

Mécanique des systèmes

Version 2021

Présentation

Cas général de la
Mécanique du point
→ L1

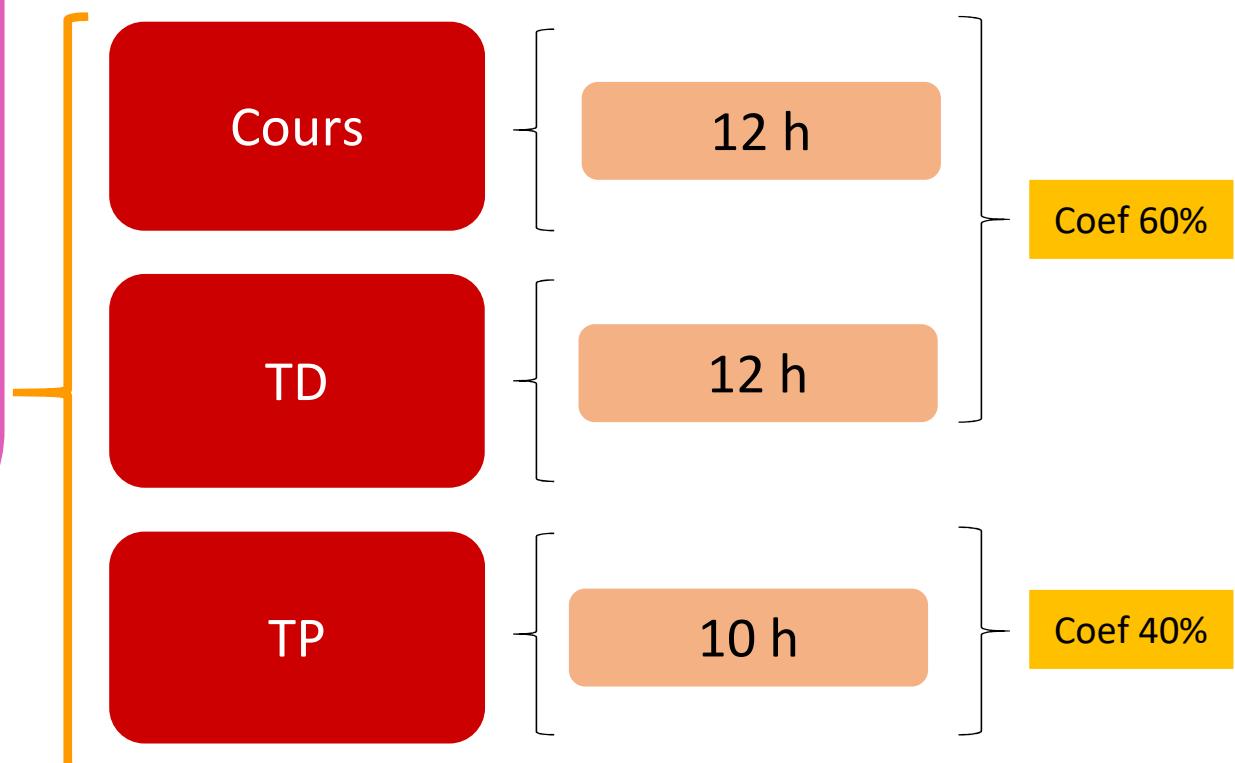
Cas particulier de la
mécanique du solide
→ L2

