

- 1^{ÈRE} Loi de Newton: énoncé

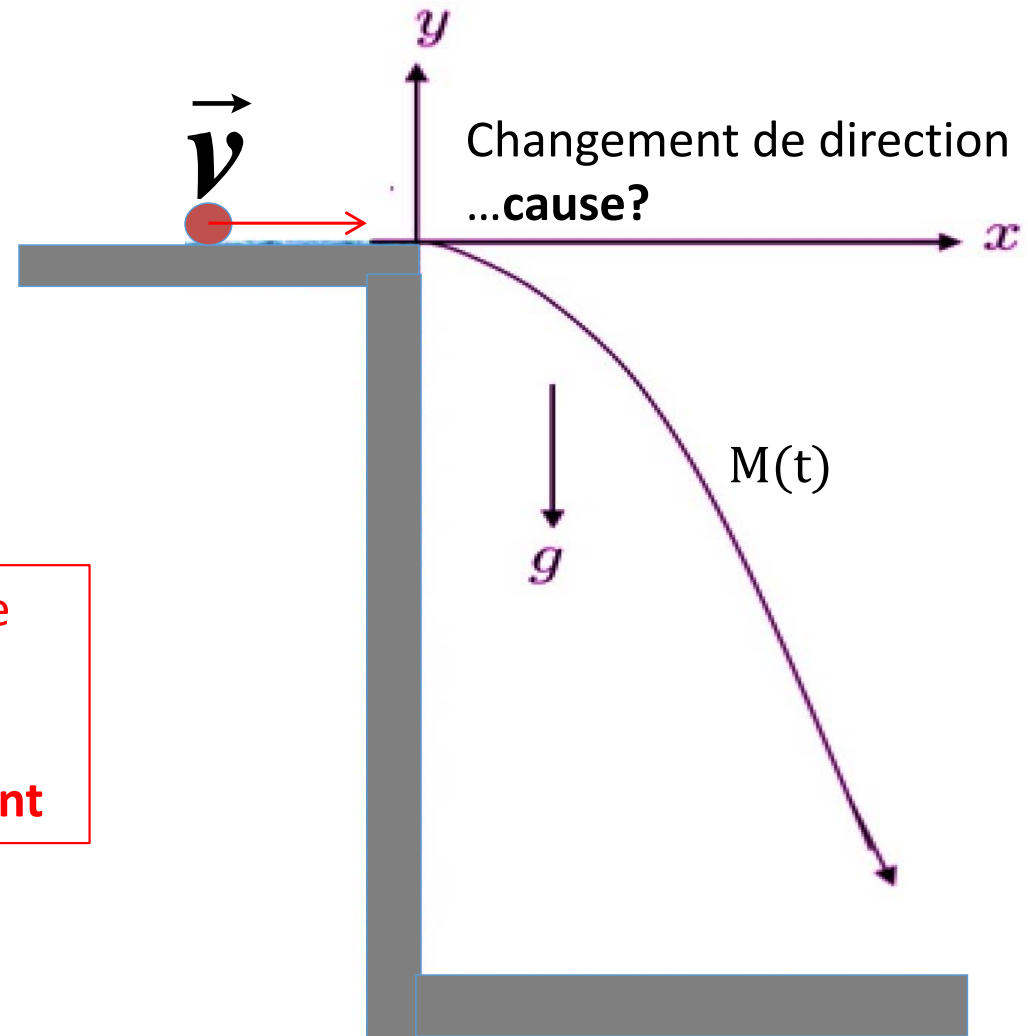
Rappel

Tout corps persévère dans l'état de **repos** ou de mouvement **uniforme en ligne droite** dans lequel il se trouve, à moins que quelque **force** n'agisse sur lui et ne le contraigne à **changer d'état**.

Attention : Il n'est pas nécessaire d'avoir une force pour qu'il y ait un mouvement –

→ La force modifie l'état du mouvement

Comment la force agit-elle?



