



# PHYSIQUE

1ere L

# **Physique**

# **Première L**



## Table des matières

<b>CHAPITRE I : ENERGIE MECANIQUE .....</b>	0
I.    Energie Cinétique .....	0
II.    Energie potentielle .....	1
III.    Energie mécanique .....	1
<b>CHAPITRE II : ENERGIE ET PUISSANCE ELECTRIQUE.....</b>	4
I.    Energie électrique.....	4
II.    Puissance électrique.....	5
<b>CHAPITRE III : PRODUCTION DE CHALEUR .....</b>	8
A.    Etude de deux exemples .....	8
B.    La chaleur .....	8
C.    La quantité de chaleur .....	8
D.    Quantité de chaleur et température.....	9
<b>CHAPITRE IV : LA CONSERVATION DE L'ENERGIE MECANIQUE .....</b>	12
I.    Conservation de l'énergie mécanique.....	12
II.    Travail et Puissance.....	16
III.    Théorème de l'énergie cinétique .....	17
<b>A. LES ONDES ET LES SONS .....</b>	22
<b>CHAPITRE V : LA PROPAGATION D'UNE ONDE .....</b>	22
I.    Qu'est-ce qu'une onde ?.....	22
II.    Les différents types d'onde .....	22
III.    Caractéristique d'une onde .....	22
IV.    A quoi servent les ondes .....	23
V.    La lumière .....	23
<b>CHAPITRE VI : PROPAGATION DU SON .....</b>	24
1)    Comment le son se forme-t-il ? .....	24
2)    La vitesse du son .....	24
3)    Nature et propagation du son .....	24
4)    Comment détecter une onde sonore ?.....	25
5)    Intensité, hauteur, timbre d'un son .....	25
6)    Instruments à corde.....	25
<b>EXPOSES.....</b>	27
<b>Bibliographie.....</b>	60

## TRANSFERT ET CONSERVATION DE L'ENERGIE

### CHAPITRE I : ENERGIE MECANIQUE

**Définition :** l'énergie mécanique d'un système à chaque instant est égale à la somme de son énergie cinétique et énergie potentielle.

Elle est notée E ou Em est exprimée en Joule (J). Elle est donnée par la relation suivante :

$$Em = Ec + Ep$$

#### I. Energie Cinétique

Par définition, l'énergie cinétique d'un solide en rotation à la vitesse V est égale au demi-produit de sa masse (m) et du carré de sa vitesse. Elle est notée Ec et a pour expression

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

*Ec* : énergie cinétique s'exprimant en joules (j)

*m* : masse en kg

*v* : vitesse en m/s

Remarque : la vitesse V dépend du référentiel dans lequel ..... l'énergie cinétique. Cette définition n'est valable que pour un solide en translation.

#### Exercice d'application

Un camion de masse m=30t roule à la vitesse V=80km/h.

- 1) Calculer son énergie cinétique
- 2) Calculer la vitesse de la voiture de masse m=840kg qui a la même énergie cinétique que le camion.

#### Solution

Données : m=30t=30 000kg V=80km/h=22.2m/s m'=840kg

- 1) Calculons l'énergie cinétique de la voiture

Par définition,  $Ec = \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{AN : } Ec = \frac{1}{2} \times 30.000 \times (22.2^2)$$

$$Ec=73,926.10^3\text{j}$$

- 2) Calculons la vitesse V' de la voiture

$$m \rightarrow V$$

$$m' \rightarrow xm/s$$

$$V' = \frac{m' \times V}{m}$$

$$\text{AN : } V' = \frac{840 \times 22,2}{30\ 000}$$

$V' = 0,62 \text{ m/s}$

## II. Energie potentielle

Lorsqu'un solide tombe en chute libre, sa vitesse augmente avec la hauteur de chute ; on peut dire qu'il acquiert de l'énergie d'autant plus grande que la hauteur de chute est grande.

Maintenu à une certaine altitude, un solide possède une énergie en réserve appelée énergie potentielle notée  $E_p$  et vaut :  $E_p = m \times g \times h$

$E_p$  en joules (j) ;  $m$  en kg ;  $h$  en m ;  $g$  en N/kg

## III. Energie mécanique

L'énergie mécanique d'un solide ou d'un système déformable notée  $E_m$  se définit comme la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle.

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$E_m = m\left(\frac{1}{2}v^2 + gh\right)$$

Série d'exercices :

### Exercice 1 :

Une pierre de masse  $m=0,25 \text{ kg}$  tombe en chute libre possède une énergie cinétique  $E_c=12,5 \text{ J}$ .

- 1) Quelle est sa vitesse ?
- 2) De quelle hauteur est-elle tombée sachant que sa vitesse initiale est nulle et  $E_p=12,5 \text{ J}$  ?

### Exercice 2 :

Une automobile de masse  $m=2300 \text{ kg}$  est lancée à la vitesse  $V=180 \text{ km/h}$  sur une route rectiligne et horizontale.

- 1) Calculer l'énergie cinétique de l'automobile
- 2) Calculer la masse d'une autre automobile qui roulait à la vitesse  $V=80 \text{ km/h}$  dont son énergie cinétique vaut  $E_c=147 \text{ J}$ .

### Exercice 3 :

Un marteau pilon de masse  $m=400 \text{ g}$  a son centre de gravité situé à  $h=1,4 \text{ m}$  au-dessus du sol.

- 1) Calculer son énergie potentielle
- 2) Calculer son énergie mécanique si la vitesse du marteau pilon est de 3m/s.

## Résolution

### Exercice 1 :

Données :  $m=0,25 \text{ kg}$  ;  $E_c=12,5 \text{ J}$  ;  $E_p=12,5 \text{ J}$

- 1) Calculons sa vitesse

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

$$v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}}$$

$$\text{AN : } v = \sqrt{\frac{2 \times 12,5}{0,25}}$$

V=10m/s

2) Déterminons sa hauteur

$$Ep = m \times g \times h \Rightarrow h = \frac{Ep}{m \times g}$$

$$\text{AN : } h = \frac{12,5}{0,25 \times 9,81}$$

$$h = 5,10m$$

## Exercice 2

Données : m=2300kg ; v=180km/h=50m/s

1) Calculons l'énergie cinétique de l'automobile

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

$$\text{AN : } Ec = \frac{1}{2} \times 2300 \times (50)^2$$

$$Ec = 287500\text{J}$$

2) Calculons la masse de l'autre automobile

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow m = \frac{2Ec}{v^2}$$

$$\text{AN : } m = \frac{2 \times 147}{(22,22)^2}$$

$$m = 0,59\text{kg}$$

## Exercice 3

Données : m=400g=0,4kg ; v=3m/s ; h=1,4m

1) Calculons l'énergie potentielle

$$Ep = m \cdot g \cdot h$$

$$\text{AN : } Ep = 0,4 \times 9,81 \times 1,4$$

$$Ep = 5,4936\text{J}$$

2) Calculons son énergie mécanique

$$Em = m \left( \frac{1}{2}v^2 + gh \right)$$

$$\text{AN : } Em = 0,4 \left[ \frac{1}{2} (3)^2 + (9,81 \times 1,4) \right]$$

$$Em=7,2936j$$

## CHAPITRE II : ENERGIE ET PUISSANCE ELECTRIQUE

### I. Energie électrique

#### 1. Définition

De manière générale, il est à savoir que tout appareil fonctionnant avec de l'électricité reçoit de l'énergie fournie par un secteur quelconque. Ces appareils transforment cette énergie électrique en d'autre type d'énergie (Em, thermique, lumineuse...).

En réalité, l'énergie électrique qu'utilise un appareil dépend de deux facteurs :

- La puissance de cet appareil  $P = U \times I$
- La durée de fonctionnement de l'appareil.

Elle est donnée par la relation suivante  $E = P \times t = U \times I \times t$

#### 2. Unités

L'unité de la puissance électrique est le *Watt* de symbole *W*.

L'unité de l'énergie dans le système international est le *joule* (*j*).

\*Si la puissance *P* est en Watt (*W*) et le temps de fonctionnement *t* est en seconde (*s*), l'énergie électrique s'exprime en joule.

$$1\text{kW.h}=1000\text{W.h}$$

$$1\text{W.h}=3600\text{j}$$

\*Si la puissance est en *Watt* et le temps en heure, l'énergie électrique *E* en *Wh*

$$1\text{Wh}=1\text{Wx}3600\text{s}=3600\text{j}$$

$$1\text{kWh}=1000\text{Wx}3600\text{s}=3.600.000\text{j}$$

#### Exercice :

- a) Une lampe électrique porte l'indication suivante : (15 kW, 35j).

Calculer son temps de fonctionnement.

- b) Un appareil électrique fonctionne en 3h45mn avec une énergie électrique de 400j.  
Calculer sa puissance en (*W*) et (*kW*).

#### Résolution

- a) Données :  $P=15\text{kw}=15000\text{w}$  ;  $E=35\text{j}$

Calculons le temps de fonctionnement de la lampe.

$$E = P \times t \Rightarrow t = \frac{E}{P}$$

$$\text{AN : } t = \frac{35}{15000}$$

$$t=0,00235\text{s}$$

- b) Calculons la puissance de l'appareil

Données : t=3h45mn=13500s ; E=400j

$$E = P \times t \Rightarrow P = \frac{E}{t}$$

$$\text{AN : } P = \frac{400}{13500}$$

$$P=0,029\text{W}=0,000029\text{kW}$$

### 3. Energie consommée par un appareil de chauffage

Tout appareil électrique dégage de la chaleur lorsqu'il fonctionne. Certains appareils sont conçus pour produire de la chaleur ; ce sont des récepteurs thermiques. La quantité calorifique notée Q est donnée par la relation suivante :  $Q = mc(t_2 - t_1)$  avec m, la masse,  $t_1$ , le temps de départ,  $t_2$  le temps final et c, la chaleur massique de ce corps chauffée qui vaut  $c=4,18\text{j/kg}$ .

### 4. Energie électrique consommée par une installation

L'énergie électrique consommée par une installation est mesurée à l'aide d'un compteur. Elle est égale à la somme des énergies consommées par chaque appareil.

## II. Puissance électrique

### 1. Notion de puissance électrique

L'observation des culots des différentes lampes (torches, ampoule, automobiles...) peut donner des indications suivantes : 12V, 40-60W.

La première indication montre que la tension normale d'utilisation (12V) ;

La deuxième indication (40-60W) montre la puissance électrique normale de l'appareil.

Cette puissance électrique normale s'exprime en Watt (W).

Généralement, tout appareil est caractérisé par sa tension nominale et sa puissance nominale.

### 2. Puissance en courant continu

La puissance d'un appareil fonctionnant en courant continu est égale au produit de l'intensité (I) qui le traverse par tension (U) mesurée à ses bornes.

$$P = U \times I \text{ avec } P \text{ en Watt (W), } U \text{ en Volt (V) et } I \text{ en Ampère (A)}$$

### Série d'exercices

#### Exercice 1

Calculer l'énergie électrique consommée par un appareil de puissance  $P=900\text{W}$  avec le temps  $t=2\text{h}15\text{mn}$ . Exprimer cette énergie en joule et en  $\text{kw}\cdot\text{h}$

#### Exercice 2

Calculer la puissance d'une lampe électrique dont la tension aux bornes  $U=30\text{V}$  et l'intensité du courant qui le traverse  $I=2,4\text{mA}$

### **Exercice 3**

Quel est, en joule, l'énergie électrique reçue par un conducteur chimique de résistance  $R=20\Omega$  alimenté sous une tension  $U=40V$  pendant 5mn ?

### **Résolution**

#### **Exercice 1**

Données :  $P=900W$  ;  $t=2h15mn=9100s$

Calculons l'énergie électrique en joule (j) et en kw.h

$$E = P \times t$$

$$\text{AN: } E = 900 \times 9100$$

$$E=729000j$$

$$1\text{w.h}=3600\text{w.s}$$

$$X=729000j$$

$$\text{AN : } x = \frac{1\text{w.h} \times 729000}{3600\text{w.s}} ;$$

$$x = 2025\text{w.h}$$

$$1\text{kw.h}=1000\text{w.h}$$

$$x = \frac{2025\text{w.h} \times 1\text{kw.h}}{1000\text{w.h}}$$

$$E=2,025\text{kw.h}$$

### **Exercice 2**

Données :  $U=30V$  ;  $I=2.4\text{mA}=0,0024A$  ;

Calculons la puissance d'une lampe électrique

$$P = U \times I$$

$$\text{AN : } P = 30 \times 0,0024$$

$$P=0.072W$$

### **Exercice 3**

Données :  $R=20\Omega$  ;  $U=40V$  ;  $t=5\text{mn}=300s$

Trouvons en joule l'énergie électrique. L'on sait que  $E = P \times t$

Cherchons P

$$P = U \times I \text{ or } U = R \times I \Rightarrow I = \frac{U}{R}$$

$$\text{AN : } I = \frac{40}{20}$$

$$I = 2A$$

$$P = U \times I$$

$$\text{AN}: P = 40 \times 2$$

$$\text{P}=80\text{W}$$

$$E = P \times t$$

$$\text{AN}: E = 80 \times 300$$

$$\text{E}=24000\text{j}$$

## **CHAPITRE III : PRODUCTION DE CHALEUR**

### **A. Etude de deux exemples**

#### **Exemple 1**

Dans un bécher, on verse de l'eau du robinet. Sa température indiquée par un thermomètre à mercure vaut 15°.

L'ensemble est placé dans une pièce où la température vaut 20°. On surveille l'indication du thermomètre et on constate que la température de l'eau augmente au bout de quelque dizaine de minutes et devient égale à 20°.

Alors nous remarquons tout de suite que l'ensemble (eau-bécher) subit une augmentation de température.

On peut dire donc que le système (eau-bécher) a reçu de l'énergie thermique. Cette énergie ne peut provenir que du milieu ambiant (atmosphère) et qu'il s'est produit de nouveau un transfert énergétique.

#### **Exemple 2**

Une casserole d'eau est placée au-dessus d'un brûleur à gaz. On remarque quelques minutes, que la température de l'eau contenue dans la casserole augmente progressivement. Cette augmentation de la température de l'eau est une preuve suffisante que l'eau a reçue de l'énergie thermique.

### **B. La chaleur**

#### **Définition**

Dans les deux exemples précédents, l'analyse faite nous fait comprendre que les corps considérés (eau et récipient) ont reçu de l'énergie thermique. Par contre après plusieurs analyses on se rend compte que contrairement à ce qui se passe pour un transfert sous forme de travail, la chaleur est un mode de transfert d'énergie.

Remarque : il existe en fait trois modes de transfert d'énergie : le travail, la chaleur et le rayonnement.

### **C. La quantité de chaleur**

#### **Définition**

Toute quantité d'énergie thermique transférée porte le nom de quantité de chaleur.

