

# LOIS DE COULOMB SUR LE FROTTEMENT ET L'ADHERENCE

**1 GÉNÉRALITÉS :** Le phénomène de résistance au glissement est appelé frottement. Il est :

- néfaste pour roulements, systèmes vis-écrou, engrenages, ...
- utile pour freins, embrayages par friction, courroies, ...

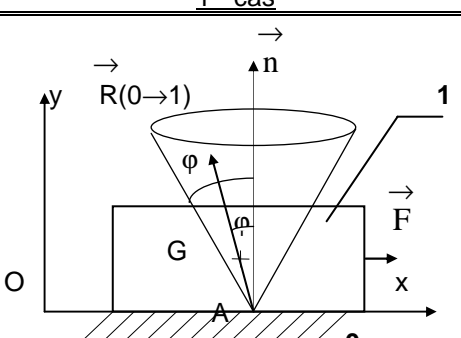
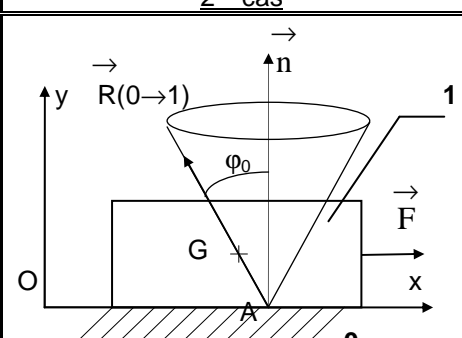
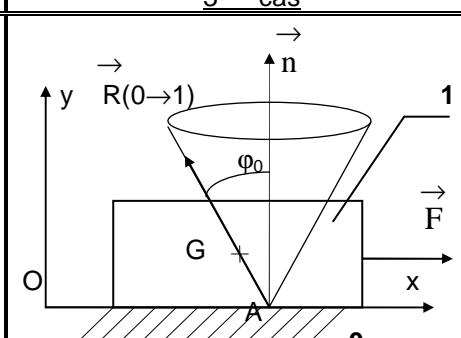
**2- DEFINITIONS :** Angle de frottement  $\varphi_0$  -Angle d'adhérence  $\varphi$

L'angle de frottement  $\varphi_0$  est l'angle maxi d'inclinaison de la résultante  $\vec{R}(0 \rightarrow 1)$  par rapport à la normale  $\vec{n}$  au plan tangent au contact.

Si l'angle d'inclinaison de la résultante  $\vec{R}(0 \rightarrow 1)$  par rapport à la normale  $\vec{n}$  au plan tangent au contact est inférieur à l'angle  $\varphi_0$ , on l'appelle **angle d'adhérence**  $\varphi$ .

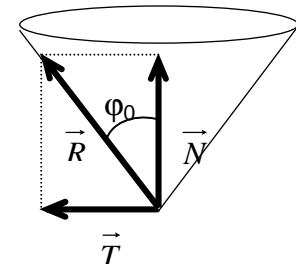
**Remarque :** Les résultats qui suivent ne s'appliquent que dans le cas des liaisons ponctuelles et assimilées.

## 2- LOIS DE COULOMB :

| 1 <sup>er</sup> cas  | 2 <sup>nd</sup> cas  | 3 <sup>ème</sup> cas   |
|--|--|--|
|  <p><math>\ \vec{F}\ </math> est telle que <b>1</b> est immobile par rapport à <b>0</b>.</p> <p>On dit qu'il y a : <b>ADHERENCE</b> <math>\varphi &lt; \varphi_0</math></p> <p>La résultante <math>\vec{R}(0 \rightarrow 1)</math> s'oppose au glissement éventuel du solide <b>1</b> par rapport à <b>0</b>.</p> <p>L'action (résultante) <math>\vec{R}(0 \rightarrow 1)</math> est entièrement contenue dans le <b>cône de frottement</b> en A.</p> |  <p><math>\ \vec{F}\ </math> est telle que <b>1</b> est sur le point de glisser par rapport à <b>0</b> mais ne glisse pas encore. On dit qu'il y a : <b>EQUILIBRE STRICT</b> <math>\varphi = \varphi_0</math></p> <p>La résultante <math>\vec{R}(0 \rightarrow 1)</math> s'oppose au glissement éventuel du solide <b>1</b> par rapport à <b>0</b>.</p> <p>L'action (résultante) <math>\vec{R}(0 \rightarrow 1)</math> est située sur le <b>cône de frottement</b>.</p> |  <p><math>\ \vec{F}\ </math> est telle que <b>1</b> glisse par rapport à <b>0</b>. On dit qu'il y a : <b>FROTTEMENT</b> <math>\varphi = \varphi_0</math></p> <p>La résultante <math>\vec{R}(0 \rightarrow 1)</math> ne peut en aucun cas être située à l'extérieur du <b>cône de frottement</b>.</p> <p>Il n'y a plus équilibre</p> <p><math>\sum F_{ext.} \neq 0</math></p> |

**Cône de frottement :** Le frottement pouvant s'exercer dans toutes les directions, on définit ainsi un cône de sommet A, d'axe la normale  $(A, \vec{n})$  en A aux deux surfaces de contact et demi-angle au sommet l'angle  $\varphi_0$ .

$$f = \tan \varphi_0 = \frac{\|T(0/1)\|}{\|N(0/1)\|}$$



## 3- COEFFICIENT DE FROTTEMENT :

Par définition, le coefficient de frottement est donné par la relation :  $f = \tan \varphi_0$

Le coefficient de frottement dépend des paramètres suivants:

- Nature des matériaux des pièces en contact.
- Etats des surfaces en contact.
- Lubrification éventuelle.

Le coefficient ne dépend pas de la pression de contact et de l'étendue des surfaces en contact.

**Exemples :**

| Coefficient de frottement : $f = \tan \varphi_0$ |           |                      |
|--|-----------|----------------------|
| matériaux en contact                             | à sec     | lubrifié             |
| acier sur acier                                  | 0.18      | 0.12                 |
| acier sur fonte                                  | 0.19      | 0.1                  |
| acier sur bronze                                 | 0.11      | 0.1                  |
| Téflon sur acier                                 | 0.04      |                      |
| fonte sur bronze                                 | 0.2       | 0.1                  |
| Nylon sur acier                                  | 0.35      | 0.12                 |
| métaux sur bois                                  | 0.5 à 0.6 | 0.1                  |
| bois sur bois                                    | 0.65      | 0.2                  |
| métal sur glace                                  | 0.02      |                      |
| pneu sur route                                   | 0.6 à 0.8 | 0.1 à 0.3 (mouillée) |