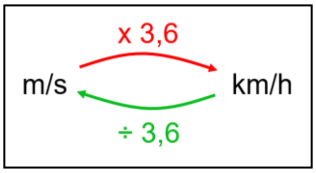
Première Spécialité	Thème : L’énergie : conversions et transferts	Cours	
Chapitre 16 : **Le théorème de l’énergie cinétique**			

I L’énergie cinétique

L’<u>énergie cinétique</u> d’un système, notée …… , est l’énergie liée à la masse et à la vitesse du système. Elle se mesure en ………………… (J). Pour un système en translation, elle est définie par :

E_c : Energie cinétique en joule (J)
m : masse en kilogramme (kg)
v : vitesse en mètre par seconde ($m.s^{-1}$)

<u>Attention</u> : il faut bien penser à convertir les vitesses en $m.s^{-1}$ et les masses en kg.



<u>Remarque</u> : L’énergie est une grandeur toujours positive ou nulle. Elle dépend du référentiel considéré puisque la vitesse aussi.

<u>Exercices</u> :

1) *Calculer l’énergie cinétique du footballeur Kylian Mbappé, de masse 78 kg, lorsqu’il atteint sa vitesse maximale de 32,4 $km.h^{-1}$.*

………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………

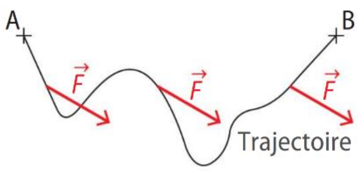
2) *Calculer la vitesse en $km.h^{-1}$ d’un TGV de masse m = 444 tonnes ayant une énergie cinétique de 1,53 GJ.*

………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………

II Le travail d’une force constante

1) Définition du travail

Une force est dite **constante** quand ………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………



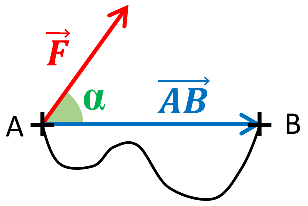
Imaginons un système se déplaçant d’un point A à un point B en subissant une force $\vec{F}$ constante. Il peut se déplacer grâce à cette force, malgré cette force ou sans que cette force ait un impact sur son mouvement.
Il reçoit, par la présence de cette force, une énergie appelée « ………………… ……………………… » sur le déplacement de A vers B, et notée …………… , de l’anglais : **Work** (travail).

Le <u>travail</u> d'une force est une grandeur physique permettant d'évaluer ……………………………… ……………………………… d'un système. Elle est ………………………………………………………… …………………………………………………………………………………

Le <u>travail</u> d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application se déplace de A vers B est égal ……………… ………………………………………………………………

Il vaut donc :

$W_{AB}(\vec{F})$: Travail de la force en joule (J)
F : Force d'intensité constante en newton (N)
AB : longueur du déplacement en mètre (m)
α : Angle entre la force $\vec{F}$ et le vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$
lettre grecque « alpha ».

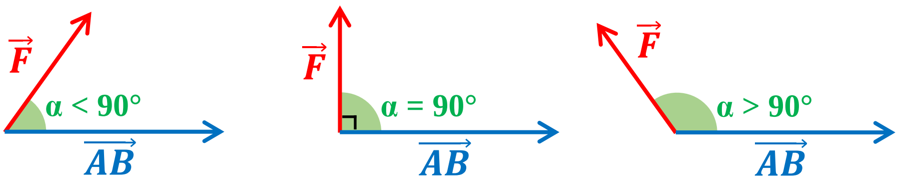


Remarques :

- L'angle α est parfois noté θ (lettre grecque « thêta »).
- Le **produit scalaire** est le produit de deux vecteurs, mais le résultat est bien une valeur numérique. F et AB (en normes) étant toujours positifs, le signe positif ou négatif du travail dépend de l'angle α.

L'angle selon lequel une force s'applique est donc important :

- Si α est compris entre …………………………, alors cos α est ……………………, le travail de cette force est ………………………, il est ……………………… et fait augmenter l'énergie cinétique du système. La force exercée ………………………………………………………………………
- Si α est compris entre …………………………, alors cos α est ……………………, le travail de cette force est ………………………, il est ……………………… et fait diminuer l'énergie cinétique du système (il le freine). La force exercée tend à ………………………………………………………………
- Si …………………, alors cos α = cos 90 = 0, le travail est nul. ……………………………………………… et n'a pas d'effet sur le déplacement. Ce cas est très souvent rencontré en exercice. Il faut donc le connaître.



