**Modèle des transferts d’énergie en mécanique**

1. L’énergie cinétique : une énergie stockée

L’énergie cinétique d’un système représenté par un point est l'énergie qu'il stocke du fait de son mouvement (en Grec, *kinêtikos* signifie *mobile*).

Cette énergie vaut :

* : énergie cinétique du système (en J)
* : masse du système (en kg)
* : vitesse du point représentant le système (en )

1. Le travail d’une force : un mode de transfert d’énergie
   1. Définition du travail

Le travail est un **mode de transfert d’énergie** entre deux systèmes qui interagissent mécaniquement.

Le travail s’exprime en joule (J).

Si le système étudié est soumis à une force et se déplace entre deux positions et , le travail qu’il reçoit est noté et se nomme : **travail de la force sur le trajet .**



**Expression du travail d’une force CONSTANTE sur un trajet donné :**

Si une force est exercée sur un système qui se déplace d’une position A à une position B, le travail **reçu** par le système vaut :

étant l’angle entre les vecteurs et .

* 1. Travail reçu et énergie cinétique stockée

Le travail reçu par un système est stocké sous forme d’énergie cinétique, on a donc :

Cette relation est appelée « théorème de l’énergie cinétique » et se démontre à l’aide de la 2ème loi de Newton, elle lui est donc équivalente.

**Travail moteur et travail résistant**

* Le travail est une grandeur algébrique.
* Un travail est **moteur** s’il est **positif** : un système qui reçoit de l’énergie par un travail moteur **gagne de l’énergie cinétique** (donc de la vitesse).
* Un travail est **résistant** s’il est **négatif** : un système qui reçoit de l’énergie par un travail négatif **cède de l’énergie cinétique** (donc perd de la vitesse).
  1. Travaux de quelques forces particulières
* **Le travail du poids**

On appelle « travail du poids » le travail qu’un système reçoit de la part de la Terre au cours de son mouvement.

**Système étudié** : on considère un système de masse *m*, dans le champ de pesanteur uniforme, dont le centre d’inertie se déplace d’une position A vers une position B. On étudie son mouvement dans un repère (), étant l’axe vertical.



Comme le poids est une force constante, on a :

**Remarques** sur le travail du poids :

* il ne dépend que de la variation d’altitude du centre d’inertie du système ;
* il est moteur pour un système dont l’altitude diminue ;
* il est résistant pour un système dont l’altitude augmente.
* **Le travail de la force d’interaction électrostatique constante**

**Système étudié** : on étudie ici un système portant une charge *q*, en mouvement dans une zone où règne un champ électrique constant.



Puisque le champ électrique est constant, la force électrostatique qui s’exerce sur le système est constante. Son travail sur le trajet AB vaut :

Pour un champ électrostatique constant, le produit scalaire est appelé **tension électrique** *UAB* entre les points A et B. D’où, finalement :

* **Le travail d’une force de frottement de valeur constante**

La force de frottement exercée par un fluide sur un système en mouvement s’exerce toujours dans une direction **tangente à la trajectoire** et dans le **sens opposé** au mouvement.



Lorsque la vitesse est constante, la valeur de la force de frottement est constante. Alors son travail sur un système en mouvement entre deux positions *A* et *B* vaut :

étant la **distance totale** parcourue le long de la trajectoire (pas forcément en ligne droite).

**Remarques** sur le travail d’une force de frottement :

* il est toujours résistant ;
* il dépend du chemin suivi entre A et B ;
* plus la distance parcourue est longue, plus il est résistant.

1. Forces conservatives et énergie potentielle
   1. Forces conservatives

On considère un système se déplaçant de A vers B, soumis à une force dont le travail est résistant : son énergie cinétique diminue. On peut cependant distinguer deux cas :

* **1er cas** : si le système effectue le trajet inverse, il récupère son énergie cinétique initiale. C’est le cas, par exemple, si la force exercée est le poids du système. Une telle force est dite **conservative**.
* **2ème cas** : le fait d’effectuer le trajet inverse ne permet pas de récupérer l’énergie cinétique perdue. C’est le cas, par exemple, si la force est un frottement. Une telle force est dite **non conservative**.

**Définition :**

Une force est conservative si son travail le long de toute trajectoire fermée est nul.

* 1. Définition de l’énergie potentielle

Un système soumis à une force conservative dont le travail est résistant perd de l’énergie cinétique. Cette énergie perdue peut être restituée si le système effectue le trajet inverse. Cette énergie n’est donc plus cinétique mais est toujours stockée par le système. Cette forme de stockage d’énergie est appelée **énergie potentielle**.

La variation de l’énergie potentielle du système soumis à une force conservative est égale à l’opposé du travail de cette force :

**Sens physique de l’énergie potentielle :**

* Si un système est soumis à une force conservative dont le travail est résistant (négatif) :
* son énergie cinétique diminue (la variation d’énergie cinétique est égale au travail de cette force) ;
* l’énergie cinétique perdue est **convertie en énergie potentielle**: sur le trajet inverse, cette énergie redeviendrait cinétique.



* Si un système est soumis à une force non conservative dont le travail est résistant :
* son énergie cinétique diminue (la variation d’énergie cinétique est égale au travail de cette force) ;
* L’énergie correspondant à cette diminution est **cédée à l’extérieur**. Sur le trajet inverse, cette énergie n’est pas restituée.



* 1. L’énergie potentielle de pesanteur

À toute force conservative est associée une énergie potentielle.

L’énergie potentielle *de pesanteur* est l’énergie potentielle associée au poids du système. Elle concerne donc les systèmes **en interaction avec la Terre**.

Si un système passe d’une altitude à une altitude , le travail du poids vaut :

L’énergie potentielle de pesanteur du système a donc varié de :

Il est usuel de considérer une altitude de référence pour laquelle . L’énergie potentielle de pesanteur du système à une position d’altitude vaut donc :

* : énergie potentielle de pesanteur (en J)
* *m* : masse du système (en kg)
* : champ de pesanteur uniforme
* : altitude par rapport à une référence (en m)

1. L’énergie mécanique et sa conservation
   1. Définition de l’énergie mécanique

On appelle énergie mécanique la somme de l’énergie cinétique du système et de ses énergies potentielles.

* 1. Conservation de l’énergie mécanique

On considère un système soumis :

* à des forces conservatives de résultante
* à des forces non conservatives de résultante

Alors la variation de son énergie mécanique entre deux positions et vaut :

**Conclusion** :

* Si un système n’est soumis qu’à des forces conservatives, son énergie mécanique est constante, le travail des forces conservatives correspond à un changement de forme d’énergie.
* S’il est soumis à des forces non conservatives, la variation de son énergie mécanique est égale à leur travail. Le travail des forces conservatives correspond alors à un transfert d’énergie vers l’extérieur.