- 2^{ÈME} Loi de Newton:

Un corps possède une **quantité de mouvement**

- *Masse* $\vec{p} = m\vec{v}$
 - *Vitesse*

Les **actions** extérieures changent l'état des corps en changeant leur quantité de mouvement:

m
 v

Si m est constante

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt} (m\vec{v}) = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}.$$

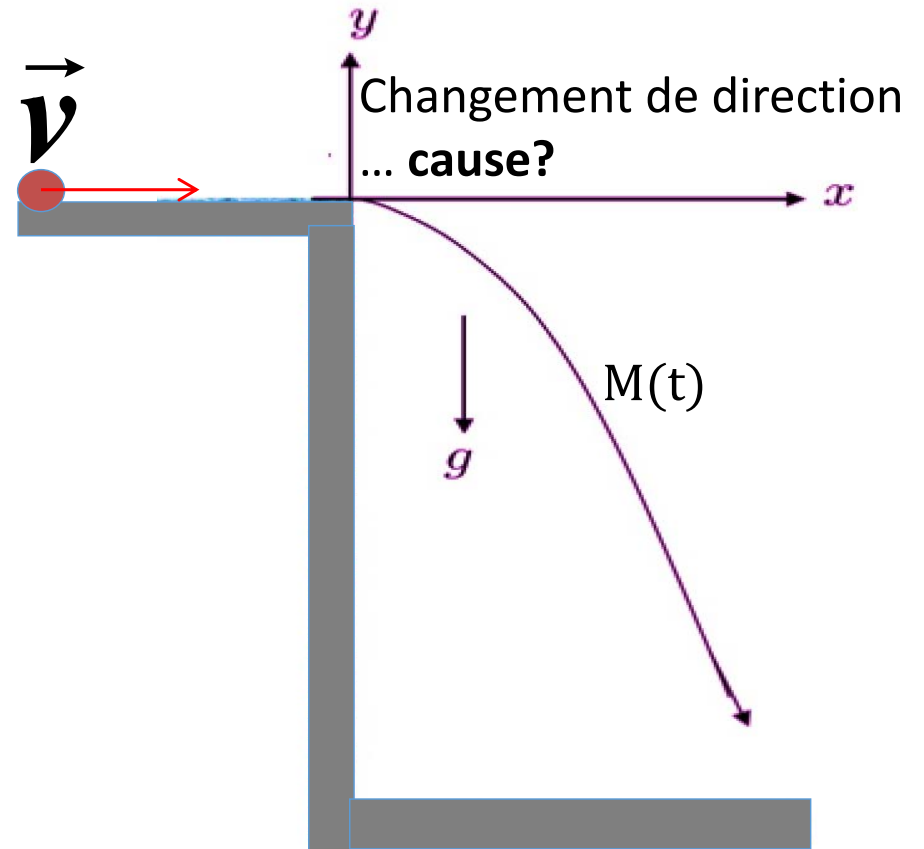
Le changement de quantité de mouvement induit est égal à la **force**

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

Si la masse est constante, c'est la quantité de vitesse qui change → accélération

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}$$

APPRENDRE
À DEVENIR
INGÉNIEUR



- 2^{ÈME} Loi de Newton:

Comment?