La quantité de chaleur est notée Q et s'exprime en Joule (J).

$$Q = E_1 - E_2$$

$$Q = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh - \left( \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \right)$$

$$Q = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 - \frac{1}{2}mv_2^2 - mgh_2$$

$$Q = m \left[ \frac{1}{2}(v_1^2 - v_2^2) + g(h_1 - h_2) \right]$$

## D. Quantité de chaleur et température

Dans toutes les évolutions précédemment décrites dans lesquelles une quantité de chaleur  $Q$  a été fournie à un corps ; ce transfert se manifeste par une élévation de la température.

En outre, il est important de comprendre que l'élévation de la température constatée n'est que la conséquence de l'apport de la quantité de chaleur  $Q$ . Il est notoire de ne pas confondre les deux grandeurs physiques qui sont de natures différentes :

- Quantité de chaleur : mode de transfert d'énergie reconnu dans ce cas comme une énergie.
- Température : grandeur liée à la sensation purement psychologique.

### Application 1 :

Pourrez-vous expliquer pourquoi on se frotte les mains en hivers pour se réchauffer ?

### Application 2 :

Un bloc de plomb de masse  $m=5\text{kg}$  lâchée sans vitesse du 1<sup>er</sup> étage d'une maison située à une hauteur  $h=4\text{m}$ , s'écrase en arrivant au sol et s'immobilise.

Quelle est la quantité de chaleur dissipée par le choc ?

### Application 3 :

On met dans un bécher 1, une eau de  $15^\circ\text{C}$  et dans un bécher 2, une eau de  $30^\circ\text{C}$ .

L'ensemble est mis dans une pièce de  $80^\circ\text{C}$ .

- a) Qu'observe-t-on au bout de quelques minutes ?
- b) Entre l'eau dans le bécher 1 et 2 et la pièce, qui transfert de l'énergie thermique ?
- c) Comment s'appelle-t-on ce mode de transfert ?

### Application 4 :

On mélange l'eau d'un récipient de température  $T_1$  avec l'eau d'un autre récipient de température  $T_2$ , on obtient une température d'équilibre  $T_e$ . Donner l'encadrement de la température d'équilibre.

### Application 5 :

Un coureur de masse  $m=72\text{kg}$  fait une distance de  $15\text{km}$  en  $30\text{mn}$ .

- a) Calculer sa vitesse en  $\text{m/s}$
- b) Calculer son énergie cinétique

### Application 6 :

Un corps a pour énergie mécanique  $E_1=300\text{j}$  et pour chaleur  $Q=250\text{j}$ .

Calculer  $V_2$  si  $m=30\text{kg}$ ,  $h=10\text{m}$  et  $g=9,81\text{N/kg}$

## Solution

### Application 1 :

On frotte les mains en hivers pour se réchauffer par ce que le corps humain contient de la chaleur qui dégagée, nous permet d'avoir le corps chaud.

### Application 2 :

Données :  $m=5\text{kg}$  ;  $h=4\text{m}$  ;  $V_1=1,5\text{m/s}$

Calculons la quantité de chaleur

$$Q = E_1 - E_2$$

$$Q = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 - (\frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2)$$

Or au point de l'impact,  $h_2$  et  $v_2$  sont nulles et  $h_1 = h$

$$\text{Alors, } Q = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh$$

$$\text{AN : } Q = \frac{1}{2} \times 5 \times (1,5)^2 + 5 \times 9,81 \times 4$$

$$Q = 205,62\text{j}$$

### Application 3 :

Données : Température de l'eau dans le bêcher 1 vaut  $15^\circ\text{c}$  ; Température de l'eau dans le bêcher 2,  $30^\circ\text{c}$  ; Température de la pièce  $90^\circ\text{c}$ .

- a) On constate que la température de l'eau dans le bêcher 1 et 2 augmente progressivement pour atteindre le niveau de la température de la pièce.
- b) C'est la pièce qui transfert de l'énergie thermique
- c) On appelle mode de transfert de la chaleur.

### Application 4 :

Encadrons la température d'équilibre  $T_e$

$$t_1 < t_e < t_2 \text{ Ou } t_2 < t_e < t_1$$

### Application 5 :

Données :  $m=72\text{kg}$  ;  $d=15\text{km}$  ;  $t=30\text{mn}$

- a) Calculons la vitesse en m/s

$$V = \frac{d}{t}$$

$$\text{AN: } V = \frac{15000}{1800}$$

$$V = 8,33\text{m/s}$$

b) Calculons son énergie cinétique

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

$$\text{AN : } Ec = \frac{1}{2} \times 72 \times (8,33)^2$$

$$Ec = 2498j$$

**Application 6 :**

Données :  $E_1=300\text{j}$  ;  $Q=250\text{j}$  ;  $m=30\text{kg}$  ;  $h=1\text{m}$  ;  $g=9,81\text{N/kg}$

Calculons  $V_2$

$$Q = E_1 - E_2$$

$$250 = 300 - E_2$$

$$250 = 300 - \left( \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh \right)$$

$$250 = 300 - \frac{1}{2}mv_2^2 - mgh$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = 300 - 250 - mgh$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = 300 - 250 - (30 \times 9,81 \times 10)$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = -2893$$

$$v_2^2 = 2 \left( \frac{-2893}{m} \right)$$

$$v_2^2 = \left( \frac{-2893}{m} \right)$$

$$v_2^2 = -192,86$$

$$\|v_2^2\| = \|-192,86\|$$

$$v_2 = \sqrt{192,86}$$

## CHAPITRE IV : LA CONSERVATION DE L'ENERGIE MECANIQUE

### Introduction

L'énergie mécanique d'un corps est définie comme étant la somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique de ce corps qui représente son capital énergétique. Selon l'évolution du corps et selon les forces qui lui sont appliquées, ce capital énergétique peut rester intact ou être dilapidé. Ceci veut simplement dire que l'énergie mécanique peut être conservée ou non selon la nature du mouvement. Notre étude portant sur ce chapitre s'agira de pouvoir évaluer les variations éventuelles de l'énergie mécanique d'un solide et de savoir en particulier quand celle-ci reste constante.

$$Em = Ec + Ep$$

#### I. Conservation de l'énergie mécanique

##### a) Conservation d'une grandeur

Définition : le plus souvent, quand on dit qu'une grandeur se conserve, c'est précisément lorsque cette grandeur demeure constante pendant l'écoulement du temps. En classe de 2<sup>nde</sup> nous savons qu'une grandeur se conserve : c'est le cas du vecteur quantité de mouvement  $\vec{P}$  d'un solide isolé. Il s'agit d'un cas relativement complexe puisque la grandeur qui se conserve est une grandeur vectorielle.

##### b) Exemple d'un cas de chute libre

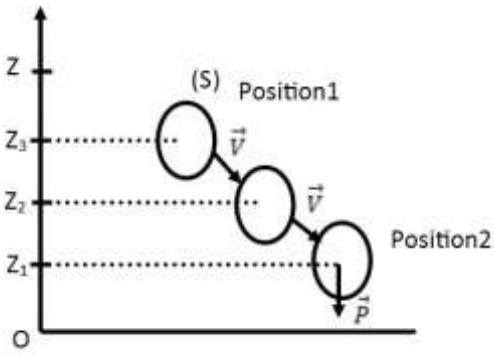
La chute d'un corps est dite libre si au cours de son évolution, le corps n'est soumis qu'à la seule action de son poids. Cette définition signifie que les frottements de l'air sur le corps doivent être nuls.

##### c) Les relations de chute, accélération de pesanteur

Pendant le mouvement de chute libre, la vitesse croît linéairement avec la durée  $t$  de la chute. On dit que le mouvement est uniforme, accéléré. La vitesse a pour expression :  $V = at$ .  $a$  est appelée **accélération de pesanteur** et s'exprime en  $\text{m/s}^2$ .

Dans le cas de l'attraction terrestre (le poids), on associe à chacun des poids, le vecteur  $\vec{g}$  tel que  $\vec{P} = m\vec{g}$  où  $g$  est appelée accélération de pesanteur et vaut  $g=9,81\text{m/s}^2$ .

Les hauteurs de la chute, à des dates différentes ont pour expression :  $h = \frac{1}{2}gt^2$ .



- $Z$  est l'altitude
- $(Z_0, Z_1, Z_2, Z_3)$  représentent les positions respectives qu'occupe le solide.

Dans la position 1, le solide S possède  $E_{c1}, E_{p1}, E_{M1}$

Dans la position 2, il possède  $E_{c2}, E_{p2}, E_{M2}$

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, on a :

$$\Delta E_c = \Sigma W \vec{f}_{ext}$$

$$\Delta E_c = W \vec{P} \text{ Or } \Delta E_c = E_{c2} - E_{c1}$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = P \times Z$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = mg(Z_1 - Z_2)$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = mgZ_1 - mgZ_2$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = E_{p1} - E_{p2}$$

$$\Rightarrow E_{c2} + E_{p2} = E_{p1} + E_{c2}$$

$$\Rightarrow E_{M2} = E_{M1}$$

Remarque : au cours de la chute libre d'un solide, son énergie mécanique se conserve.

### Application :

Un solide est lancé d'une montagne située à une hauteur  $h=6\text{m}$  au-dessus du sol avec une vitesse  $\vec{V}_0 = 5\text{m/s}$ . Calculer la vitesse  $V$  avec laquelle le solide frappe le sol.

### Solution :

Données :  $h=6\text{m}$  ;  $\vec{V}_0 = 5\text{m/s}$

Calculons la vitesse  $V$  avec laquelle le solide frappe le sol.

- Position 1

$$E_{M1} = E_{c1} + E_{p1}$$

$$E_{M1} = \frac{1}{2} m v_0^2 + mgh_1$$

- Position 2

$$E_{M2} = E_{c1} + E_{p2}$$

$$E_{M2} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh_2 \text{ or au sol, } h=0$$

$$\Rightarrow E_{M2} = \frac{1}{2}mv^2$$

D'après la loi de conservation,

$$E_{M2} = E_{M1}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_1$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = m\left(\frac{1}{2}v_0^2 + gh_1\right)$$

$$v^2 = 2\left(\frac{1}{2}v_0^2 + gh_1\right)$$

$$v = \sqrt{2\left(\frac{1}{2}v_0^2 + gh_1\right)}$$

$$\text{AN : } v = \sqrt{2\left(\frac{1}{2}(5)^2 + 9,81 \times 6\right)}$$

$$v = 9,2m/s$$

#### d) Energie Cinétique et travail du poids

$$E_c = \frac{1}{2}mV^2 \text{ or } V^2 = 2gh$$

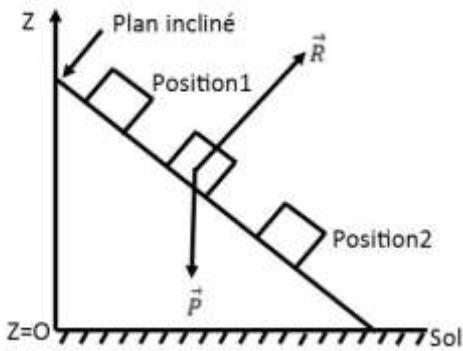
$$E_c = \frac{1}{2}m \times 2gh = mgh$$

$$E_c = W^{\vec{P}} = mgh$$

Dans un mouvement de chute libre, sans vitesse initiale, l'énergie cinétique du solide est égale au travail du poids, seule force appliquée au solide.

#### e) Exemple d'une chute libre sur un plan incliné

Etudions la chute, le long d'un plan purement incliné d'un solide S. On suppose que les forces de l'air sont négligées au cours de l'évolution du mouvement.



Au cours de ce mouvement, l'énergie mécanique du solide S est constante.

Cette conservation résulte du fait qu'il n'y a pas de force de frottements : la réaction R du solide est normale au plan incliné. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre les positions 1 et 2, on aura :

- Position 1 : on a les énergies suivantes :  $E_{M1}$ ,  $E_{C1}$  et  $E_{p1}$
- Position 2 : on a les énergies suivantes :  $E_{M2}$ ,  $E_{C2}$  et  $E_{p2}$

D'après le théorème de l'énergie cinétique

$$\Delta E_c = \Sigma W \vec{f}_{ext}$$

$$\Delta E_c = W \vec{P} \text{ Or } \Delta E_c = E_{c2} - E_{c1}$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = P \times Z$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = mg(Z_1 - Z_2)$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = mgZ_1 - mgZ_2$$

$$\Rightarrow E_{c2} - E_{c1} = E_{p1} - E_{p2}$$

$$\Rightarrow E_{c2} + E_{p2} = E_{p1} + E_{c2}$$

$$\Rightarrow E_{M2} = E_{M1}$$

Remarque : au cours de la chute sans frottement d'un solide sur un plan incliné, son énergie mécanique se conserve.

$$E_M = E_C + E_p = \text{Constante}$$

### Application :

On remonte le sceau d'un puits à l'aide d'un treuil. Le puits a une hauteur de 10m et le seau a un poids de 200N. Calculer son énergie potentielle.

### Solution :

Données :  $h=10\text{m}$  ;  $P=200\text{N}$

Calculons son énergie potentielle

$$E_P = mgh \text{ avec } P = mg$$

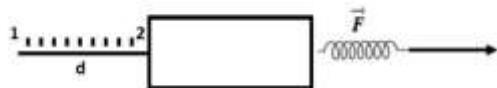
$$\Rightarrow E_P = P \times h$$

$$\text{AN : } E_P = 200 \times 10$$

$$E_P = 2000 \text{ J}$$

## II. Travail et Puissance

Le travail d'une force constante  $\vec{F}$  dont le point d'application se déplace d'une distance  $d$  dans la direction d'une droite d'action.



$$W \overrightarrow{F_{1/2}} = \vec{F} \times d$$

$W$  : en joule ;  $\vec{F}$  : en Newton ;  $d$  : en mètre

On définit le travail d'un poids comme le produit du poids avec sa hauteur : cas de poulie fixe.

$$W \overrightarrow{P_{1/2}} = \vec{P} \times h$$

$$W \overrightarrow{P_{1/2}} = m \times g \times h$$

La puissance effectuée par une force pendant la durée  $t$  est définie comme suit :

$$P = \frac{W}{t} \text{ Or } W = F \times d$$

$$\Rightarrow P = \frac{F \times d}{t} \text{ Sachant que } V = \frac{d}{t}$$

$$\Rightarrow P = F \times V$$

### Application :

Un sac de ciment de masse  $m=50\text{kg}$  lâché sans vitesse initiale, tombe en chute libre d'une hauteur de  $3\text{m}$ .

