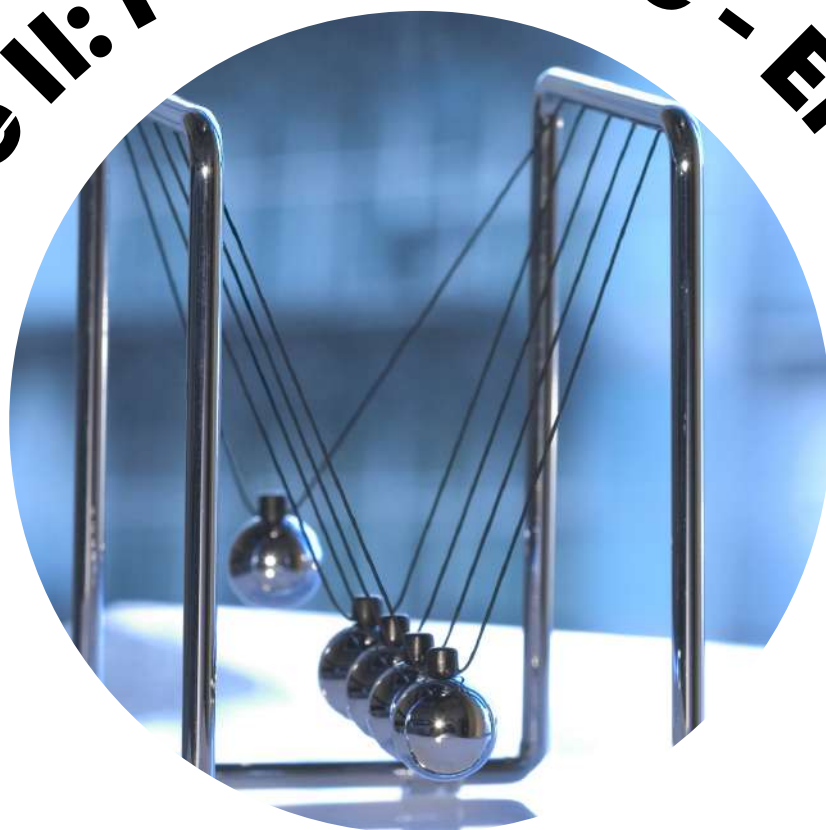


# Physique II: Mécanique - Electricité



SCIENCES DE LA  
VIE ET DE LA TERRE



**Shop**



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



**Etudier**



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



**Emploi**



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

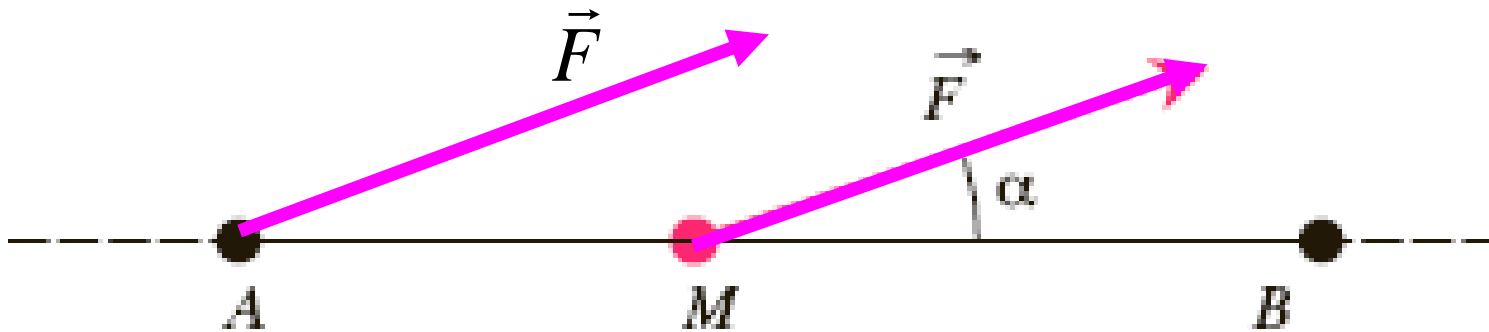
## 3. Énergie

# Travail d'une force constante

**Définition** : Le travail d'une force constante (vecteur) lorsque son point application se déplace de A à M est défini par :

$$W = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AM} = F \cdot AM \cdot \cos \alpha$$

