CH.2

APPROCHE ÉNERGÉTIQUE EN MÉCANIQUE DU POINT

. DANS TOUT CE QUI SUIT, LES SYSTÈMES SONT ASSIMILÉS À DES POINTS MATÉRIELS, COMME ON L'A FAIT DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT.

I. ÉNERGIE MÉCANIQUE D'UN POINT MATÉRIEL

. L'ÉNERGIE MÉCANIQUE D'UN POINT MATÉRIEL EST LA SOMME DE SON ÉNERGIE CINÉTIQUE ET DE SON ÉNERGIE POTENTIELLE.

1) ÉNERGIE CINÉTIQUE D'UN POINT MATÉRIEL

. ELLE EST DUE AU MOUVEMENT :

$$\boxed{E_c = \frac{1}{2} m v^2}$$

EN MÉCANIQUE NON-RELATIVISTE

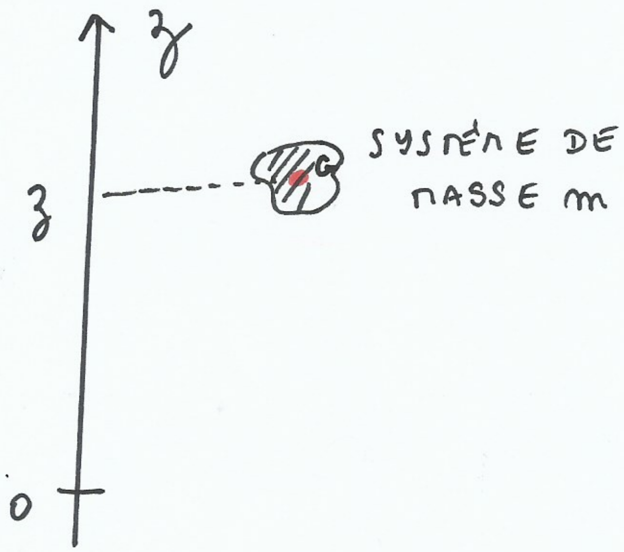
J kg $m.s^{-1}$

. COMME TOUTES LES ÉNERGIES, E_c S'EXPRIME EN JOULES.

2/ ÉNERGIE POTENTIELLE

- IL EXISTE PLUSIEURS TYPES D'ÉNERGIES POTENTIELLES.
- UNE ÉNERGIE POTENTIELLE EST UNE AUTRE FAÇON DE TRADUIRE L'INTERACTION ENTRE LE SYSTÈME ÉTUDIÉ ET UN AUTRE CORPS (PLUTÔT QUE LA NOTION DE FORCE).
- JUSQU'À PRÉSENT VOUS N'AVEZ VU QU'UN SEUL TYPE D'ÉNERGIE POTENTIELLE : L'ÉNERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR QUI TRADUIT L'INTERACTION GRAVITATIONNELLE ENTRE UN SYSTÈME ET LA TERRE, À LA SURFACE DE CELLE-CI.
- COMME TOUTES LES ÉNERGIES, ELLE S'EXPRIME EN JOULES.

* ÉNERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR :



$$\boxed{E_{p,pes} = mgz + cte}$$

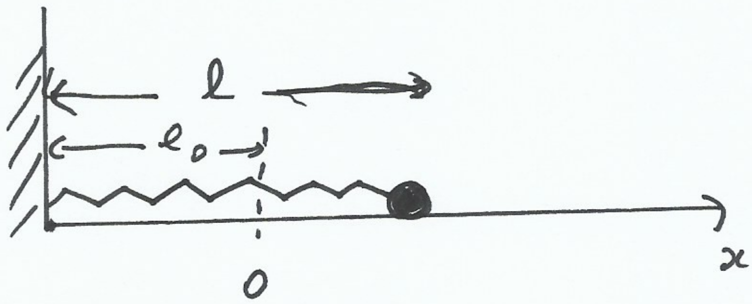
z : altitude du centre d'inertie du système

$E_{p,pes}$ EST DÉFINIE À UNE CONSTANTE PRÈS.

⚠ UNE FOIS QUE CETTE CONSTANTE EST FIXÉE DANS UN EXERCICE, IL NE FAUT PAS LA MODIFIER.

* ON VERRA D'AUTRES ÉNERGIES POTENTIELLES ASSOCIÉES À D'AUTRES FORCES CETTE ANNÉE.

EXEMPLE :

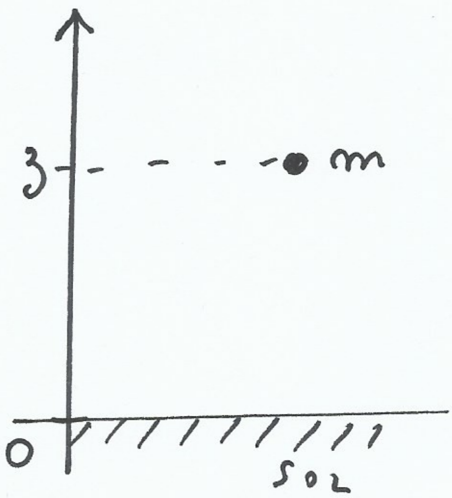


À $\vec{F} = -k(\ell - \ell_0)\vec{e_x}$ ON ASSOCIE :

$$\boxed{E_{p,elas} = \frac{1}{2} k (\ell - \ell_0)^2}$$ À UNE CONSTANTE PRÈS

* ON PARLE D'ÉNERGIE POTENTIELLE CAR CELLE-CI PEUT ÊTRE CONVERTIE EN ÉNERGIE CINÉTIQUE :

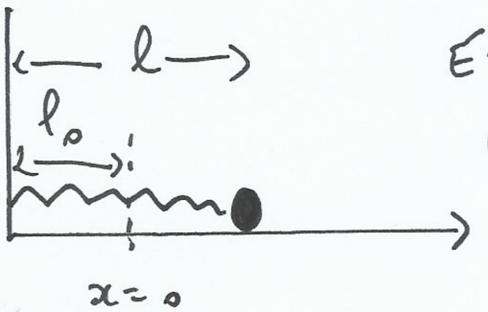
Ex.1



SI ON LÂCHE LA MASSE m DE L'ALTITUDE z, ELLE PREND DE LA VITESSE AU FUR ET À MESURE QUE z DIMINUE

$\Rightarrow E_{p,p}$ convertie en E_c.

Ex.2



SI ON LÂCHE UN RESSORT ÉTIRÉ (OU COMPRIMÉ), SON $E_{p,élas}$ EST CONVERTIE EN E_c.

- PROPRIÉTÉ DE E_p : UN SYSTÈME ABANDONNÉ À LUI-MÊME TEND À SE DÉPLACER VERS UNE POSITION D'ÉQUILIBRE OÙ SON ÉNERGIE POTENTIELLE EST MINIMALE.

