

Province : Mediona  
Lycée qualifiant : May Ziadé  
Pr. ELANSARI JALAL

*Unité 2.2*

# COMPORTEMENT GLOBAL D'UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE

Première année  
du cycle du  
baccalauréat  
**SC. EX**  
**SC. MATH**

## Introduction

L'efficacité d'une ampoule à incandescence (**Figure 1**) se mesure en comparant la quantité totale de lumière émise par rapport à la puissance électrique consommée. La plupart de cette puissance consommée est perdue en ....., seule une partie est convertie en .....

Or aujourd'hui, une lampe fluocompacte (**Figure 2**) de 15 W équivaut à une lampe à incandescence classique de 60 W et elle dure 6 à 10 fois plus longtemps. Ce qui permet d'économiser les matières premières et de préserver l'environnement.

### \* Situation : Pourquoi une lampe fluocompacte économise-t-elle plus d'électricité qu'une lampe à incandescence ?

Pour répondre à cette question, Prenons l'exemple des circuits électriques, les générateurs fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement des récepteurs.

- **Comment se distribue l'énergie électrique au niveau d'un générateur et d'un récepteur ?**
- **Quelles sont les relations entre la tension aux bornes d'un générateur ou d'un récepteur électrique et l'intensité du courant qui les traverse ?**

## I). Distribution de l'énergie électrique pendant une durée $\Delta t$

### 1). Au niveau du générateur – rendement du générateur.

#### A) Activité expérimentale :

La tension à vide aux bornes d'un générateur s'appelle force électromotrice  $E$  (f.é.m). Cette tension chute en présence d'une charge.

**Comment l'énergie est donc distribuée au niveau d'un générateur ?**

#### \* **Matériel :**

Pile ; rhéostat ; Résistance de protection  $R_p$  ; Interrupteur  
Ampèremètre et voltmètre.

#### \* **Protocole**

- 1er) Réaliser le montage (**figure3**)
- 2e) Mesurer la tension à vide
- 3e) Fermer l'interrupteur et relever quelques valeurs de la tension  $U_{PN}$  aux bornes de la pile et l'intensité  $I$  du courant qu'elle débite.



Figure 3 : Montage d'étude



Figure 1 : Lampe à incandescence

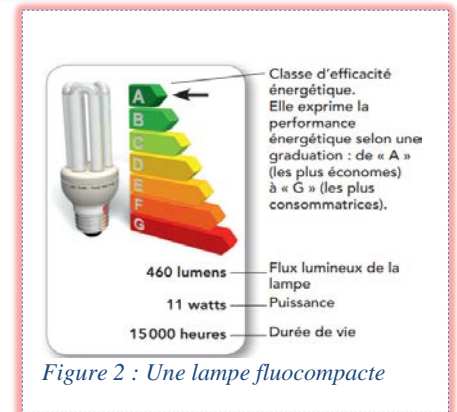
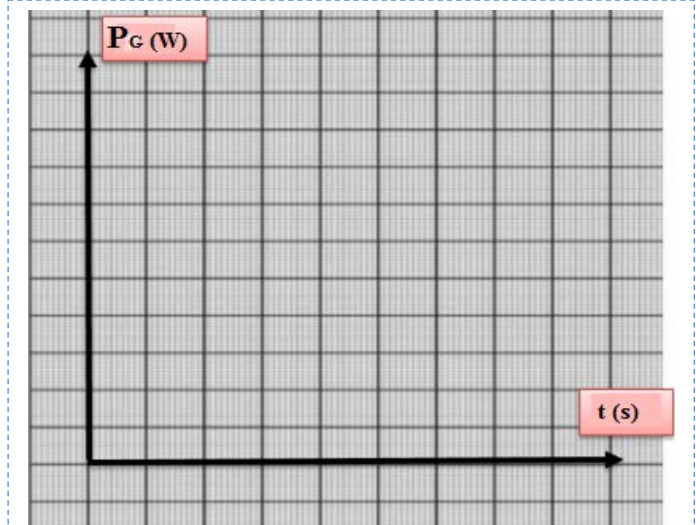
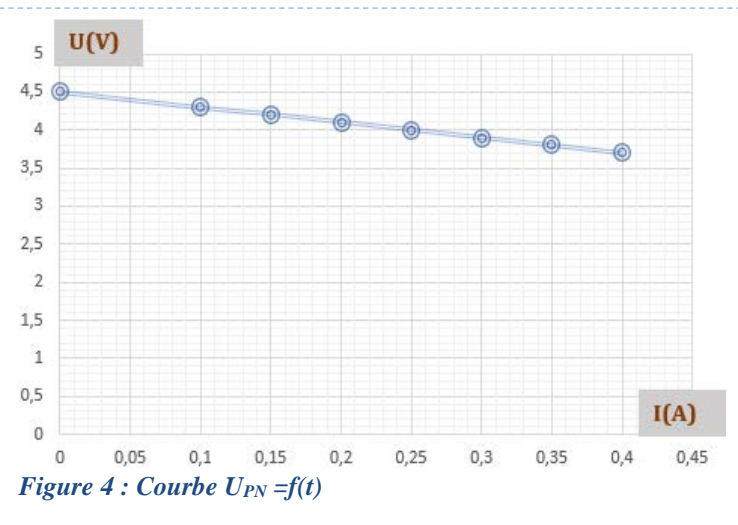