*Unité SI : le Joule (1N.1m)*



Le travail mesure l'énergie nécessaire pour déplacer un corps en lui appliquant la force  $\vec{F}$

## Travail d'une force variable : cas d'une force élastique

Lorsque la force est variable pendant le déplacement, on calcule d'abord le travail élémentaire effectué sur un déplacement suffisamment petit  $\delta x$  :

$$\delta W = \vec{F} \cdot \vec{\delta x}$$

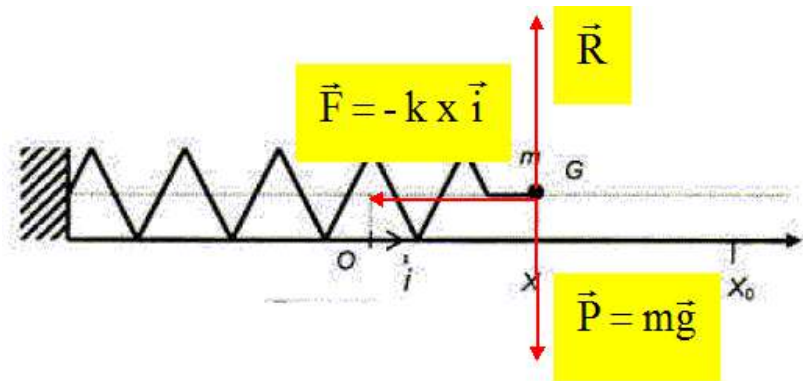
Le travail total est calculé ensuite en faisant la somme des travaux élémentaires.

Exemple : travail de la force de rappel d'un ressort (force élastique)

$$\vec{F} = -kx\vec{i}$$

$$\delta W = -kx\delta x$$

$$W_{x_1}^{x_2} = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$$



*Le travail de la force élastique du ressort ne dépend que des positions finale et initiale. Il ne dépend pas des positions intermédiaires.*

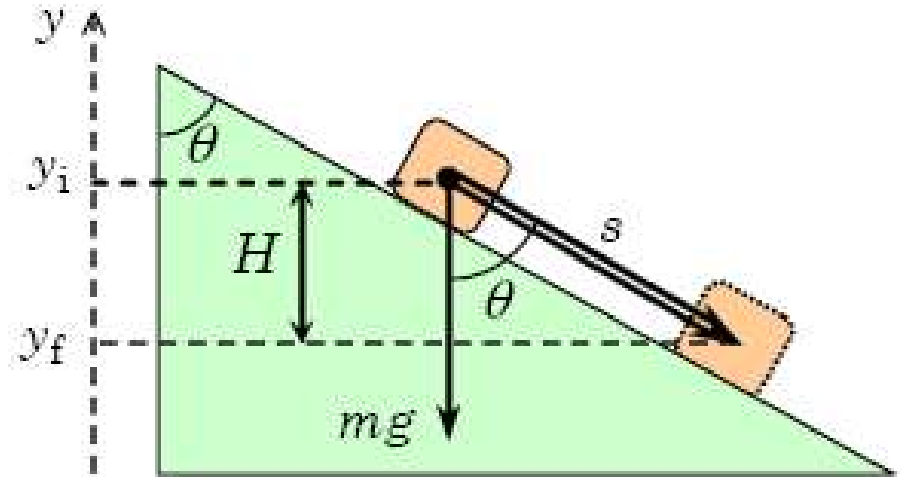
# Travail du poids

Le poids est constant.

$$W_{y_i}^{y_f} = m\vec{g} \cdot \vec{s} = mg \cdot s \cos \theta$$

$$s \cos \theta = y_i - y_f$$

$$W_{y_i}^{y_f} = -mg(y_f - y_i) = -mg\Delta y$$



Le poids descend :  $\Delta h < 0$ ,  $W > 0$  le travail est moteur : la masse reçoit de l'énergie.