  Ex : ON LÂCHE UN OBJET, IL TOMBE. $E_{p,pes} \searrow$

3) ÉNERGIE MÉCANIQUE D'UN POINT MATÉRIEL

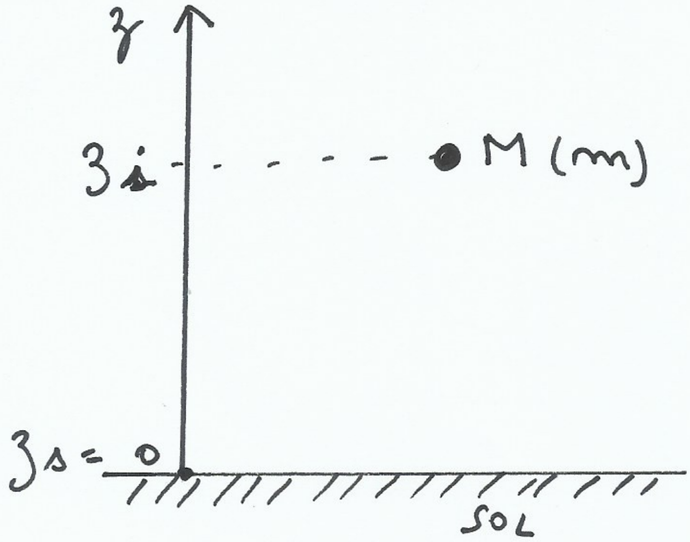
$$\boxed{E_M = E_c + \sum_i E_{p_i}}$$

E_M EN JOULES (J)

⚠ SOMME $\sum_i E_{p_i}$ CAR IL PEUT Y AVOIR PLUSIEURS ÉNERGIES POTENTIELLES.

- EN L'ABSENCE DE DISSIPATIONS ÉNERGÉTIQUES, L'ÉNERGIE MÉCANIQUE EST CONSTANTE.
  ON DIT QUE LE MOUVEMENT DU SYSTÈME EST CONSERVATIF.

→ Exemple d'application 1 : ON LÂCHE UN OBJET M (MASSE m) D'UNE ALTITUDE z_i SANS LUI COMMUNIQUER DE VITESSE INITIALE. QUELLE EST SA VITESSE LORSQU'IL ATTEINT LE SOL D'ALTITUDE $z_s = 0$? ON NÉGLIGE LES FROTTEMENTS AVEC L'AIR.



CONSERVATION DE E_m :

$$E_{m_s} = E_{m_i}$$

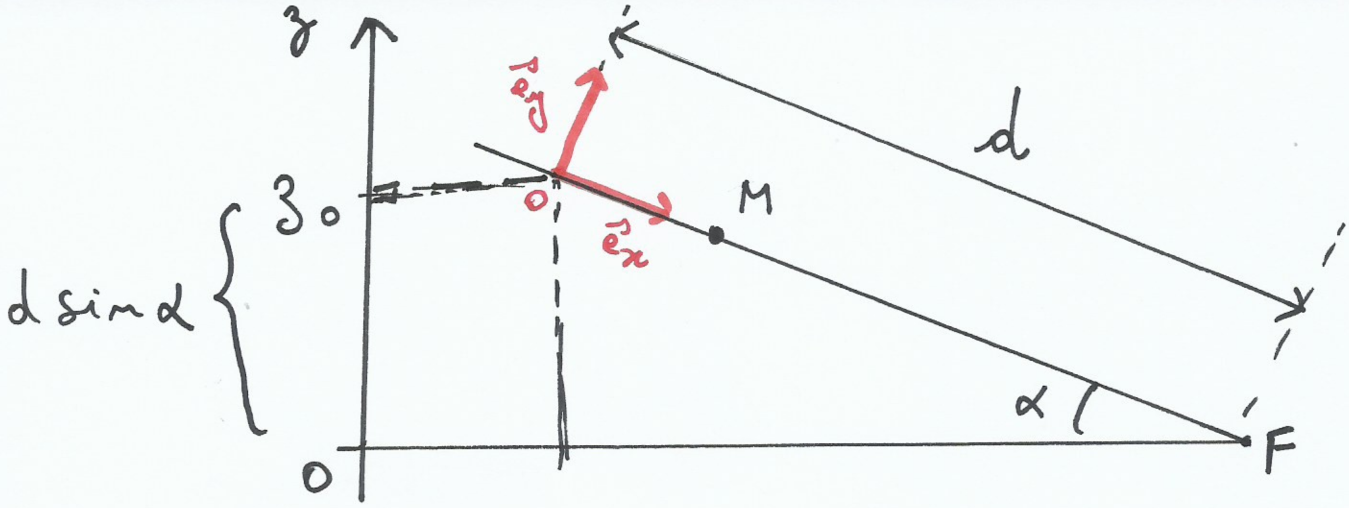
$$\frac{1}{2} m v_s^2 + m g z_s = \frac{1}{2} m v_i^2 + m g z_i$$

où $z_s = 0$ ET $v_i = 0$ (PAS DE VITESSE INITIALE)

$$\frac{1}{2} m v_s^2 = m g z_i$$

$$\boxed{v_s = \sqrt{2 g z_i}}$$

→ Exemple d'application 2 : RETOUR SUR L'EXERCICE D'APPLICATION 1 DU CHAPITRE 1 SUR LES FORCES (P. 11).



. UN OBJET M (SUPPOSÉ PONCTUEL) DE MASSE m EST LÂCHÉ SANS VITESSE INITIALE DU POINT O. QUELLE EST SA VITESSE v_F QUAND IL ATTEINT LE POINT F ? LA DISTANCE ENTRE O ET F EST : d.

<u>CONSERVATION DE E_m :</u>

$$E_{m_F} = E_{m_0}$$

$$\frac{1}{2} m v_F^2 + mg z_F = \frac{1}{2} m v_0^2 + mg z_0$$

OÙ : $z_F = 0$ ET $z_0 = d \sin\alpha$ <u>CAR</u> $\dfrac{z_0}{d} = \sin\alpha$

$v_0 = 0$

D'OÙ : $\frac{1}{2} m v_F^2 = mgd \sin\alpha$

$$\boxed{v_F = \sqrt{2gd\sin\alpha}}$$

APPROCHE ÉNERGÉTIQUE

⊕ EFFICACE

II. ÉCHANGES D'ÉNERGIE ENTRE UN POINT MATÉRIEL ET L'EXTÉRIEUR

. IL EXISTE DEUX TYPES D'ÉCHANGES ÉNERGÉTIQUES ENTRE UN SYSTÈME ET L'EXTÉRIEUR :

- ÉCHANGES THERMIQUES PAR CONDUCTION, CONVECTION OU RAYONNEMENT
  $\longrightarrow$ TRANSFERT THERMIQUE Q
- ÉCHANGES MÉCANIQUES D'ÉNERGIE
  $\longrightarrow$ TRAVAIL W

LE TRANSFERT THERMIQUE SERA ÉTUDIÉ EN DÉTAIL DANS LE COURS DE THERMODYNAMIQUE (SEMESTRE 2) MAIS ICI ON S'INTÉRESSE AU TRAVAIL W.