La force modifie l'état du mouvement

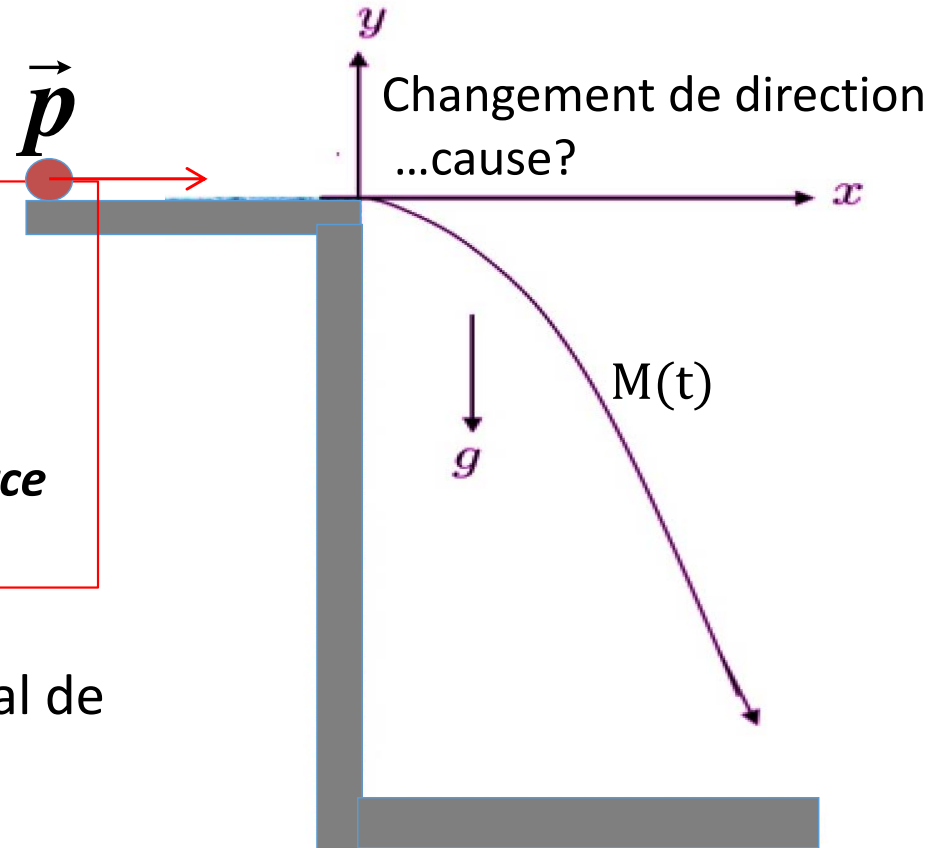
énoncé

« *Le changement dans le mouvement (= accélération) d'un corps est **proportionnel** à la force et se fait dans la direction et le sens de la force.* »

$$\vec{F} = m\vec{a}$$



Principe Fondamental de la Dynamique.(PFD)

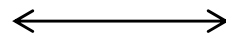


La **masse** est une propriété intrinsèque de chaque corps.

→ caractérise son **inertie** (résistance à un changement de mouvement, accélération)

Pour un corps à l'équilibre:

$$\vec{a} = \vec{0}$$



$$\vec{F} = \vec{0}$$

- 2^{ÈME} Loi de Newton: PFD

$$\vec{F}(t) = m\vec{a} \longrightarrow \vec{a}(t) = \frac{\vec{F}}{m}$$

Dans le cas de plusieurs forces: (résultante des forces)

$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{F} = m\vec{a}$$

Cas des mouvements les plus simples

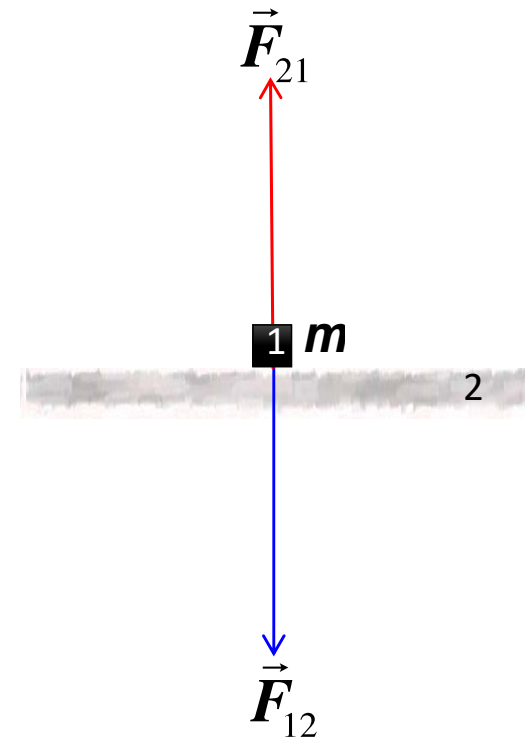
- Mouvement rectiligne uniforme: $\vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}(t) = \vec{0}$ résultante des forces agissant sur le corps est nulle.
- Mouvement rectiligne uniformément accéléré: $\vec{a} = \vec{cste} \Rightarrow \vec{F}(t) = \vec{cste}$

- 3^{ÈME} Loi de Newton: énoncé

« **L'action** est toujours égale à la **réaction** ;
c'est-à-dire que les actions de deux corps l'un
sur l'autre sont toujours égales et dans des
sens opposés»

Loi des actions réciproques:
entre deux corps 1 et 2

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui **s'appliquent** au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$
- 4) Appliquer le PFD composante par composante pour en déduire chaque composante de l'accélération
- 5) Résoudre chacune des équations différentielles pour en déduire $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ (sans oublier les constantes d'intégration qui sont les conditions initiales)

- Statique :

- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$
- ~~4) Appliquer le PFD composante par composante pour en déduire chaque composante de l'accélération~~
- ~~5) Résoudre chacune des équations différentielles pour en déduire $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ (sans oublier les constantes d'intégration qui sont les conditions initiales)~~

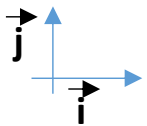
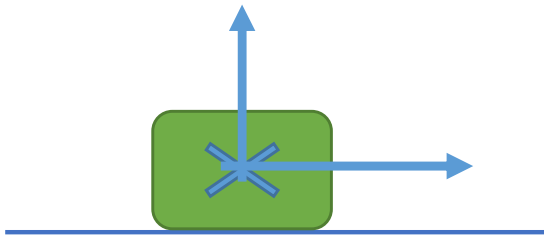
- Objet immobile de masse m posé sur un support