- a) Calculer le travail du poids
- b) Déterminer sa vitesse initiale si le sac arrive au sol avec une vitesse  $V=25\text{m/s}$ . On prendra  $g=9,81\text{N/kg}$

### Solution :

Données :  $m=50\text{kg}$  ;  $g=9,81\text{N/kg}$  ;  $h=3\text{m}$  ;  $V=25\text{m/s}$

- a) Calculons le travail du poids

$$W \vec{P} = \vec{P} \times h$$

$$W \vec{P} = \overrightarrow{m \times g} \times h$$

$$\text{AN : } W\vec{P} = 50 \times 3 \times 9,81$$

$$W\vec{P} = 1470j$$

b) Calculons la vitesse initiale

Position 1 :

$$E_{M_1} = E_{C_1} + E_{P_1} = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$$

$$E_{M_1} = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$$

Position 2 :

$$E_{M_2} = E_{C_2} + E_{P_2} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \text{ Or } h_2 = 0$$

$$E_{M_2} = \frac{1}{2}mv_2^2$$

La conservation de la quantité de mouvement s'écrit :

$$E_{M_1} = E_{M_2}$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$m\left(\frac{1}{2}v_1^2 + gh_1\right) = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$\frac{1}{2}v_1^2 = \frac{1}{2}v_2^2 - gh_1$$

$$v_1 = \sqrt{v_2^2 - gh_1}$$

$$\text{AN : } v_1 = \sqrt{(25)^2 - (9,81 \times 3)}$$

$$v_1 = 23,79m/s$$

### III. Théorème de l'énergie cinétique

Définition : entre l'état final et l'état initial, la variation de l'énergie d'un solide indéformable est égale à la somme algébrique des travaux de forces extérieures appliquées au solide.

$$\Delta E_c = W\overrightarrow{F_{ext}}$$

$$E_{cf} - E_{ci} = W\overrightarrow{F_{ext}}$$

Pour appliquer le théorème de l'énergie cinétique, il faut :

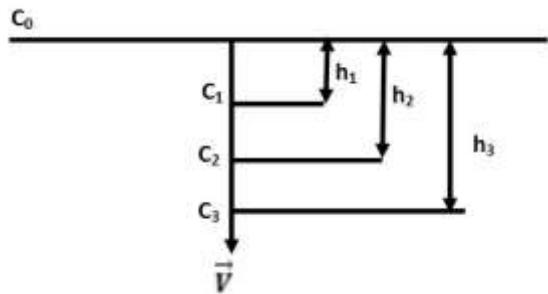
- Choisir un système indéformable ;
- Préciser les états initial et final ;
- Calculer la variation de l'énergie cinétique ;

- Faire le bilan des forces extérieures appliquées au système ;
- Appliquer le théorème de l'énergie cinétique.

Etat	Vitesse	Energie cinétique
i	$v_i$ ou $w_i$	$E_{Ci}$
f	$v_f$ ou $w_f$	$E_{Cf}$

### 1) Chute verticale d'une bille

Dans le cas des chutes libres, la relation qui exprime le travail montre que la seule force appliquée au corps c'est-à-dire son poids est égal à la variation de l'énergie cinétique du solide.



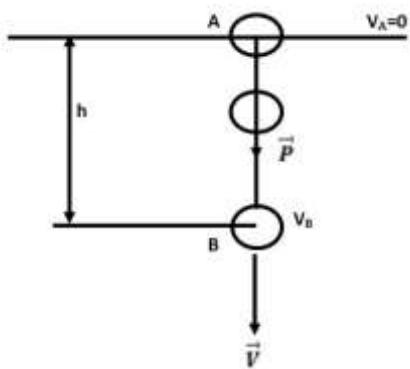
On observe immédiatement qu'au cours de la chute libre, la vitesse de la bille croît.

Donc la vitesse  $V$  et la hauteur  $h$  sont liées par une relation :

$$V^2 = 2gh$$

$$g = \frac{V^2}{2h} = \text{constante} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

#### ❖ Aspect énergétique



La bille part de A sans vitesse initiale ( $V_A = 0$ ), sa vitesse est  $V$  après la chute sur une hauteur  $h$ .

On peut calculer la variation de l'énergie cinétique et le travail de son poids.

- Le travail du poids  $\vec{P}$  de la bille entre les deux positions est :  $W_{A \rightarrow B} \vec{P} = P \cdot h$

$$W_{A \rightarrow B} \vec{P} = m \cdot g \cdot h$$

- La variation de son énergie cinétique EC est :

$$\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci}$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 \text{ Or } v_A = 0 \text{ et } v_B = v \text{ avec } v^2 = 2gh$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}m2gh$$

$$\Delta E_c = mgh = W_{A \rightarrow B} \vec{P}$$

## 2) Théorème de l'énergie cinétique pour un solide en translation

### ❖ Enoncé du théorème

On s'intéresse à un solide S en translation.

- A l'instant  $t_1$ , sa vitesse est  $v_1$  et son énergie cinétique est  $EC_1$  et vaut  $\frac{1}{2}mv_1^2$
- A l'instant  $t_2$ , sa vitesse est  $v_2$  et son énergie cinétique est  $EC_2$  et vaut  $\frac{1}{2}mv_2^2$

Entre les instants  $t_1$  et  $t_2$ , l'énergie cinétique du solide S varie.

$$\Delta E_c = E_{c2} - E_{c1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

**Conclusion :**

La variation de l'énergie cinétique d'un solide en translation entre deux instants  $t_1$  et  $t_2$  est égale au travail des forces extérieures qui lui sont appliquées entre ses deux instants.

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \Sigma \overrightarrow{WFext}$$

## 3) Théorème de l'énergie cinétique pour un solide en rotation



Lorsqu'un solide est en rotation autour d'un axe et soumis à des forces et des couples, son moment est modifié et sa vitesse angulaire  $w$  varie ainsi que son énergie cinétique.

Comme dans le cas du solide en translation, c'est le travail des forces et couples appliqués au solide sous forme d'énergie cinétique. Ainsi on admet l'énoncé suivant « **la variation de**

**l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe entre deux instants  $t_1$  et  $t_2$  est égal au travail des forces et couples qui lui sont appliqués entre ses deux instants ».**

Soit  $J_{(\Delta)}$ , le moment d'inertie du solide S par rapport à l'axe ( $\Delta$ ),  $w_1$  et  $w_2$ , les vitesses angulaires du solide S aux instants  $t_1$  et  $t_2$ .

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} w_2^2 - \frac{1}{2} J_{\Delta} w_1^2$$

**Preuve :**

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \text{ Or } v^2 = R^2 w^2$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m R^2 w_2^2 - \frac{1}{2} m R^2 w_1^2 \text{ Or } J_{\Delta} = m R^2$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} w_2^2 - \frac{1}{2} J_{\Delta} w_1^2$$

### **Exercices d'application**

#### **Exercice : 1**

Une bille de masse  $m=15g$  tombe d'un point A sans vitesse initiale et arrive au point B à la vitesse de  $10m/s$ .

Calculer la variation de son énergie cinétique si la hauteur parcourue vaut  $5m$ .

#### **Exercice : 2**

L'énergie mécanique d'un système terre-bille est  $0,049j$ . La masse de la bille  $m=10g$ .

- 1) Déterminer l'énergie cinétique de la bille en translation lorsque son énergie potentielle vaut  $0,029j$ .
- 2) Quelle est alors la vitesse de la bille ?
- 3) Trouver la valeur de l'énergie potentielle du système lorsque la vitesse de la bille vaut  $3,13m/s$ .

**Solution :**

#### **Exercice 1**

Données :  $m=15g=0,015kg$  ;  $v=10m/s$  ;  $h=5m$

Calculons la variation de l'énergie cinétique de la bille.

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \text{ Or } v_1^2 = 0$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m v_2^2 \text{ Avec } v_2^2 = 2gh$$

$$\Delta E_c = mgh$$

$$\text{AN : } \Delta E_c = 0,015 \times 10 \times 5$$

$$\Delta E_c = 0,75j$$

## Exercice 2

Données :  $E_M = 0,049j$  ;  $m=10g=0,01kg$  ;  $E_P = 0,029j$ ;  $V=3,13m/s$

1) Déterminons l'énergie cinétique de la bille

$$E_M = E_C + E_P \Rightarrow E_C = E_M - E_P$$

$$\text{AN} : E_C = 0,049 - 0,029$$

$$E_C = 0,02j$$

2) Déterminons la vitesse de la bille

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2E_C}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}}$$

$$\text{AN} : v = \sqrt{\frac{2 \times 0,02}{0,01}}$$

$$v = 2m/s$$

3) Trouvons la valeur de l'énergie potentielle

$$E_p = mgh \text{ Or } v^2 = 2gh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

$$E_p = mg \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

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

$$\text{AN} : E_p = \frac{1}{2} \times 0,01 \times (3,13)^2 E_p = 0,048j$$

## A. LES ONDES ET LES SONS

### CHAPITRE V : LA PROPAGATION D'UNE ONDE

#### I. Qu'est-ce qu'une onde ?

Lorsqu'on jette une pierre dans l'eau, des petites vagues successives se forment à la surface de l'eau. Ces vaguelettes progressent dans toutes les directions (en cercle concentrique à partir de l'endroit où est tombée la pierre) et s'atténuent petit à petit, ce sont les ondes.

Une onde est donc un phénomène physique qui résulte d'une perturbation (ici, l'impact de la pierre dans l'eau) dont les effets se propagent dans un milieu (comme à la surface de l'eau).

De manière générale, on peut dire qu'une onde est une perturbation qui se déplace (dans l'eau, l'air...).

#### II. Les différents types d'onde

Il existe différents types d'ondes en fonction du milieu dans lequel elles se forment puis se propagent.

##### a) Les vagues

Lorsque la pierre jeté dans l'eau atteint les premières molécules d'eau, celles-ci sont "déplacées" et déplacent leur voisines qui à leur tour déplacent les molécules voisines créant ainsi ce phénomène de vague qui avance à la surface de l'eau.

##### b) Le son

Lorsque l'on perturbe les molécules d'air (en parlant par exemple), l'on crée des ondes sonores c'est-à-dire les sons. Si on pouvait les voir, on verrait une alternance des fines couches d'air comprimées et d'autres dilatées.

##### c) La lumière

La lumière est une onde qui se propage dans le vide, l'air, l'eau ou dans certains matériaux transparents comme le verre.

#### III. Caractéristique d'une onde

Une onde est caractérisée par sa direction et sa vitesse de propagation. Dans le vide, la vitesse de la lumière vaut environ 300 000km/s mais dans tous les autres milieux, sa vitesse varie en fonction du milieu dans lequel elle se propage (l'eau, l'air...).

Une onde se caractérise généralement par son amplitude qui dépend de l'intensité avec laquelle se produit la perturbation qui en est à l'origine : plus l'on tape fort sur une cloche et plus le son émit est intact.

Enfin, une onde se caractérise par sa longueur d'onde (distance qui sépare deux crêtes) ou sa fréquence (nombre de crêtes qui défilent au même endroit par seconde).

La fréquence et la longueur sont liées par une relation.

$$\lambda = \frac{N}{v}$$

N : la fréquence Nu s'exprime en Hertz (Hz)

$\lambda$  : Lambda s'exprime en Hertz (Hz)

V : la vitesse de propagation s'exprime en m/s

#### **IV. A quoi servent les ondes**

Nos yeux sont les récepteurs de lumière, ils nous permettent de voir l'onde lumineuse, tandis que nos oreilles nous permettent de capter les ondes sonneurs. Voir, entendre une onde transporte donc des informations qu'un capteur (les yeux, les oreilles...) peut enregistrer, analyser et déchiffrer, parfois restituer sous une forme d'onde.

#### **V. La lumière**

Qu'est-ce que la lumière ? D'où vient-elle ? Comment se propage-t-elle ?

##### a) Les sources et les récepteurs de la lumière

Par définition, la lumière est une onde lumineuse d'où sa propagation s'oriente dans toutes les directions.

Si le soleil et un arbre sont bien tous les deux visibles, le 1<sup>er</sup> semble produire lui-même la lumière qui nous parvient tandis que le second a besoin d'être éclairé pour être vu. Il existe donc deux types de sources lumineuses : les sources primaires et secondaires.

##### b) Les sources primaires de lumière

Une source primaire de lumière comme le soleil, l'écran d'un ordinateur ou les lampes électriques produisent elles-mêmes la lumière qui nous parviennent.

D'autres sources primaires sont : ampoule électrique, laser.

##### c) Les sources secondaires de lumière

Une source secondaire de lumière, comme un arbre ou une personne, ne peut être vu que, s'il est éclairé. La lumière projetée sur l'objet réfléchit sur une partie (l'autre partie étant absorbée) : on dit que la lumière est diffusée par l'objet.

Toutes les sources secondaires ne diffusent pas la lumière de la même façon. Par exemple, le miroir d'un phare qui réfléchit dans une direction particulière, toute la lumière qu'il reçoit de la lampe nous permet d'observer cette lumière à très grande distance. Un arbre diffuse moins de lumière qu'un miroir mais il le fait dans toutes les directions. Un objet totalement noir ne réfléchit quasiment pas de lumière.

## CHAPITRE VI : PROPAGATION DU SON

### Introduction

Parmi nos 05 organes de sens, il y'en a 02 qui résultent de la perception d'onde : la vue pour les ondes lumineuses (lumière) et l'ouïe pour les ondes sonores (son). Il existe de nombreuses sources sonneurs plus ou moins agréables : certaines sont naturelles (le bruit des vagues, le chant des oiseaux...) et d'autres artificielles (un riff de guitare, le bruit de marteau piqueur, les moteurs des véhicules en marche). Mais quel que soit leur origine, les sons sont tous produits de la même manière.

#### 1) Comment le son se forme-t-il ?

Pour qu'un son soit produit, il faut qu'un objet vibre (une corde de guitare, une membrane d'un haut-parleur...). Les vibrations de l'objet font vibrer les molécules d'air environnant, lesquelles font à leur tour vibrer les molécules voisines. Les molécules d'air subissent des variations de pressions : c'est ainsi que le son résulte d'une variation de la pression de l'air dans l'espace qui se transmet de molécule en molécule.

#### 2) La vitesse du son

Comme la vitesse de la lumière, la vitesse du son dépend du milieu dans lequel il se propage dans l'air. La vitesse du son est d'environ 330m/s soit 1000km/h. Mais celle-ci peut varier notamment avec la température : elle sera par exemple de 331,6m/s à 0°C et de 334m/s à 20°C, le son peut également se propager dans d'autres milieux comme eau et matériaux.

Sa vitesse augmente avec la densité du milieu ; le son se propage moins vite dans l'air que dans l'eau (dont la densité est plus grande) et encore plus vite dans les solubles.

Toutefois contrairement à la lumière, "le son ne peut pas se propager dans le vide, ainsi dans l'espace règne un silence absolu" : c'est par ce qu'on utilise le double vitrage qui est en fait constitué de vide entouré de deux plaques de verre pour atténuer fortement les bruits de la rue.