1) TRAVAIL D'UNE FORCE S'EXERÇANT SUR UN POINT MATÉRIEL

a) CAS D'UNE FORCE CONSTANTE

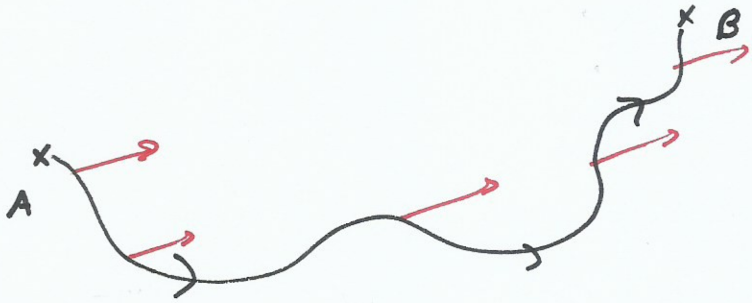
. SOIT UNE FORCE CONSTANTE (EN NORME, SENS ET DIRECTION) S'EXERÇANT SUR UN POINT MATÉRIEL M SE DÉPLAÇANT D'UN POINT A À UN POINT B.

$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\vec{AB}}$$

$W_{AB}(\vec{F})$ S'EXPRIME EN JOULES (J)

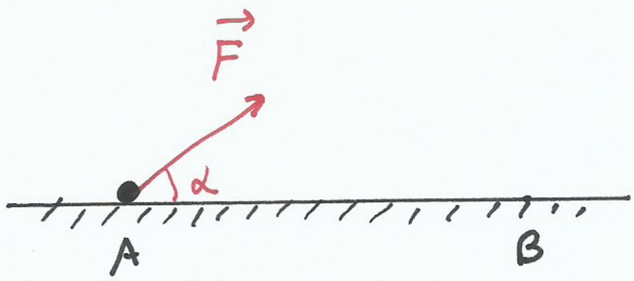
- $W_{AB}(\vec{F})$ REPRÉSENTE L'ÉNERGIE ÉCHANGÉE PAR LE SYSTÈME (= LE POINT MATÉRIEL) AVEC LA FORCE :
  - * SI $W_{AB}(\vec{F}) > 0$: LE POINT MATÉRIEL REÇOIT DE L'ÉNERGIE DE LA PART DE $\vec{F}$.
  - * SI $W_{AB}(\vec{F}) < 0$: LE POINT MATÉRIEL PERD DE L'ÉNERGIE QUI LUI EST PRÉLEVÉE PAR $\vec{F}$.

- REMARQUE : CETTE FORMULE EST VRAIE MÊME SI LE POINT NE SE DÉPLACE PAS DE FAÇON RECTILIGNE DE A À B.



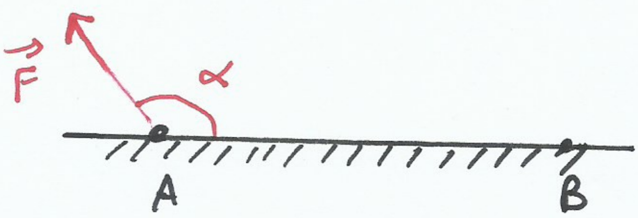
⚠ MAIS $\vec{F}$ DOIT ÊTRE CONSTANTE

- RAPPEL DE MATHS : $\vec{F}.\vec{AB} = \|\vec{F}\| \times \|\vec{AB}\| \times \cos(\widehat{\vec{F},\vec{AB}})$



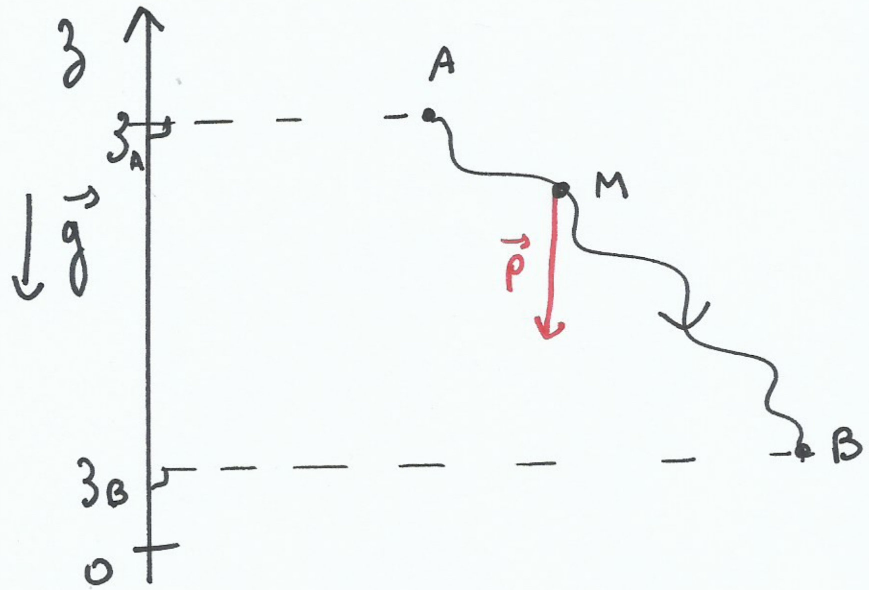
$$W_{AB}(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \times \|\vec{AB}\| \times \underbrace{\cos\alpha}_{>0}$$

$\cos\alpha \in \left]0 ; \frac{\pi}{2}\right[$



$$W_{AB}(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \times \|\vec{AB}\| \times \underbrace{\cos\alpha}_{<0}$$

• UN CAS PARTICULIER À BIEN CONNAÎTRE : TRAVAIL DE $\vec{P}$



$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB}$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -mg \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_B - x_A \\ y_B - y_A \\ z_B - z_A \end{pmatrix}$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = -mg \times (z_B - z_A)$$

$$\boxed{W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)}$$

DÉPART ARRIVÉE

→ REMARQUE : $W_{AB}(\vec{P})$ s'écrit $W_{AB}(\vec{P}) = -(mgz_B - mgz_A)$

$$\boxed{W_{AB}(\vec{P}) = -\Delta E_{p,pes}}$$

- ON VERRA AU SEMESTRE 2 QU'À CHAQUE FOIS QU'ON PEUT ASSOCIER UNE ÉNERGIE POTENTIELLE E_p À UNE FORCE $\vec{F}$ (COMME ICI $E_{p,pes}$ À $\vec{P}$), $\vec{F}$ ET E_p SONT LIÉES PAR :