Figure 2 : Une lampe fluocompacte

Des mesures similaires avec  $R_p = 11\Omega$  ont donné les résultats suivants :

$U_{PN}$ (V)	4,5	4,3	4,2	4,1	4	3,9	3,8	3,7
I (A)	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4



**\* PISTE DE TRAVAIL**

1) La courbe (Figure 4) représente les variations de la tension  $U_{PN}$  en fonction de I. Noter la valeur de la f.é.m E de la résistance interne r de la pile (exploiter les valeurs données).

2) Calculer les valeurs de  $P_g = U_{PN} \cdot I + r \cdot I^2$  :

$P_g$ (W)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
I (A)	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4

3) Tracer la courbe  $P_g = f(I)$ . (Figure 5)

La courbe Figure 4 donne cette courbe pour les mesures précédentes.

3-1) Noter la valeur de la pente de cette courbe (exploiter la valeur donnée). Que représente cette pente ?

.....

.....

3-2) On note  $P_{th} = r \cdot I^2$ . Que représente cette grandeur ?

.....

.....

3-3) Écrire l'expression de la puissance  $P_{ext}$  développée aux bornes de la pile en fonction de  $U_{PN}$  et I.

.....

.....

3-4) Donner la relation (appelée bilan) de puissances) entre  $P_g, P_{ext}$  et  $P_j$ .

.....

.....

3-5) Déduire le bilan énergétique pour un générateur.

.....

.....

3-6) Proposer une définition du rendement du générateur et déduire son expression en fonction de r, I et E.

.....

.....

## B) Conclusion

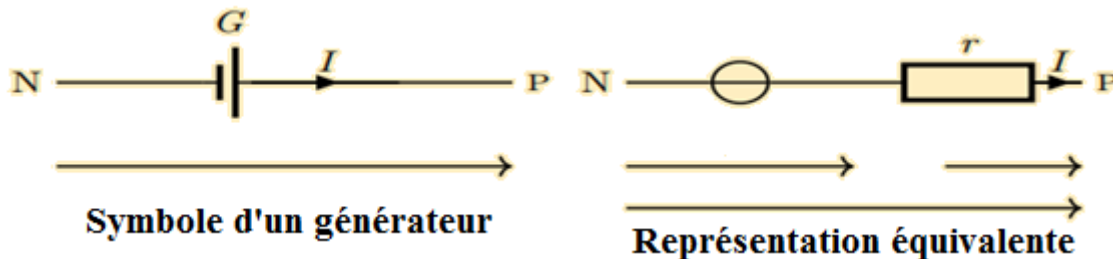
### ① Loi d'ohm pour un générateur

La tension  $U_{PN}$  aux bornes d'un générateur, débitant un courant d'intensité ..... sortant par sa borne P, est donnée par :

Avec  $U_{PN}$  et E en ....., r en ..... et I en .....

E et r sont des grandeurs caractéristiques du .....

- Avec E ..... du générateur r sa .....