#### 3) Nature et propagation du son

##### - Propagation et réflexion

Les ondes sonores ont besoin d'un milieu élastique pour se propager. En d'autres termes, le son ne se propage pas dans le vide. L'expérience célèbre qui consiste à placer une sonnette électrique sous une cloche en verre, l'illustre de façon spectaculaire : le son émis s'atténue de plus en plus au fur et à mesure que le vide s'établit.

La célérité des ondes dépend du milieu où elles se propagent :

- ✓ Dans l'air, à la température ordinaire  $c=340\text{m/s}$
- ✓ Dans l'eau,  $c=1500\text{m/s}$
- ✓ Dans un métal,  $c=5000\text{m/s}$

Remarque : on peut déterminer, approximativement la célérité du son dans l'air grâce au phénomène bien connu de l'écho.

Exemple : une paroi située à la distance  $d = 750\text{m}$  d'un observateur O, renvoie à ce dernier l'écho de sa voie avec un retard  $t = 4,5\text{s}$ . En déduire la célérité du son dans l'air.

## Solution

$d' = 2d$  car le son a fait un sens aller-retour

$$t = 4,5s$$

$$\text{La célérité } c = \frac{d'}{t} = \frac{2d}{t}$$

$$\text{AN : } c = \frac{1500}{4,5} = 330m/s$$

### 4) Comment détecter une onde sonore ?

L'oreille mise à part, le détecteur de choix est le microphone. Cet appareil comporte une membrane élastique que l'onde sonore met en vibration. La membrane d'un bon micro reproduit donc avec un certain retard et un certain amortissement, le mouvement d'une source.

### 5) Intensité, hauteur, timbre d'un son

#### a) Intensité d'un son

Lorsqu'on augmente l'intensité du courant qui alimente le haut-parleur, on perçoit un son de plus en plus fort, de plus en plus intense : on dit, plus un son est intense, plus l'amplitude des vibrations sonores est grande.

#### b) Hauteur d'un son

Lorsqu'on agit sur le haut-parleur pour qu'il émette un son grave puis un son aigu, on dit que la hauteur du son varie.

D'une manière générale, plus un son est aigu, plus sa fréquence est élevée. Pour pouvoir repérer la hauteur des différentes notes, les compositeurs ont, depuis longtemps, découpé le domaine des fréquences audibles en intervalle musicaux : l'octave, la quinte, la tierce...

Deux notes sont séparées par un intervalle d'une octave si la fréquence de la note la plus aigüe est le double de la fréquence de la note la plus grave.

L'oreille humaine n'est pas sensible à toutes les fréquences. En moyenne, les fréquences audibles sont comprises entre 20 et 20.000Hz.

La vibration des fréquences supérieures, appelées ultrasons peuvent cependant être perçues par les chiens ou les chauves-souris.

#### c) Timbre d'un son

Les timbres d'un son sont des notes qui ont une même hauteur. Les notes qui sonnent différemment se distinguent par leur timbre.

### 6) Instruments à corde

#### a) Modes de vibration d'une corde

Tendons une corde entre deux chevalets A et B séparés par la longueur  $l$ . Mettons-la en vibration en la pinçant ou en la frappant.

Elle peut varier suivant différents modes simples.

Pour la fréquence la plus basse N, la corde émet alors le son fondamental. Les sons de fréquences 2N, 3N... constituent les harmoniques d'ordre 1, 2, 3....

b) Comment calculer la fréquence N du son fondamental ?

Soit une corde de longueur l, de masse linéique  $\mu = \frac{m}{l}$  (m, la masse de la corde) soumise à une tension F, vibre dans le mode fondamental, à la fréquence  $N = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

$N$  en Hz ;  $l$  en m ;  $F$  en N ;  $\mu$  en kg/m

Remarque : soit  $\gamma$ , la longueur d'une onde sonore,  $N$  sa fréquence et  $C$  sa célérité, la relation reliant  $\gamma$ ,  $C$  et  $N$  est :  $\gamma = \frac{C}{N}$

$\gamma$  en m

$C$  en m/s

$N$  en Hz

Exemple : Calculons la longueur d'onde  $\gamma$ , dans l'air, d'une onde sonore dont la fréquence est  $N = 440Hz$  et  $C = 340m/s$

Solution

$$\gamma = \frac{C}{N}$$

$$AN : \gamma = \frac{340}{440}$$

$$\gamma = 0,77m$$

# **EXPOSES**

**THEME : AUTOMOBILE**

## **INTRODUCTION**

Une automobile est un véhicule terrestre à roues muni d'un moteur et d'une réserve d'énergie. Ce type de véhicule est conçu pour le transport terrestre de personnes mais sa définition peut s'étendre jusqu'au transport de marchandises ainsi que jusqu'à des véhicules pouvant fonctionner sur tout terrain.

Etymologiquement, le terme « automobile », provient du latin *mobilis* (qui bouge) et du grec *auto* (soi-même), ce qui lui confère un caractère très distinctif de la voiture.

L'usage limite l'emploi du terme automobile aux véhicules de dimensions inférieures à celle des bus et camions, mais englobe parfois les véhicules utilitaires légers à usage personnel.

Bien qu'étant des véhicules automobiles, des roues motorisées ne sont pas classées parmi les automobiles.

## **DEVELOPPEMENT**

### **1- Moteur à quatre temps**

Les pièces sont : la came, la soupape, la bougie, le piston, le vilebrequin, la distribution, la bielle, chambre de combustion, la lubrification.

#### **a- Admission**

La soupape d'admission est ouverte, celle d'échappement fermée. Le piston descend, entraîne l'énergie cinétique du vilebrequin et du volant. La dépression qu'il crée aspire dans le cylindre le mélange d'air et d'essence pulvérisé dans le carburateur et en partie vaporisé.

#### **b- Compression**

Les deux (2) soupapes sont fermées. Le piston toujours entraîné par l'énergie cinétique, remonte en comprimant le mélange admis dans la chambre de combustion.

#### **c- Combustion - Détente**

Le mélange d'air-carburant est alors enflammé, habituellement par une bougie d'allumage, aux environs du deuxième point mort haut (remontée complète du piston).

La pression de gaz portée à haute température lors de la combustion force le piston à descendre pour le troisième temps (combustion-détente). Ce mouvement est le seul temps moteur (produisant de l'énergie directement utilisable).

#### **d- Echappement**

La soupape d'échappement s'ouvre seule. Le piston entraîné par l'énergie cinétique des pièces en rotation remonte, refoulant par les tubulures d'échappement, les gaz brûlés dans l'atmosphère. Au point mort haut, la soupape d'échappement se referme, celle d'admission s'ouvre, le cycle recommence.

### **2- Taux de compression**

En mécanique, le taux de compression d'un moteur à piston, aussi appelé rapport volumétrique, est un rapport théorique de comparaison entre le volume de la chambre de

combustion (lorsque le piston est au point mort haut) et le volume du cylindre (lorsque le piston est au point mort bas).

Le taux de compression se calcule selon la formule suivante :

$$\text{Taux de compression} = \text{Volume de la chambre de combustion} / \text{Volume du cylindre}$$

La pression moyenne indicative est le rapport  $P_{mi} = \frac{C\theta}{V_{cyl}}$  en Pascal (Pa)

(Où  $C$  : couple moyen effectif produit par le moteur sur un cycle, exprimé en Newton-Mètre et  $\theta$  est l'angle de rotation du moteur pendant un cycle, exprimé en radians soit  $2\pi$  pour un moteur à deux temps et pour  $4\pi$  un moteur à quatre temps).

Les moteurs modernes à allumage commandé ont un taux de compression allant en moyenne de 16 à 20 pour ceux à injection directe et de 19 à 23 pour ceux à injection indirecte. Cette valeur est déterminée lors de la conception du moteur et reste invariable sur les moteurs conventionnels.

### 3- Indice d'octane

L'indice d'octane mesure la résistance d'un carburant utilisé dans un moteur à allumage commandé à l'auto-allumage (allumage sans intervention de la bougie). Ce carburant est très généralement l'essence. On parle assez souvent de capacité antidétonante du carburant pour un carburant d'indice d'octane élevé, un carburant ayant tendance à l'auto-allumage pouvant dans certains cas transiter à la détonation.

On dit qu'un carburant a un indice d'octane de 95 par exemple, lorsque celui-ci se comporte du point de vue auto-allumage, comme un mélange de 95% d'iso-octane qui est résistant à l'auto-inflammation (son indice est 100 par définition) et de 5% de n-heptane qui lui, s'auto-enflamme facilement (son indice est de 0 par définition).

Pour mesurer l'indice d'octane, on se sert d'un monocylindrique spécial (moteur CFR ou Cooperative Fuel Research). On mesure l'indice d'octane du produit à étudier et, par comparaison avec les valeurs obtenues dans la mesure des produits de référence, on connaît l'indice d'octane du produit.

Le moteur CFR est alimenté, tour à tour, avec le carburant à étudier et des carburants de référence dont les pourcentages respectifs d'iso-octane et d'heptane sont connus.

Pour améliorer l'indice d'octane, on ajoute les produits antidétonants (par exemple du tétra éthyle de plomb, maintenant interdit dans le monde entier) qui permettent l'utilisation du carburant dans un moteur à plus haut taux de compression, et donc potentiellement un moteur à plus haut rendement. Il est donc faux de penser qu'un carburant à plus haut indice d'octane est un carburant à haute teneur d'énergie.

Il est aussi erroné de vouloir mettre un carburant à haut indice d'octane que celui pour lequel le moteur est conçu afin d'en augmenter le rendement : chaque moteur nécessite un carburant ayant un indice d'octane minimum pour fonctionner correctement. Tout supplément d'indice d'octane n'a aucun effet sur le moteur, sa consommation ou sa longévité, sauf si ce dernier possède un calculateur ayant pour fonction de gérer l'avance à l'allumage à la limite du cliquetis, en exploitant l'information fournie par un capteur de cliquetis (le plus souvent, l'accéléromètre solidaire du bloc cylindre).

Si on utilise un carburant à indice d'octane trop faible dans un moteur, le combustible risque de s'enflammer spontanément à cause de la compression dans le cylindre. Lorsqu'un tel allumage spontané se produit, la combustion se fait dans les conditions anormales qui fatiguent l'embielage et le vilebrequin. Dans ce cas, on dit que le moteur cliquette.

#### 4- Puissance et rendement

En physique, la puissance reflète la vitesse à laquelle un travail est fourni. C'est la quantité d'énergie par unité de temps fourni par un système à un autre. La puissance correspond donc à un débit d'énergie : si deux systèmes de puissances différentes fournissent le même travail (la même énergie), le plus puissant des deux est celui qui est plus rapide. La capacité d'un système à fournir un travail en un temps donné s'exprime par le rapport inverse, l'intégrale de la puissance fournie par rapport au temps représente le travail total fourni. Il s'exprime en watts, en joule par seconde ou en kg m<sup>2</sup> s<sup>-3</sup>. Une unité ancienne était le cheval vapeur, où la capacité de traction d'une machine à vapeur est comparée à celle d'un cheval de trait.

Le rendement d'un moteur augmentant avec son taux de compression, on cherche à augmenter ce dernier.

Toutefois, sur les moteurs à allumage commandé, un taux de compression élevé favorise l'apparition du cliquetis, la compression plus élevée du mélange carburé pouvant provoquer un auto-allumage incontrôlé, nuisible au bon fonctionnement du moteur. C'est pourquoi dans le cas d'un moteur à allumage commandé ayant un taux de compression élevé, il faut utiliser un carburant ayant un indice d'octane suffisant.

#### 5- Tenue de route

La tenue de route est une expression mal définie, décrivant le comportement d'un véhicule (automobile ou motocyclette essentiellement).

Cette expression tente de décrire si les réactions d'un véhicule aux accidents routiers (bosses, trous, virages, etc.) sont saines ou conformes aux attentes du conducteur.

On peut notamment évaluer la tenue de route d'une voiture par rapport à un test d'évitement aussi appelé baïonnette. La voiture doit aller de gauche à droite, en évoluant entre les cônes. Plus la voiture est capable de passer vite entre les cônes, meilleure est la tenue de route. La tenue de route c'est-à-dire le comportement routier est essentiellement déterminé par la capacité à rester sur la route et sur la trajectoire voulue (la voiture) quelque soient les circonstances (en virages, sur sol gras, humide ou à basse adhérence, en charge ou non) mais maîtriser en cas de situation d'urgence.

Un certain nombre de phénomènes peuvent entrer en ligne de compte :

- La géométrie du véhicule : empattement, chasse, pincement, carrossage, voie.
- Les suspensions : dureté des ressorts, qualité de l'amortissement, répartition des masses pneumatiques (dimensions, pression, forme, sculptures, gommes).
- La motricité : la transmission avant, arrière ou intégrale, la présence d'un différentiel, rigidité du châssis, la dynamique du véhicule etc.

L'ensemble de ces éléments peut conduire à un certain nombre d'anomalies de comportement routier.

- Un empattement trop long rend le véhicule peu maniable, alors que trop court, il devient instable ;
- Une chasse trop longue ou trop courte a les mêmes effets, ses suspensions trop raides provoquent un décollement des roues du sol ;
- Un amortissement trop faible provoque des ondulations infinies sur mauvais revêtement;

Toutes sortes de causes peuvent provoquer un guidonnage ;

Une voie trop étroite, un centre de gravité trop haut et une absence de système antiroulis facilitent le versement en virage ;

Une mauvaise répartition des masses peut engendrer un comportement sous-vireur ou survireur (également influencé par le type de transmission).

## 6- Freinage

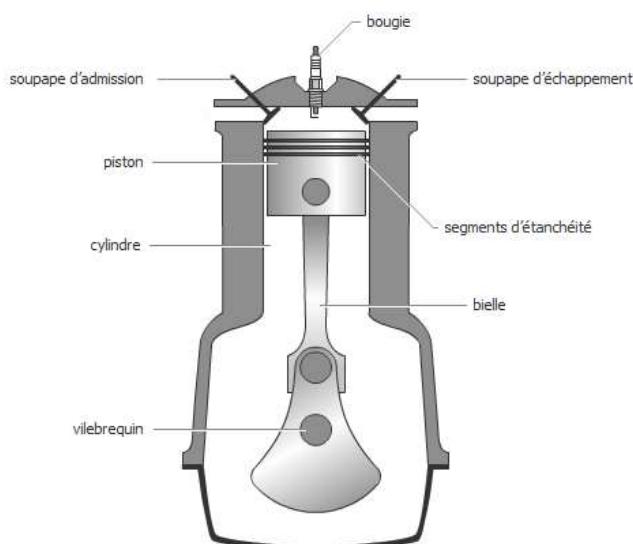
Un frein est un système permettant de ralentir, voire immobiliser les pièces en mouvement d'une machine ou un véhicule en cours de déplacement.

