Notions et contenus	Capacités exigibles	Détail
Contact entre deux solides. Aspects microscopiques.		Décrire le type d'interaction entre deux solides en contact. Préciser les paramètres physiques dont dépend cette interaction.

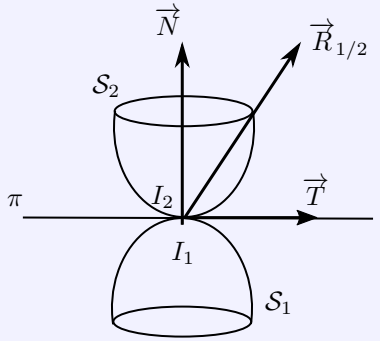
L'action de contact résulte des **interactions entre les atomes** des surfaces de contact des deux solides. Ce sont des interactions microscopiques de type électrostatique correspondant à des **interactions attractives de Van der Waals.**
Elle dépende de l'état des deux surfaces : état de propreté, rugosité, présence d'une couche d'oxyde sur une surface métallique.
Elle ne dépend pas de l'aire de la surface de contact, ni de la masse du solide en contact avec son support.

Représenter la réaction $\overrightarrow{R}_{1/2}$ exercée par le solide $\mathcal{S}_1$ sur $\mathcal{S}_2$. Définir la vitesse de glissement $\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)$.

Soient deux solides $\mathcal{S}_1$ et $\mathcal{S}_2$ en contact. On définit les référentiels $\mathcal{R}_1$ et $\mathcal{R}_2$ liés à chaque solide.
On modélise le contact entre les deux solides par un contact ponctuel :

- I_1 est le point du solide $\mathcal{S}_1$ qui à l'instant t assure le contact ;
- I_2 est le point du solide $\mathcal{S}_2$ qui à l'instant t assure le contact.

La réaction se décompose en une composante normale et une composante tangentielle :



$$\boxed{\overrightarrow{R}_{1/2} = \overrightarrow{N} + \overrightarrow{T}}$$

avec $\overrightarrow{N}$ orienté de $\mathcal{S}_1$ vers $\mathcal{S}_2$.
On appelle vitesse de glissement de $\mathcal{S}_2$ par rapport à $\mathcal{S}_1$ la vitesse dans le référentiel lié au support $\mathcal{S}_1$ du point du solide $\mathcal{S}_2$ qui à l'instant considéré assure le contact :

$$\boxed{\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1) = \overrightarrow{v}(I_2)_{\mathcal{R}_1} = \overrightarrow{v}(I_2)_{\mathcal{R}} - \overrightarrow{v}(I_1)_{\mathcal{R}}}$$

avec $\mathcal{R}$ un référentiel quelconque.
La vitesse de glissement appartient au plan π.

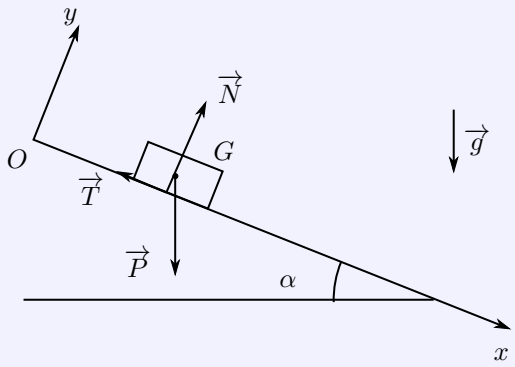
Que dire dans le cas d'un contact sans frottement ?

En l'absence de frottement de glissement, on a $\overrightarrow{R}_{1/2} = \overrightarrow{N}$ car $\overrightarrow{T} = \overrightarrow{0}$.