E représente ..... Lorsqu'il n'est traversé par aucun .....  
 Par exemple pour une pile cylindrique E = .....V

### ② Bilan énergétique d'un générateur.

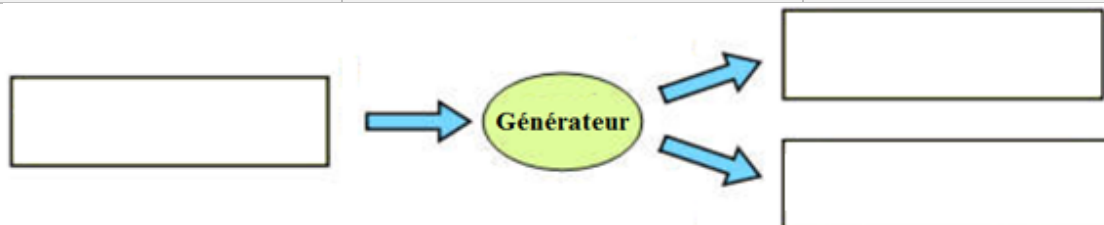
⚡ La tension  $U_{PN}$  aux bornes du générateur est :

Si on multiplie chaque membre de l'équation (1) par ..... on aura :

.....  
 .....

⚡ Dans cette relation cette on a :

$W_e = \dots\dots\dots$	$W_j = \dots\dots\dots$	$W_g = \dots\dots\dots$
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....



⚡ La puissance électrique totale du générateur est :

**⊖ Rendement d'un générateur**

Le rendement d'un générateur est ..... de l'énergie ou la puissance..... sur l'énergie ou la puissance ..... :

.....

.....

**2). Au niveau du générateur - rendement du générateur..**

**A) Activité expérimentale :**

Le résistor est un dipôle qui transforme toute l'énergie électrique reçue du générateur en énergie thermique cette énergie peut être mesurée par calorimètre. **Quelle l'expression de cette énergie ?**

**Premier partie : Récepteur passif (le résistor)**

*\* Matériel :*

- Calorimètre et ses accessoires (Figure 6)
- Chronométré.
- Ampèremètre.
- Générateur de tension continue.

*\* Protocole*

**1er** Introduire dans le vase du calorimètre une quantité d'eau de masse m, et réaliser le montage (Figure 7) .

**2e** Repérer à l'aider du thermomètre la température  $\theta_i$  initiale de l'eau.

**3e** Mettre le générateur en marche et déclencher au même instant le chronomètre.

**4e** Noter la valeur de l'intensité I du courant, et la valeur de la tension U appliquée par le générateur.

**5e** Repérer la température de l'eau  $\theta_f$  et le calorimètre au bout d chaque minute.

**Les résultats obtenus pour : m= 300g ; U=12V ; I=1,46A ;  $\mu = 47 J \cdot K^{-1}$  sont regroupés dans le tableau suivant :**

t(min)	0	1	2	3	4	5
$\theta(^{\circ}C)$	21	21,9	22,8	23,7	24,4	25,5

L'Energie thermique  $W_j$  transférer à l'eau et le calorimètre peut être calculer par :

$$W_{th} = (\mu + mC_e)(\theta_f - \theta_i) = 1300 \cdot \Delta\theta \text{ en J}$$



Figure 6 : Calorimètre et ses accessoires

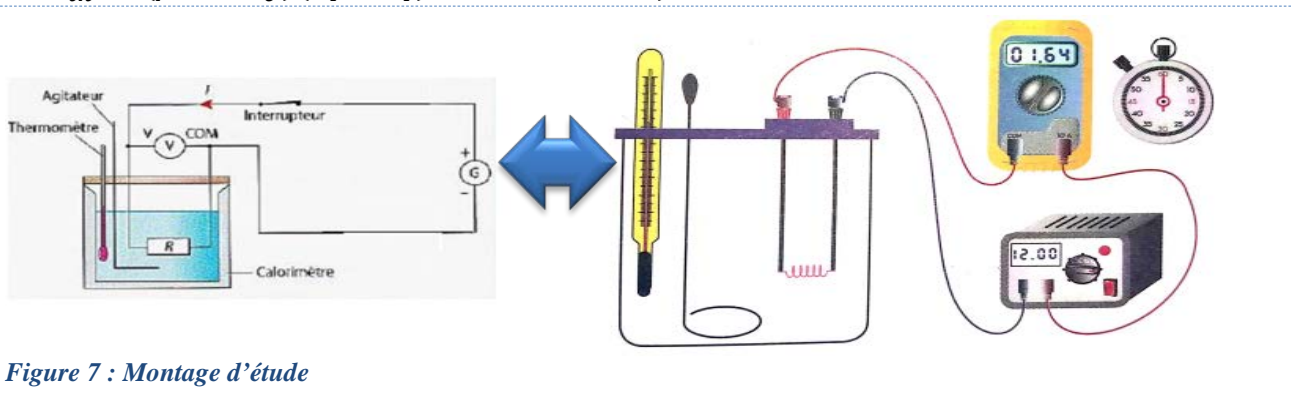


Figure 7 : Montage d'étude

❄ **Piste de travail :**

1- Compléter le tableau suivant :