Mécanique des systèmes
→ L3

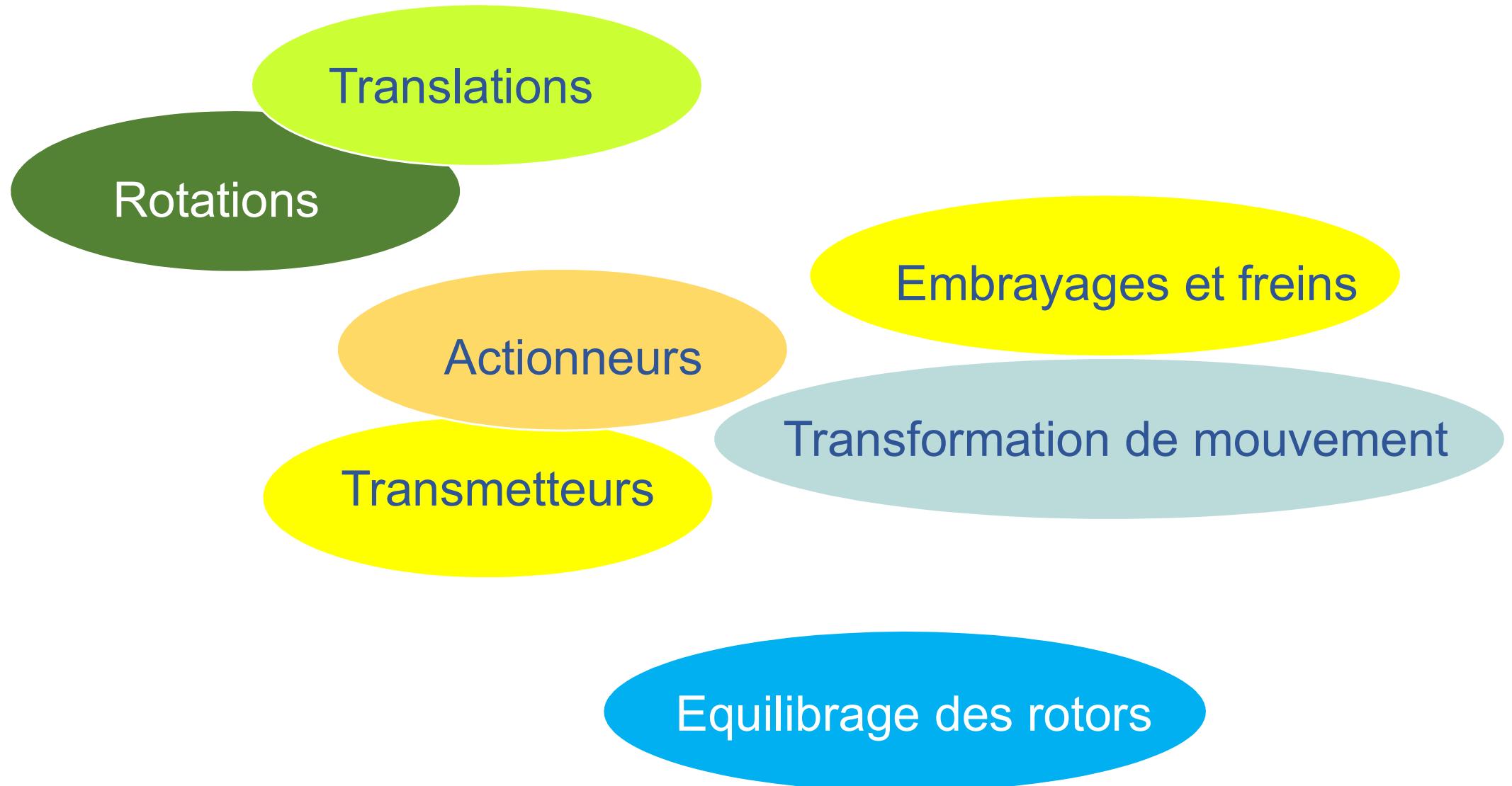


Le Mécanologue

www.mecanologue.fr



Plan du cours



Etude n°1

Cette étude porte sur les translations.



Pont levant Gustave FLAUBERT (2008 – ROUEN)
Parmi les plus hauts du monde dans cette catégorie

→ 32 moteurs actionnent des treuils qui tirent sur des câbles pour soulever les deux tabliers de 120 mètres de long et 1 300 tonnes chacun, les amenant de 7 à 55 mètres de hauteur en 12 minutes.

Etude n°1

La finalité du système consiste à transformer un mouvement de rotation continu (moteurs) en translation continue (tabliers).

