

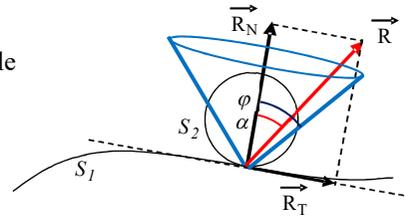
Frottements

Frottement solide → solide : lois de Coulomb

Actions de contact, frottement solide (sur solide)

La résultante des **actions de contact** \vec{R} du solide S_1 sur le solide S_2 peut être décomposée en deux composantes :

- \vec{R}_T dans le plan tangent = **frottement** de glissement ;
- \vec{R}_N normale au plan tangent = **réaction normale**.



R_N traduit **la résistance du support** et est calculable grâce à la loi de la quantité de mouvement (PFD) tandis que R_T est a priori **inconnu** mais **s'oppose au glissement** dans tous les cas.

Les lois de Coulomb – Amontons (empiriques, peu précises) permettent de relier R_T à R_N via un coefficient de frottement **f sans dimension** qui dépend de la nature et de l'état des surfaces en contact.

Lois de Coulomb - Amontons

Lorsqu'il existe un frottement de glissement, il faut distinguer deux cas :

- en situation de glissement $\frac{R_T}{R_N} = f_d$ (f_d coefficient de frottement **dynamique**) ;
- en l'absence de glissement $\frac{R_T}{R_N} \leq f_s$ (f_s coefficient de frottement **statique**).

On pose $f_s = \tan \varphi$ et $\frac{R_T}{R_N} = \tan \alpha$. Alors la condition de non glissement peut s'écrire :

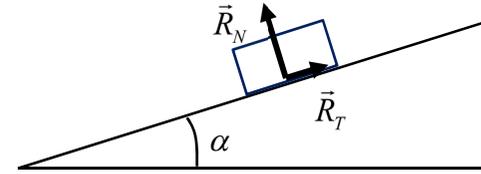
$\alpha \leq \varphi$ (autrement dit, \vec{R} doit rester dans le cône d'angle φ).

On a aussi : $(R_T)_{\max} = f_s R_N$.

En pratique, si aucun renseignement précis n'est fourni, on prend souvent $f_d \approx f_s$.

Glissement vs équilibre

Équilibre : frottement statique



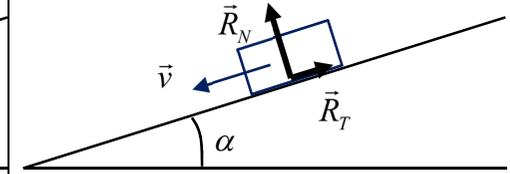
$$R_T \leq f_s R_N$$

R_T s'oppose au glissement

Stratégie :

R_T inconnue mais \vec{a} connue : $\vec{a} = \vec{0}$.

Mouvement : frottement dynamique



$$R_T = f_d R_N$$

R_T s'oppose au mouvement

Stratégie :

$R_T = f_d R_N$ connue mais \vec{a} inconnue.

Méthode :

Hypothèse sur le glissement → calcul de R_T → *validation / invalidation*.

Loi de la quantité de mouvement en projection **sur les 2 axes**.

Rq : dans les 2 cas est **R_N est calculable** par projection sur la direction orthogonale au support.

Frottement fluide → solide : forces de traînée

Pour un objet de **dimension** caractéristique L en mouvement relatif à la **vitesse** V par rapport à un fluide de **viscosité** dynamique η (caractéristique du fluide) et de **masse volumique** μ , le **nombre de Reynolds** est : $\mathcal{R}_e = \frac{\mu V L}{\eta}$ (sans dimension).

La force de traînée ne possède d'expression simple que dans deux cas :

- ✓ $\mathcal{R}_e < 1$: $F = 6\pi\eta r v$ (en norme pour une sphère de rayon r) ;
- ✓ $\mathcal{R}_e > 10^3$: $F = C\mu\pi r^2 v^2$ (en norme pour une sphère de rayon r ; $C = 0,45$).