

République Islamique de Mauritanie
Honneur - Fraternité – Justice
Ministère de l'enseignement secondaire
et de la formation technique et professionnelle



الجمهورية الإسلامية الموريتانية
شرف - إخاء - عدل
وزارة التعليم الثانوي و التكوين التقني و المهني

منصة تعليمي PLATEFORME TAALIMI

28/04/2020



TAALIMI

Ministère de l'Enseignement Secondaire et de la formation
Technique et professionnelle

République Islamique de Mauritanie
Honneur - Fraternité – Justice
Ministère de l'enseignement secondaire
et de la formation technique et professionnelle



الجمهورية الإسلامية الموريتانية
شرف - إخاء - عدل
وزارة التعليم الثانوي و التكوين التقني و المهني

Niveau	6MA – 6SN	المستوى
Discipline	Physique - Chimie	المادة
Chapitre	Puissance électrique dans une portion de circuit	الفصل
Leçon	Puissance électrique dans une portion de circuit	الدرس
Plan du cours	1) Généralité 2) Cas des conducteurs ohmiques 3) Cas des générateurs 4) Cas des récepteurs 5) Bilan énergétique d'un circuit 6) Loi de Pouillet 7) Applications	مخطط الدرس
Elaboré par	Inspecteur Moussa Abdoul KANE Inspecteur Abdoulaye Moussa LAM	إعداد
Modérateur	Cheikh Zayedna	إشراف



Chapitre VI : Puissance électrique dans une portion de circuit

Partie électricité : Leçon 2

Classe : 6D et 6C

Objectifs :

- Savoir appliquer la loi d'Ohm,
- Définir un récepteur
- Réaliser le bilan énergétique d'un récepteur et définir son rendement.
- Effectuer le bilan énergétique d'un générateur et définir son rendement
- Savoir appliquer la loi de Pouillet
- Savoir effectuer le bilan énergétique d'un circuit électrique

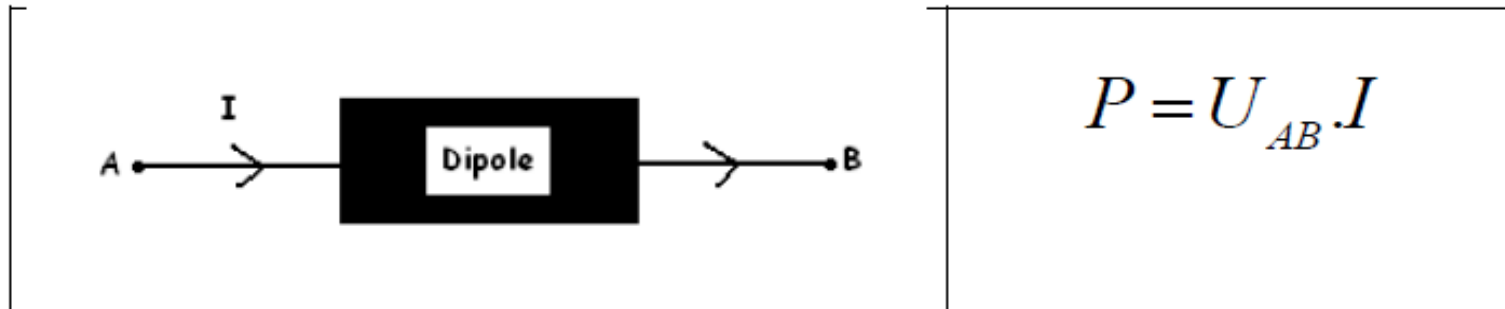
Plan :

1) Généralité	2
1.1) Puissance électrique reçue par un dipôle :	2
1.2) Energie d'un dipôle électrique	2
1) Cas des conducteurs ohmiques :	2
2) Cas des générateurs :	2
3.1) Loi d'Ohm pour un générateur :	2
3.2) Puissance d'un générateur	3
3.3) Rendement d'un générateur :	3
3) Cas des récepteurs	3
4.1) Définition :	3
4.2) Loi d'Ohm :	3
4.3) Puissance électrique reçue par le récepteur	3
4.4) Rendement d'un récepteur :	4
4) Bilan énergétique d'un circuit :	4
5) Loi de Pouillet :	4
6) Applications :	4
Exercices	6

1) Généralité

1.1) Puissance électrique reçue par un dipôle :

La puissance reçue par un dipôle AB ne comportant pas de générateur est le produit de l'intensité du courant électrique I qui le traverse par la tension U_{AB} à ses bornes.



