équilibre implique qu'elles soient directement opposées (voir PFS 2 forces) ; ainsi, plus l'angle d'inclinaison α augmente, plus la réaction $\vec{R}_{1/2}$ s'incline / au plan. Il apparaît alors une valeur limite de α ; soit φ cette limite.

- ⇒ Tant que $\alpha \leq \varphi$, la boîte (2) ne glisse pas : il y a **équilibre**.
- ⇒ Si $\alpha > \varphi$, la boîte (2) glisse : il n'y a **plus équilibre**.



On constate expérimentalement que la limite φ ne dépend pas du poids \vec{P} de la boîte mais uniquement de la nature des matériaux qui participent au contact de (1) et (2).

3 – COEFFICIENT DE FROTTEMENT – LOI DE COULOMB

L'angle limite φ correspond sur la figure au demi-angle du cône (le cône de frottement).

La géométrie de la situation donne $\tan \varphi = \frac{T_{1/2}}{N_{1/2}}$; en posant $f = \tan \varphi$, on la **loi de Coulomb** : $T = N \cdot f$

f s'appelle le coefficient de frottement, sans unité. Plus il est grand, plus il y a de frottement.



Couples de matériaux	Conditions : Lubrification - température - pression	f
Acier / Fonte	Surfaces sèches	0,19
Acier / Bronze	Surfaces grasses / Surfaces graissées	0,16 / 0,10
Fonte / Bronze	Surfaces sèches	0,21
Fonte / Fonte	Surfaces grasses / Surfaces graissées	0,15 / 0,05 - 0,10
Acier trempé / Bronze	Graissage moyen / Graissage sous pression	0,10 / 0,05
Acier trempé / Acier trempé	Graissage moyen / abondant / sous pression	0,10 / 0,07 / 0,05
Garniture amiantée pour freins d'automobile / Fonte	Sèches - Tmax. 140° C - Pression de contact 0,2 à 0,6 MPa	0,35 - 0,40
Garniture métallique frittée / Acier	Sèches - Tmax. 300° C - Pression de contact 0,2 à 1 MPa	0,10 - 0,20
Coussinet fritté (bronze + acier) / Acier	Lubrifiées à l'huile / à la graisse	0,01 / 0,05
Matières plastiques (toutes natures)	Surfaces lubrifiées	0,02 - 0,08
Polyamide 6 ; 6-6 ; 6-10 / Acier	Surfaces sèches	0,38 - 0,42
Pneus / Route goudronnée	Route sèche / mouillée / verglacée	0,60 - 0,70 / 0,35 - 0,60 / 0,10