t(min)	0	1	2	3	4	5
$W_{th}(J)$	.....	.....	.....	.....	.....	.....

2- Tracer la courbe traduisant les variations de l'énergie E en fonction du temps. (Figure8)

3- Noter la valeur de la pente de cette courbe

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

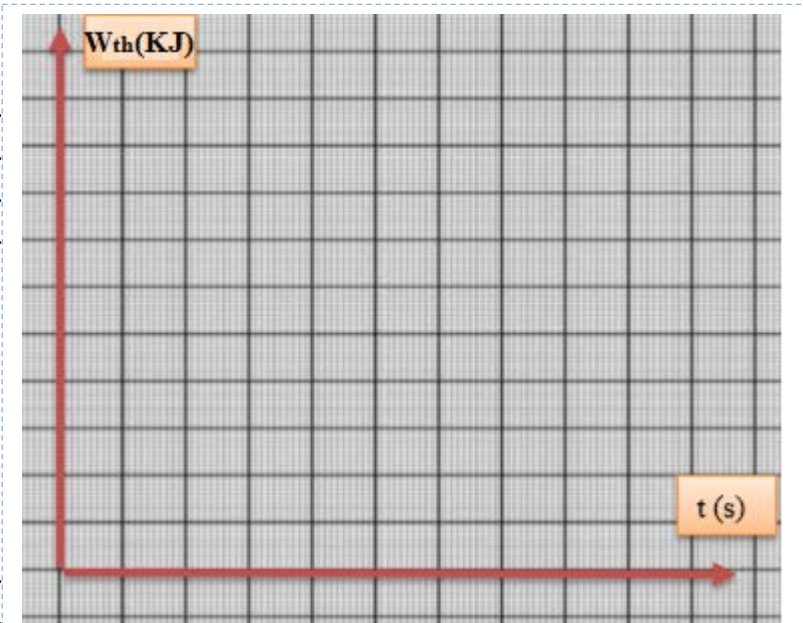


Figure 8 : Courbe  $W_{th} = f(t)$

4- Comparer cette pente au produit  $U \cdot I$  (On donne  $1 J/S = 1 V.A$ )

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5- Déduire l'expression de l'énergie thermique  $W_{th}$  reçue par le résistor de thermoplongeur et convertie en chaleur, en fonction de  $R, U, \Delta t$  ( $R$  : Résistance du thermoplongeur) .

.....

.....

.....

6- Déduire l'expression de la puissance thermique  $P_{th}$  développée par le résistor.

.....

.....

.....

.....

**Deuxième partie : Récepteur actif (le moteur)**

Le moteur est un appareil qui reçoit de l'énergie électrique et en transforme une partie en énergie mécanique sous forme de rotation.

Comment se distribue donc l'énergie dans un moteur ?

✱ **Matériel :**

Moteur électrique ; générateur de tension continue ;  
chronomètre ; Fils de connexion ; Ampèremètre et voltmètre.

✱ **Protocole :**

- 1er ) Réaliser le montage (Figure 9).
- 2e ) Fixer la tension de générateur sur une valeur U.
- 3e ) Déclencher le chronomètre en même temps de la mise en marche du générateur.
- 4e ) Noter la valeur de l'intensité I du courant.
- 5e ) Mesurer la durée  $\Delta t$  de montée de corps de la distance h.
- 6e ) Changer le corps et répéter la même mesure.

