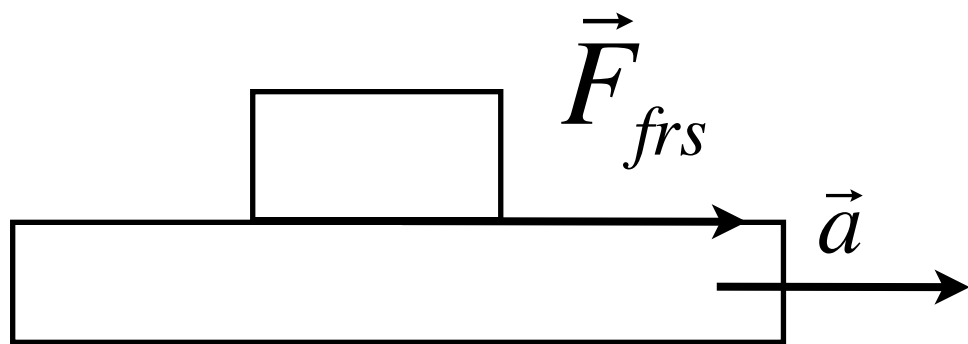


Frottement

- statique
- dynamique
- visqueux

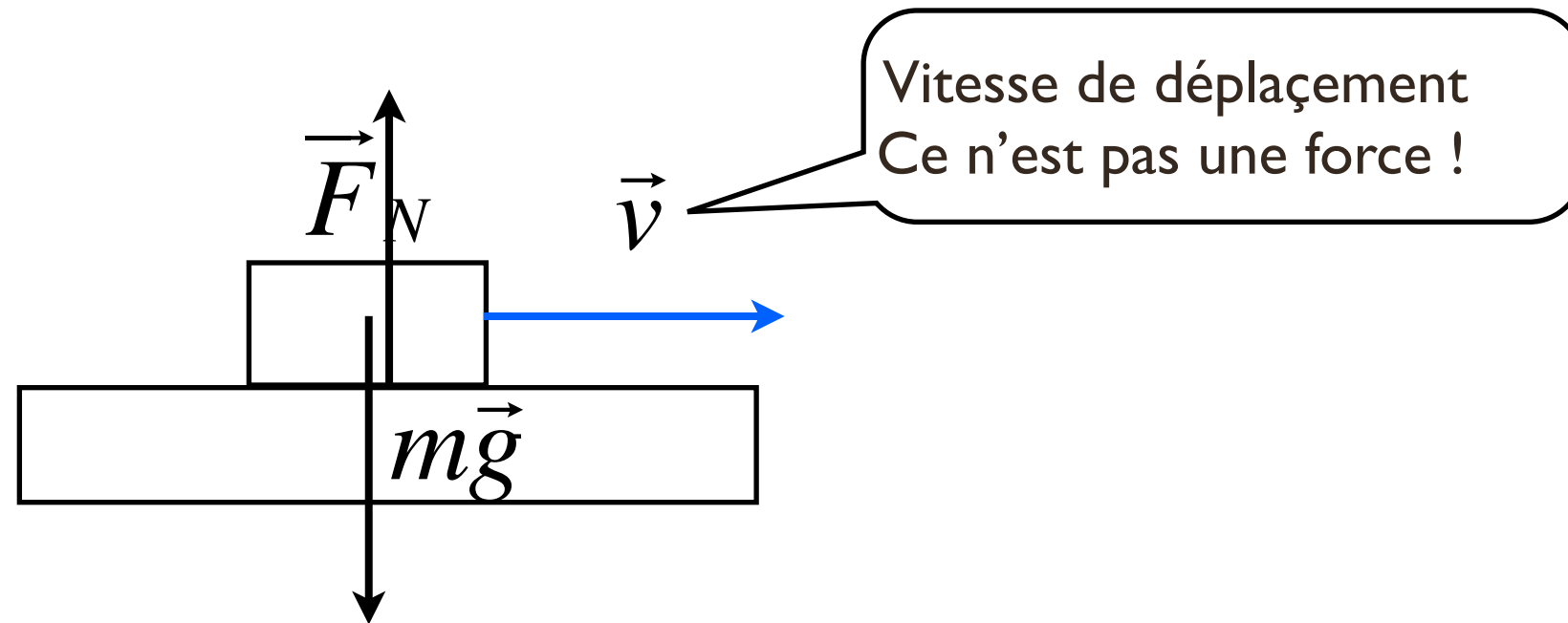
Force de frottement statique



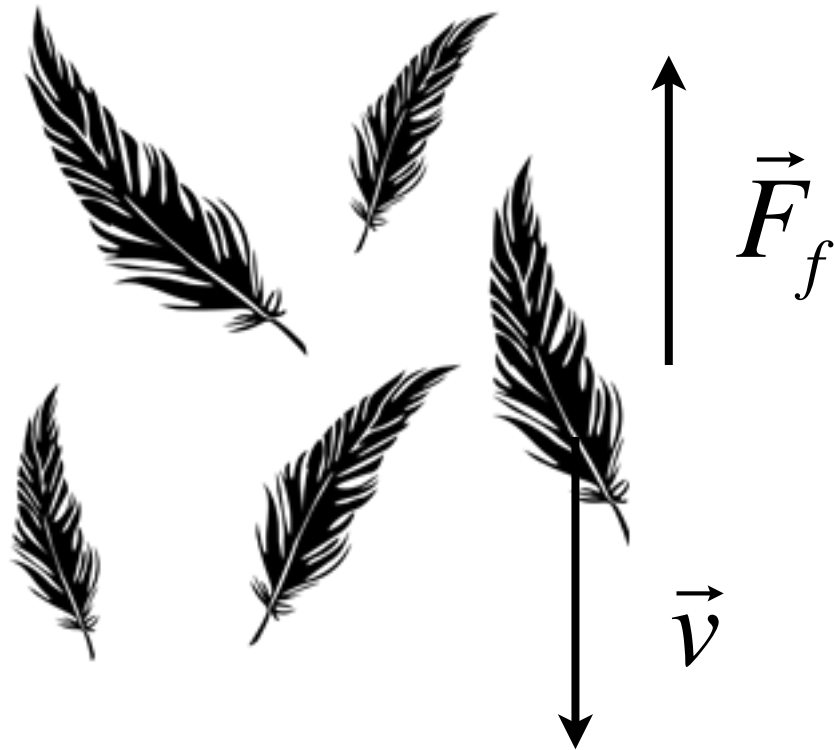
Force de frottement cinétique



Force de frottement cinétique



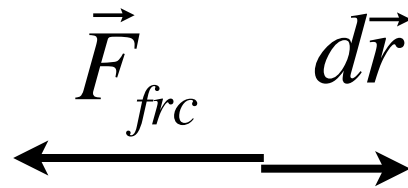
Force de frottement visqueux



Travail de la force de frottement

$$W_{ext} = \int \vec{F}_{frc} d\vec{r} < 0$$

$$\vec{F}_{frc} = -\mu N \hat{v} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$



Forces conservatives et non-conservatives

$$W_{ext} = \int_A^B mg \, dy$$



$$W_{ext} = \int \vec{F}_{frc} \, d\vec{r}$$

- la valeur de cette intégrale est indépendante de la trajectoire suivie
- si $A=B$, la valeur de l'intégrale est zéro

- la valeur de cette intégrale dépend de la trajectoire suivie

Exemples de forces conservatives :

- gravitation
- force élastique
- force électrostatique

Exemples de forces dissipatives :

- toute forme de frottement

Equations différentielles I

L'équation de mouvement nous donne l'accélération en fonction du temps. Pour déterminer la vitesse, puis la position, il faut résoudre une équation différentielle :