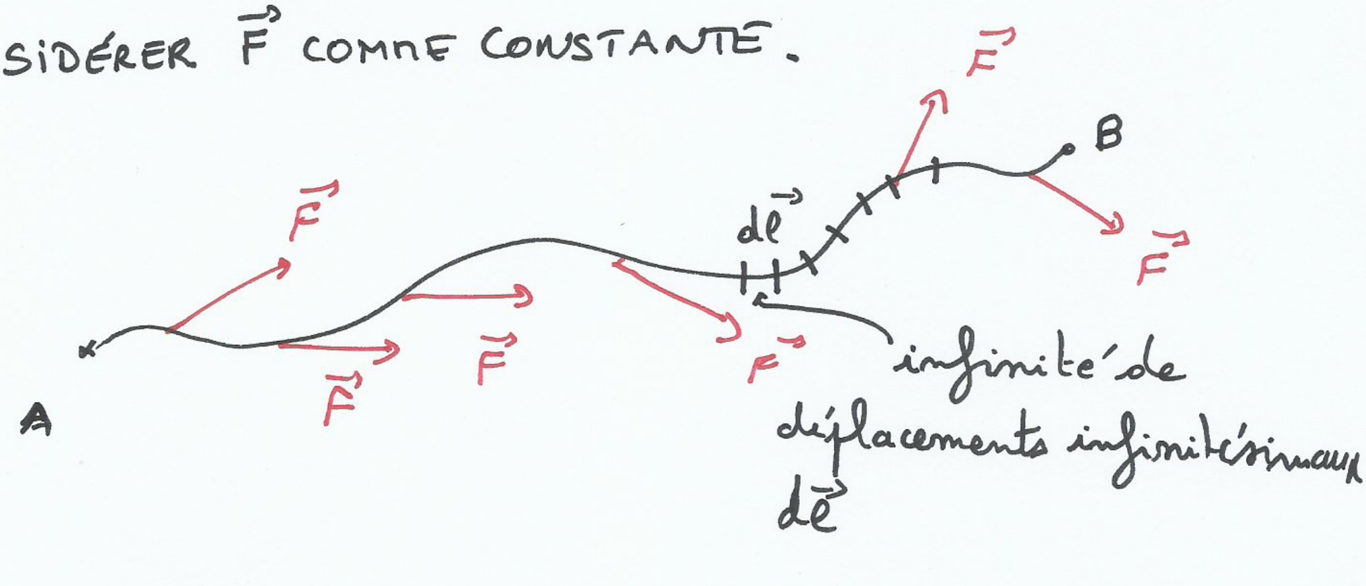
$$W_{AB}(\vec{F}) = -\left(E_p(B) - E_p(A)\right)$$

b) EXPRESSION DU TRAVAIL D'UNE FORCE DANS LE CAS GÉNÉRAL

- ON VERRA AU DÉBUT DU SEMESTRE 2 COMMENT CALCULER $W_{AB}(\vec{F})$ LORSQUE LA FORCE $\vec{F}$ QUI S'EXERCE SUR LE POINT MATÉRIEL VARIE (EN NORME, SENS, DIRECTION) LORSQUE CELUI-CI SE DÉPLACE DE $A \to B$.

- IDÉE : SE RAMENER À CE QUE L'ON SAIT FAIRE, CALCULER UN TRAVAIL POUR $\vec{F}$ CONSTANTE.

$\Longrightarrow$ ON DÉCOMPOSE LA TRAJECTOIRE EN UNE INFINITÉ DE SEGMENTS INFINITÉSIMAUX OÙ ON PEUT CONSIDÉRER $\vec{F}$ COMME CONSTANTE.



- SUR UN SEGMENT ÉLÉMENTAIRE (INFINITÉSIMAL):

$$\delta W(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{d\ell}$$

- POUR TOUT LE DÉPLACEMENT DE A → B:

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \delta W(\vec{F})$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{d\ell}$$

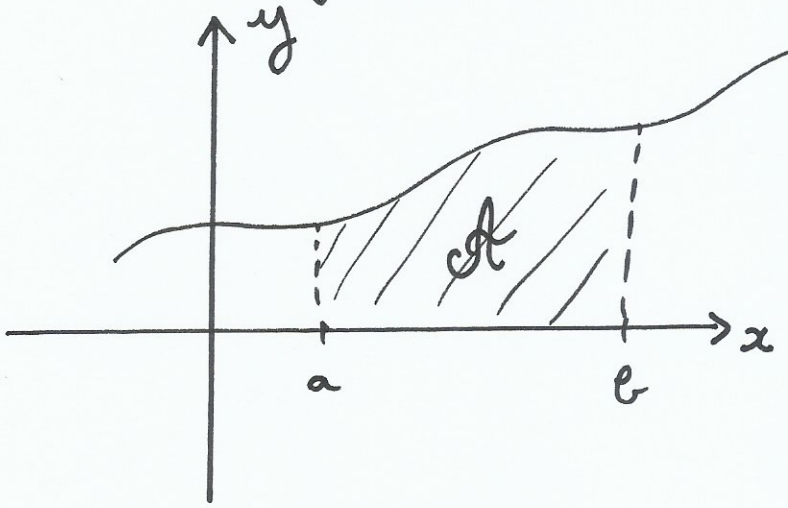
CAR INTÉGRER C'EST FAIRE LA SOMME D'UNE INFINITÉ DE GRANDEURS ÉLÉMENTAIRES (INFINITÉSIMALES)

↳ ON VERRA COMMENT CALCULER EN PRATIQUE CE TRAVAIL

PARENTHÈSE : RAPPEL DE MATHS

- INTÉGRER C'EST FAIRE LA SOMME D'UNE INFINITÉ DE GRANDEURS INFINITÉSIMALES (ÉLÉMENTAIRES).
- C'EST CE QUE RAPPELLE LE SYMBOLE $\int$ QUI EST UN S, PREMIÈRE LETTRE DU MOT "SOMME" (SUMMA INTEGRALIS = SOMME TOTALE). SYMBOLE INTRODUIT PAR LEIBNIZ EN 1686.