Le poids monte  $\Delta h > 0$ ,  $W < 0$  le travail est résistant : on doit soulever la masse (apport d'énergie) pour effectuer le déplacement

*Le travail du poids ne dépend que des positions finale et initiale. Il ne dépend pas du chemin suivi.*

# Puissance

La puissance mesure la rapidité avec laquelle le travail est effectué

$$P = \frac{dW}{dt}$$

*Unité SI : le Watt  
(1Joule/seconde)*

Pour un déplacement en translation :

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{l}}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{l}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Pour un déplacement en rotation (couple) :

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot r d\theta \vec{u}_\theta}{dt} = Fr \cdot \frac{d\theta}{dt} = C\Omega$$

# Énergie potentielle

C'est une énergie liée à la position du corps.

Travail du poids

$$W_A^B = mg(z_A - z_B) = E_p^A - E_p^B$$

$$W_1^2 = E_p^1 - E_p^2$$

$E_p = mgz$  est l'énergie potentielle de gravitation

Travail de la force élastique du ressort

$$W_{x_1}^{x_2} = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2) = E_p^1 - E_p^2$$

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$  est l'énergie potentielle élastique du ressort

Forces conservatives : Forces dont le travail ne dépend que des positions initiale et finale du corps. Il est égal à la diminution de l'énergie potentielle

# Énergie potentielle, stabilité de l'équilibre

Équilibre d'un point matériel dans un champ de forces d'énergie potentielle  $E_p$

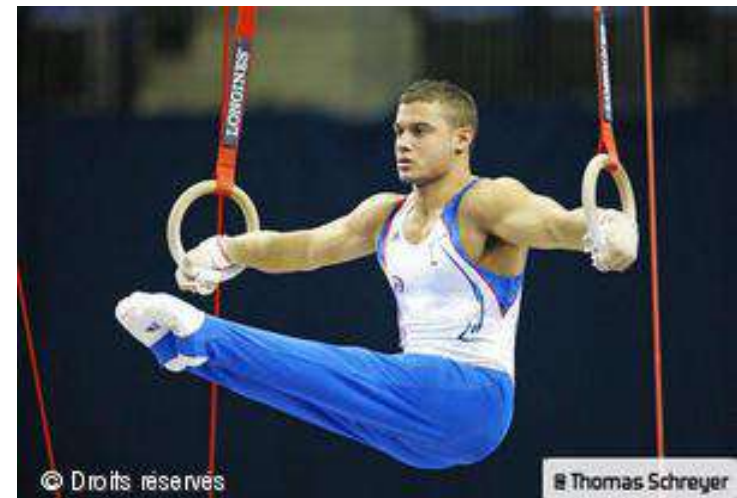
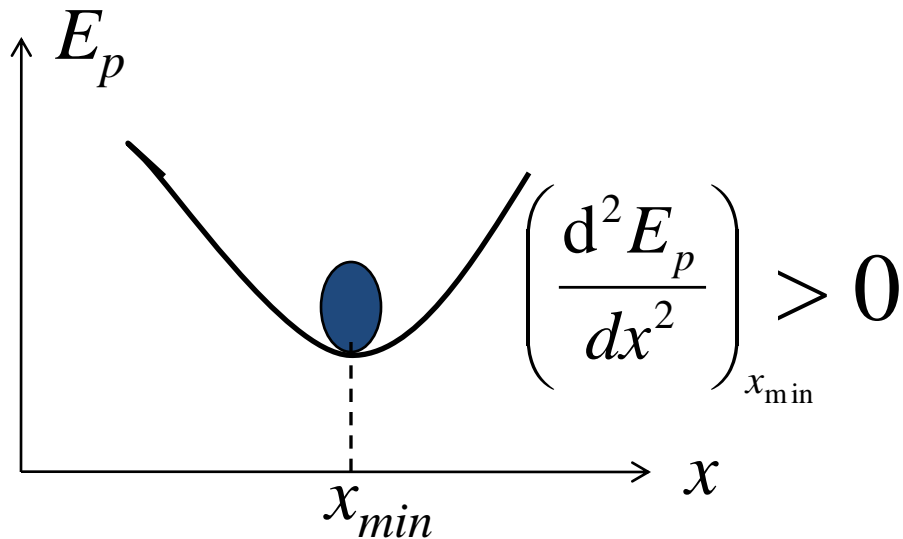
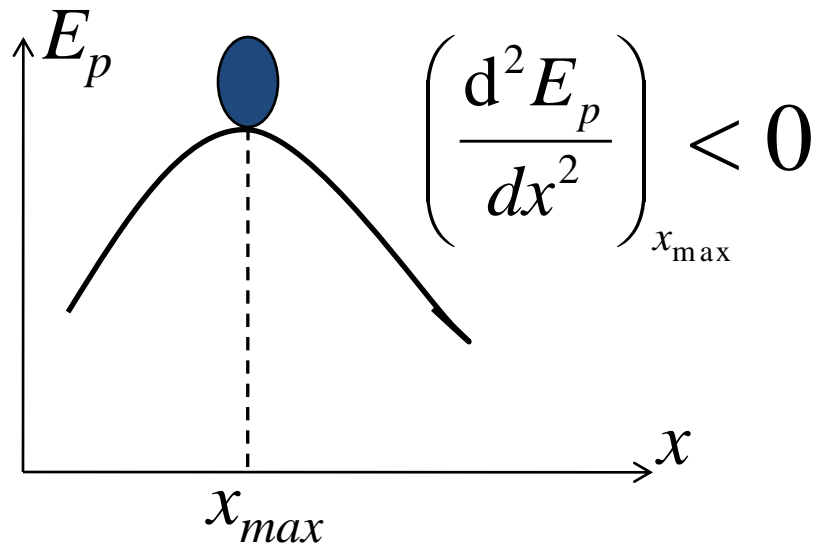
$$\sum \vec{F} = \vec{0} \rightarrow \left( \frac{dE_p}{dx} \right)_{x_0} = 0 \rightarrow E_p \text{ minimum ou maximum}$$