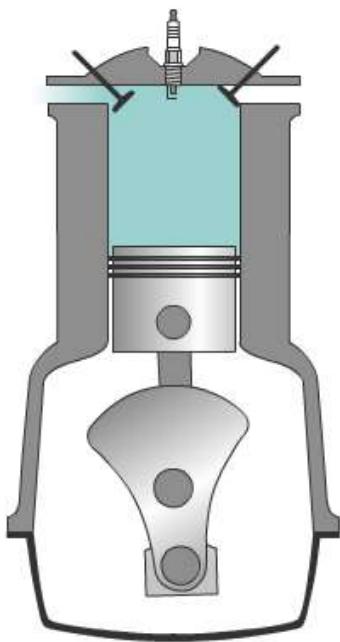
Son fonctionnement repose sur la dissipation de l'énergie cinétique du véhicule (liée à la vitesse et à la masse :  $E = \frac{mv^2}{2}$ ) en énergie thermique. Le frottement de pièces mobiles (motors) sur les pièces fixes (stators) est un constituant qui permet d'absorber et de résister à la chaleur et au coefficient de frottements entre elles.

Les freins constituent un organe de sécurité important sur les véhicules, ils permettent de réguler la vitesse, et de s'arrêter, donc notamment d'éviter une collision (freinage d'urgence).

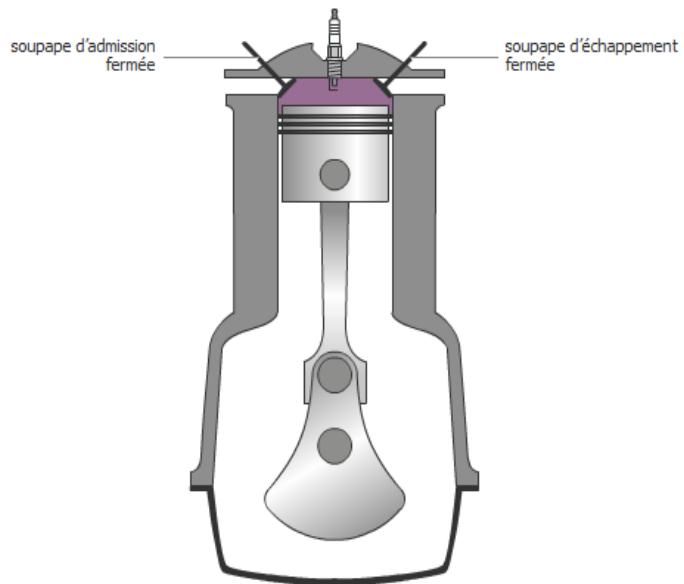
Sur les machines ayant des pièces en mouvement, la gestion du mouvement est un élément important du travail de la machine, et en cas de défaillance d'accident, l'arrêt de la machine est une nécessité absolue. Dans un véhicule, le conducteur exerce un effort sur une commande pédale dans le cas d'une automobile. Dans le cas d'un circuit pneumatique, on peut « inverser » la logique d'effort : sans pression dans le circuit, le frein est serré par un puissant et la pression sert à écarter le frein.

En cas de système de freinage défaillant ou de surcharge, on peut utiliser ce qu'on appelle frein moteur qui consiste à rétrograder afin de ralentir le véhicule.

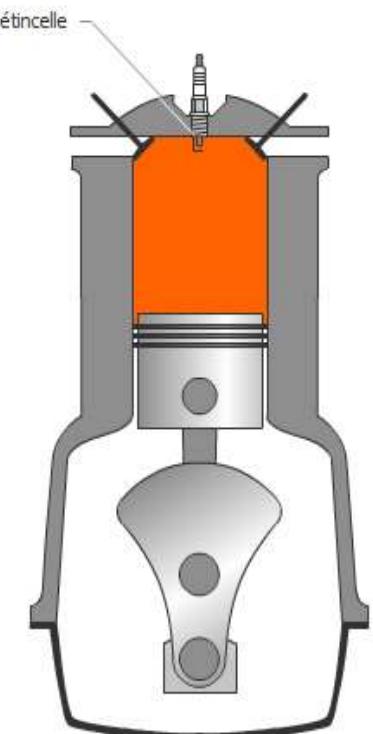




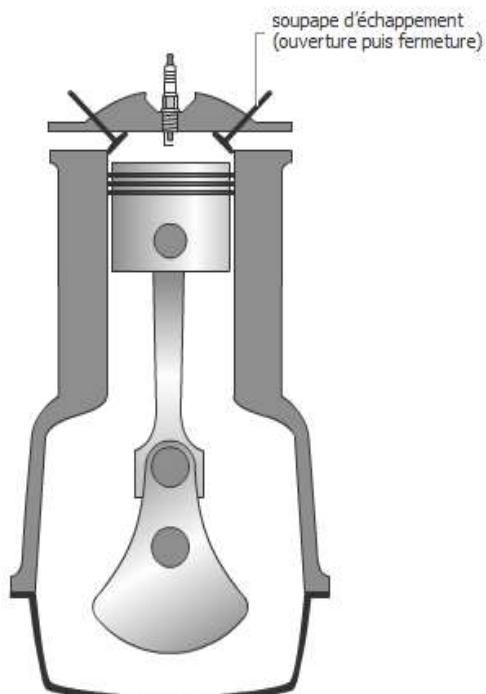
**1er temps: Admission**



**2eme temps: compression**



**3e temps: combustion**



**4e temps: échappement**

## CONCLUSION

En définitive, nous pouvons dire que l'automobile est un moyen de transport de personnes mais aussi des marchandises du point de vue de leur taille et de leur forme. L'automobile a une place beaucoup plus importante dans notre société. Les quatre (4) temps sont : l'admission, la compression, la combustion - Détente et l'échappement. Ne pas confondre automobile à la voiture ni au camion.

**THEME : AVIONS ET ENGINS SPATIAUX**

## INTRODUCTION

De nos jours, les avions et les engins spatiaux occupent une place importante dans la vie des humains. Au lieu des bateaux et les véhicules, les avions permettent de faire des voyages de longues distances en des courtes durées.

De même, les autres engins spatiaux comme les fusées, les navettes spatiales et les vaisseaux spatiaux sont importants puisqu'ils aident l'Homme à faire des progrès dans la colonisation de l'espace et l'exploration des autres planètes, des astres, des étoiles etc. à des fins scientifiques. Pour que ces avions et engins spatiaux volent, plusieurs conditions doivent être mises en place telles que la résistance de l'air, la vitesse subsonique et supersonique, le principe de propulsion par réaction, la rentrée dans l'atmosphère, le propergol et autres.

### I. DEFINITION

- ✓ Avions : un avion est un véhicule spatial réutilisable, pouvant regagner la terre par ses propres moyens dans les conditions d'un aérodrome.

Il y'a deux sortes d'avions, un avion orbital et un avion suborbital. Le premier est capable de se placer sur une orbite autour de la terre alors que le second ne permet de sortir de l'atmosphère qu'en suivant une trajectoire parabolique le ramenant sur terre.

- ✓ Engins spatiaux : les engins spatiaux sont des appareils pouvant voler ou même sortir hors de l'atmosphère terrestre. Ces engins peuvent être des avions, des navettes spatiales, des fusées, des vaisseaux spatiaux, des sondes spatiales, des cargos spatiaux etc.

Quelques noms des engins spatiaux sont : Skylon, Vostok, Shenzou, Galileo, Tiangong, Saliout etc.

### II. AVIONS ET ENGINS SPATIAUX

#### 1- Résistance de l'air

L'air s'oppose au déplacement des véhicules par une force de résistance que l'on peut facilement ressentir lorsque l'on roule à motocyclette ou même à vélo. Pour une bonne résistance et principalement pour réduire la consommation de carburant ou l'énergie motrice, les constructeurs d'automobiles, d'avions ou même de trains et de camions recherchent les formes ou profils aérodynamiques qui permettent d'optimiser l'écoulement de l'air autour du véhicule lors de son mouvement. Ces études se font à la fois de façon expérimentale en soufflerie par exemple et de façon théorique par la mise en équation et la simulation numérique en mécanique des fluides. La science de l'aérodynamique est à la base de l'aéronautique et du transport aérien.

La résistance de l'air est la force de freinage que l'air oppose au mouvement. Cette force varie avec la vitesse, elle est proportionnelle à  $V \leq \pi$  (plus petit que  $2m/s \cdot F = XV$ , constante géométrique). Pour les vitesses comprises entre 2m/s et quelques dizaines de mètre par seconde, elle croît avec le carré de la vitesse  $F = XV^2$ .

Les études entre les laboratoires spéciaux (en soufflerie) ont permis d'adapter la géométrie des appareils à leur condition de vol. On appelle « nombre de mach » le rapport  $M = \frac{V}{a}$  (célérité ou vitesse de son).

## 2- Vitesse subsonique et vitesse supersonique

Le nombre de Mach est le rapport de la vitesse  $V$  du véhicule par rapport à l'air (ou la vitesse de l'air dans une soufflerie) à la célérité du son dans l'air  $a = M = \frac{V}{a}$ . Un écoulement est dit subsonique si la vitesse du fluide est inférieure à la vitesse du son ( $M < 1$ ), supersonique si la vitesse est supérieure ( $M > 1$ ). Aux alentours de Mach 1, les écoulements sont dits transsoniques car autour d'un obstacle ou d'un véhicule, la vitesse varie, faisant apparaître les zones supersoniques. Un écoulement d'un obstacle est en régime subsonique lorsque le nombre de Mach est supérieur au Mach critique qui correspond à l'apparition d'une onde de choc.

## 3. Principe de propulsion par réaction

Réalisons une expérience illustrant le moteur d'une fusée : plaçons un brûleur à gaz (B) sur un flotteur : allumons-le. Des gaz chauds (G) sont éjectés ; le brûleur se met en mouvement dans le sens opposé.

Le brûleur exerce une force  $\vec{F}_B \rightarrow G$  sur le gaz alors que les gaz éjectés exercent une force opposée  $\vec{F}_G \rightarrow B$  qui met le système en mouvement. La force  $\vec{F}_B \rightarrow G$  est appelée **Action** et la force  $\vec{F}_G \rightarrow B$  est appelée **Réaction**.

Cette expérience montre une propulsion par réaction, une éjection de matière dans un sens provoque le déplacement dans l'autre sens. Les fusées et certains animaux marins se déplacent aussi par réaction.

La propulsion par réaction d'un système mécanique dans un sens résulte de l'éjection de matière par le système dans un sens opposé.

## 4- La fusée

C'est une pièce d'artifice se propulsant par réaction grâce à la combustion de la poudre, véhiculé par un ou plusieurs moteurs à réaction et pouvant se propulser hors de l'atmosphère. Il existe deux sortes de fusées : fusée habitable et fusée suborbitale non habitable. Elles permettent toutes, d'effectuer des mesures et des expériences scientifiques.

La première fusée a été fabriquée en 1928 par Lippish.

## 5. La rentrée dans l'atmosphère

La rentrée dans l'atmosphère est la phase durant laquelle un objet naturel (météorite) ou artificiel (satellite, fusée, vaisseau spatial...) pénètre dans l'atmosphère.

Les vitesses vont de quelques km/s à 47km/s pour les objets d'origine humaine et peuvent dépasser 70km/s pour les objets naturels.

La loi exceptionnelle implique qu'il n'existe pas de limite séparant l'atmosphère du vide spatial. On choisira donc une limite arbitraire à partir des effets sur l'objet et tout d'abord sur son attitude. Les effets sur la vitesse (mouvement de centre de gravité) étant largement postérieurs.

Dans le cas terrestre, on utilise généralement la valeur de 120km. Cette valeur est arbitraire mais, correcte pour la plupart des objets, qu'il s'agisse d'une sonde spatiale ou d'une navette spatiale.

Elle est faible pour les objets de rapport *diamètre/masse* déplorable.

Dans le cas général, l'atmosphère utilisée pour prédire la rentrée est donc constituée par des profils verticaux, de toutes les qualités d'intérêts (composition, vent, température, pression...).

## **6- Propergol**

Le propergol est un produit de propulsion constitué d'un ou plusieurs ergols (substance homogène employée seule ou en association avec d'autres substances, destinée à fournir de l'énergie) et apte à fournir par réaction chimique l'énergie de réaction mécanique d'un moteur-fusée.

## **CONCLUSION**

La résistance de l'air, la vitesse subsonique, la vitesse supersonique, le principe de propulsion ou encore la rentrée dans l'atmosphère font partie des conditions permettant à nos engins spatiaux et nos avions de s'envoler dans l'air mais au cas où l'une d'entre elles fait faille, nous pourront en déduire que ces appareils ne pourront décoller du sol ou l'Homme qui s'y trouvera, perdra sa vie.

D'une manière générale, nous pouvons dire que les engins spatiaux et les avions ont permis à l'Homme de faire des progrès dans le domaine de l'aviation et dans le domaine aéronautique. Toutefois, tous les progrès scientifiques n'ont pas que des avantages ; les résultats de l'aviation et l'aéronautique sont certes beaucoup plus positifs mais ont causé la mort de plusieurs personnes lors des crashes des avions ou lors des explosions des fusées et autres.

**THEME : ENERGIE STELLAIRE**

## INTRODUCTION

La physique stellaire est la branche de l'astrophysique qui étudie les étoiles. Notre univers est formé de plusieurs grandes structures (Galaxie, Amas de galaxie). L'astronomie, sur laquelle nous avons eu quelques expériences au laboratoire peut nous aider à comprendre ce qui se passe dans l'univers qui nous entoure.

### I. ENERGIE STELLAIRE

#### A. EVOLUTION D'UNE ETOILE

L'évolution d'une étoile ou évolution stellaire désigne l'ensemble de phénomènes allant de la connaissance, la vie et la fin d'une étoile. L'étude sera axée sur trois (03) phases principales :

##### 1. Naissance d'une étoile

Comme les humains, les étoiles naissent, grandissent et meurent. Leurs berceaux sont immenses: nuages, froids de gaz (température proche de zéro absolu, fixé à -273°C) et de poussière que l'on appelle des « nébuleuses ». La plus célèbre d'entre elle est la nébuleuse d'Orion, qui est visible à l'œil nu. A mesure qu'elle rétrécit, les nuages se divisent en protoétoile. Chaque proto étoile devient alors si chaude et si dense que des réactions nucléaires se déclenchent lorsque la température atteint dix mille degrés (10000°C), la protoétoile devient une nouvelle étoile.

Après leur naissance, la plupart des jeunes étoiles se trouvent au centre d'un disque plat de gaz et de poussière, autour du centre de la galaxie. C'est la phase la moins connue de la vie d'une étoile, car les poussières rendent ses nuages opaques. Une grande partie de cette matière est emportée par le rayonnement de l'étoile. Avant que cela se produise, des planètes peuvent se former autour de l'étoile.