Déterminer la réaction du support

1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)

- Objet immobile de masse m posé sur un support

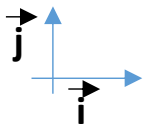
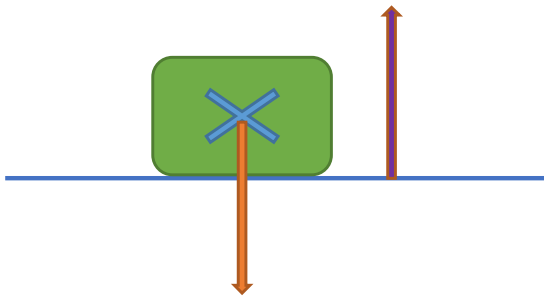


- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes ($Oxyz$)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m

- Objet immobile de masse m posé sur un support

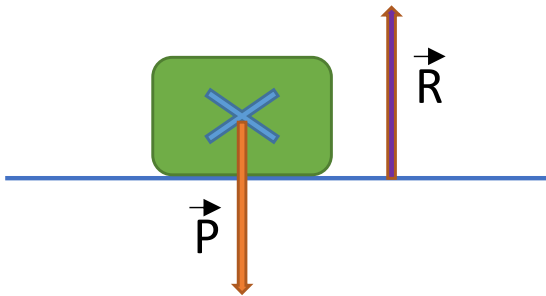
Poids

Réaction du support



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes ($Oxyz$)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

- Objet immobile de masse m posé sur un support

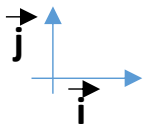


$$\text{Poids} = \vec{P} = -mg \vec{j}$$

Puisque l'objet est immobile

$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

$$\text{Réaction du support} = \vec{R} = mg \vec{j}$$



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

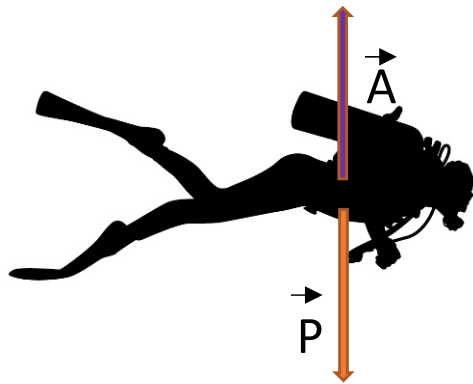
- Plongeur à l'arrêt

Pour quel volume le plongeur est-il à l'équilibre?



1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)

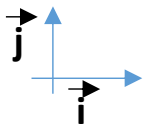
- Plongeur à l'arrêt



Poids = \vec{P}

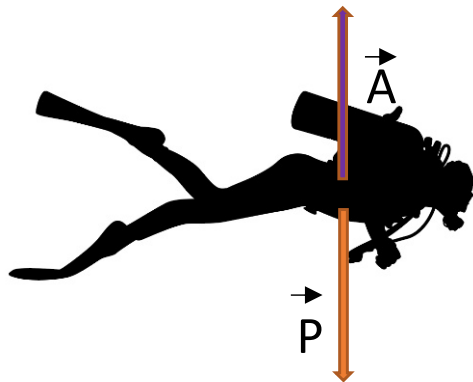
Poussée d'Archimède = \vec{A}

« Tout corps plongé dans un fluide au repos, entièrement mouillé par celui-ci ou traversant sa surface libre, subit une force verticale, dirigée de bas en haut et égale (et opposée) au poids du volume de fluide déplacé. Cette force est appelée poussée d'Archimède. Elle s'applique au centre de masse du fluide déplacé, appelé centre de poussée. »