$$E_p \text{ min, } x_0 \text{ position d'équilibre stable et } \left( \frac{d^2 E_p}{dx^2} \right)_{x_0} > 0$$

$$E_p \text{ max, } x_0 \text{ position d'équilibre instable et } \left( \frac{d^2 E_p}{dx^2} \right)_{x_0} < 0$$



# Énergie potentielle, stabilité de l'équilibre



# Théorème de l'énergie cinétique

Énergie liée au mouvement du corps

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Théorème de l'énergie cinétique

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = E_c(B) - E_c(A) = \Delta E_c = \sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_{ext})$$

*La variation de l'énergie cinétique d'un corps entre deux positions A et B est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées lorsque le corps se déplace de la position A à la position B*

# Énergie mécanique

D'après le théorème de l'énergie cinétique

$$E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_{ext}) = W(\vec{F}_{conserv}) + W(\vec{F}_{non\ conserv})$$

*Le travail des forces conservatives est égal à la diminution de l'énergie potentielle*

$$W(\vec{F}_{cons}) = E_p(A) - E_p(B)$$

$$E_c(B) - E_c(A) = E_p(A) - E_p(B) + W(\vec{F}_{noncons})$$

L'énergie mécanique est définie par :

$$E_{méc} = E_c + E_p$$

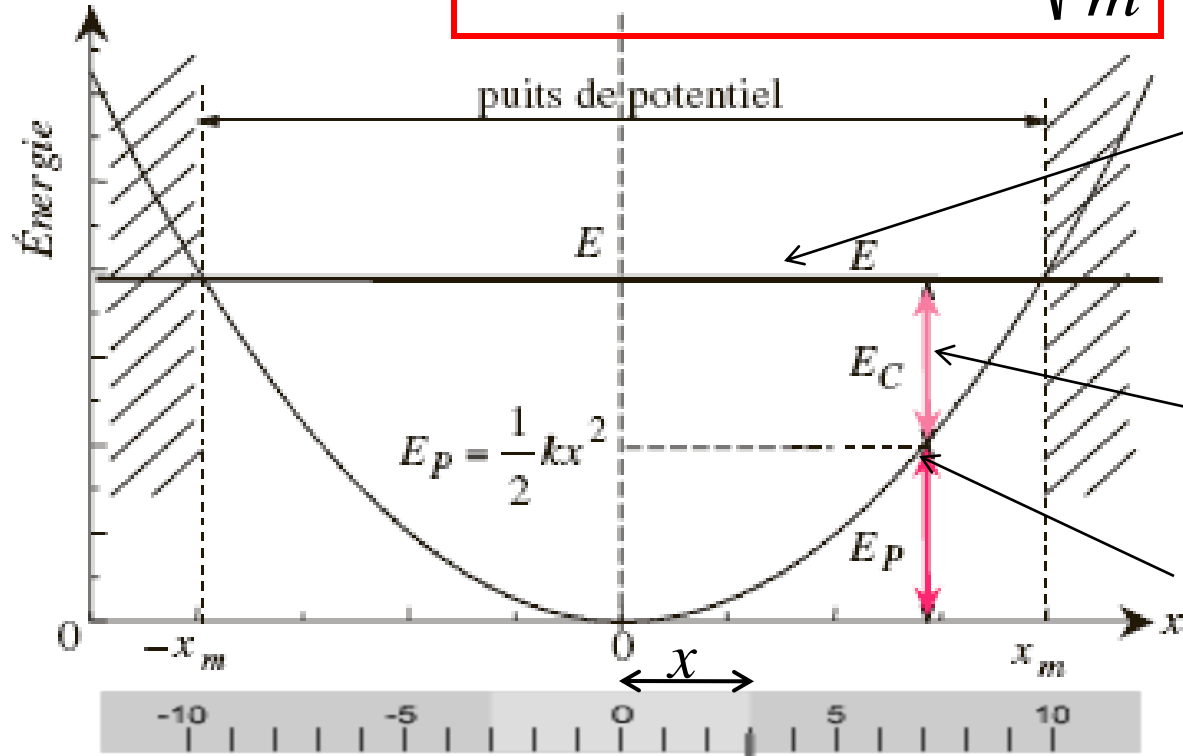
Théorème : La variation de l'énergie mécanique est égale au travail des forces non conservatives (frottement). Pour un système isolé l'énergie mécanique se conserve, c'est une fonction d'état

# Exemple 1 : ressort (masse $m$ et constante élastique $k$ )

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

$$x = x_m \cos \omega t ; \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v = \dot{x} = x_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$



$$E_m(x) = E_c(x) + E_p(x)$$

$$E_m(x) = Cste$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

Pour  $x = \pm x_m$

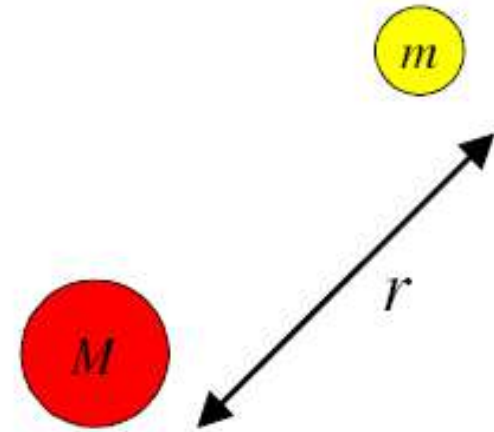
Pour  $x = 0$

$$E_c = 0 ; E_m = E_p = \frac{1}{2}kx_m^2 \quad E_p = 0 ; E_m = E_c = \frac{1}{2}mv_0^2$$

# Exemple 2 : mécanique céleste

Énergie potentielle  
gravitationnelle de 2 masses

$$E_p = -G \frac{mM}{r}$$



Vitesse de libération : vitesse initiale pour libérer  $m$  de l'attraction de  $M$