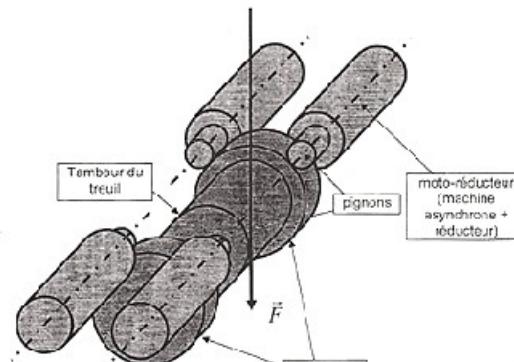
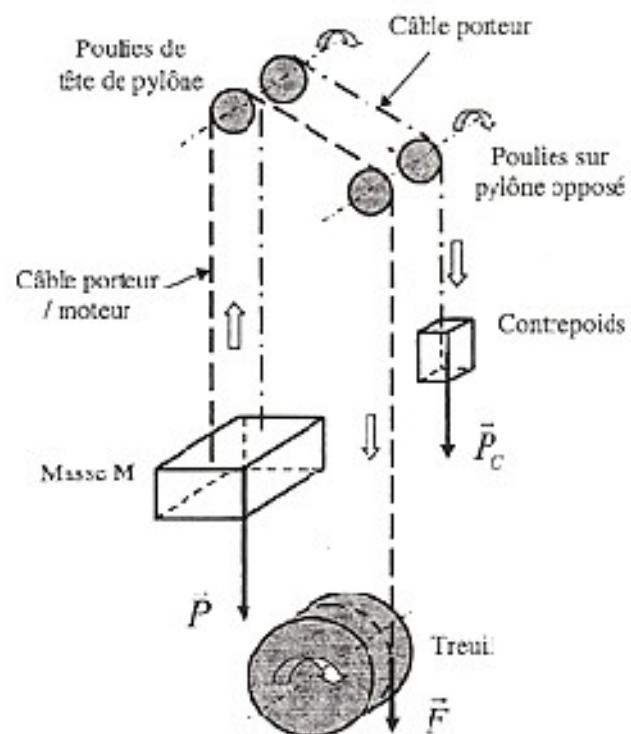
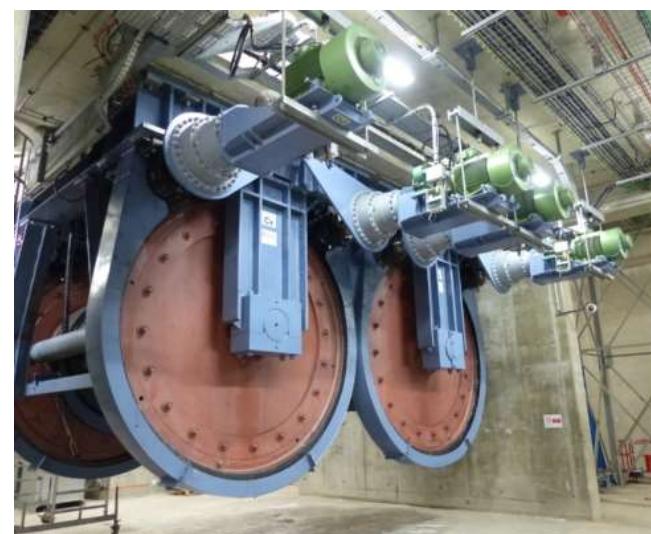


Figure 2



Etude n°1

Vecteur vitesse

La vitesse représente la variation de la position dans le temps.

Elle est entièrement définie par 3 critères :

- direction,
 - sens,
 - intensité.
- } *Comme un vecteur !*

[+ ou -1 m/s] est à lire comme [1 m] en plus ou en moins parcouru chaque seconde.