Travail ……………… **W > 0** | **Travail …………** **W = 0** | **Travail …………………** **W < 0**

Le travail d'une force constante entre deux points A et B ……………………………………………………… …………………………… entre A et B.

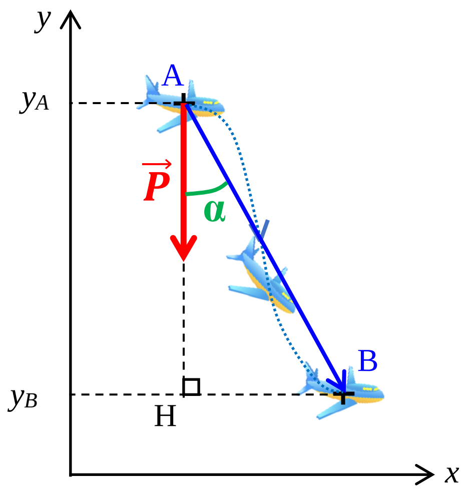
<u>Exercice</u> : Calculer le travail d'une force motrice de 120 N appliquée à un système sur une distance de 2,0 km. La force motrice est parallèle au déplacement.

…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………

2) <u>Travail du poids</u>

Prenons un système se déplaçant d'un point A d'altitude y_A à un point B d'altitude y_B, que ce soit en montant ou en descendant.

Le système est placé dans un champ de pesanteur $\vec{g}$. Il est soumis à son poids $\vec{P}$. Cette force s'exerce à la verticale vers le bas suivant la relation : …………………… En norme, elle s'écrit : …………………



Le travail du poids $\vec{P}$ sur le déplacement de A vers B s'exprime suivant la relation :

$W_{AB}(\vec{P}) \ = \ \vec{P}.\overrightarrow{AB}$

$W_{AB}(\vec{P}) \ =$ …………………………

$W_{AB}(\vec{P}) \ =$ ………………………………

« cosinus » = $\frac{\text{côté adjacent}}{\text{hypoténuse}}$

Dans le triangle rectangle AHB, on a : **cos α** =

On remplace « cos α » dans l'expression du travail du poids : $W_{AB}(\vec{P}) \ =$

On en déduit l'expression du travail du poids : $W_{AB}(\vec{P}) \ =$

Attention : cette expression n'est valable que si l'axe *y* est orienté vers le haut !

Le travail du poids exercé sur un système se déplaçant d'un point A d'altitude y_A à un point B d'altitude y_B a pour expression :

$W_{AB}(\vec{P})$: Travail du poids en joule (J)	y_A et y_B : altitude en mètre (m)
m : masse en kilogramme (kg)	g : intensité du champ de pesanteur g = 9,81 $N.kg^{-1}$

Cette expression est valable quelle que soit la trajectoire du système ! Elle ne dépend que de l'altitude de départ et d'arrivée. On parle de « ………………………………………… ».

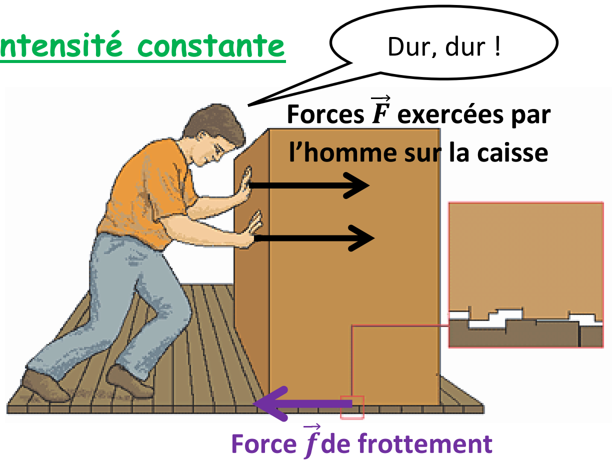
On fait **toujours** : « altitude du point de départ » moins « altitude du point d'arrivée ». Pas d'inversion !