P en watt (W); U_{AB} en volt (V) et I en ampère (A)

1.2) Energie d'un dipôle électrique

L'énergie reçue par un dipôle pendant une durée Δt est $E = P \times \Delta t$

E en joule (J), P en Watt (W) et Δt en seconde (S)

1) Cas des conducteurs ohmiques :

Les conducteurs ohmiques (vu en classe de 5 D et C) sont caractérisés par :

- Une résistance R , exprimé en Ohms (Ω) ;
- Une loi de fonctionnement appelé loi d'Ohm : $U=R.I$;

U : tension en volt (V) ;

I : intensité du courant qui traverse le conducteur en A

Un conducteur ohmique de résistance R parcouru par un courant d'intensité I reçoit la puissance électrique telle que $P = R.I^2$

Si I est constant, l'énergie W qu'il reçoit pendant la durée t s'exprime par :

$$W = R.I^2.t$$

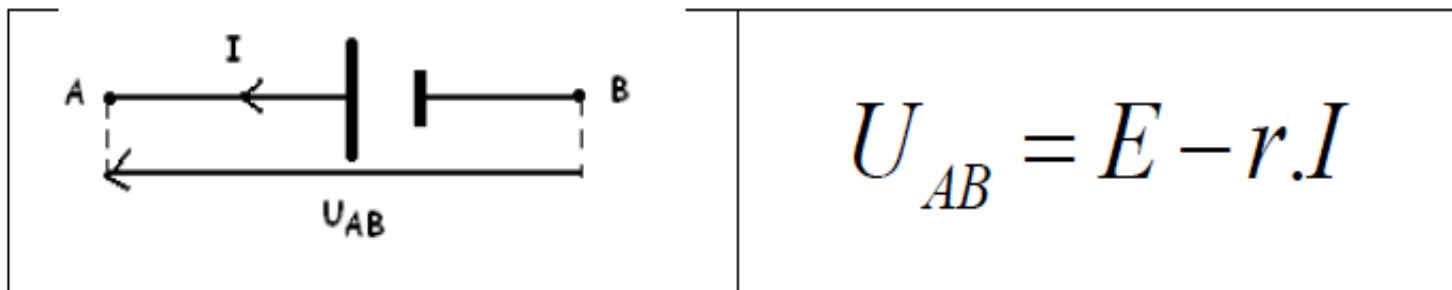
Effet joule :

Tout conducteur parcouru par un courant s'échauffe, sa température augmente puis se fixe à une valeur constante.

La conversion, par un conducteur ohmique, du travail électrique en chaleur s'appelle effet joule.

2) Cas des générateurs :

3.1) Loi d'Ohm pour un générateur :



U_{AB} : tension ou ddp aux bornes du générateur en (V) ;

E : Force électromotrice (V) ;

r : résistance interne en (Ω)

I : intensité du courant qui traverse le générateur en A

3.2) Puissance d'un générateur

Le générateur produit une puissance électrique totale d'expression : $P_t = E.I$; il consomme une partie lui-même ($r.I^2$). Il reste une puissance disponible (ou utile), communiquée au circuit représentée par le terme $U.I$.

Le bilan s'écrit :

➤ $P_u = U.I$: Puissance utile

➤ $P_t = E.I$: Puissance totale

➤ $P_j = r.I^2$: Puissance dissipée

$$P_t = P_u + P_j$$

3.3) Rendement d'un générateur :

Le rendement d'un générateur est défini comme suit

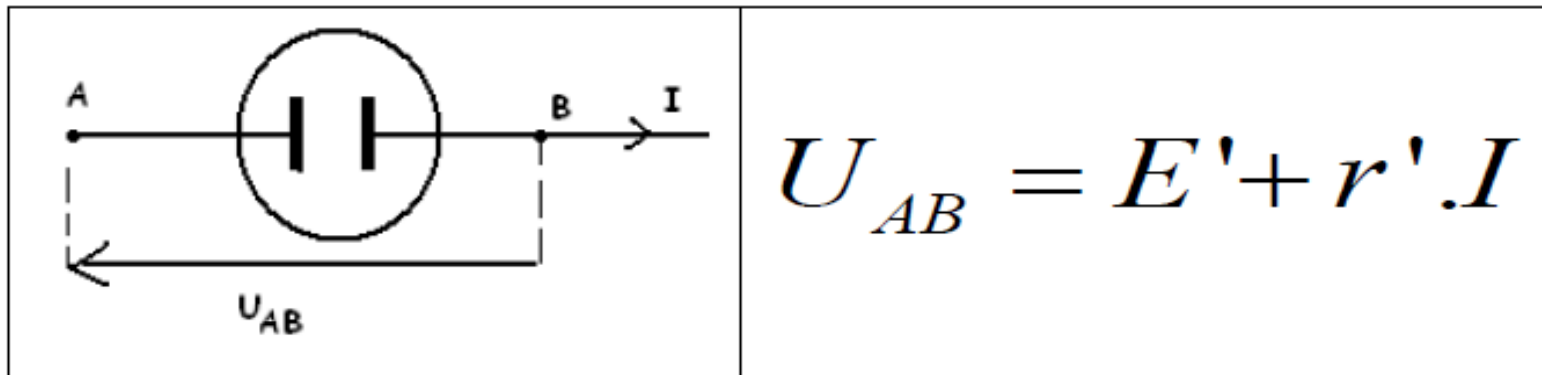
$$\rho = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance totale}} = \frac{U.I}{E.I} = \frac{U}{E}$$

3) Cas des récepteurs

4.1) Définition :

Un récepteur est un appareil qui consomme de l'énergie électrique et qui convertit une partie de cette énergie en une forme autre que la chaleur (énergie thermique) par effet Joule.