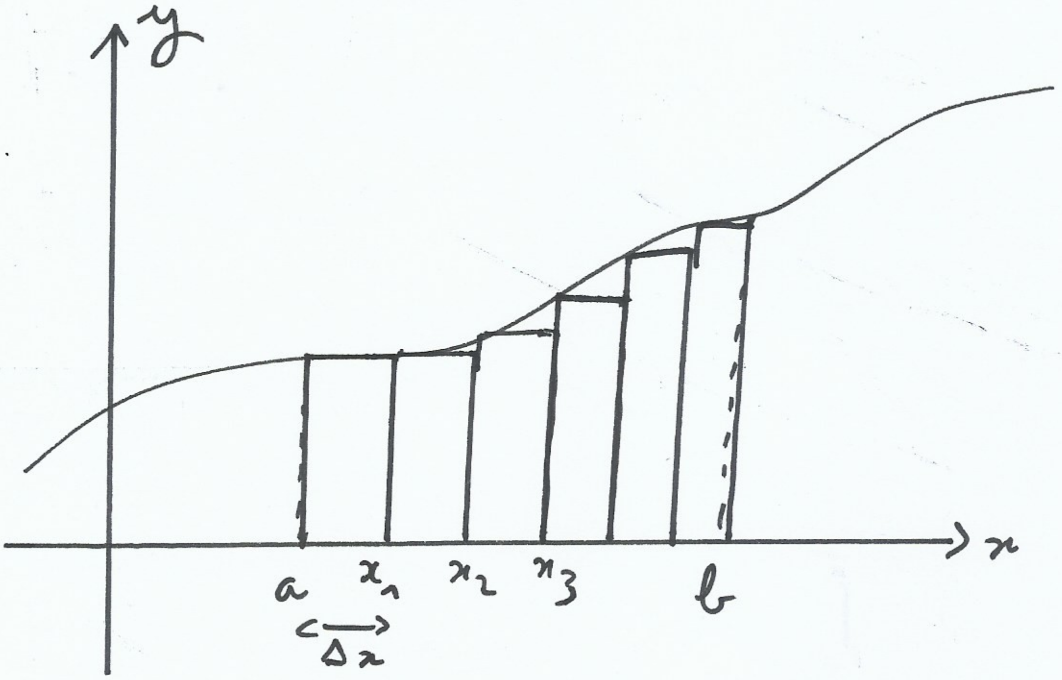
. CETTE NOTION DE SOMME APPARAÎT CLAIREMENT QUAND ON CALCULE L'AIRE SOUS UNE COURBE D'ÉQUATION $y = f(x)$ ENTRE DEUX ABSCISSES $x = a$ ET $x = b$.



$\mathcal{A}$: aire de la surface hachurée

⟶ ON DÉCOMPOSE LA SURFACE HACHURÉE EN N PETITS RECTANGLES DE LARGEUR Δx. ON PEUT ALORS DÉTERMINER DE FAÇON APPROCHÉE L'AIRE DE CETTE SURFACE :

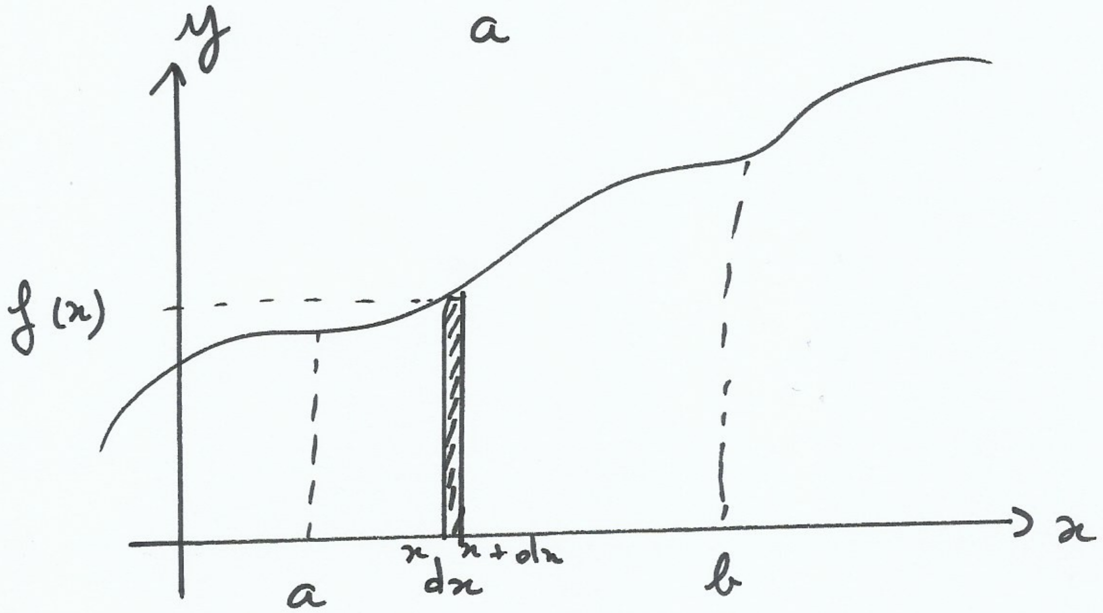
$$\mathcal{A} \simeq \sum_{i=0}^{N-1} f(x_i) \times \Delta x$$



- MAIS SI ON FAIT TENDRE LA LARGEUR DE CHAQUE RECTANGLE VERS 0 : $\Delta x \longrightarrow 0$ ET LE NOMBRE DE RECTANGLES $N \longrightarrow +\infty$ ALORS

$$\mathcal{A} = \int_a^b f(x)\,dx$$

EXACT



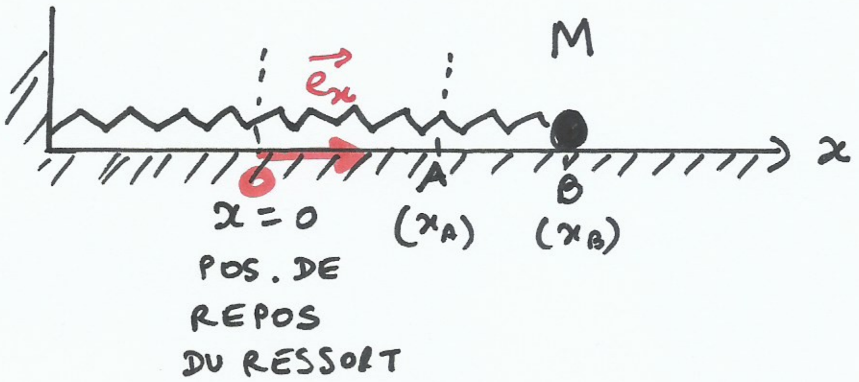
* dx EST UNE GRANDEUR INFINITÉSIMALE, C'EST $\Delta x \longrightarrow 0$

* COMME dx INFINIMENT PETIT, LE RECTANGLE (D'AIRE $f(x)\,dx$) HACHURÉ CI-DESSUS EST UN "VRAI RECTANGLE" D'AIRE $d\mathcal{A} = f(x)\,dx$.