Notions et contenus	Capacités exigibles	Détail
Lois de Coulomb du frottement de glissement dans le seul cas d'un solide en translation.	Utiliser les lois de Coulomb dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage. Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider.	Énoncer les lois de Coulomb dans le cas d'absence de glissement. À quelle condition passe-t-on d'une condition de non glissement à une condition de glissement ? Il y a absence de glissement si $\boxed{\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1) = \overrightarrow{0}}$. Dans ce cas, la composante tangentielle $\overrightarrow{T}$: • est parallèle et de sens opposé d'un éventuel glissement ; • a sa norme qui vérifie l'inégalité $$\|\overrightarrow{T}\| \leq f_s \|\overrightarrow{N}\|,$$ avec f_s le coefficient de frottement statique. On passe d'une condition de non glissement à une condition de glissement quand $\|\overrightarrow{T}\| = f_s\|\overrightarrow{N}\|$. On observera une discontinuité de T si on suppose f_s différent de f_d. Énoncer les lois de Coulomb dans le cas du glissement. À quelle condition passe-t-on d'une condition de glissement à une condition de non glissement ? Il y a glissement si $\boxed{\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1) \neq \overrightarrow{0}}$. Dans ce cas, la composante tangentielle $\overrightarrow{T}$: • est parallèle à la vitesse de glissement $\overrightarrow{T} \wedge \overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1) = \overrightarrow{0}$; • s'oppose au glissement $\overrightarrow{T} \cdot \overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1) < 0$; • est de norme $\|\overrightarrow{T}\| = f_d\|\overrightarrow{N}\|$, avec f_d le coefficient de frottement dynamique. On peut donc écrire la composante tangentielle comme $$\boxed{\overrightarrow{T} = -f_d\|\overrightarrow{N}\| \frac{\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)}{\|\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)\|}}$$ On passe d'une condition de glissement à non glissement quand $\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1) = \overrightarrow{0}$.

<table>
<tr><th>Notions et contenus</th><th>Capacités exigibles</th><th>Détail</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Aspect énergétique.</td><td>Effectuer un bilan énergétique.</td><td>Exprimer la puissance totale de la liaison entre deux solides. Faire la démonstration. À quelle condition la puissance de la liaison est-elle nulle ?

La puissance totale de la liaison vaut
$$\boxed{P_{\text{contact}} = P(\overrightarrow{R}_{1/2}) + P(\overrightarrow{R}_{2/1}) = \overrightarrow{T} \cdot \overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)}$$
Démonstration
On définit la puissance totale de la liaison :
$$P_{\text{contact}} = \overrightarrow{R}_{1/2} \cdot \overrightarrow{v}(I_2)_{\mathcal{R}} + \overrightarrow{R}_{2/1} \cdot \overrightarrow{v}(I_1)_{\mathcal{R}}$$
Or, d'après la troisième loi de Newton $\overrightarrow{R}_{2/1} = -\overrightarrow{R}_{1/2}$, donc
$$P_{\text{contact}} = \overrightarrow{R}_{1/2} \cdot \underbrace{(\overrightarrow{v}(I_2)_{\mathcal{R}} - \overrightarrow{v}(I_1)_{\mathcal{R}})}_{\overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)} = \left(\overrightarrow{T} + \overrightarrow{N}\right) \cdot \overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)$$
Comme $\overrightarrow{N} \perp \overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)$, on a alors $\boxed{P_{\text{contact}} = \overrightarrow{T} \cdot \overrightarrow{v}_g(\mathcal{S}_2/\mathcal{S}_1)}$.
On remarquera que ce résultat est indépendant du référentiel.
Cette puissance est nulle en l'absence de glissement.</td></tr>
<tr><td>Effectuer une mesure d'un coefficient de frottement.</td><td>Proposer un protocole permettant de mesurer le coefficient de frottement.

On pose le solide $\mathcal{S}_2$ sur le support $\mathcal{S}_1$ d'abord horizontal. On incline progressivement $\mathcal{S}_1$ et on relève l'angle α_c au début de glissement de $\mathcal{S}_2$.
La projection de la seconde loi de Newton en l'absence de glissement donne :
$$\begin{cases} N = mg\cos(\alpha) \\ T = mg\sin(\alpha) \end{cases}$$
Il y a absence de glissement tant que $T < fN$. Le glissement commence quand
$$T = fN \quad \text{soit} \quad \boxed{f = \tan(\alpha_c)}$$

</td></tr>
</table>