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m

- Plongeur à l'arrêt

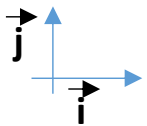


$$\text{Poids} = \vec{P} = -mg \vec{j}$$

$$\text{Poussée d'Archimède} = \vec{A} = \text{Vol} \cdot \rho \cdot g \vec{j}$$

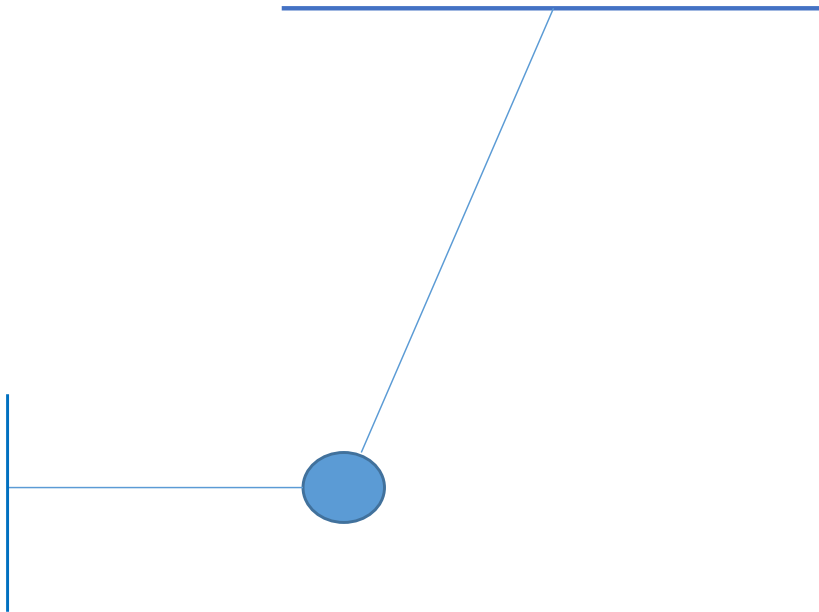
A l'équilibre si $\vec{P} = -\vec{A}$

Jouer sur le volume qui évolue à cause de la pression



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée (i,j,k)

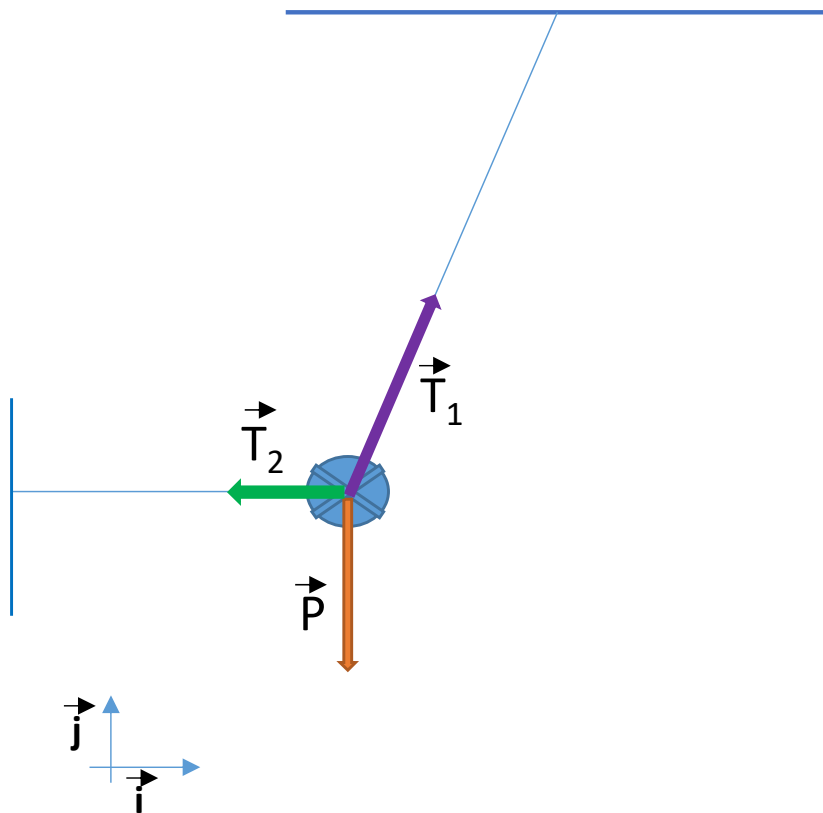
- Pendule bloqué



Combien vaut la traction sur chaque fil?

- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

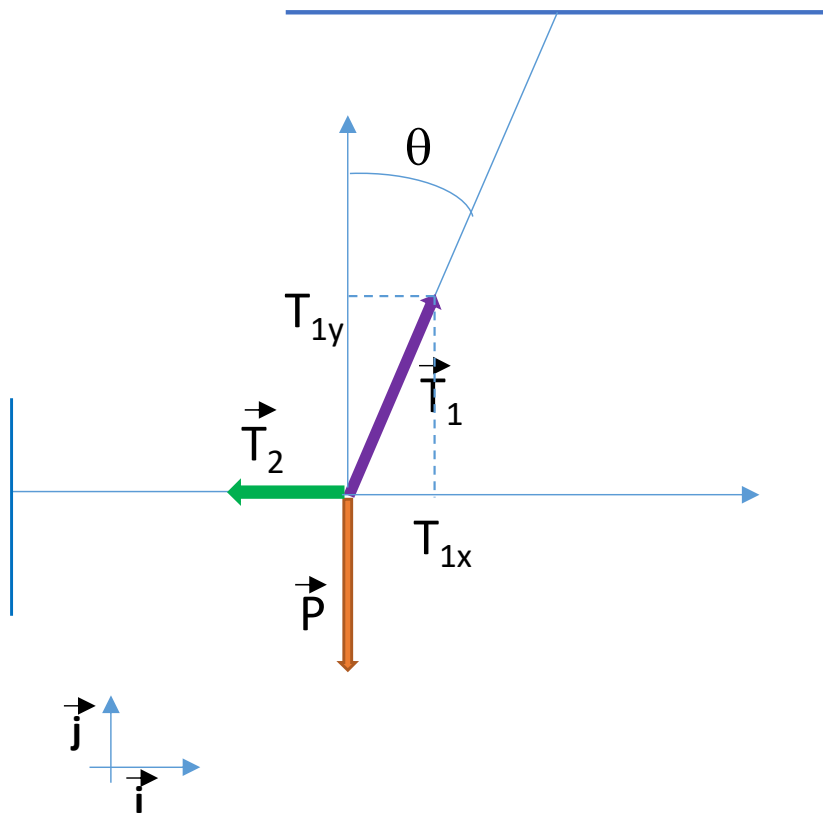
- Pendule bloqué



Poids \vec{P}
 Traction fil 1 \vec{T}_1 suivant le fil 1
 Traction fil 2 \vec{T}_2 suivant le fil 2

- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

- Pendule bloqué



Poids \vec{P}

Traction fil 1 \vec{T}_1 suivant le fil 1

Traction fil 2 \vec{T}_2 suivant le fil 2

On ne connaît pas les valeurs de T_1 et T_2

Le système est à l'équilibre si

Suivant j :

$$mg = T_{1y} = T_1 \cos \theta$$

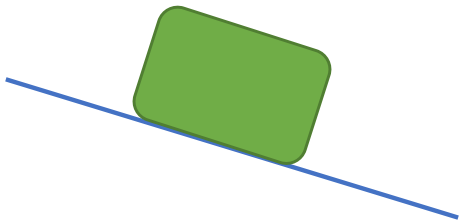
Suivant i :

$$T_2 = T_{1x} = T_1 \sin \theta$$

- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

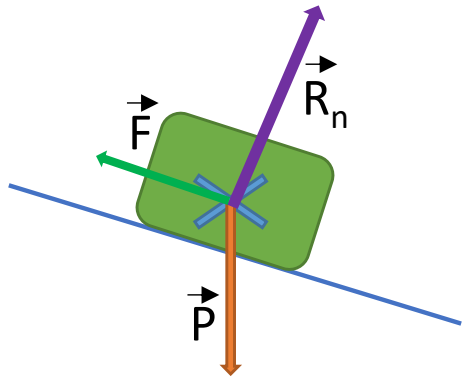
- Plan incliné

Quelle est la valeur de la force de frottement?



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

- Plan incliné

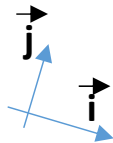
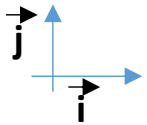