AIRE TOTALE de $x = a$ à $x = b$: $\mathcal{A} = \int_a^b d\mathcal{A}$

EXEMPLE DE CALCUL DE TRAVAIL POUR UNE FORCE NON CONSTANTE

. CALCUL DU TRAVAIL DE LA FORCE DE RAPPEL D'UN RESSORT QUI S'EXERCE SUR UNE MASSE M SE DÉPLAÇANT D'UN POINT A À UN POINT B.



. ON NOTE RESPECTIVEMENT x_A ET x_B LES ABSCISSES DES POINTS A ET B.

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

→ ON A VU AU CHAPITRE 1 SUR LES FORCES (P. 8) :

$$\vec{F} = -k x \vec{e_x}$$

→ LE DÉPLACEMENT ÉLÉMENTAIRE S'ÉCRIT :

$$\vec{dl} = dx \, \vec{e_x}$$

CAR IL CORRESPOND À UN DÉPLACEMENT DE LONGUEUR dx LE LONG DE L'AXE DES x.

D'où : $W_{AB}(\vec{F}) = \int_{x_A}^{x_B} -k x \vec{e_x} \cdot dx \vec{e_x}$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -k \int_{x_A}^{x_B} x \, dx \underbrace{\vec{e_x} \cdot \vec{e_x}}_{= 1}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -k \int_{x_A}^{x_B} x \, dx$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -k \left[\frac{x^2}{2} \right]_{x_A}^{x_B}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -\frac{k}{2} \left(x_B^2 - x_A^2 \right)$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -\left(\frac{1}{2} k x_B^2 - \frac{1}{2} k x_A^2 \right)$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -\left(E_{p_{élas}}(B) - E_{élas}(A) \right)$$

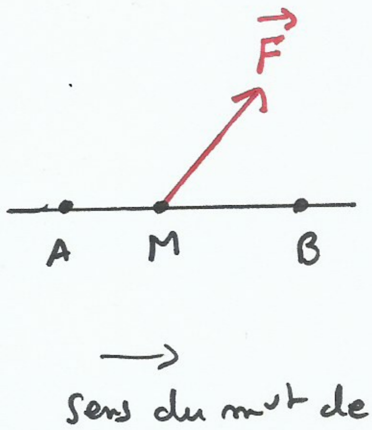
car $E_p = \frac{1}{2} k x^2$

III. COMMENT LES ÉCHANGES D'ÉNERGIE ENTRE UN POINT MATÉRIEL (= LE SYSTÈME) ET L'EXTÉRIEUR MODIFIENT-ILS L'ÉNERGIE DE CE SYSTÈME ?

- Soit un point matériel M soumis à des forces $\vec{F}_1, \dots, \vec{F}_N$.
- Il se déplace d'un point A à un point B
- On note m sa masse
- On néglige les échanges d'énergie thermiques : $Q = 0$

Les forces qui s'exercent sur un point matériel peuvent l'accélérer (1), le ralentir (2) ou n'être d'aucun effet (3) sur sa vitesse :

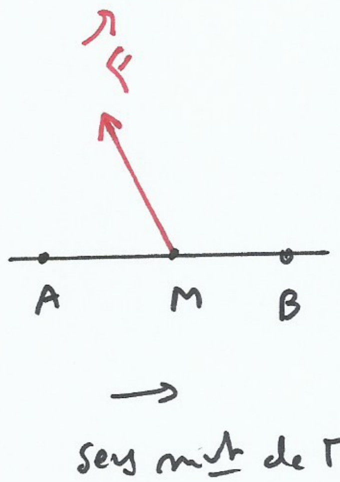
(1)



$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} > 0$

$\vec{F}$ apporte de l'énergie à M.

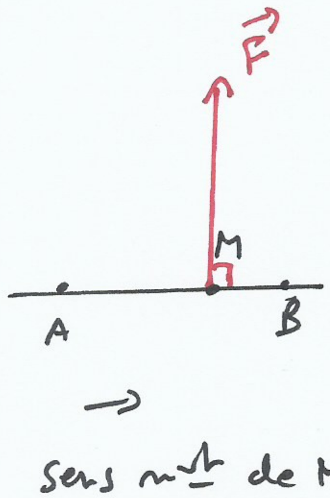
(2)



$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} < 0$

$\vec{F}$ ôte de l'énergie à M.

(3)



$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = 0$

$\vec{F}$ ne modifie pas l'énergie de M.

1) LA LOI DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE

- ELLE TRADUIT L'EFFET ÉNERGÉTIQUE DES FORCES SUR LA VITESSE D'UN SYSTÈME
- ELLE SE DÉDUIT DE LA 2^e LOI DE NEWTON (SEMESTRE 1)

ÉNONCÉ

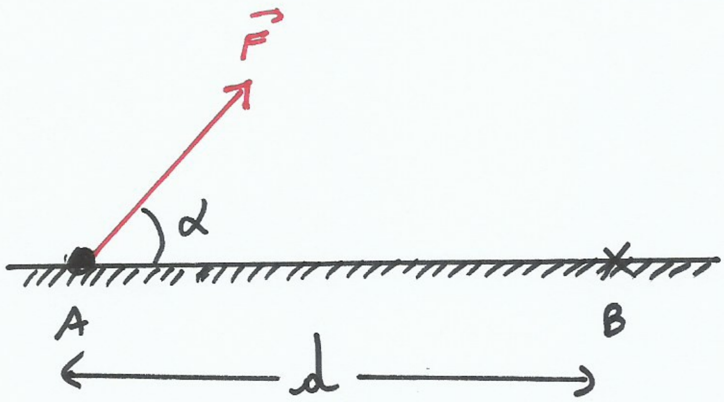
DANS UN RÉFÉRENTIEL GALILÉEN, LA VARIATION D'ÉNERGIE CINÉTIQUE D'UN SYSTÈME ENTRE 2 POINTS A ET B EST ÉGALE À LA SOMME DES TRAVAUX DES FORCES QUI S'EXERCENT SUR CE SYSTÈME ENTRE A ET B.

$$E_c(B) - E_c(A) = \sum_i W_{AB}(\vec{F_i})$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = \sum_i W_{AB}(\vec{F_i})$$

- **EXEMPLE D'APPLICATION 1 :**
  - UN OBJET, INITIALEMENT IMMOBILE AU POINT A EST TIRÉ AVEC UNE CORDE FAISANT UN ANGLE α AVEC LE SOL HORIZONTAL ET AVEC UNE INTENSITÉ F.
  - L'OBJET EST SUPPOSÉ PONCTUEL, SA MASSE EST m.
  - FROTTEMENTS OBJET / SOL NÉGLIGÉS.

BUT : DÉTERMINER LA VITESSE DE L'OBJET AU POINT B SITUÉ À UNE DISTANCE d DU POINT A.



