

# Lois de Coulomb



Renaud Costadoat  
Lycée Dorian



## Introduction

## Introduction

Savoir

Vous êtes capables :

- de modéliser une action mécanique,
- résoudre un problème de statique en utilisant le P.F.S.

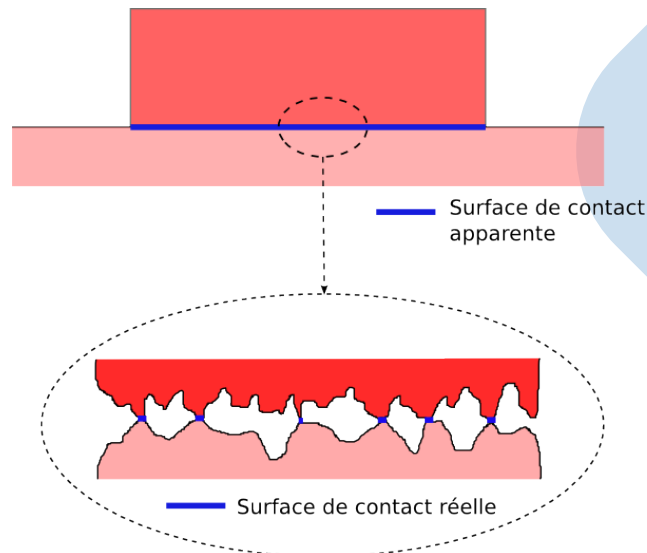
Problematique

Vous devez être capables :

- modéliser les actions de contact avec frottements.

## Lois de Coulomb

Les lois de Charles de **Coulomb** permettent de modéliser une action mécanique locale de contact entre deux solides en tenant compte du frottement entre les matériaux en contact.

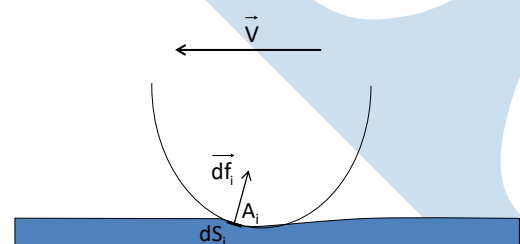


## Inclinaison de la résultante des efforts de contact

- Le phénomène de frottement apparaît lorsque l'on essaye d'induire un glissement relatif entre les deux solides parallèlement au plan de contact,
- En considérant la déformation des solides au niveau de leur zone de contact, on constate que la déformation et la répartition des actions élémentaires de contact sont dissymétriques,
- Il en résulte que la résultante des actions mécaniques de contact est inclinée par rapport à la normale au plan de contact théorique.

Remarques :

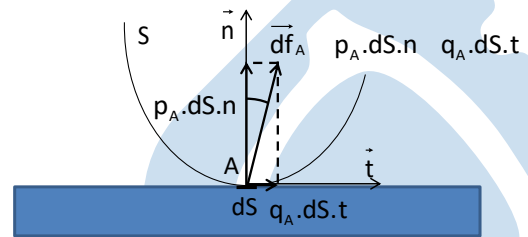
- La résultante s'incline dans le sens opposé au mouvement relatif des deux solides. Le frottement s'oppose au mouvement relatif des solides en contact,
- Il n'est pas nécessaire qu'il y ait une vitesse relative pour que la résultante s'incline.



## Modèle de Coulomb

### Coefficient de frottement

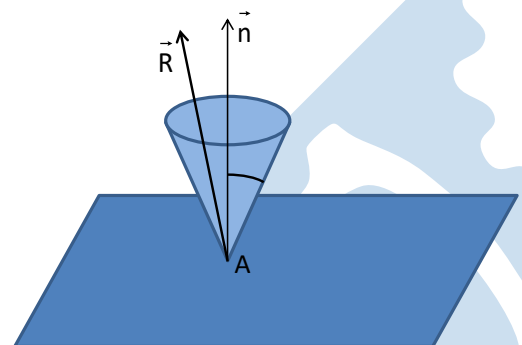
Dans le modèle proposé par Coulomb, on décompose les actions mécaniques de contact en:



- une composante normale  $p.ds.\vec{n}$  où  $p$  est la pression de contact qui règne sur l'élément de surface  $ds$  et  $\vec{n}$  la normale à  $ds$ ,
- une composante tangentielle  $q.ds.\vec{t}$  où  $q$  est la densité tangentielle surfacique d'effort, proportionnelle à  $p$ ,
- $p$  et  $q$  sont reliés par :  $q = f.p$  où  $f$  est le coefficient de frottement.

## Cône de frottement

On définit également l'angle  $\varphi$  tel que  $\tan\varphi = \frac{q}{p}$ . Le **cône de frottement**, dans un contact ponctuel, est alors le cône de demi-angle  $\varphi$  dont le sommet est au point de contact et dont l'axe est la normale au contact.



- **Cas du glissement:** Dans le cas où  $\vec{V}_{S/\bar{S}} \neq \vec{0}$  (cas du glissement), la résultante des actions mécaniques de contact  $\overrightarrow{R_{\bar{S} \rightarrow S}}$  se situe alors sur le cône de frottement et est inclinée dans la direction opposée à  $\vec{V}_{S/\bar{S}}$ ,
- **Cas du non-glissement (adhérence)** Dans ce cas  $\vec{V}_{S/\bar{S}} = \vec{0}$ .  $\overrightarrow{R_{\bar{S} \rightarrow S}}$  est alors à l'intérieur du cône d'adhérence dont le demi-angle est  $\varphi'$ , légèrement supérieur à  $\varphi$ . Sa position exacte dans le cône est déterminée en fonction des conditions d'équilibre du solide.

## Données numériques

Matériaux en contact	Coefficient de frottement $f$	Coefficient d'adhérence $f'$
Acier/Acier	0,1-0,2	0,15-0,25
Acier/Bronze	0,12-0,2	0,15-0,2
Acier/Ferodo	0,2-0,35	0,3-0,4
Acier/PTFE	0,02-0,08	0,1-0,15
Pneu/Route	0,3-0,6	0,6-1,2

## Conclusion

Savoir

Vous êtes capables :

- modéliser les actions de contact avec frottements.

Problématique

Vous devez être capables :

- d'intégrer l'étude des mouvements à l'étude précédente afin de prendre en compte le Principe Fondamental de la Dynamique,
- de prendre en compte la déformation des pièces due à ces efforts.