Poids \vec{P}

Réaction normale \vec{R}_n

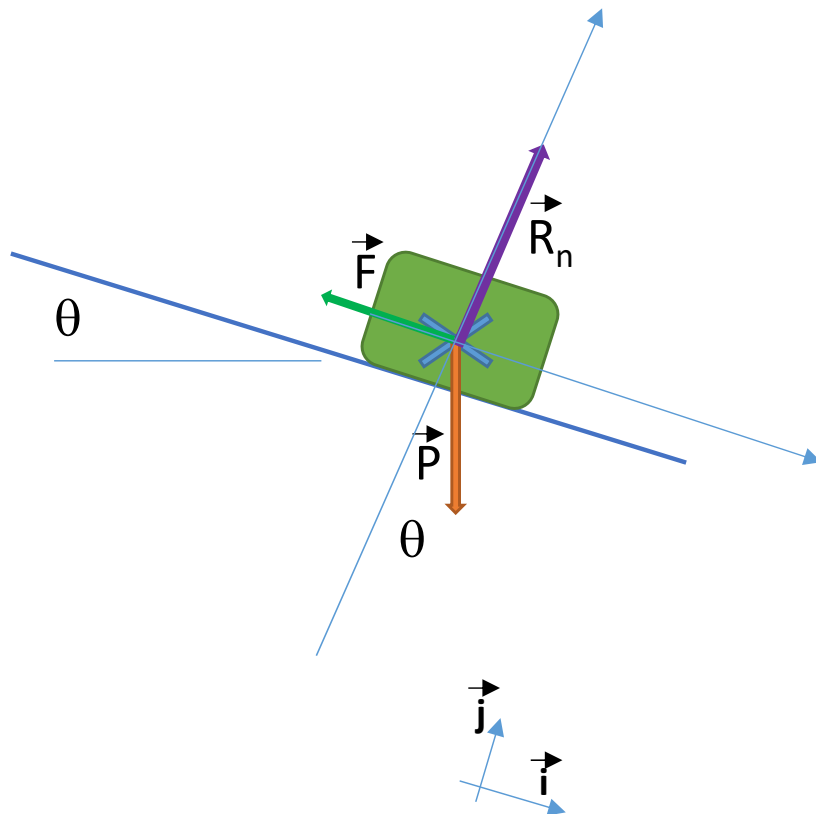
Réaction Tangentielle = frottements = \vec{F}

Remarque sur le choix du repère



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

- Plan incliné



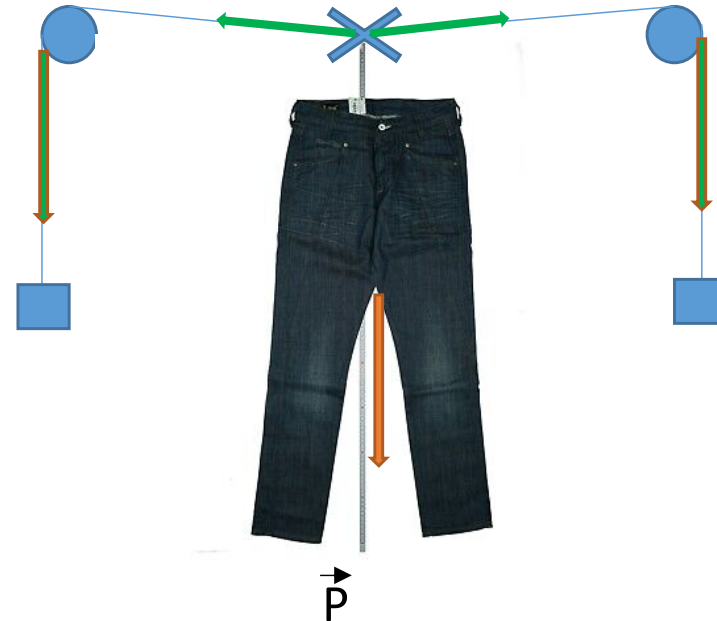
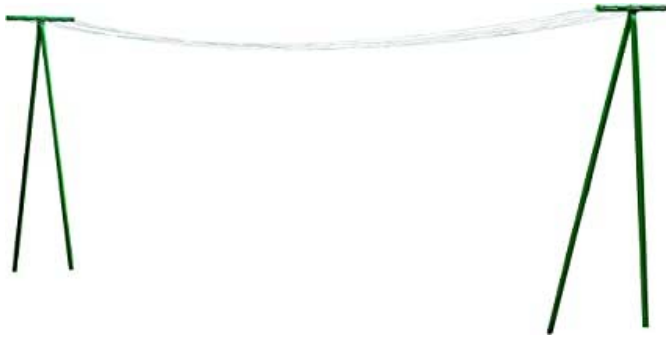
Poids \vec{P}
 Réaction normale \vec{R}_n
 Réaction Tangentielle = frottements = \vec{F}