RÉSOLUTION :

→ LOI DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE APPLIQUÉE À L'OBJET ENTRE A ET B DANS LE RÉFÉRENTIEL TERRESTRE SUPPOSÉ GALILÉEN :

$$\frac{1}{2}m v_B^2 - \frac{1}{2}m v_A^2 = W_{AB}(\vec{F}) \quad \text{où } v_A = 0$$

$$\frac{1}{2}m v_B^2 - 0 = \vec{F}.\vec{AB}$$

$$\frac{1}{2}m v_B^2 = ||\vec{F}|| \times ||\vec{AB}|| \times \cos\alpha$$

$$\frac{1}{2}m v_B^2 = F\,d\cos\alpha$$

$$\boxed{v_B = \sqrt{\frac{2\,F\,d\cos\alpha}{m}}}$$

RQ : v_B EST D'AUTANT PLUS GRANDE QUE F EST GRANDE, QUE d EST GRANDE, QUE α EST PETIT, QUE m EST PETITE.

• EXEMPLE D'APPLICATION 2 :

- UN OBJET SUPPOSÉ PONCTUEL, DE MASSE m, EST LANCÉ D'UN POINT A AVEC UNE VITESSE v_A LE LONG D'UNE SURFACE HORIZONTALE.
- IL EST SOUMIS AU POIDS, À LA RÉACTION NORMALE $\vec{R_N}$ DE LA SURFACE ET À LA RÉACTION TANGENTIELLE $\vec{R_T}$ QUI TRADUIT LES FROTTEMENTS ENTRE L'OBJET ET LA SURFACE HORIZONTALE.
- LE COEFFICIENT DE FROTTEMENT SOLIDE ENTRE L'OBJET ET LA SURFACE EST NOTÉ f.

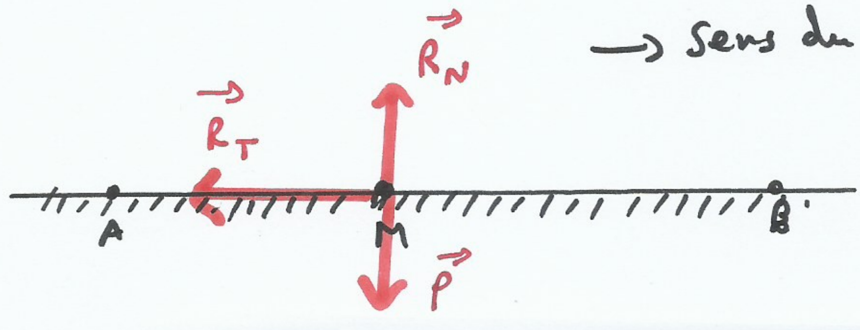
BUT : DÉTERMINER LA DISTANCE L PARCOURUE PAR L'OBJET AVANT DE S'IMMOBILISER (À CAUSE DES FROTTEMENTS).

RÉSOLUTION :

→ LOI DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE APPLIQUÉE À L'OBJET ENTRE LE POINT A OÙ IL EST LANCÉ ET LE POINT B OÙ IL S'ARRÊTE ($v_B = 0$), DANS LE RÉFÉRENTIEL TERRESTRE SUPPOSÉ GALILÉEN :

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R_N}) + W_{AB}(\vec{R_T})$$

→ Sens du mouvement

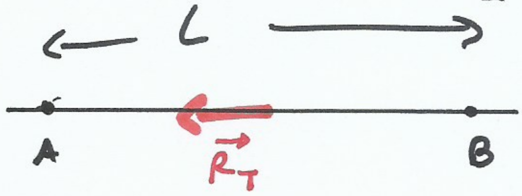


$\rightarrow \quad W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB} = 0 \quad$ car $\vec{P} \perp \vec{AB}$

$\rightarrow \quad W_{AB}(\vec{R_N}) = \vec{R_N} \cdot \vec{AB} = 0 \quad$ car $\vec{R_N} \perp \vec{AB}$

$\rightarrow \quad W_{AB}(\vec{R_T}) = \vec{R_T} \cdot \vec{AB}$

$$= \|\vec{R_T}\| \times \underbrace{\|\vec{AB}\|}_{= L} \times \underbrace{\cos(\pi)}_{= -1}$$



. AVEC : $\|\vec{R_T}\| = f \, \|\vec{R_N}\|$ (VOIR CHAP. 1, PAGE 6)

. OR, VERTICALEMENT $\vec{P}$ ET $\vec{R_N}$ SE COMPENSENT CAR SI ON PROJETTE $m\vec{a} = \vec{P} + \vec{R_N} + \vec{R_T}$ SUR L'AXE VERTICAL, ON OBTIENT

$$0 = -mg + R_N$$

$$\Rightarrow R_N = mg$$

DONC : $W_{AB}(\vec{R_T}) = f \, R_N L \times (-1)$

$$W_{AB}(\vec{R_T}) = -fmgL$$

. RETOUR À LA LOI DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE :

$$\frac{1}{2} m \underbrace{v_B^2}_{= 0} - \frac{1}{2} m v_A^2 = \underbrace{W_{AB}(\vec{P})}_{= 0} + \underbrace{W_{AB}(\vec{R_N})}_{= 0} + W_{AB}(\vec{R_T})$$

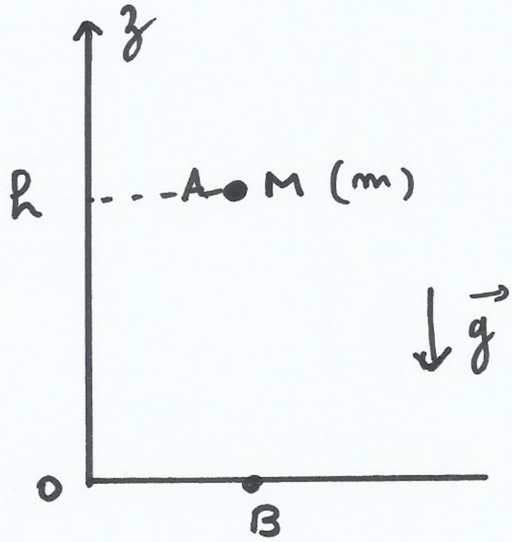
$$-\frac{1}{2}mv_A^2 = -fmgL$$

$$\boxed{L = \frac{v_A^2}{2fg}}$$

<u>RQ</u>: LA DISTANCE PARCOURUE PAR L'OBJET EST D'AUTANT PLUS GRANDE QUE SA VITESSE INITIALE EST GRANDE ; QUE LE COEFFICIENT DE FROTTEMENT EST PETIT.