observateur

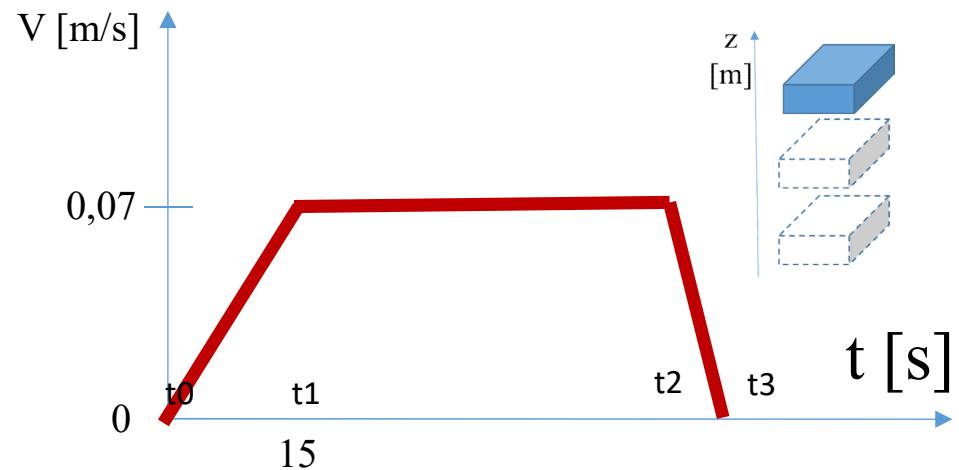
point observé

$\vec{V}_{(P/Ro)} = \{d\vec{OP}/dt\}/R_o$ [m/s]

Vecteur position de P relativement à O

repère d'observation
= repère de dérivation

$$\vec{V}_{(P/Ro)} = \{d\vec{OP}/dt\}/R_o$$



$$t_0 \leq t \leq t_1$$

$$v = a \cdot (t - t_0) + v_0$$

Mouvement Rectiligne Uniformément Varié (MRUV).

$$t_1 \leq t \leq t_2$$

$$v = v_1$$

C'est un Mouvement Rectiligne Uniforme (MRU).

Etude n°1

Vecteur accélération

L'accélération représente la variation de la vitesse dans le temps.

Elle est définie par 3 critères :

- direction,
 - sens,
 - intensité.
- Comme un vecteur !*

[+ ou -1 m/s²] est à lire comme [1 m/s] en plus ou en moins chaque seconde -> [1 m/s/s]

repère d'observation
= repère de dérivation

$$\vec{a}_{(P/Ro)} = \{dV(P/Ro)/dt\}_{Ro} \quad [m/s^2]$$

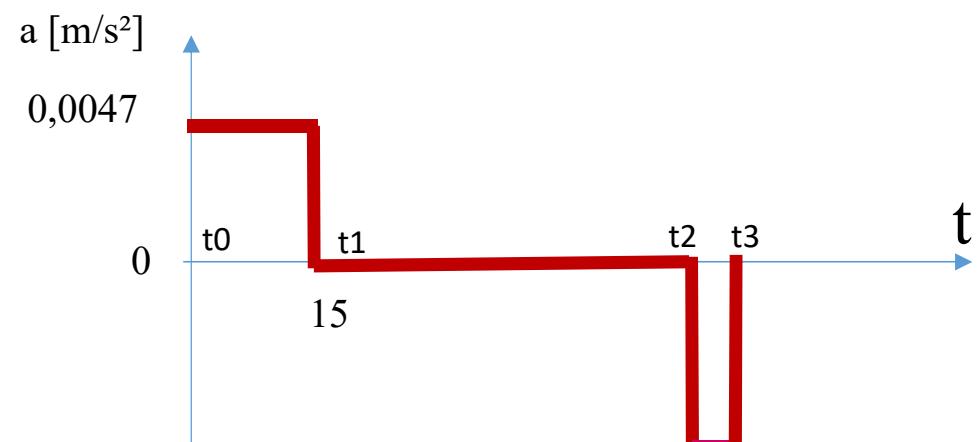
→ Vecteur vitesse de P relativement à Ro

$$t_0 \leq t \leq t_1$$

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{0,07 - 0}{15 - 0} = 0,0047 \text{ m/s}^2$$

$$t_1 \leq t \leq t_2$$

$$a = 0$$



Etude n°1

Vecteur accélération

L'accélération représente la variation de la vitesse dans le temps.

