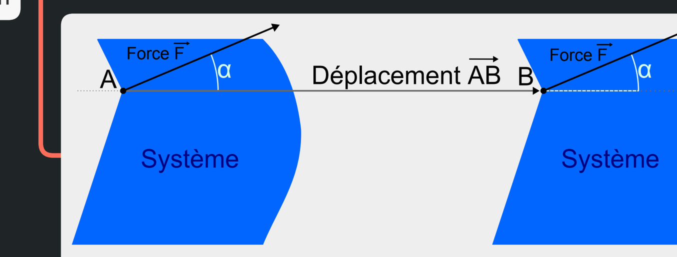
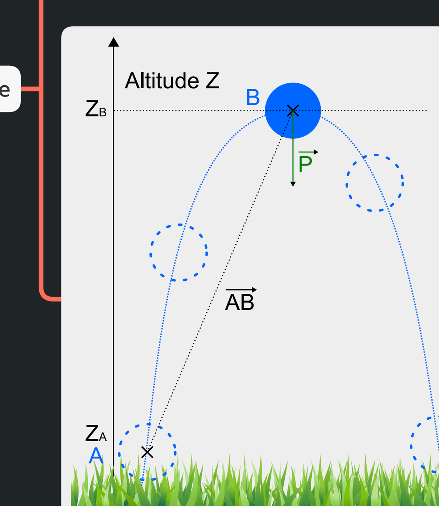
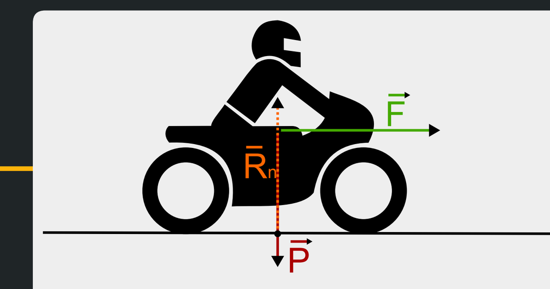
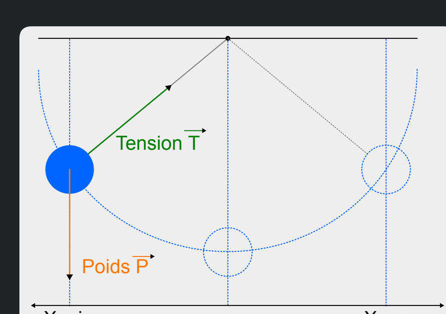
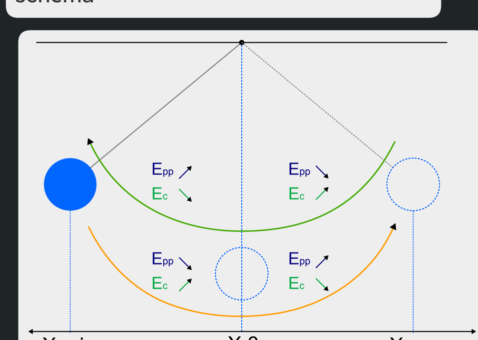
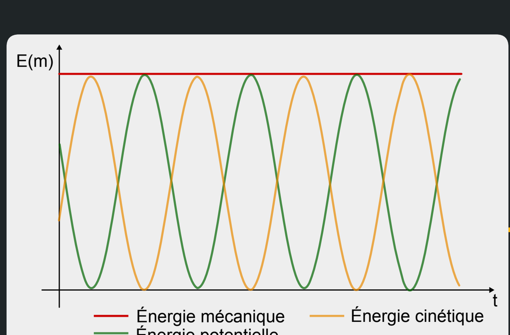
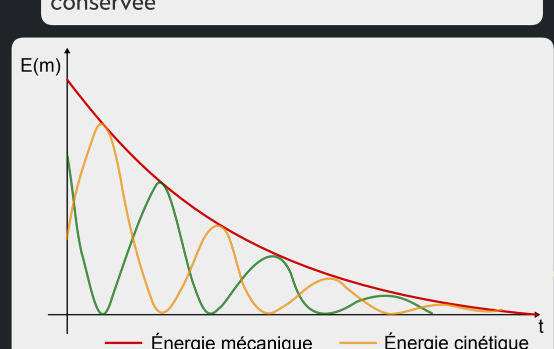
# Les aspects énergétiques des phénomènes mécaniques