- <u>EXEMPLE D'APPLICATION 3 :</u>

- UN OBJET M SUPPOSÉ PONCTUEL, DE MASSE m, EST LÂCHÉ SANS VITESSE INITIALE D'UN POINT D'ALTITUDE h.
- ON NÉGLIGE LES FROTTEMENTS OBJET/AIR.
- <u>BUT</u> : QUELLE EST LA VITESSE DE L'OBJET LORSQU'IL ATTEINT LE SOL, D'ALTITUDE 0 ?



. <u>RÉSOLUTION :</u>

→ LOI DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE APPLIQUÉE À L'OBJET ENTRE LE POINT A OÙ IL EST LÂCHÉ ET LE POINT B OÙ IL ATTEINT LE SOL.

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m \underbrace{v_A^2}_{=0} = W_{AB}(\vec{P})$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$$ VOIR FORMULE P. 9

$$W_{AB}(\vec{P}) = mg(h - 0) > 0$$ TRAVAIL MOTEUR

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = mgh$$

$$\boxed{v_B = \sqrt{2gh}}$$

<u>REMARQUE</u>: ON AURAIT PU TROUVER v_B EN ÉCRIVANT LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE, COMME À LA PAGE 5.

$$E_m(B) = E_m(A)$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 + mg z_B = \frac{1}{2} m v_A^2 + mg z_A$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 + 0 = 0 + mgh$$

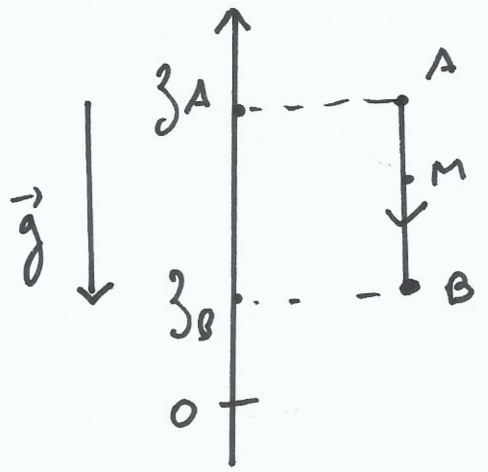
$$\Longrightarrow v_B = \sqrt{2gh}$$

CECI MONTRE QUE LA LOI DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE ET LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE SONT LIÉES.

2) CONSERVATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE

- PLUS PRÉCISÉMENT, LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE EST UNE CONSÉQUENCE DE LA LOI DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE LORSQU'IL N'Y A PAS DE FORCES DISSIPATIVES (FROTTEMENTS).

- ON LE VOIT SUR LE CAS SIMPLE DE LA CHUTE VERTICALE ÉTUDIÉE À LA FIN DU 1. MAIS ON FERA LA DÉMONSTRATION GÉNÉRALE AU SEMESTRE 1.



LEC : $\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = W_{AB}(\vec{P})$

$\iff \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = mg(z_A - z_B)$

$\iff \frac{1}{2} m v_B^2 + mg z_B = \frac{1}{2} m v_A^2 + mg z_A$

$\iff \boxed{E_M(B) = E_M(A)}$ CONSERVATION DE E_m

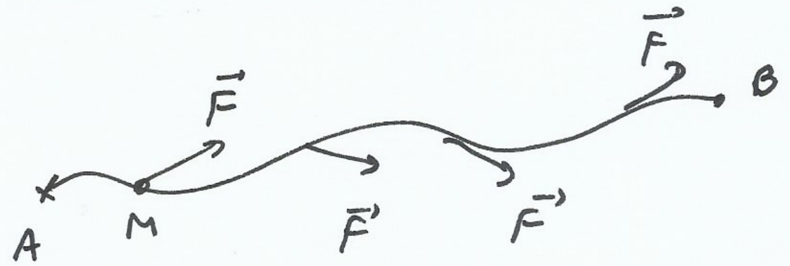
IV. NOTION DE PUISSANCE EN MÉCANIQUE

- ON PEUT DÉFINIR LA PUISSANCE EN MÉCANIQUE, EN ÉLECTRICITÉ, OU ENCORE LA PUISSANCE THERMIQUE. ICI, ON SE LIMITE AU DOMAINE DE LA MÉCANIQUE.

1. DÉFINITION

- ON APPELLE PUISSANCE $\mathcal{P}(\vec{F})$ D'UNE FORCE $\vec{F}$ QUI S'EXERCE SUR UN OBJET EN MOUVEMENT L'ÉNERGIE PAR UNITÉ DE TEMPS QUE LA FORCE $\vec{F}$ APPORTE / ÔTE À L'OBJET. ELLE S'EXPRIME EN WATTS (W).

- PUISSANCE MOYENNE ENTRE A ET B :



L'OBJET M SE DÉPLACE DE A → B PENDANT LA DURÉE Δt.

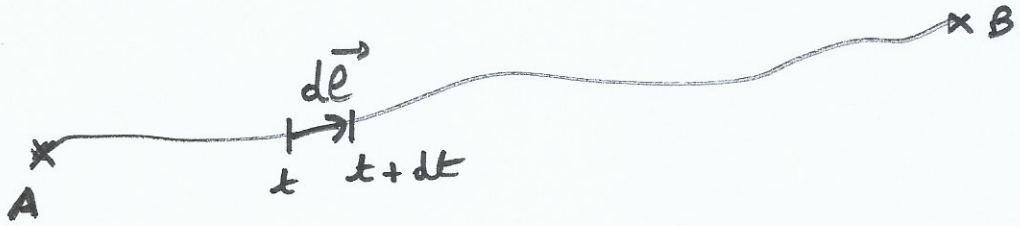
$$\boxed{\mathcal{P}_m = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{\Delta t}}$$

$W_{AB}(\vec{F})$: Joules (J)

Δt : secondes (s)

$\mathcal{P}_m$: Watts (W)

PUISSANCE INSTANTANÉE :



- ENTRE L'INSTANT t ET L'INSTANT $t+dt$ L'OBJET SE DÉPLACE DE $\vec{d\ell}$
- AU COURS DE CE DÉPLACEMENT ÉLÉMENTAIRE, LE TRAVAIL ÉLÉMENTAIRE APPORTÉ / ÔTÉ À L'OBJET S'ÉCRIT :

$$\delta W = \vec{F} . \vec{d\ell}$$ (VOIR P. 11)

- ON PEUT DONC DÉFINIR LA PUISSANCE INSTANTANÉE (À L'INSTANT t) PAR :

$$\mathcal{P} = \frac{\delta W}{dt}$$

$$\mathcal{P} = \frac{\vec{F} . \vec{d\ell}}{dt}$$

OR : $\dfrac{\vec{d\ell}}{dt} = \vec{v}$ VECTEUR VITESSE INSTANTANÉE DE L'OBJET

$$\boxed{\mathcal{P} = \vec{F} . \vec{v}}$$

PUISSANCE INSTANTANÉE APPORTÉE / ÔTÉE À L'OBJET