Elle est définie par 3 critères :

- direction,
 - sens,
 - intensité.
- } *Comme un vecteur !*

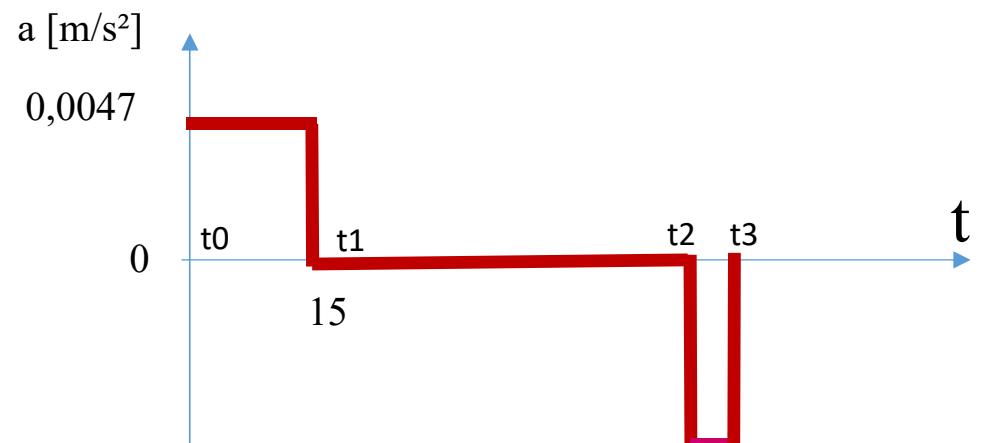
[+ ou -1 m/s²] est à lire comme [1 m/s] en plus ou en moins chaque seconde -> [1 m/s/s]

$$\vec{a}_{(P/Ro)} = \{d\vec{v}(P/Ro)/dt\}/R_o \quad [m/s^2]$$

repère d'observation
= repère de dérivation

→

Vecteur vitesse de P relativement à R_o



$$t_0 \leq t \leq t_1$$

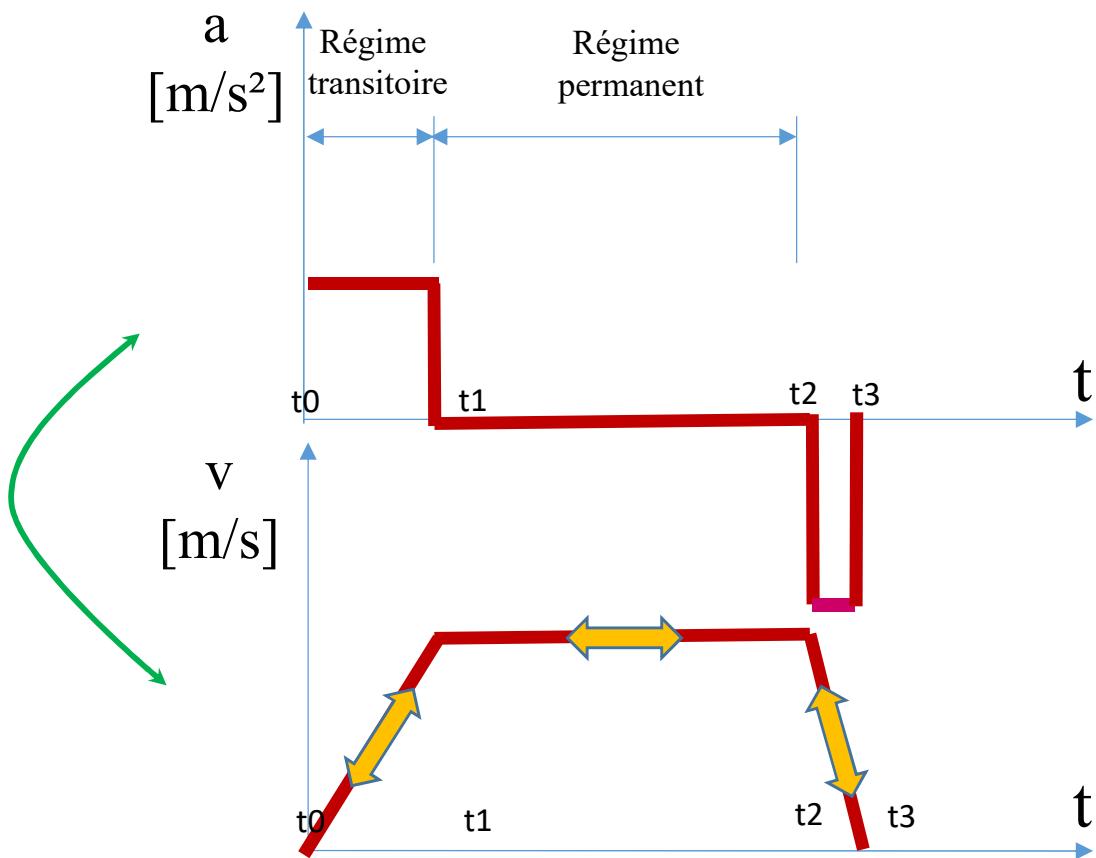
$$a = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{0,07 - 0}{15 - 0} = 0,0047 \text{ m/s}^2$$