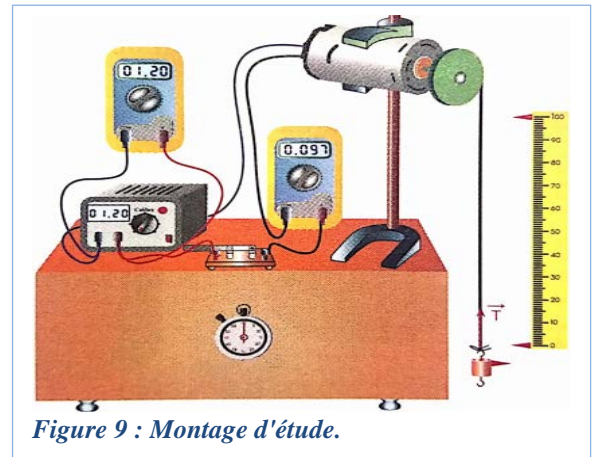


Figure 9 : Montage d'étude.

Des mesures avec :  $U = 1.2V$  et  $h = 1m$ , ont donné les résultats suivants :

$m(g)$	10	20	30	40	50
$I(A)$	0,097	0,116	0,143	0,185	0,202
$\Delta t(s)$	4,75	5,47	6,42	8,12	10,6

✱ **Piste de travail :**

- 1) Calculer l'énergie reçue par le moteur  $W_r$  et l'énergie mécanique  $W_m$  fournie sous forme de travail de la tension  $\vec{T}$  du fil. Regrouper les résultats dans le tableau suivant :

.....  
 .....

$m(g)$	10	20	30	40	50
$W_r(j)$	.....	.....	.....	.....	.....
$W_m(j)$	.....	.....	.....	.....	.....

On prendra  $g = 9,81 N.Kg^{-1}$  et on supposera que la vitesse est constante.

- 2) Comparer  $W_r$  et  $W_m$  sous quelle forme apparait la différence de ces deux énergies ?

.....  
 .....

- 3) Le rendement d'un moteur est proportionnel à l'énergie utilisé.

- 3-1) Proposer une formule donnant le rendement r du moteur.

.....  
 .....

- 3-2) Evaluer sa valeur pour chaque masse proposée

$m(g)$	10	20	30	40	50
$r(\%)$	.....	.....	.....	.....	.....

- 3-3) Ce rendement dépend-t-il de la masse soulevée ou on ?

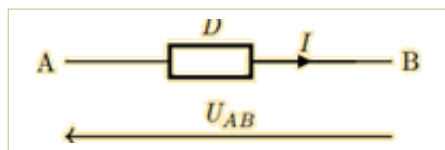
.....  
 .....



## B) Conclusion

### ① Loi d'ohm pour un récepteur :

La tension  $U_{AB}$  au bornes ..... (moteur, électrolyseur, ....) traversé par un courant électrique d'intensité ..... est :



- ⚡ Avec  $E'$  ..... du récepteur
- ⚡  $r'$  .....

### ② Bilan énergétique d'un récepteur.

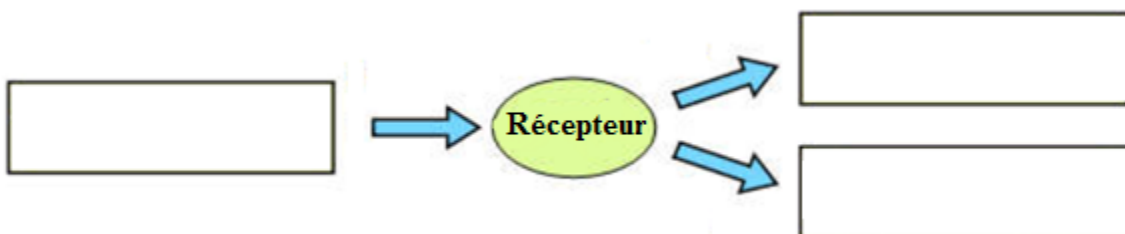
⚡ L'énergie électrique reçue par un récepteur

Et comme on a .....

Donc .....

⚡ Cette relation montre qu'elle est formée de trois grandeurs :

$W_U =$ .....	$W_j =$ .....	$W_E =$ .....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....



⚡ La puissance électrique reçue par le récepteur :

### ③ Rendement d'un générateur

Le rendement d'un récepteur est ..... de l'énergie (ou puissance) ..... sur l'énergie (ou puissance) .....

.....  
 .....  
 .....