##### ✓ D'où vient l'énergie des étoiles ?

Les étoiles émettent sans cesse une énergie qui semble quasi infinie. Elle ne consomme pas d'énergie comme un feu ou comme une pile, mais elle la produise .D'où tirent-elles une telle quantité d'énergie ? De leur masse ! Elles convertissent tout simplement leur masse en énergie tout simplement, mais de manière plutôt renversante si on a admis que le monde se divise en deux parties séparées et opposées : la matière et l'énergie. C'est la fusion nucléaire qui est la réaction physique, fondement de l'énergie entraînant l'émission de rayonnement par le soleil et les étoiles. La fusion signifie que deux noyaux atomiques s'unissent pour former un seul noyau. Cette réaction ne peut pas se dérouler dans des conditions normales de la matière, mais seulement au cœur des étoiles, dans des conditions extraordinairement élevées de température et de pressions. L'état qui permet cette réaction est appelé « plasma » ; c'est cette fusion nucléaire qui permet également à l'hydrogène des étoiles de se transformer successivement en hélium, beryllium, en lithium et en divers autres noyaux atomiques, tout en émettant de rayonnement alpha et gamma. En fusionnant, les noyaux atomiques transforment une partie de leur masse d'inertie en énergie rayonnée selon la formule  $E=mc^2$  où E est l'énergie rayonnée, m la masse transformée et c la vitesse de la lumière. En effet, le noyau formé de l'union des deux noyaux atomiques est d'une masse inférieure à la somme des deux noyaux .La masse perdue a été transformée en énergie.

## 2. Vie d'une étoile

A l'échelle humaine, les étoiles paraissent éternelles. Pourtant, une «étoile a un début et une fin, une naissance et une mort ». Mais la vie d'une étoile se réalise en un temps très long : des certaines de milliers d'années pour les étoiles très massive, des millions ou des milliards d'années pour les étoiles peut massives. Durant sa vie, une étoile émet des particules et des rayonnements électromagnétiques. La plus grande partie de l'existence d'une étoile se pose sur la séquence principale où elle brûle de l'hydrogène pour former de l'hélium.

Une fois le cœur de l'étoile approprié en hydrogène, elle quitte la séquence principale pour évoluer vers son stade ultime d'évolution laissant un objet compact : une naine blanche, une étoile à neutrons ou encore un trou noir.

Plus sa masse est importante, plus la combustion est rapide. Plus une étoile est massive, plus courte est sa durée de vie. Le destin d'une étoile est donc conditionné par sa masse :

- Les étoiles de type solaires (étoile de masse inférieure à 1,44 fois celle du soleil) ne subissent que les premières étapes nucléaires avant de finir leur vie en naines blanches ;
- Les étoiles massives (étoiles de masse supérieur à 1,44 fois celle du soleil) finissent par exploser en supernova soit complètement en ne laissant rien derrière elles, soient, parfois, en donnant naissance à un objet complet (étoile à neutrons ou trou noir) ;
- Les étoiles de masse inférieure à 0,06 fois celle du soleil n'amorcent quant à elle jamais les réactions de fusion de l'hydrogène et finissent leur vie en naines brunes (petites étoiles avortées qui ne brillent que très faiblement).

## 3. Fin d'une étoile

Il suffit de remarquer qu'une étoile rayonne pour comprendre que les étoiles ne peuvent durer éternellement.

Les étoiles ont toute une fin. Leur mort peut être très vite, comme très lente. En fait cela dépend de leur densité et de leur production d'énergie.

Elles passent leur vie à briller sans cesse jusqu'à l'épuisement de leurs combustibles, l'hydrogène. Alors commence la mort. Dans une première phase, l'étoile devient plus brillant et augmentent de volume dans les proportions énormes, se transformant en géant rouge ou en super géant. La phase suivante dépend de la masse de l'étoile. Celles de faible masse éjectent leurs couches supérieures et s'éteignent lentement. Les plus massives meurent dans une spectaculaire explosion appelée supernova.

## B. LES DIFFERENTES SORTES D'ETOILES

- Naines blanches : petites étoiles très chaudes, leur taille n'excède pas celle de la terre ;
- Naines jaunes : étoiles semblables au soleil, à peu près 15000000 km de diamètre, 6000°C en surface ;
- Etoiles bleues : dix fois plus grosses que le soleil, dix fois plus brillantes, avec une température en surface de 50000°C ;

- Super géants : les plus grosses étoiles, des centaines de millions de kilomètre de diamètre, relativement froides, incroyablement lumineuses (les plus brillantes sont un million de fois plus lumineuses que notre soleil) ;
- Géants rouges : étoiles brillantes mais froides à cause de leur taille généralement environ 30 fois de plus que le soleil ;
- Naines rouges : à peu près un dixième de la taille du soleil avec une température en surface avoisinant les 3000°C ;
- Supernova : la dernière de la chaîne d'élément lourde produit dans le noyau d'un super géant est le fait qui s'y accumule rapidement.

## I. ENERGIE SOLAIRE

Le soleil n'est qu'une étoile parmi tant d'autre, mais il est indispensable pour tous les êtres vivants de la terre. Cette énorme boule de gaz en fusion nous apporte la chaleur et la lumière. Sans lui, la terre ne serait qu'un corps céleste, froid et mort.

Notre soleil n'est pas vraiment une immense étoile. Il nous paraît énorme, mais c'est uniquement parce qu'il est très proche de la terre. Situé à environ 15.000.000 km, sa lumière ne met qu'environ huit minutes et huit secondes (8mn et 8 s) pour nous parvenir. En revanche, l'étoile d'alpha de centaure, l'étoile la plus voisine après lui met près de quatre(4) ans.

Le soleil est formé d'hydrogène, l'élément le plus commun de l'univers et de 5% d'hélium. Au centre, la température du soleil atteint 15000000°C et la surface environ 6000°C. Une étoile est une immense boule de gaz en équilibre entre son propre poids et sa pression interne. Du fait de son énorme masse, le soleil doit produire une quantité notable d'énergie afin d'empêcher un déséquilibre.

## CONCLUSION

L'astronomie qui étudie l'énergie stellaire a pu découvrir comment étoile naît, évolue et meurt. Elle a pu caractériser les différentes sortes d'étoiles.

Il faut noter que le soleil est une étoile. Son énergie provient des réactions nucléaires qui se produisent continuellement. C'est grâce à l'énergie solaire qu'on obtient le système solaire car le soleil de par son énorme masse, a une très forte gravité et attire une vaste famille d'objets : les astéroïdes, comètes, etc.

THEME : LES ONDES HERTZ AU  
RAYONS X ET GAMMA

## **Introduction**

Une onde se définit comme le déplacement d'une perturbation dans un milieu donné, sans transport de matière. La perturbation qui se propage provoque une modification des propriétés physique du milieu. L'onde est donc un moyen de représenter un phénomène physique, et s'applique ainsi à des domaines très différents.

Il existe différents types d'onde, nous verrons en détails, leurs caractéristiques, leurs applications...

### **I. Propagation des ondes électromagnétiques**

#### **a) Présentation**

Les ondes électromagnétiques sont constituées d'un champ magnétique et d'un champ électrique se propageant dans un milieu matériel ou dans le vide.

#### **b) Définition**

Une onde électromagnétique est une onde composée d'un champ électrique E mesuré en volt/mètre et d'un champ magnétique B mesuré en Teslas/mètre.

On peut citer les ondes mécaniques (tremblement de terre, ressort, vagues), les ondes sonores, les ondes de choc, les ondes électromagnétiques...

#### **c) Qu'est-ce qu'un champ ?**

Un champ, au sens physique du terme, peut être défini comme un espace dans lequel un corps est soumis à des forces. Par exemple le champ de gravitation retient les objets pesant à la surface. Le champ électrique agit sur les particules chargées électriquement.

Pour mieux appréhender la notion de champ, on peut prendre pour exemple la chaleur qui émane d'un feu de cheminée, on ne peut pas la voir, cependant on la ressent. En s'éloignant du feu de cheminée, la sensation de chaleur diminue, l'influence du champ thermique créé autour devient plus faible.

Un champ magnétique est créé par le déplacement de charges électriques (le courant), par exemple un fil conducteur. Plus le courant est fort et plus le champ magnétique est intense. Le champ magnétique s'exprime en Ampères par mètre.

#### **d) Les caractéristique d'une onde électromagnétique**

L'onde électromagnétique est caractérisée par sa longueur lambda. Elle est calculée en mètre par la relation suivante

$$A = \frac{C}{\mu}$$

C: la vitesse de la lumière et  $\mu$  : la fréquence de l'onde en hertz.

L'onde électromagnétique transporte de façon générale l'énergie sous toutes ses formes. C'est une petite boule d'énergie pure sans masse qui file en ligne droite à 300.000 km/s que l'on peut appeler photon. Plus la longueur d'onde est courte plus la quantité d'énergie transportée

est grande mais plus elle est dangereuse. En fonction de la quantité d'énergie qu'embarque l'onde électromagnétique, elle change de nom et forcement de spectre électromagnétique.

## 1. Ultraviolet

Le rayonnement ultraviolet (uv), également appelé « lumière noire » parce qu'il n'est pas visible à l'œil nu est un rayonnement électromagnétique d'une longueur d'onde plus courte que celle de la lumière visible, mais plus longue que celle des rayons X. Il ne peut être observé qu'indirectement soit par fluorescence, soit à l'aide de détecteurs spécialisés.

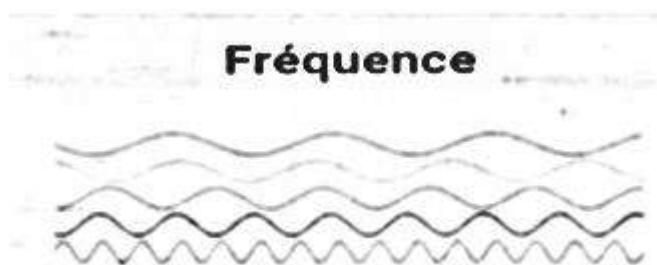
Le nom signifie « au-delà du violet » (du latin ultra : « au-delà de »), le violet étant la couleur de fréquence la plus élevée (et donc de la longueur d'onde la plus courte) de la lumière visible.

Les ultraviolets ont été découverts en 1801 par le physicien Allemand Johann Wilhelm Risler d'après leur action chimique sur le chlorure d'argent.

Les ultraviolets peuvent être subdivisés selon leur longueur d'onde en : uv proches (380-200nm), vuv (vacuum ultra-violet, 200-120 nm) qui ne se propagent pas dans l'air, et ultraviolets extrêmes (120-10nm).

Les ultraviolets sont la cause du bronzage mais, à haute dose sont nocifs pour la santé humaine, notamment à cause de leur effet mutages, ils peuvent provoquer des cancers cutanés tel que le mélanome ; il peut provoquer un vieillissement prématué de la peau (rides), des brûlures (coup de soleil), des cataractes. Ils sont néanmoins nécessaires à petites doses régulières pour la synthèse de la vitamine D. Ils sont capables de « casser » de nombreux composés organiques en suspension dans l'air ou dans les eaux superficielles, participant à la destruction (photo dégradation) de certains polluants ou de molécules odorantes (parfums, fleurs par exemple), mais aussi à la pollution photochimique (ozone troposphérique, NOX...).

## 2. Fréquence



Graphe d'amplitudes sur le temps de phénomènes périodiques monochromatiques de fréquences différentes (celui du bas a la plus haute fréquence et celui du haut, la plus basse).

*Unités SI*      Hertz (HZ)

*Dimension*       $T^{-1}$

*Nature*            Grandeur scalaire intensive

*Symbole usuel* f

$\mu(\text{nu})$

Lien avec d'autres       $f = \frac{1}{T}$

Grandeurs       $w = 2\pi f$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

En physique, la fréquence est le nombre de fois qu'un phénomène périodique se reproduit par unité de mesure du temps. Son unité dans le système international d'unités est le Hertz (HZ).

Lorsque le phénomène peut être décrit mathématiquement par une fonction périodique du temps, c'est-à-dire une fonction  $F(t)$  telle qu'il existe des composantes  $T_i$  pour lesquelles, quel que soit  $t$ ,  $F(t + T_i) = F(t)$ , alors la plus petite des valeurs positives de ces constantes  $T_i$  est la période  $T$  de la fonction, et la fréquence  $f$  est l'inverse de la période :

$$f = \frac{1}{T}$$

La notion de fréquence s'applique aux phénomènes périodiques.

### 3. Infrarouge

Le rayonnement infrarouge (IR) est un rayonnement électromagnétique de la longueur d'onde supérieure à celle du spectre visible mais plus courte que celle des micro-ondes ou du domaine terahertz.

L'infrarouge se trouve « juste après » le rouge, l'infrarouge est associé au rayonnement thermique. Des corps associés aux températures rencontrées dans la vie de tous les jours, mais non portés à l'incandescence. L'imagerie thermique est ainsi basée sur l'emploi de captures sensibles à l'infrarouge. Cette technologie présente des applications civiles, comme l'imagerie thermique d'une maison pour tester son isolation, l'imagerie médicale ou des applications militaires, pour le guidage de missiles ou pour un mode de vision nocturne.

### 4. La lumière visible

La lumière visible appelée aussi spectre visible ou spectre optique est la partie du spectre électromagnétique qui est visible pour l'œil humain, il n'y a aucune limite exacte au spectre visible : l'œil humain adapté à la lumière possède généralement une sensibilité d'onde d'environ 550 nm, ce qui correspond à une couleur jaune-verte. Généralement on considère que la réponse de l'œil couvre les longueurs d'ondes de 380 nm à 780 nm bien qu'une gamme de 400 nm à 700 nm soit plus commune. Ces extrêmes correspondent respectivement aux couleurs violet et rouge. Cependant, l'œil peut avoir une certaine réponse visuelle dans des gammes de longueur d'onde encore plus large. Les longueurs d'onde dans la gamme visible pour l'œil occupent la majeure partie de la fenêtre optique, une gamme des longueurs d'onde qui sont facilement transmises par l'atmosphère de la terre.

L'ultraviolet (uv) et l'infrarouge (IR) sont souvent considérés comme « lumière » mais ne sont pas visible par les humains; bien que de même nature que la lumière visible (comme la lumière visible, l'ultraviolet et l'infrarouge sont des ondes électromagnétiques).

Il est de nos jours généralement accepté que la lumière est composée de photons (qui partagent certaines propriétés d'une onde et certaines de celle des particules dans le vide).