État initial :  $r=R_M$  et  $v=v_0$

État final :  $r=\infty$  ;  $v=0$

Conservation de l'énergie  
mécanique

$$v_0 = \sqrt{\frac{2GM}{R_M}}$$

*Pour la terre*  
 $v_0=11\ 180\ m/s$   
 $=40\ 259\ km/h$

# Mécanique terrestre

## Référentiel terrestre : Terre + enveloppe gazeuse

*Notre vitesse /réf géocentrique*

$$v = \omega R_H = \frac{2\pi}{T} R_H ; \text{ A l'équateur } v = 2\pi \frac{6400}{24} = 1674 \text{ km/h}$$

*Dans l'atmosphère, les corps (avions, objets volants) qui se déplacent sont liés à la terre et suivent le même mouvement de rotation. Ils subissent 2 forces : Poids  $P$  et force d'inertie centrifuge  $F$ .*

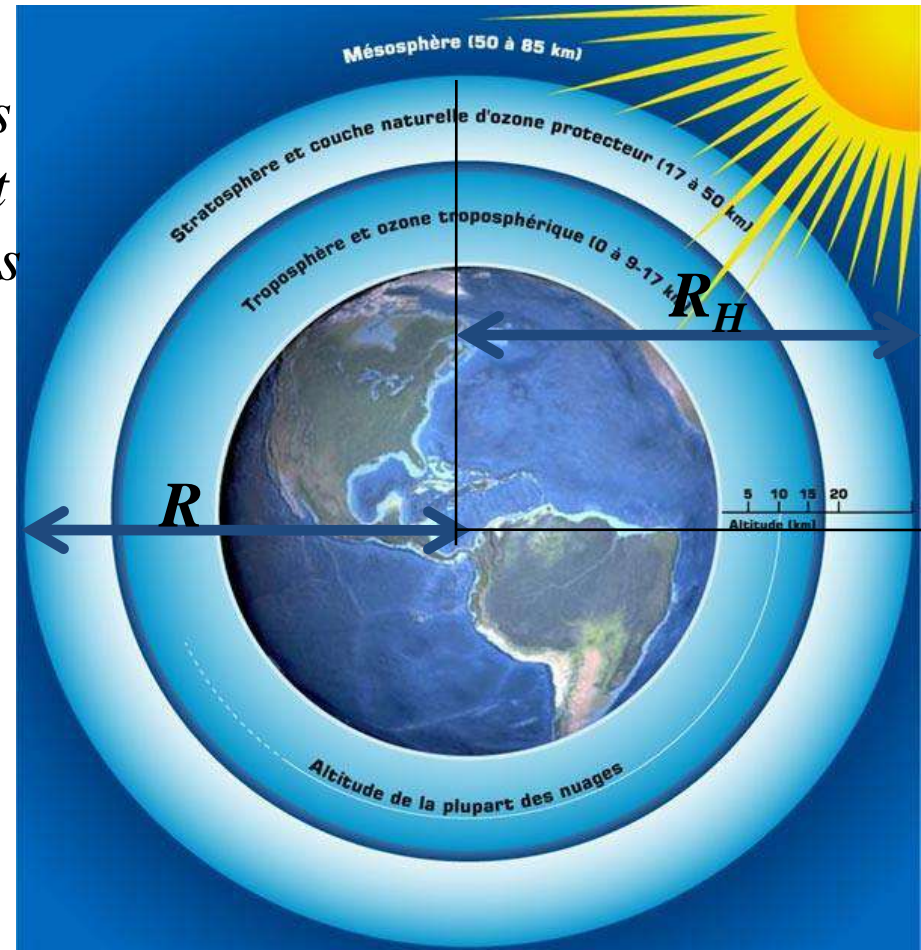
*A l'équateur :*

$$P = \frac{GM_T}{R^2} m ; F = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 R_H$$

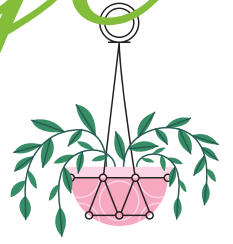
$$\frac{P}{F} = \frac{GM_T T^2}{4\pi^2 R^2 R_H} \approx 185 \text{ (équateur)}$$

Notes historiques : [Galilée](#); [Copernic](#)

03/05/2015



# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

