

## Adhérence et frottement

### 1- Définitions relatives au frottement

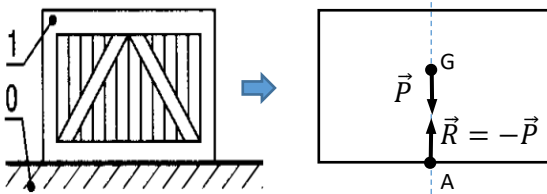
Si deux surfaces en contact se déplacent ou glissent l'une par rapport à l'autre on dit qu'il y a **frottement**.

Lorsque ces deux surfaces tendent à glisser mais ne se déplacent pas, on dit qu'il y a **adhérence**. L'étude des lois de frottement (avec les lois de Coulomb) identifie ce phénomène.

### 2- Mise en évidence du phénomène

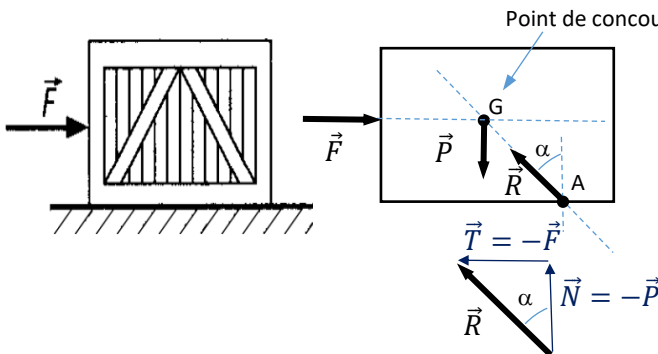
Examinons ce qui se passe lorsqu'on exerce sur une caisse de poids  $\vec{P}$  et de centre de gravité G une poussée latérale d'intensité  $\vec{F}$  croissante et dont la ligne d'action passe par le point G. On constate qu'il existe une force à partir de laquelle la caisse va se mettre à glisser sur le plan horizontal.

**1<sup>ère</sup> situation**, l'intensité de  $\vec{F}$  est négligeable :



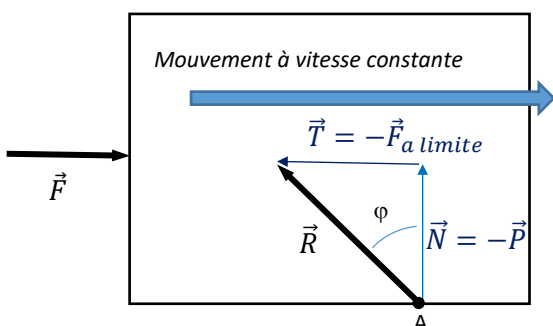
$\vec{R}$  schématise l'ensemble des actions de contact exercées par le sol sur la caisse. L'équilibre (PFS) impose que  $\vec{P}$  et  $\vec{R}$  sont égales et opposées.

**2<sup>nd</sup> situation**, la force n'est pas suffisante pour déplacer la caisse, c'est l'adhérence :



Du fait de la présence de la poussée latérale  $\vec{F}$ , le sol exerce sur la caisse une réaction schématisée en A par la **force résultante**  $\vec{R}$ , dont la **composante**  $\vec{T}$  est **horizontale (ou tangentielle)** tendant à s'opposer au mouvement. La caisse restant immobile, le PFS impose que  $\vec{T} = -\vec{F}$  et  $\vec{N} = -\vec{P}$

**3<sup>ème</sup> situation**, la force est suffisante pour déplacer la caisse, c'est le frottement :



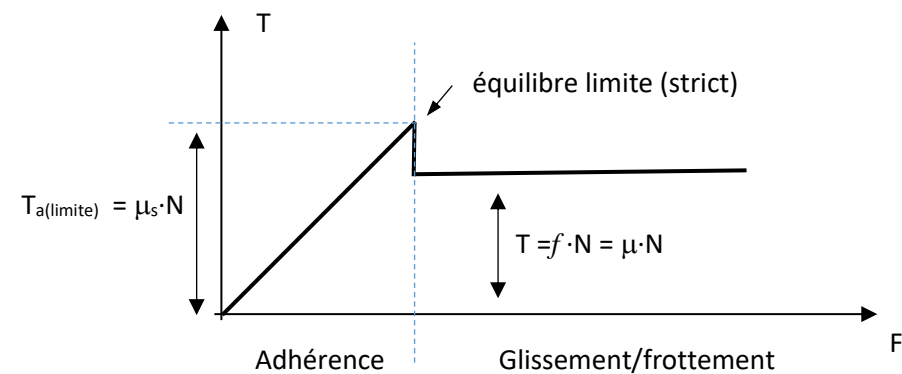
Pour une force  $\vec{F} \geq \vec{F}_{a\text{ limite}}$  la caisse glisse sur le sol.