Bien qu'il soit continu et qu'il n'y ait pas de frontière claire entre une couleur et la suivante, la table suivante donne les limites approchées des couleurs du spectre

Violet 380-450 nm

Bleu 450-495nm

Vert 495-570 nm

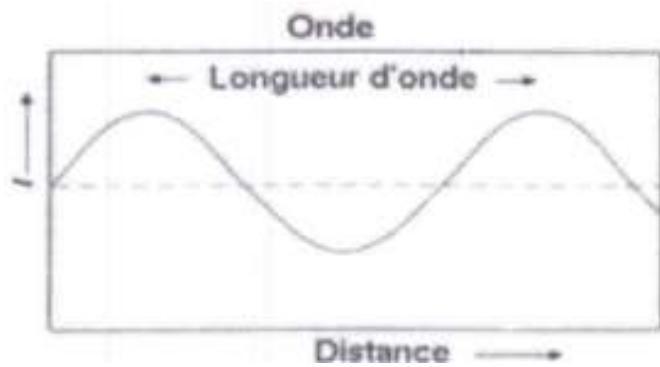
Jaune 570-590 nm

Orange 590-620 nm

Rouge 620-750 nm

## 5. Longueur d'onde

L'axe X représente les distances parcourues et Y la valeur à un instant donné d'une grandeur qui varie (par exemple la pression de l'air pour une onde sonore ou l'amplitude du champ électrique ou magnétique d'une onde lumineuse).



Unités SI      m

Dimension      L

Base SI      m

Nature      grandeur vectorielle extensive

Symbole usuel       $\lambda$

Lien avec d'autres grandeurs  $\lambda_0 = \frac{c}{f}$

$$\wedge = T \times c$$

La longueur d'onde est une grandeur physique homogène à une longueur, caractéristique d'une onde monochromatique dans un milieu homogène, définie comme la distance séparant deux maxima consécutifs de l'amplitude. La longueur d'onde dépend de la célérité (ou vitesse de propagation) de l'onde dans le milieu qu'elle traverse. Lorsque l'onde passe d'un milieu à un autre dans lequel sa célérité est différente, sa fréquence reste inchangée, mais sa longueur d'onde varie. Lorsque l'onde n'est pas monochromatique, l'analyse harmonique permet de la décomposer en une somme d'ondes monochromatiques. Les phénomènes physiques ne sont jamais strictement périodiques, l'analyse spectrale aboutit à une somme infinie d'onde monochromatique. On considère alors la longueur d'onde dominante, c'est-à-dire celle qui correspond à la fréquence, qui transporte le plus d'énergie, ou à la fréquence centrale de la

plage qui transporte la plus d'énergie. Les longueurs d'onde sont d'un usage courant en acoustique, en radio, en optique.

## **II- Rayon X et leurs applications**

Les rayons X ont une forme de rayonnement électromagnétique à haute fréquence, et sont constitués de photons dont la longueur d'onde est comprise approximativement entre 0.001 nanomètre et 10 nanomètre ( $10^{-12}$ m et  $10^{-8}$  m), correspondant à des fréquences de 30Pétahertz à 30U exaherts ( $3.10^{16}$ Hz à  $3.10^{20}$  Hz). L'énergie de ces photons va d'une centaine d'ev (electronvolt), à environ 1 ev.

Les rayons X ont été découverts en 1895 par le physicien Allemand Wilhelm Röntgen, qui a reçu pour cela le premier prix Nobel de physique, il leur donna le nom habituel de l'inconnu en mathématique, X.

Les rayons X et les rayons gamma sont de même nature, mais sont produits différemment. Les rayons X sont produits par des transitions électroniques alors que les rayons gamma sont produits lors de la désintégration radioactive des noyaux des atomes ou d'autres processus nucléaires.

Les rayons X sont une des modalités principales de l'imagerie médicale et du contrôle non destructif où ils sont émis de manière non naturelle. Ils sont également utilisés en cristallographie. En astrophysique contemporaine, on mesure les rayonnements X de l'espace pour l'étudier.

### **a) Application**

Des propriétés des rayons X découlent un certain nombre d'application qui en font l'importance pratique.

#### **- La Radiographie**

La faible absorption des rayons X par la matière donne un moyen d'explorer l'intérieur d'objets opaques aux radiations lumineuses. Le principe consiste à faire l'ombre de l'objet à partir d'une source ponctuelle sur un écran fluorescent ou un film photographique suivant l'épaisseur de l'objet à traverser, on change la longueur d'ombre moyenne du rayonnement, donc le coefficient moyen d'absorption, en égalant la tension appliquée au tube à rayon X, de 10 kilovolts pour les objets minces et légers à 300 kilovolts pour les pièces métalliques épaisses (10 cm d'acier). Les variations de l'intensité de l'image correspondent soit à des variations d'épaisseurs si l'objet est homogène ou chimique pour des objets hétérogènes, soit à la combinaison de ces deux causes. La radiographie est donc une technique et un art de photographier à l'aide de rayonnements électriques, généralement des rayons X.

#### **- La Radioscopie**

C'est un examen d'une image produite par les rayons X sur un écran approprié.

#### **- La Radiothérapie**

C'est une méthode thérapeutique fondée sur l'action des radiations lumineuses ou autres et particulièrement des rayons X.

#### **- La Radioactivité**

Propriété des corps qui se désintègrent spontanément comme le radium en dégageant de l'énergie sous forme de rayonnements divers, de radiations diverses.

### **III- Rayon gamma et leurs applications**

Un rayon gamma désigne le rayonnement électromagnétique à haute fréquence d'un photon dont la longueur d'onde est inférieure à 1 picamètre ( $<10^{-12}$ m) ce qui correspond à des fréquences supérieures à 30 exahertz ( $>3 \cdot 10^{19}$ Hz). Ils peuvent avoir une énergie allant de quelque Kev (Kilo electronvolt) à plusieurs centaines de Gev (Giga electronvolt). La découverte des rayons gamma en 1900 est due à Paul Villard, Chimiste Français (1860-1934), qui a observé ce rayonnement lors de la désexcitation d'un noyau atomique résultant d'une désintégration ; ce processus d'émission est appelé radioactivité gamma.

Les rayons gamma sont plus pénétrants que les particules alpha et beta, mais sont moins ionisants. Ils sont de même nature que les rayons X mais sont d'origine et de fréquences différentes.

Les rayons gamma sont produits par des transitions nucléaires tandis que les rayons X sont produits par des transitions électriques provoquées en général par la collision d'un électron avec un atome, à haute vitesse. La fréquence de leurs ondes est de l'ordre de  $10^{17}$  à  $10^{19}$  (en Hz). Comme il est possible pour certaines transitions électriques d'être plus énergétiques que des transitions nucléaires, il existe un certain chevauchement entre les rayons X de haute énergie et les rayons gamma de faible énergie. De plus contrairement aux rayons X, on ne peut pas les dévier ou les focaliser à l'aide de miroirs.

#### **a) Les applications des rayons gamma**

Ce que les Physiciens appellent généralement Rayon gamma sont des ondes électromagnétiques de haute énergie. D'un point de vue strictement physique ces rayons sont de la même nature que ceux qui forment la lumière visible. La seule différence est l'énergie qu'ils transportent. Les rayons gamma ont de nombreuses applications. Déjà, l'étude de sources gamma naturel (source astrophysique telle que les étoiles, mais également sources radioactives) nous permettent de mieux comprendre la structure de l'univers qui nous entoure. Ils sont donc d'un intérêt scientifique, mais le fait que ces rayons soient nocifs lorsqu'on y est exposé de manière importante trouve une application médicale. En effet, il existe des méthodes de lutte contre les tumeurs cancéreuses assez efficaces et présentant de nombreux avantages (pas d'opération, pratiquement seul la zone de la tumeur est affectée, peu d'effet secondaire par rapport à la chimio...). Ces méthodes consistent généralement à focaliser différentes sources de rayon gamma sur une zone précise du corps pour en détruire les cellules cancéreuses. C'est ce que l'on peut appeler la Radio thérapie.

On trouve encore une autre application médicale dans les procédés de diagnostic, le plus connu étant la traditionnelle Radio. Mais on peut trouver également des méthodes plus poussées comme la scintigraphie (à émission de positrons).

### **VI- Les radios sources de l'univers**

Les ondes radio sont des ondes électromagnétiques qui se propagent en ligne droite dans plusieurs directions. Ces ondes radio permettent le partage d'information et sont utilisées dans différents domaines (Radio, Téléphonie, Wifi et télévision). La vitesse de propagation des ondes dans le vide est de 3.108 m/s ; la fréquence est inférieure à 300 GHZ soit une longueur

d'onde supérieure à 1mm. Dans un autre milieu, le signal s'affaiblit à cause de différents facteurs:

- La réflexion ;
- La réfraction ;
- La diffraction ;
- L'absorption.

Lorsqu'une onde radio rencontre un obstacle, un mur par exemple, tout ou une partie de l'onde est réfléchie ce qui crée une perte de puissance. L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion.



Une onde radio se propage dans plusieurs directions et peut être amenée à atteindre une antenne ou un point d'accès en empruntant différents chemins.

De plus, lorsqu'une onde radio rencontre un obstacle, une partie de son énergie est absorbée et transformée en énergie, une autre partie continue à se propager de façon atténuée et une dernière partie peut éventuellement être réfléchie. On appelle atténuation d'un signal, la réduction de la puissance de celui-ci lors d'une transmission.

Les ondes radio ont été découvertes en 1887 par Hertz. La plupart de ces ondes radio sont de sources artificielles.

Mais existe-t-il des sources d'onde radio naturelles et terrestre ?

Les ondes radio naturelles ont la nature d'un bruit, c'est-à-dire que leur amplitude, leur phrase et leur polarisation varient d'une manière aléatoire dans le temps, sur une échelle de temps de l'ordre de l'inverse de la fréquence. Elles ont donc des propriétés analogues à celles de la lumière qui est émise par les astres.

## Conclusion

Comme nous l'avons vu tout au long de ce travail, traiter des rayonnements électromagnétiques dans leur ensemble est une tâche complexe. Les rayonnements électromagnétiques, qu'ils soient d'origine naturelle ou pas sont omniprésents dans notre environnement. De par leur extrême diversité, ils ont des effets qui sont tantôt positifs, tantôt néfastes.

Aujourd'hui encore, les effets de certains rayonnements sont mal connus ou peu étudiés, suscitant de nombreux débat, c'est le cas notamment des rayons X.

**THEME : PHOTOGRAPHIE**

## INTRODUCTION

La photographie vient du mot grec *photos* : lumière et *graphein* : tracer. C'est une technique permettant d'enregistrer l'image des objets par action de la lumière sur un support rendu photosensible par des procédés chimiques ou sur un capteur photosensible à semi-conducteur. Elle a été inventée à partir de 1816 par NIEPCE, un physicien français, né à Chalon-Sur-Saône en 1765 et mort en 1833, puis perfectionnée notamment par DAGUERRE et William Henry Talbot. La photographie est fondée sur la transformation des composés sous l'action de la lumière (ou de radiations).

Dans un appareil photographique traditionnel, essentiellement constitué d'une chambre noire sur laquelle est monté un objet, une image est formée par réactions photochimiques sur un support revêtu d'une mince couche de l'un de ses composés. La prise de vue permet d'obtenir l'image latente, instable et non visible.

### I-L ‘appareil photographique

L'appareil vient du mot latin « *apparare* » qui veut dire préparer. C'est un dispositif formé d'un assemblage de pièces destinés à capturer la lumière d'une image.

- Les parties essentielles de l'appareil photographique :

**Principe** : l'appareil photographique dérive de la chambre noire utilisée pour l'expérience de la propagation de la lumière.

Si nous voyons sur l'appareil les éléments utiles à son fonctionnement, nous distinguons deux parties qui sont souvent séparables sur l'appareil : le boîtier et l'objectif. L'appareil est aussi composé d'une pellicule sur laquelle une lentille convergente forme l'image de l'objet lumineux photographié qui constitue le sujet.

- Les deux parties séparées sur l'appareil

- Le boîtier : c'est une chambre noire au fond de laquelle est tendu le film sensible à la lumière ou à la pellicule. Après chaque prise de vue, le film est déplacé, par action sur le levier d'armement qui l'enroule autour d'un axe. Une fois imprimé, il sera rembobiné dans son étui par action sur la manivelle. Un observateur commande l'obturateur; son temps d'ouverture est réglé par la bague au temps d'exposition ou vitesse d'obturation. Un viseur permet de faire le cadrage.

- L'objectif: fixé à l'avant du boitier, il est composé de plusieurs lentilles. La lumière traverse ces lentilles pour former l'image du sujet sur la pellicule ; l'objectif porte deux bagues graduées : la bague des diaphragmes réglant l'ouverture des diaphragmes par lesquelles pénètre la lumière et la bague de mise au point portant l'échelle des distances (en mètres et en pieds (feet)).

**Remarque:** sur certains appareils très simples, ou sur d'autres, automatiques, ces bagues n'existent pas.

Les différents types d'appareils : Le box; folding, reflex deux objectifs, reflex un objectif ; petit format 24x36 ; polaroid ; Posemètre, télémètre couplé...

### II-Rôle du diaphragme

**Définition :** Le diaphragme se définit comme étant l'ouverture du diamètre réglable placée dans l'objectif photographique pour faire varier la quantité de la lumière entrant dans l'appareil optique.

Il est composé de fines lamelles métalliques mobiles qui se chevauchent et permettent l'ajustement de la quantité de lumière traversant l'objectif

Il existe 4 sortes de diaphragme :

- le diaphragme à Iris
- le diaphragme moderne
- le diaphragme à vanne intégré
- le diaphragme à vanne professionnelle.

Le diaphragme a trois rôles essentiels :

- \* Il est un élément essentiel dans la maîtrise de la prise de vue. Son réglage agit directement sur la profondeur de champ ;
- \* Il permet de doser la lumière ;
- \* Il supprime les rayons lumineux qui passent par les bords de l'image.

#### a) Le temps de pose

Le temps pendant lequel l'obturateur reste ouvert. On lit sur la bague, des vitesses d'obturation: 1-2-4-4-15-30-60-125-500-1000. Chaque nombre est un diviseur. En passant d'un nombre au suivant on divise donc par 2, le temps d'ouverture de l'obturation.

#### b) Profondeur de champ

C'est l'intervalle dans lequel un objectif donne une image nette sur la photographie.

Influence du diaphragme : fermons sur notre maquette, l'image d'une lampe placée devant elle. Sans changer la longueur de la chambre, nous déterminons la profondeur de champ en éloignant puis en rapprochant la lampe dans les limites où son image reste nette sur l'écran. Avec l'appareil photographique, le résultat dépend de l'ouverture.

On augmente la profondeur de champ en réduisant l'ouverture (et inversement).

#### Le choix du couple « vitesse-ouverture »

Pour fixer son choix dans la série de couples équivalents définis par le dosage de la lumière, deux considérations interviennent :

- La mobilité du sujet : le temps de pose doit être d'autant plus court que le sujet se déplace vite (pour éviter un flou).
- La profondeur de champ : il faut fermer d'autant plus le diaphragme que l'on souhaite augmenter la profondeur de champ.