## Les différentes formes de l' énergie pour un système mécanique

- Introduction : L'énergie
  - L'énergie d'un système exprime sa capacité à modifier l'état d'autres systèmes avec lesquels il est en interaction
  - Unité : le joule (J)
- Energie cinétique Ec
  - $E_{c(\mathrm{J})} = \frac{1}{2} \times m_{(\mathrm{kg})} \times v^2_{(\mathrm{m.s^{-1}})}$
    L'énergie cinétique E_c d'un système de masse m est l'énergie qu'il possède du fait de sa vitesse v
  - L'énergie cinétique dépend du référentiel
- L'énergie transférée par le travail d'une force
  - Travail d'une force
    - énergie développée par une force lors du déplacement de son point d'application.
    - Relation
      - $W_{AB}\left(\vec{F}\right) = \vec{F} \times \overrightarrow{AB} = F \times AB \times \cos(\alpha)$
        Le travail W d'une force F constante, s'appliquant en un point parcourant une distance de vecteur AB, est donné par le produit scalaire des vecteurs F et AB
        - $W_{AB}\left(\vec{F}\right)$ le travail de la force F, exprimé en joules (J)
        - $\vec{F}$ la force appliquée sur le système, dont la norme F s'exprime en newtons (N)
        - $\overrightarrow{AB}$ le vecteur déplacement du point d'application de F, dont la norme AB s'exprime en mètres (m)
        - $\alpha$ l'angle entre les vecteurs F et AB
      - 
        
        Schéma
    - 2 types
      - travail moteur
        - cela signifie que la force favorise le déplacement du système
        - signe positif : $180^\circ > \alpha > 90^\circ$
      - travail résistant
        - cela signifie que la force gêne le déplacement du système
        - signe négatif : $90^\circ > \alpha > 0^\circ$
  - Forces conservatrices
    - force dont le travail ne dépend pas du chemin suivi par le corps qui la subit mais seulement des points de départ et d'arrivée A et B
    - Ex : le poids
      - ne dépend pas du chemin suivi par le système, donc c'est une force conservative
  - Cas du Poids
    - Relation simplifiée
      - $W_{AB}\left(\vec{P}\right) = m \times g \times (z_A - z_B)$
        Le travail du poids dépend de la différence d'altitude entre le point de départ A et le point d'arrivée B :
        - $W_{AB}\left(\vec{P}\right)$ Travail du Poids
        - m la masse du système (en kg)
        - g, la valeur de l'accélération de la pesanteur (9,81 en m·s⁻²)
        - $z_A$ et $z_B$ altitudes respectives des points A et B
      - 
        
        Schéma
    - Déterminer la nature du travail en fonction de la variation de l'altitude du système
      - $z_B > z_A$ montée → travail du poids résistant
      - $z_B < z_A$ descente → travail du poids moteur
      - $z_B = z_A$ mouvement horizontal → travail du poids nul
- énergie potentielle Ep
  - énergie stockée par le système, potentiellement disponible et pouvant être convertie en une autre forme d'énergie.
    - toujours liée à une force conservative.
  - Relation avec le travail
    - $\Delta_{AB}E_p = -W_{AB}\left(\vec{F_c}\right)$
      Entre deux points A et B, elle est liée au travail de la force conservative de vecteur Fc
  - Cas de l'énergie potentielle de pesanteur Epp
    - relation
      - $E_{pp(J)} = m_{(kg)} \times g_{(\mathrm{N\cdot kg^{-1}})} \times z_{(m)}$
        C'est l'énergie possédé par le système à cause de l'altitude z par rapport à la référence des énergies potentielles de pesanteur (généralement le sol )
- énergie mécanique Em
  - $E_{M(\mathrm{J})} = E_{C(\mathrm{J})} + E_{pp(\mathrm{J})}$
    somme de son énergie cinétique Ec et de son énergie potentielle de pesanteur Epp