- Dans le cas d'une **descente** : $y_A > y_B$. On a donc $y_A - y_B > 0$. Le travail du poids est donc positif, c'est un ……………………………………. Le poids favorise la descente.
- Dans le cas d'une **montée**, c'est l'inverse : $y_A < y_B$. On a donc $y_A - y_B < 0$. Le travail du poids est donc négatif, c'est un ………………………………………. Le poids freine la montée.

Remarques :

- La différence d'altitude $y_A - y_B$ se note parfois h, le travail du poids s'exprime alors plus simplement : ……………………………………
- L'axe *y* est parfois remplacé par l'axe z.

3) Travail d'une force de frottement d'intensité constante



Une force de frottement d'intensité constante, notée $\vec{f}$, subie par un système en mouvement est en permanence ……………………………………………………………… …………………………………………………….

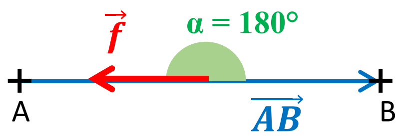
Le travail de cette force de frottement $\vec{f}$, de norme *f* constante, lors du **déplacement rectiligne AB** du système d'un point A à un point B a pour expression :

………………………………………………………

Or, comme $\vec{f}$ est opposé au déplacement, l'angle α vaut :
α = ………… On a donc : cos α = ………………………

Le travail d'une force de frottement d'intensité *f* constante, sur un déplacement rectiligne d'un point A à un point B a pour expression :

$W_{AB}(\vec{f})$: Travail de la force de frottement en joule (J)
f : force de frottement en newton (N)
AB : longueur du déplacement en mètre (m)



Remarques :

- $W_{AB}(\vec{f})$ est ………………………, la force de frottement s'oppose au déplacement.
- Le travail de la force de frottement dépend du chemin suivi. On parle de « ……………………………… ……………………… ». C'est la raison pour laquelle on ne considèrera que des déplacements rectilignes.

III Théorème de l'énergie cinétique

1) Enoncé du théorème

On considère un système se déplaçant d'un point A à un point B. L'énergie cinétique du système vaut $E_c(A)$ au point A et $E_c(B)$ au point B.

……
……
……

Δ : lettre grecque majuscule « delta », utilisée pour écrire une variation.

Σ : lettre grecque majuscule « sigma » représentant la somme. $\Sigma\, W_{AB}(\vec{F}) = W_{AB}(\vec{F_1}) + W_{AB}(\vec{F_2}) + \ldots$

ΔEc et $W_{AB}(\vec{F})$ s'expriment en joule (J)

Si la somme des travaux des forces appliquées au système est positive, son énergie cinétique augmente, donc la valeur de sa vitesse augmente. Le théorème de l'énergie cinétique permet de ……………………………………
…….

2) Exemple d'application : La chute libre

Un pot de fleur de masse m = 800 g posé sur le rebord d'une fenêtre tombe du cinquième étage d'un immeuble (hauteur h = 15 m). Sa vitesse initiale est nulle et les frottements dus à l'air sont négligeables. Déterminer la vitesse avec laquelle le pot de fleur arrive au sol.

Donnée : intensité du champ de pesanteur $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$

On applique le théorème de l'énergie cinétique au pot de fleur, entre son point de départ A et le point d'impact au sol B : ……………………………………………

Il faut décomposer l'étude en trois parties :

- **Expression des énergies cinétiques :**
  ………………………………………………………………………………………
  ………………………………………………………………………………………
- **Travaux des forces :**
  ………………………………………………………………………………………………
  ………………………………………………………………………………………………
- **On reprend le théorème** : ………………………………………………………………
  ………………………………………………………………………………………………
  ………………………………………………………………………………………………
  ………………………………………………………………………………………………
  ………………………………………………………………………………………………

Remarque : On constate que la vitesse au moment de l'impact ne dépend pas de la masse de l'objet. Un objet de 10 kg arrivera à la même vitesse qu'un objet de 50 g !

Cela n'est vrai **que** si l'on néglige les frottements qui sont en réalité souvent non négligeables…