Trois causes peuvent être à l'origine du flou : une mauvaise mise au point ; le mouvement de l'appareil pendant la prise de vue (bougé) ; le mouvement du sujet.

### III-Emulsion photographique

L'émulsion photographique est une couche très mince sensible à la lumière, étendue sur les films et papiers photographiques.

## **1. Impression**

L'émulsion imprimée doit être traitée dans des bains provoquant des transformations chimiques qui donnent des composés stables et insensibles à la lumière. Pour être correctement imprimé, le film doit recevoir une quantité convenable de lumière.

## **2. Développement**

Prenons l'exemple du développement de la pellicule.

1. Dans l'obscurité totale, on place la pellicule dans une cuve opaque.

La pellicule s'enroule en spirale dans deux rainures qui se font face.

2. On fait agir un révélateur pendant une durée qui dépend de sa composition, de la sensibilité de la pellicule et de la température.

3. Après avoir vidé la cuve du révélateur, on fait agir un bain d'arrêt pendant une minute, il faut cesser l'action du révélateur.

4. On vide le bain d'arrêt que l'on remplace par du fixateur qui agira pendant 10 minutes.

5. On procède à un rinçage en eau courante pendant 20 minutes.

6. On fait enfin sécher la pellicule à l'abri des poussières.

## **Développement du papier**

Le papier imprimé est révélé dans un bain différent de celui de la pellicule; il est fixé, lavé et séché.

Dans le tirage par agrandissement, l'agrandisseur fonctionne comme un projecteur de diapositive et forme sur le papier une image agrandie du négatif.

## **IV-Film photographique**

La pellicule ou film photographique est un support souple recouvert d'une émulsion contenant des composés sensibles à la lumière, généralement à base d'halogénures d'argent.

## **V-Les capteurs CCD**

Les capteurs CCD (charge coupled device) est un transfert de charge sensible à la lumière. La présence d'un filtre permet de diviser la lumière en trois composantes : rouge, vert, bleu (RVB).

Il est très répandu en image (vidéos, photo, laboratoire). Les capteurs CCD possèdent donc des atouts comme le prix (économique), le faible niveau de bruit, la prise de vue en lumière faible etc.

## **CONCLUSION**

La photographie est une technique qui permet de créer des images sans l'action de la main, par l'action de la lumière. Il faut signaler qu'il y a différents types d'appareils photographiques : la macrophotographie, la microphotographie, la photographie médicale qui en font parties de la photographie.

THEME : PILES ET GENERATEURS  
ELECTROCHIMIQUES

## **INTRODUCTION**

Les générateurs électrochimiques génèrent une tension continue et sont principalement utilisés dans des appareils électriques portatifs. Il s'agit par exemple des piles ou d'accumulateurs électrochimiques. Ces derniers transforment l'énergie chimique en énergie électrique. Pour faire alimenter un récepteur en courant électrique on fait appel à une pile ou à un générateur électrique. La pile est constituée de deux tiges métalliques (les électrodes) prolongées dans une solution ionique (l'électrolyse) dans laquelle a lieu une réaction chimique. Elle produit du courant pendant toute la réaction chimique. Parlant du générateur, c'est un système qui convertit une certaine forme d'énergie (mécanique, lumineuse etc.) en énergie électrique. Il peut être alimenté par de l'énergie électrique qu'il stocke sous forme chimique pour la restituer ensuite, c'est le cas des accumulateurs.

### **I- LES CATEGORIES DES GENERATEURS ELECTROCHIMIQUES**

Dans cette partie, il est question d'élucider les catégories des générateurs électrochimiques à savoir les piles, les accumulateurs et les piles à combustibles.

#### **a) La pile**

Les piles électrochimiques sont des générateurs électriques dont le principe est de tirer profit des électrons présents dans une réaction d'oxydoréduction. Les piles transforment une partie de l'énergie provenant de cette réaction chimique en énergie électrique. Elles sont constituées de deux électrodes métalliques, d'une solution électrolytique et d'une paroi poreuse ou d'un pont salin. Sur une des électrodes appelée (anode), un réducteur est oxydé, ce qui libère des électrons, lesquels sont envoyés à l'anode dans le circuit extérieur. Au même moment sur l'autre électrode appelé (cathode) un oxydant est réduit grâce aux électrons apportés par l'électrode. Les électrons ainsi mis en mouvement sont à l'origine du courant électrique fourni par la pile.

#### **b) Accumulateurs**

C'est un générateur secondaire qui peut être rechargeé par apport d'une énergie extérieure. Par exemple les piles rechargeables ont une batterie et un accumulateur .Un accumulateur électrique est un système de stockage qui permet de donner de l'énergie électrique à partir d'un autre type d'énergie (mécanique, électrostatique, électrochimique).

#### **c) Pile à combustible**

Une pile à combustible est un générateur qui assure la conversion directe, en énergie électrique de l'énergie chimique issue de la réaction entre un combustible comme le dihydrogène ou le méthanol et un comburant comme l'air. Elle comporte deux électrodes poreuses, séparées par un électrolyte. L'une est utilisée en combustible et l'autre avec de l'air. La réaction provoque de la vapeur d'eau et libère de l'énergie. On recueille cette énergie sous forme d'énergie électrique à la borne de la pile. L'avantage sur ces piles classiques est aussi évident, car il n'y a pas de recharges. Le principe du fonctionnement d'une pile à combustible est connu depuis très longtemps. C'est en 1839 que William Robert Grove construit le premier modèle de laboratoire constitué d'un assemblage en série de couple d'électrodes en platine. Pendant 1 siècle environ, la pile à combustible n'a pas suscité d'intérêt. Les raisons principales

résidaient dans la difficulté qu'il y avait à réaliser des électrodes convenables et dans le développement plus rapide d'autres types de générateurs d'énergie virent le jour vers la fin du XIXème siècle et réussirent à s'imposer, compte tenu de leur grande puissance massique et de leur faible prix (moteurs à combustibles). L'objectif des piles à combustibles consiste à contrôler le réarrangement électronique impliqué dans une réaction de combustion par l'intermédiaire de deux électrodes catalytiques baignant dans un électrolyte ; à cet effet, combustible et comburant sont mis au contact et l'électrolyte respectivement à l'anode et à la cathode.

## II- GENERATEURS ELECTRIQUES

Un générateur électrique est un dispositif qui permet de délivrer de l'énergie électrique. Pour cela il peut être alimenté par de l'énergie électrique qu'il stocke sous forme chimique pour la restituer ensuite, c'est le cas des accumulateurs. Un générateur électrique peut aussi transformer directement l'énergie chimique en énergie électrique, comme le fond des piles électrochimiques (piles classiques) ou les piles à combustible.

Enfin, les machines tournantes produisent de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique, c'est le cas des dynamos et des alternateurs.

## III- LES DIFFERENTES SORTES DE PILES

En 1801, Alessandro Volta présente devant Napoléon Bonaparte sa pile voltaïque, un empilement des disques d'argent et de zinc. En 1836, John Daniell créa la pile qui porte son nom (Pile Daniell). Les piles électrochimiques sont très différentes : plus performantes et plus compactes. Cependant, elles ont un défaut majeur : une fois l'énergie chimique utilisée, la pile est usée. Ainsi, on peut penser aux accumulateurs électrochimiques, dont les batteries électriques.

### 1) Les piles salines

Les piles salines ont été inventées en 1867 par Georges Leclanché. Ainsi, cette pile porte aussi le nom de « pile Leclanché ».

Comme pour la pile Daniell, l'anode est en zinc. Les électrons sont libérés dans le circuit électrique par la borne négative qui est relié électriquement au zinc. L'électrolyte est du chlorure d'ammonium  $NH_4Cl$ . Afin que la pile ne coule pas, il se présente sous la forme d'un gel. Cet électrolyte est un sel, d'où le nom de pile saline. Comme les deux électrodes sont en zinc et en graphite, on rencontre aussi les termes de pile carbone-zinc ou zinc-carbone. La force électromotrice E d'une pile saline est de 1,5 volt environ. Ces piles sont destinées à l'utilisation des petits appareils (lampes de poches).

### 2) Les piles alcalines

Appelés encore piles Mallory, les piles alcalines ont été développées pendant la seconde guerre mondiale et mises en vente dès 1959. Elles contiennent du dioxyde de manganèse mélangé à du carbone. L'anode est constituée par une pointe reliée à la borne négative, et entourée de poudre de zinc noyée dans un électrolyte, la potasse  $KOH$ . En solution, celle-ci forme les ions potassium  $k^+$  et hydroxyde  $OH^-$ . Les  $OH^-$  rendent le milieu basique (**ph=13**).

Comme ils constituent avec des métaux alcalins (comme le potassium) des solides ioniques, l'ancien terme pour désigner ce milieu basique était alcalin .Cela a donné le nom de pile alcaline. Entre l'anode et la cathode se trouve une séparation qui laisse passer les ions mais empêche l'anode et la cathode de se mélanger. La force électromotrice de la pile alcaline est de 1,5 volt comme la pile saline. Par contre, les piles alcalines sont plus performantes : durée de vie plus longue et autorisation des courants électriques plus importants. Elles sont destinées à des appareils plus « gourmands » (baladeurs mp3, appareils photo...).

### **3) Les piles boutons**

Elles utilisent comme réactif cathodique de l'oxyde de mercure  $HgO$ , mais l'électrolyte est basique : c'est une pile alcaline mais en plus, petite pile à forte intensité destinée à l'utilisation sur des dispositifs électroniques miniaturisés (montres électroniques).

Il existe d'autres piles, mais moins connues tel que :

- La pile au lithium qui a une intensité presque identiques aux piles alcalines mais qui a une durée de stockage plus important (8 ans environ au lieu de 1 pour les alcalines).
- La pile nickel-zinc toujours pile à très forte intensité mais sa capacité est très faible comparativement à une pile alcaline.
- La pile hydrogène qui fait partie de la famille des piles à combustibles. Ce type de pile est de plus en plus utilisé pour fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement des voitures.

## **IV- CARACTERISTIQUES GENERALES DES ACCUMULATEURS ELECTROCHIMIQUES**

### **1) Tension électrique**

La tension ou le potentiel (en volt) est un paramètre important. Fixé par le potentiel d'oxydoréduction du couple redox utilisé, elle est de l'ordre de 01 à quelques volts pour un élément. Comme en pratique, des tensions plus élevées, typiquement 12, 24 voire 48 V et plus sont requises. Pour augmenter la tension il suffit de raccorder des éléments du même type en série au sein d'une batterie d'accumulateurs. C'est sans aucun doute l'origine du terme «batterie» comme synonyme courant d' « accumulateur » et, en anglais, de « pile » ; toutefois certains évoquent une autre source étymologique possible : l'effet de choc d'un courant électrique, comme si l'appareil électrique « battait » celui qui reçoit la décharge.

### **2) Charge électrique**

La charge électrique (une quantité d'électricité emmagasinée par l'accumulateur), se mesure en **Ah** ou **mAh** (mAh : milli ampère(s) pendant une heure). Elle se mesure en multipliant un courant constant par le temps de charge/décharge, en Ah (ampère-heure) ou mAh (milli ampère-heure), mais l'unité officielle de charge (SI) est le Colomb équivalent à 01 As (ampère pendant une seconde) : 1Ah= 1 000 mAh= 3 600 C ; 1C= 1/3 600 Ah= 0,278 mAh. Ne pas confondre charge électrique et énergie stockée.

La capacité de charge électrique, souvent appelée dans le langage courant capacité de l'accumulateur est la charge électrique que peut fournir l'accumulateur complètement chargé pendant un cycle complet de décharge. Sa valeur initiale théorique doit être indiquée par le

constructeur, suivant la réglementation actuelle (en Ah ou mAh). Elle dépend de l'intensité de décharge (comme l'a établi la loi de **Peukert**) et elle diminue au fur et à mesure de la vie de l'accumulateur. La méthode de mesure la plus répandue consiste à mesurer, pour un courant de décharge constant donné, le nombre d'heures durant lesquelles l'accumulateur fournit ce courant, avec une tension supérieure à la tension de Seuil (qui vaut, par exemple, 0,9 V pour un accumulateur **NiMH**). La capacité mesurée est alors le produit du nombre d'heures par le courant fourni. La tension à vide de l'accumulateur, facile à mesurer avec un voltmètre, ne donne généralement pas une indication fiable de la charge restante dans l'accumulateur, sauf dans le cas de la technologie Lithium-Ion.

## V- ACCUMULATEUR ELECTRIQUE

Un accumulateur électrique est basé sur une technique de conversion réversible d'énergie, destinée à stocker l'énergie électrique dans une énergie différente afin de pouvoir la réutiliser ultérieurement. Tous les processus de conversion d'énergie sont complexes. Le rapport entre l'énergie initiale et l'énergie restituée donne le rendement de conversion-accumulation ; Ces rendements sont parfois faibles, il faut donc souvent beaucoup d'énergie initiale pour récupérer moins d'énergie finale. Les meilleurs accumulateurs ont un rendement qui atteint très difficilement la barre des 80%. Ceux qui atteignent cette valeur ne sont pas transportables alors que c'est le domaine majeur où l'usage de l'accumulation est le plus pertinent.

On distingue :

- Les accumulateurs basés sur la conversion en énergie mécanique, convertissant l'énergie électrique en énergie potentielle et la restituant ultérieurement.
- Les accumulateurs électriques basés sur les principes de l'électrostatique : bouteille de Leyde, condensateurs ou super condensateur ;
- Les accumulateurs électrochimiques, fonctionnant grâce aux réactions électrochimiques par leurs électrodes qui assurent la conversion de l'énergie électrique en un processus chimique réversible ;
- Les accumulateurs électriques utilisant les principes de l'électrodynamique : circuit bobiné.

## CONCLUSION

En somme, nous dirons que les générateurs électrochimiques génèrent une tension continue et ils sont principalement utilisés dans des appareils qu'on peut facilement porter. Il existe trois sortes de générateurs électrochimiques qui sont : les piles, les accumulateurs et les piles à combustible. Une pile est un générateur électrique qui tire profit des électrons tandis qu'un accumulateur est un générateur secondaire qui peut être rechargeé.

## **Bibliographie**

- Sciences Physiques Première AB Collection Eurin-Gie, Edition Hachette 1989 ;
- Physique-Chimie Première AB, J.Cessac 1967 ;
- Physique Première A, André Saison Fernand Nathan 1979

**Partenariat**  
Lycée Saint François Xavier  
Label 109



Livret à ne pas vendre

**Contact**  
[info@label109.org](mailto:info@label109.org)

Télécharger gratuitement les applications et livres numériques sur le site:  
<http://www.tchadeducationplus.org>



Mobile et WhatsApp: 0023566307383



Rejoignez le groupe: <https://www.facebook.com/groups/tchadeducationplus>