$$t_1 \leq t \leq t_2$$

$$a = 0$$

Etude n°1

Les deux graphes sont liés, l'accélération représentant à chaque instant la tangente au graphe des vitesses.

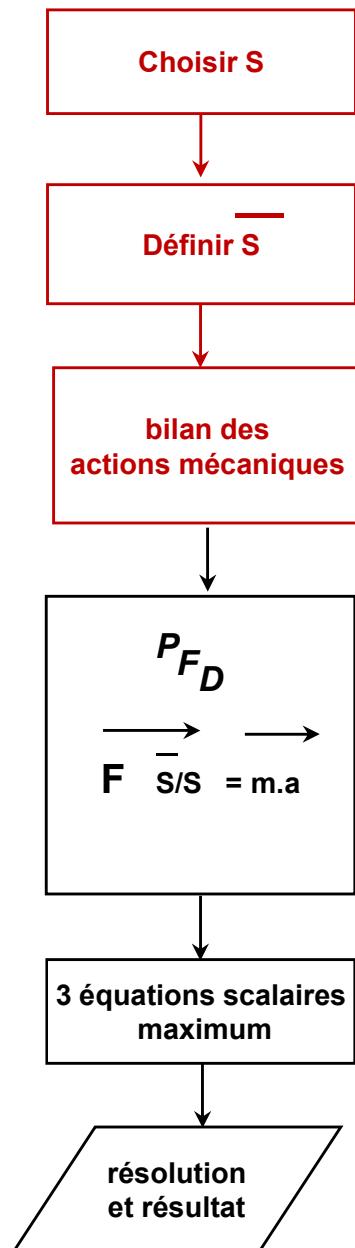


Etude n°1

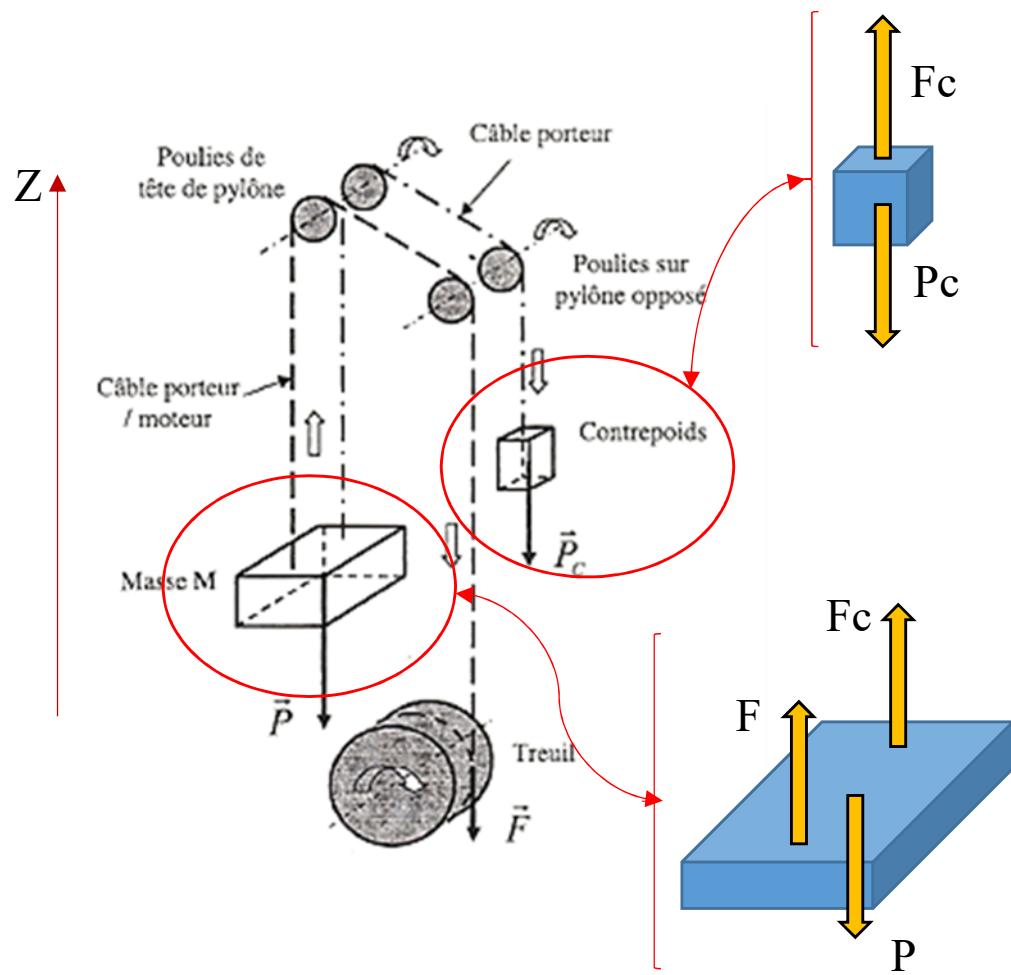
Cas du Mouvement Rectiligne
Uniformément Varié
(MRUV)

$$\begin{aligned} a(t) &= a \text{ constant} \\ v(t) &= a \cdot (t - t_0) + v_0 \\ x(t) &= \frac{a}{2} \cdot (t - t_0)^2 + v_0 \cdot (t - t_0) + x_0 \\ \rightarrow a &= \frac{v^2(t) - v^2_0}{2 \cdot [x(t) - x_0]} \end{aligned}$$

Etude n°1



Principe Fondamental de la Dynamique (PFD) en régime transitoire ($a \neq 0$).



$S = \text{contrepoids}$

$\bar{S} = \text{Terre} + \text{câble1}$

distance contact

$$\vec{F}_c + \vec{P}_c = mc \cdot \vec{a} \quad \text{vecteurs}$$

$$(\vec{Z}): \quad F_c - P_c = -mc \cdot a \quad \text{scalaires}$$

$$\Leftrightarrow F_c = P_c - mc \cdot a$$

$S = \text{tablier}$

$\bar{S} = \text{Terre} + \text{câble1} + \text{câble2}$

$$\vec{F} + \vec{F}_c + \vec{P} = mt \cdot \vec{a}$$

$$(\vec{Z}): \quad F + F_c - P = mt \cdot a$$

$$\Leftrightarrow F + P_c - mc \cdot a - P = mt \cdot a$$

$$\Leftrightarrow F = (mt + mc) \cdot a + P - P_c$$

Etude n°1

$$F = (mt + mc).a + (mt - mc).g$$

865 921 N

2 641 N 863 280 N

Quantité d'accélération

Valeur de F en régime permanent (si $a = 0$)

Valeur de F en régime transitoire (si $a \neq 0$)

Noter le rôle du contrepoids

$$\begin{aligned} mt &= 325 \text{ T} \\ mc &= 237 \text{ T} \\ a &= 0,0047 \text{ m/s}^2 \\ g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$



Selon la valeur de a , la part de la quantité d'accélération dans la valeur du résultat final peut devenir prédominante (ce n'est pas le cas ici)
→ important d'effectuer les calculs en dynamique (régime transitoire).