## Les théorèmes de l'énergie cinétique et mécanique et leurs applications

- théorème de l'énergie cinétique
  - $\Delta_{AB}E_c = \sum_i W_{AB}\left(\overrightarrow{F_{ext}}\right)$
    Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un système se déplaçant de A vers B, est égale à la somme des travaux des forces extérieures qu'il subit :
    - $\sum$ signifie "somme de" dans la formule
  - 
    
    Exemple
    - $$\Delta_{AB}E_c = \sum_i W_{AB}\left(\overrightarrow{F_{ext}}\right) = E_c(\mathrm{B}) - E_c(\mathrm{A}) = W_{AB}\left(\vec{P}\right) + W_{AB}\left(\overrightarrow{R_N}\right) + W_{AB}\left(\vec{F}\right)$$
      Sous-sujet 1
- théorème de l'énergie mécanique
  - $\Delta_{AB}E_m = W_{AB}\left(\overrightarrow{F_{nc}}\right)$
    Au cours d'un mouvement d'un système entre un point A et un point B, la variation d'énergie mécanique d'un système est égale au travail des forces non conservatives
    - $\Delta_{AB}E_m = W_{AB}\left(\vec{f}\right) < 0\ \mathrm{J}$
      Ex : la force non conservative qui s'exerce sur le système peut être la force de frottements, dont le travail est négatif
  - Si le système n'est soumis qu'à des forces conservatives, il n'y a pas de travail des forces non conservatives.
    - $\Delta_{AB}E_m$ est donc nulle et l'énergie mécanique du système se conserve.
- Application du théorème de l'énergie mécanique
  - conservation de l'énergie mécanique lors d'une chute libre
    - On parle de chute libre quand un solide n'est soumis qu'à son poids (ou que les autres forces qui s'exercent sur lui sont négligeables)
    - Comme un solide en chute libre n'est soumis qu'à son poids, son énergie mécanique se conserve
      $\Delta_{AB}E_m = 0\ \mathrm{J}$
      - il y a conversion de l'énergie potentielle de pesanteur en énergie cinétique
        $\Delta_{AB}E_m = \Delta_{AB}E_c + \Delta_{AB}E_{pp} = 0\ \mathrm{J}$
      - Au cours de la chute d'un solide, son énergie potentielle (la hauteur) diminue mais son énergie cinétique (vitesse) augmente.
        - Elles se compensent
  - Chute et frottements
    - Les frottements f sont des forces non conservatives dont le travail est résistant
    - L'énergie mécanique d'un système en chute soumis à des frottements diminue
      $\Delta_{AB}E_m = W_{AB}\left(\vec{f}\right) < 0\ \mathrm{J}$
      - une partie de l'énergie mécanique du système est dissipée en énergie thermique
  - Les transferts énergétiques lors des oscillations d'un oscillateur mécanique libre (pendule)
    - système possédant un mouvement périodique, dont la période est appelée période propre, dû à des oscillations autour d'une position d'équilibre
      - 
        
        schéma
    - Au cours des oscillations du pendule, il y a conversion de l' énergie potentielle de pesanteur en énergie cinétique
      - 
        
      - sans frottements
        - conversion de l'énergie cinétique en énergie potentielle de pesanteur et inversement, sans perte d'énergie
          - 
            
            L'énergie mécanique du pendule est donc conservée
      - avec frottements
        - lors de la conversion de l'énergie cinétique en énergie potentielle de pesanteur et inversement, une partie de l'énergie est dissipée
          - 
            
            L'énergie mécanique n'est ainsi plus conservée et diminue progressivement pour tendre vers 0, synonyme de l'arrêt du pendule schéma