$$m \frac{dv}{dt} = -bv$$

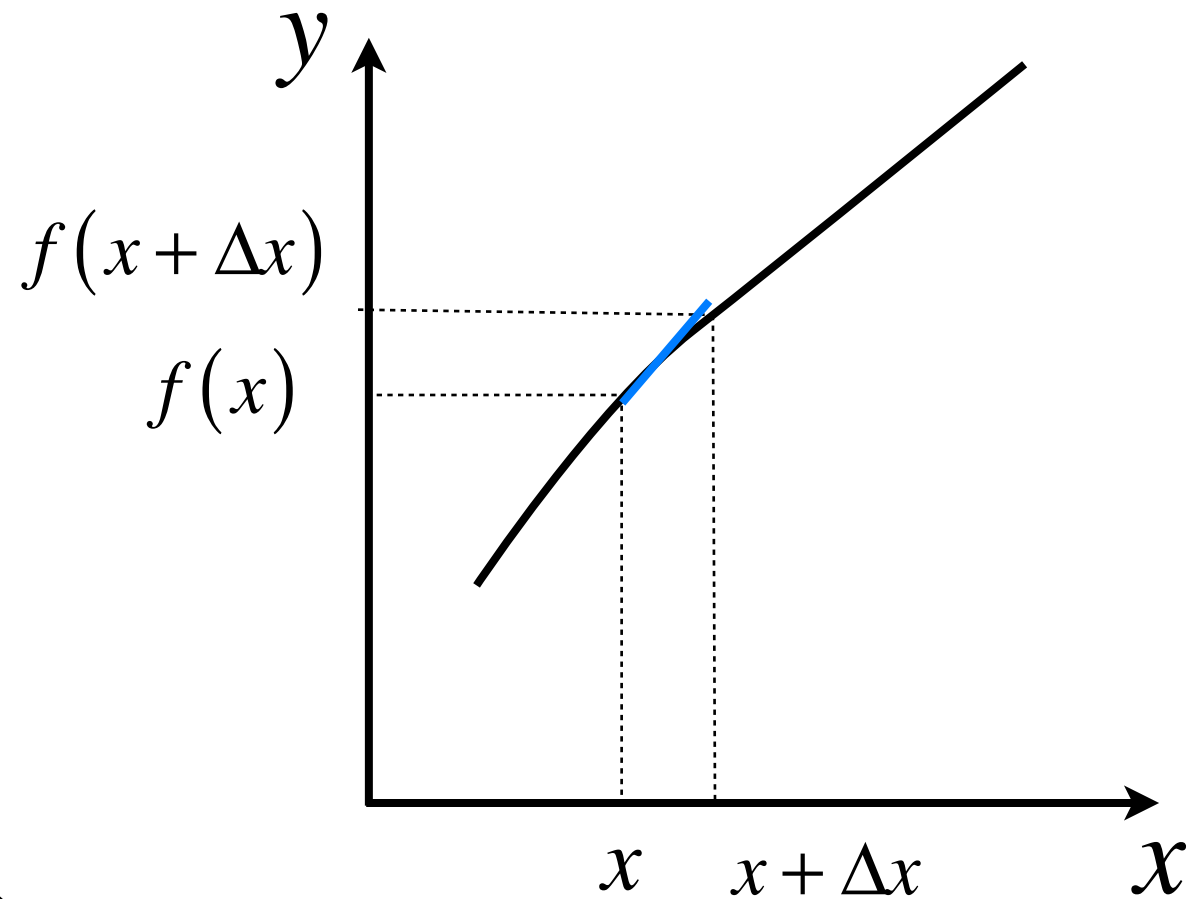
$$dv = -\frac{b}{m} v dt$$

$$\frac{dv}{v} = -\frac{b}{m} dt$$

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{v} = \int_0^t -\frac{b}{m} dt$$

$$\ln \frac{v}{v_0} = -\frac{b}{m} t$$

$$v = v_0 e^{-\frac{b}{m} t}$$



$$f(x + \Delta x) \approx f(x) + \Delta x \frac{df}{dx}$$

$$\Delta f \approx \Delta x \frac{df}{dx}$$

Equations différentielles I

De nouveau, c'est une équation différentielle linéaire, de premier ordre pour la position :

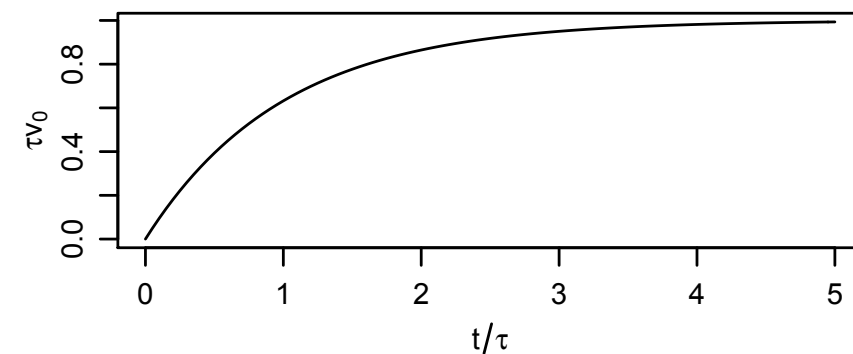
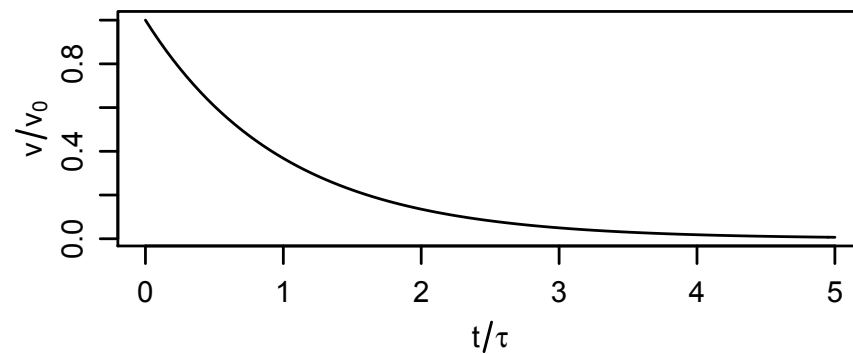
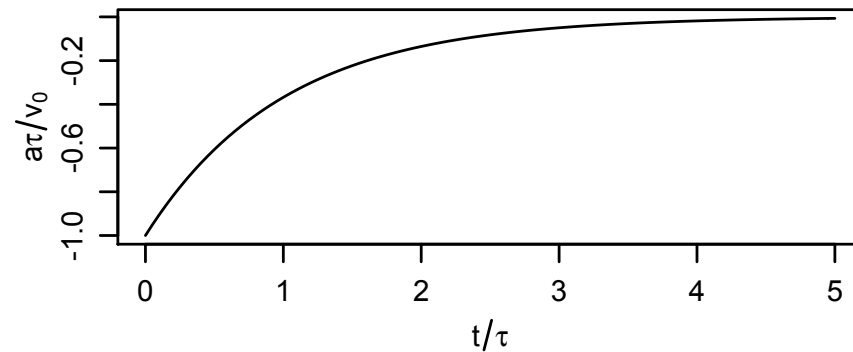
$$v = v_0 e^{-\frac{b}{m}t}$$

