Cours 5

08.10.25

La semaine passée, on a vu...

- → Les notions de masse, quantité de mouvement, force...
- → Les 3 lois de Newton (dans un réf. d'inertie)
- → La 2^e loi dans un réf. en déplacement.

Cette semaine, on verra...

- → Les forces de réaction, de frottements secs, visqueux
- → Application à la balistique
- → Le pendule de Foucault !!

Point admin : évaluation de cours (→ 10 octobre)

Quelques exemples de forces

On distingue deux types de forces :

- → les forces fondamentales issues des interactions élémentaires de la nature
- → les forces phénoménologiques qui sont un résultat macroscopique des premières.

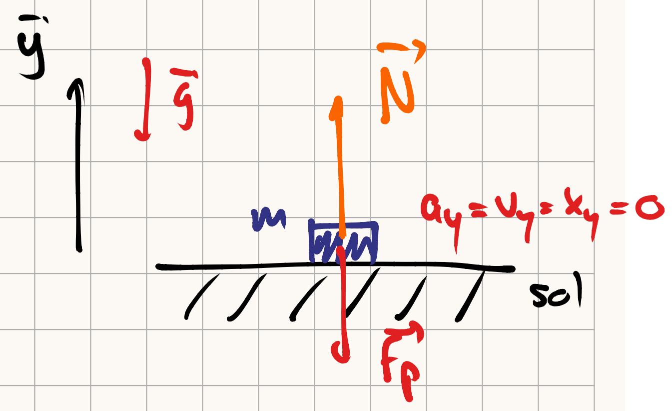
On modélise ces dernières à partir de l'expérience avec des lois simples.

Elles ne sont valables en général que dans un certain domaine d'application.

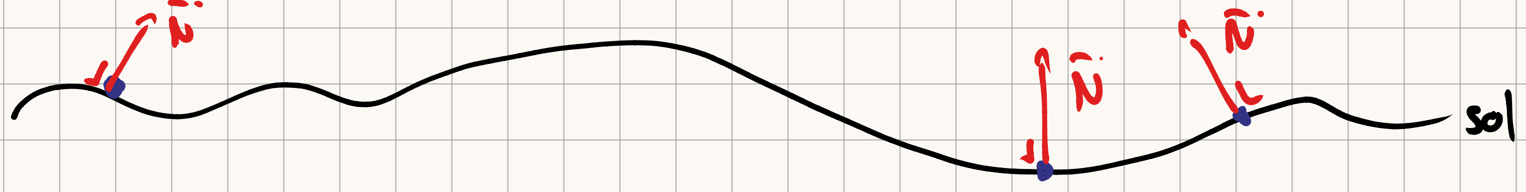
Force de réaction d'un support

Observations : * lorsqu'on pose un objet sur un support, il reste immobile

* la force est toujours perpendiculaire au support.



Modélisation : lorsqu'un objet est en contact avec un support, il existe une force de soutien $\vec{N}$ (ou $\vec{R}, \vec{S}$) exercée par le support sur l'objet.
Elle est perpendiculaire à la surface, et orientée vers l'objet.

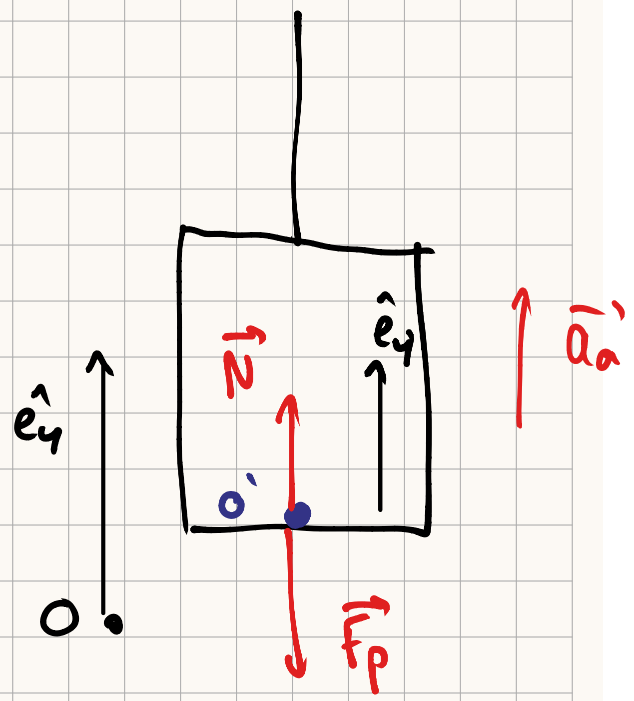


Remarque : Il y a décrochement ou décollage quand la force de soutien est nulle.

Application : balance dans un ascenseur

Une balance mesure la force de soutien.