On a toujours  $\vec{N} = -\vec{P}$  mais cette fois, la **composante tangentielle** de la force de frottement, **toujours opposée au mouvement**, devient **constante en module**, et telle que :  $\vec{T} = \vec{T}_{a\text{ limite}} = -\vec{F}_{a\text{ limite}}$ .

La valeur limite de  $\vec{F}$  qui conserve l'adhérence permet de définir le coefficient de frottement statique  $\mu_s$  (ou  $f_s$ ) encore appelé coefficient de frottement d'adhérence tel que :

$$\mu_s = f_s = \frac{F_{a\text{ limite}}}{N} = \frac{T_{a\text{ limite}}}{N} = \tan \varphi_s = \tan \alpha_{\text{limite}}$$

En raison de perte d'énergie lors du frottement, il faut fournir un effort  $F \geq \mu_s \cdot N$  pour initier le mouvement. Le glissement continuera à une vitesse uniforme tant que  $F = \mu \cdot N$  ( $\mu \cdot N$  étant légèrement inférieure à  $\mu_s \cdot N$ ).



### 3- Facteur ou coefficient de frottement.

Les coefficients  $\mu$ ,  $f$  et  $\varphi$  ne dépendent ni de l'intensité des efforts exercés, ni de l'étendue des surfaces en contact. Ils dépendent essentiellement de la nature des matériaux en contact et varient aussi avec la vitesse relative de déplacement des surfaces en contact.

Valeurs indicatives de $\mu_s$ et $\mu$	Adhérence		Frottement (glissement)	
	$\mu_s = f_s = \tan \varphi_s$		$\mu = f = \tan \varphi$	
nature des matériaux en contact	à sec	lubrifié	à sec	lubrifié
acier sur acier	0,18	0,12	0,15	0,09
acier sur fonte	0,19	0,1	0,16	0,08 à 0,04
acier sur bronze	0,11	0,1	0,1	0,09
téflon sur acier	0,04		0,04	
fonte sur bronze		0,1	0,2	0,08 à 0,04
nylon sur acier			0,35	0,12
bois sur bois	0,65	0,2	0,4 à 0,2	0,16 à 0,04
métaux sur bois	0,6 à 0,5	0,1	0,5 à 0,2	0,08 à 0,02
métal sur glace			0,02	
pneu voiture sur route	0,8		0,6	0,3 à 0,1 sur sol mouillé

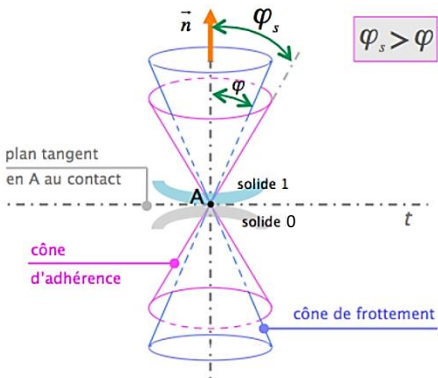
### 4- Cône de frottement.

Utilisé avec les résolutions graphiques, le cône de frottement permet de définir la limite dans laquelle doit se trouver la force de contact pour qu'il y ait adhérence.

Dans le but de simplifier l'étude, on peut confondre adhérence et frottement en posant  $\varphi = \varphi_s$  et  $\mu = \mu_s = \tan \varphi$

Exemple d'un **solide 1** qui est en équilibre sur un **plan incliné 0**.

$\vec{A}_{0/1}$  schématise l'action exercée par 0 sur 1. Sa position par rapport au cône de frottement permet d'identifier les 3 situations vues précédemment



<u>Adhérence</u>	<u>Adhérence</u> «limite» ou « strict »	<u>Frottement</u>
<u>Pas de mouvement</u>		<u>Mouvement</u>
La force est à l' <b>INTERIEUR</b> du cône	La force est <b>SUR</b> le cône	La force est <b>SUR</b> le cône