On ne connaît pas R_n et F
 Le solide est à l'équilibre si

Suivant i
 $F = mg \sin \theta$
 Suivant j
 $R_n = mg \cos \theta$

- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

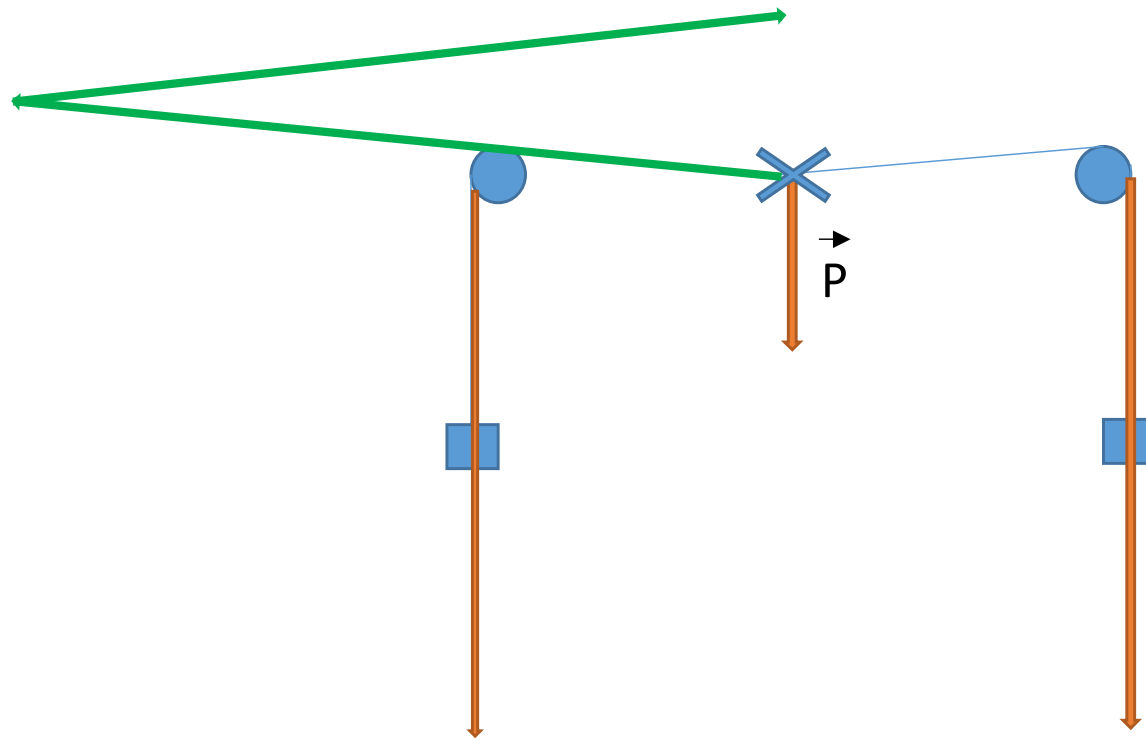
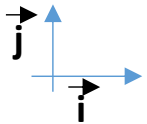
- Corde à linge (juste pour le plaisir)



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes ($Oxyz$)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

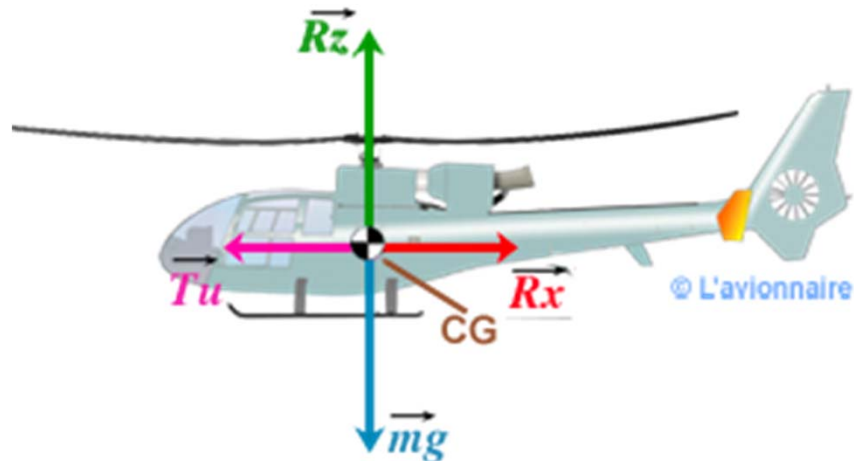
- Corde à linge (juste pour le plaisir)

A l'équilibre si :



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$

- Statique : Hélicoptère en vol/hoverboard

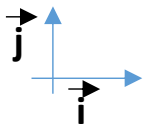


Poids

Portance $Vair^2 \rho S$

Force de poussée horizontale nulle en statique

Trainée $\alpha(d^3x/dt^3)$ nulle en statique



- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée (i,j,k)

- Dynamique :

- 1) Identifier le point matériel, savoir le positionner dans un repère Galiléen muni de ses axes (Oxyz)
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent au point matériel de masse m
- 3) Déterminer les composantes de chacune des forces (ou de leur somme) dans la base orthonormée $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$
- 4) Appliquer le PFD composante par composante pour en déduire chaque composante de l'accélération
- 5) Résoudre chacune des équations différentielles pour en déduire $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ (sans oublier les constantes d'intégration qui sont les conditions initiales)