Que se passe-t-il si on se pèse dans un ascenseur ?



référentiel : ① ref. absolu $R(O, \hat{e}_y)$

② ref. relatif $R'(O', \hat{e}_y')$, $\hat{e}_y \parallel \hat{e}_y'$

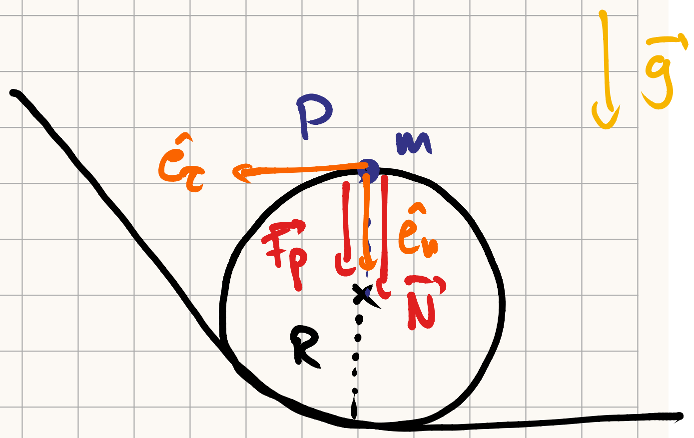
forces : $\sum \vec{F} = \vec{F}_p + \vec{N} = m \cdot g(-\hat{e}_y) + N \cdot \hat{e}_y = m \cdot a_R(P)$

Liaison : $\vec{a}_R(P) = \underbrace{\cancel{\vec{a}_{R'}}(P)}_{=0} + \underbrace{\cancel{\vec{a}_R}(O')}_{\vec{a}_a}$ + termes de rotation $=0$

$= \vec{a}_a = a_a \cdot \hat{e}_y$

Ainsi : $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow -mg + N = m \cdot a_a \Rightarrow -m(g + a_a) + N = 0 \Rightarrow \boxed{N = m(g + a_a)}$

Application : bille dans une glissière (looping)



On cherche à savoir quelle est la vitesse de décrochage de la bille au sommet du looping.

réf : laboratoire

repère : coord. curvilignes $(P, \hat{e}_\tau, \hat{e}_n)$

forces : $\vec{F_p} = m \cdot g \cdot \hat{e}_n$, $\vec{N} = N \cdot \hat{e}_n$ AU POINT P !! uniquement

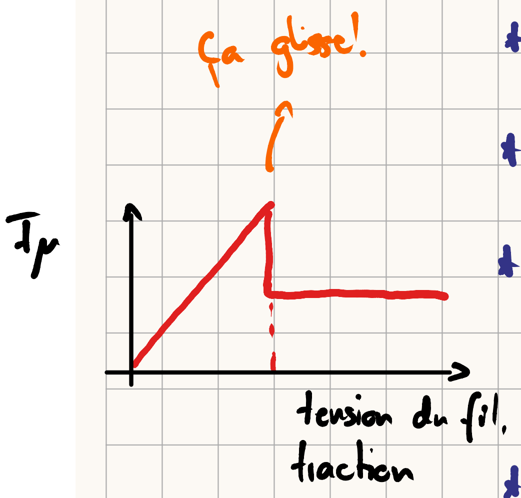
Newton : $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \begin{cases} 0 = m \cdot a_\tau \\ m \cdot g + N = m \cdot a_n \end{cases}$ $a_n = \frac{v^2}{\rho}$ $\Rightarrow mg + N = m \cdot \frac{v^2}{R}$

$$\Rightarrow \boxed{N = m \cdot \left(\frac{v^2}{R} - g \right)}$$

Il y a décrochage si $N = 0 \Rightarrow \frac{v_d^2}{R} = g \Rightarrow \boxed{v_d = \sqrt{gR}}$

Forces de frottements secs

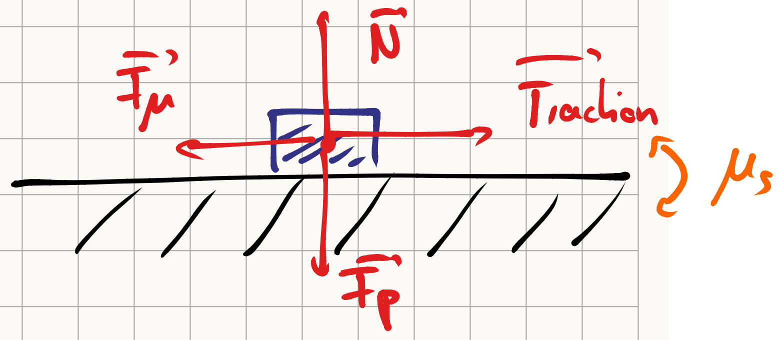
Observation :
* il existe une force qui s'oppose à la (mise en) mouvement d'un objet.
* la force dépend du poids apparent de l'objet
* la force dépend des surfaces
* on distingue le cas immobile (statique) du cas en mouvement (dynamique, statique)
* la force ne dépend pas de la vitesse.