## II). Transfert d'énergie dans un circuit électrique simple

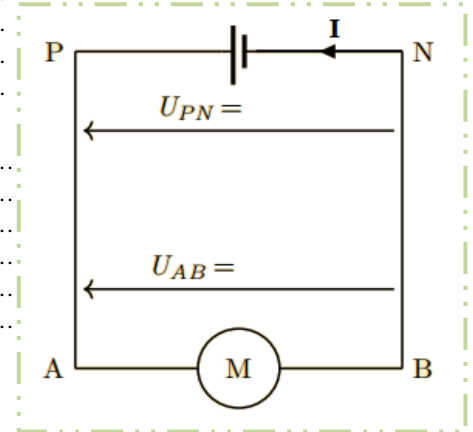
### 1). Bilan énergétique de circuit

☞ On considère le circuit électrique simple ci-contre. On a d'après la loi d'addition des tensions :

.....  
 .....  
 .....

☞ On multiplie chaque membre de l'équation (1) par I et on aura :

.....  
 .....  
 .....



$P_g = \dots\dots\dots$	La puissance .....
$P_e = \dots\dots\dots$	La puissance .....
$P_j = \dots\dots\dots$	La puissance .....

### 2). Loi de Pouillet :

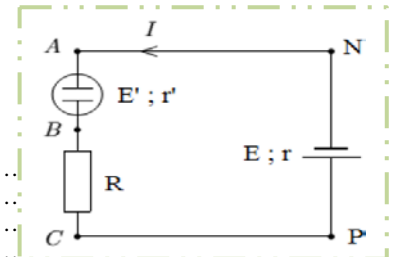
Considérons un circuit série, ..... ci-contre, constitué par d'une pile, un électrolyseur et conducteurs ohmiques.

☞ Appliquons la loi d'addition de tension dans le circuit on a :

.....

☞ Les différentes expressions de la loi d'Ohm aux différents dipôles :

.....  
 .....



Finalement l'intensité de courant électrique

La généralisation de cette expression conduit à la loi de Pouillet peut s'écrire :

### 3). Le rendement global d'un circuit simple

On définit le rendement global de ce circuit simple par la relation :

.....  
 .....  
 .....

#### Remarque :

- Le rendement du moteur dans le circuit est .....
- Le rendement du générateur est .....

Et puisque  $U_{PN} = U_{AB}$  , on conclut que :



### III). Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

#### 1). Influence de la force électromotrice :

##### A) Activité expérimentale :

Un circuit résistif est un circuit ne contenant que des résistors montés entre les pôles de générateur.

L'énergie transférée par le générateur à ce circuit dépend de plusieurs facteurs.

**Quels sont les facteurs dont dépend cette énergie ?**

✧ **Matériel :**

Résistors ; Générateur de tension ajustable ; Fils de connexion ; interrupteur ; Ampèremètre et voltmètre.

✧ **Protocole :**

1er) Réaliser le montage (**Figure 10**)

2e) Régler la tension à vide sur la valeur  $E_1$ .

3e) Fermer l'interrupteur et mesurer l'intensité  $I_1$  du courant.

4e) Refaire la même mesure pour une autre valeur  $E_2$  de la f.é.m.

Des mesures similaires avec  $R = 280 \Omega$ , ont donné les résultats suivants :

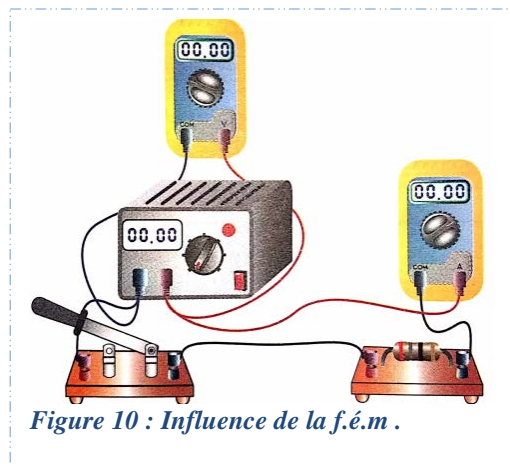


Figure 10 : Influence de la f.é.m .

$E(V)$	<b>6,3</b>	<b>10,5</b>
$I(mA)$	21	35

✧ **Piste de travail :**

1)- Montrer que l'expression de l'énergie transférée par le générateur au circuit pendant une durée  $\Delta t$  s'écrit sous la forme :  $W_e = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2)- Calculer la valeur de cette énergie transférée pendant un durée  $\Delta t = 2$  min, pour les deux mesures précédentes, et déduire la valeur du rapport  $\frac{W_e}{E^2}$ . Conclure.