$$\frac{dx}{dt} = v_0 e^{-\frac{b}{m}t}$$

$$dx = v_0 e^{-\frac{b}{m}t} dt$$

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t v_0 e^{-\frac{b}{m}t} dt$$

$$x - x_0 = \frac{m}{b} v_0 \left(1 - e^{-\frac{b}{m}t} \right)$$



Equations différentielles I

De nouveau, c'est une équation différentielle linéaire, de premier ordre pour la position :

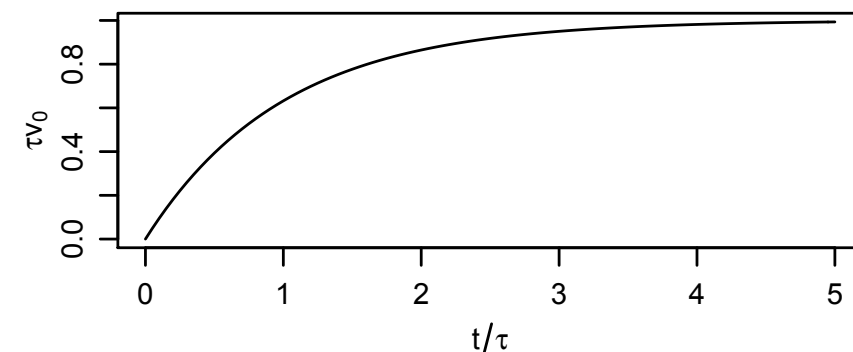
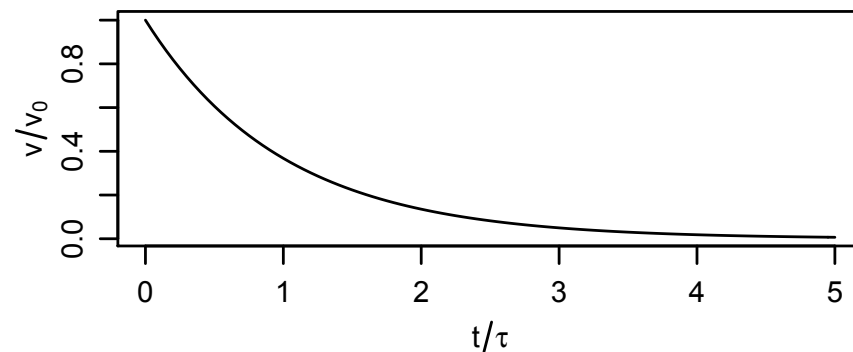
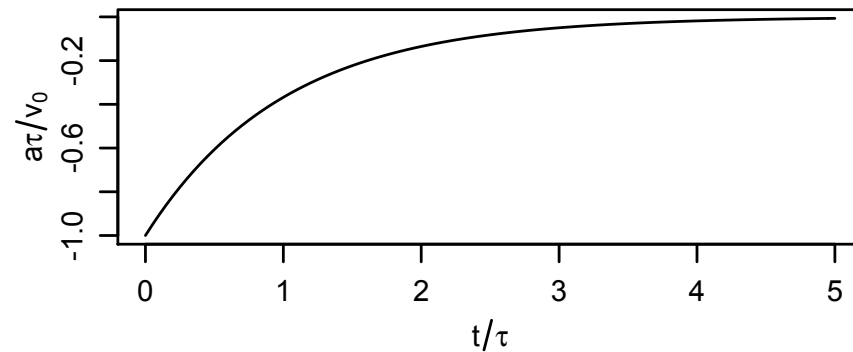
$$v = v_0 e^{-\frac{b}{m}t} \quad \frac{m}{b} = \tau$$

$$\frac{dx}{dt} = v_0 e^{-\frac{b}{m}t}$$

$$dx = v_0 e^{-\frac{b}{m}t} dt$$

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t v_0 e^{-\frac{b}{m}t} dt$$

$$x - x_0 = \frac{m}{b} v_0 \left(1 - e^{-\frac{b}{m}t} \right)$$



Les dessins montrent a , v et $x-x_0$