$\vec{F}_f$, $\vec{F}_\mu$

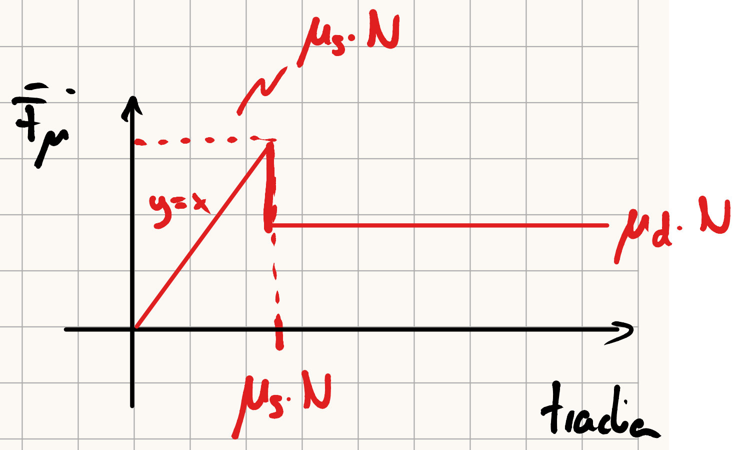
Modélisation : Il existe une force de frottement dans la direction opposée au mouvement telle que $\vec{F}_\mu = -\mu . N . \frac{\vec{v}}{\|\vec{v}\|}$, où μ est le coefficient de frottements qui dépend des surfaces.

① $v=0$: Frottements statiques, $\vec{F_\mu} = -\mu_s \cdot N \cdot \hat{e_v}$



Au repos ($v=0$), $\sum \vec{F} = \vec{0}$, donc la force de frottements compense exactement la force de traction jusqu'à une certaine valeur $T = \mu_s \cdot N$, à partir de laquelle elle se met à glisser.

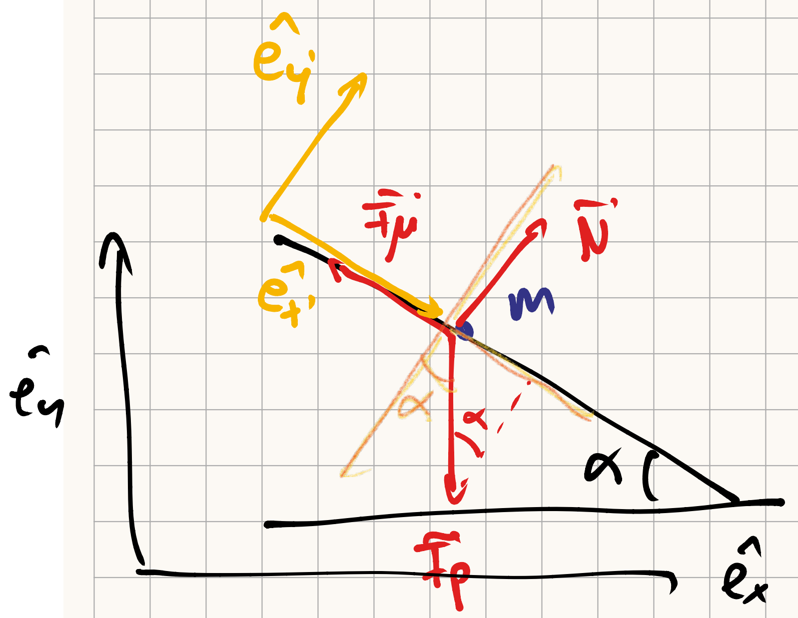
Si $F_\mu < \mu_s \cdot N$, il ne bouge pas. Sinon, il bouge.



② $v=v_0$: Frottements dynamiques $\vec{F_\mu} = -\mu_d \cdot N \cdot \hat{e_v}$.

Généralement, $\mu_d < \mu_s$.

Application : bloc sur plan incliné



Que vaut α_{Lim} à partir duquel le bloc commence à bouger.

Forces : $\vec{F}_p = mg \cdot \sin\alpha \, \hat{e}_{x'} + mg(-\cos\alpha)\, \hat{e}_{y'}$

$\vec{N} = N \cdot \hat{e}_{y'}$

$\vec{F}_\mu = -\mu_s \cdot N \cdot \hat{e}_{x'}$

Bilan des forces pour $\vec{a} = \vec{0}$ $\Rightarrow$ $\begin{cases} mg \sin\alpha - \mu_s \cdot N = 0 \\ -mg\cos\alpha + N = 0 \rightarrow N = mg\cos\alpha \end{cases}$

Ainsi : $\cancel{mg} \sin\alpha - \mu_s \cdot \cancel{mg}\cos\alpha = 0$

$$\Rightarrow \boxed{\mu_s = \frac{\sin\alpha_{Lim}}{\cos\alpha_{Lim}}}$$