$E(V)$	<b>6,3</b>	<b>10,5</b>
$W_e$		
$\frac{W_e}{E^2}$		

.....

.....

.....

.....

.....

**B) Conclusion :**

On sait que ..... et d'après la loi de Pouillet : ..... **donc** .....

L'énergie électrique fournie par un ..... pendant la durée  $\Delta t$  est proportionnelle au carré de .....

**Remarque :**

Dans le cas où  $r = 0$ , i.e une alimentation stabilisée comme ..... de tension, dans un intervalle où l'intensité du courant est bien déterminée, ou la tension  $U_{PN}$  est constante et égale à  $E$ . Dans ce cas .....

**2). Influence de la force électromotrice :**

**A) Activité expérimentale :**

✧ **Matériel :**

Pile ; résistance ; Fils de connexion ; interrupteur ; Ampèremètre et voltmètre.

✧ **Protocole :**

1er ) Réaliser le montage (Figure 11)

2e ) Varie la valeur de la résistance  $R$  de la charge, et mesurer à chaque fois la tension  $U_{PN}$  aux bornes de la pile et l'intensité de courant qu'elle délivre.

3e ) Calculer la valeur de la puissance électrique  $P_e = U_{PN} \cdot I$  pour chaque valeur de  $R$ .

4e ) Tracer la courbe  $P_e = f(R)$

Des mesures similaires avec une pile de f.é.m.  $E = 6\text{ V}$  résistance interne  $r = 2\ \Omega$ , ont permis de tracer la courbe (Figure 12).

✧ **Piste de travail :**

1)- Comment varie l'énergie transférée au circuit lorsqu'on augmente la valeur ?

.....

.....

.....

.....

2)- Pour quelle valeur de  $R$ , cette énergie est-elle maximale ?

.....

.....

.....

.....

**B) Conclusion :**

Pour une f.e.m constante, l'énergie électrique fournie par le générateur est .....  
 ..... à la résistance équivalente  $R_{eq}$



Figure 11 : Influence de la résistance.

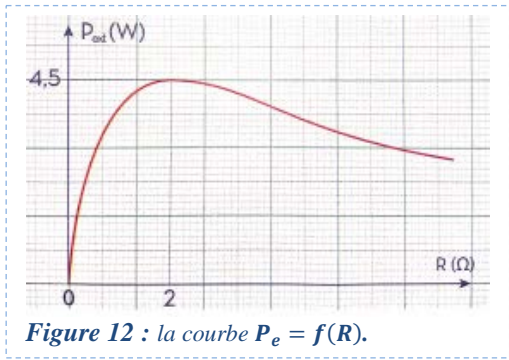


Figure 12 : la courbe  $P_e = f(R)$ .

### 3). Influence de l'agencement des résistors :

#### A) Activité expérimentale :

✧ **Matériel :**

Générateur de tension ajustable ; résistors ; Fils de connexion ; interrupteur ; Ampèremètre et voltmètre.

✧ **Protocole :**

1er ) Réaliser le montage (Figure 13) avec les mêmes résistors ;

2e ) Pour la même tension  $U_{PN}$ , mesurer l'intensité du courant délivré par le générateur dans chaque cas.

Des mesures similaires avec  $R_1 = 100 \Omega$  ,  $R_2 = 180 \Omega$

$U_{PN} = 6 V$  , ont donné les résultats suivants :

Montage	$I(mA)$
Série	20
Parallèle	71

✧ **Piste de travail :**

1)- Calculer l'énergie électrique transférée en 2 min par le générateur à chacune des associations a et b des résistors.

Montage	$W_e(j)$
Série	.....
Parallèle	.....

2)- Quel est l'agencement des composants pour lequel l'énergie transférée par le générateur est plus grande ?

.....

.....

.....

.....

.....

#### B) Conclusion :

L'énergie fournie par .....est d'autant plus grande que  $R_{eq}$  est ..... C'est pour cette raison que les installations domestiques utilisent des associations en .....

✧ En remplissant la figure ci-contre, répondez à la situation de départ « pourquoi une lampe fluocompacte économise-t-elle plus d'électricité qu'une lampe à incandescence ? »

.....

.....

.....

.....

.....