4.2) Loi d'Ohm :



U_{AB} : Tension aux bornes du récepteur en (V)

E' : Force contre- électromotrice en (V)

r' : Résistance interne du récepteur en (Ω)

I : Intensité du courant qui traverse le récepteur (A)

4.3) Puissance électrique reçue par le récepteur

La Puissance électrique reçue par le récepteur de la part du circuit est : $P_t = U_{AB} \cdot I$

D'après la loi d'Ohm pour un récepteur :

$P_t = (E' + r' I) \cdot I \Rightarrow P_t = E' I + r' I^2$ Cette puissance se décompose en deux termes :

➤ $P_j = r' I^2$: puissance consommée par effet Joule à l'intérieur du même récepteur.

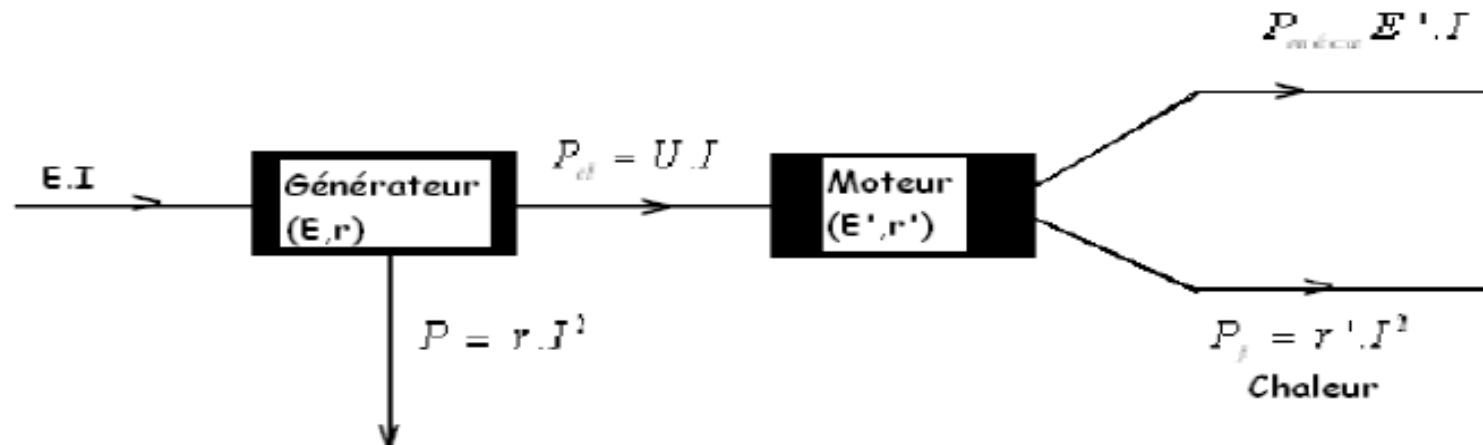
➤ $P_u = E' I$: puissance convertie (utile) par le récepteur en puissance chimique (pour un électrolyseur) ou mécanique (pour un moteur) ;

4.4) Rendement d'un récepteur :

Le rendement d'un récepteur est défini comme suit :

$$\rho = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance totale reçue}} = \frac{E' I}{U I} = \frac{E'}{U}$$

4) Bilan énergétique d'un circuit :



5) Loi de Pouillet :

L'intensité I du courant dans un circuit série est donnée par la relation

$$I = \frac{\sum E - \sum E'}{\sum r}$$

6) Applications :

Application (1) : Un générateur (E,r) alimente un conducteur ohmique de résistance R.

- 1) Quelle doit être la valeur de R pour que la puissance libérée par effet Joule dans le conducteur ohmique soit maximale ?
- 2) Quelle est l'expression de cette puissance ?
- 3) Quelles sont alors l'intensité du courant, la puissance libérée par effet Joule dans le générateur, la tension à ses bornes ? A.N : E=4,5 V ; r=1,5 Ω

Corrigé

- 1) Le bilan énergétique s'écrit

$$E.I = r.I^2 + P_J \text{ Avec } P_J = RI^2, \text{ Puissance consommée par le conducteur ohmique}$$

$$d'où E.I = r.I^2 + RI^2 \Rightarrow I = \frac{E}{r+R} \text{ donc } P_J = RI^2 = E^2 \cdot \frac{R}{(r+R)^2}$$

Pour obtenir le maximum de cette fonction P de R, dérivons P par rapport à R :

$$P' = E^2 \cdot \left[\frac{1(r+R)^2 - R \cdot 2 \cdot (r+R)}{(r+R)^2} \right] \text{ Cherchons la valeur de R qui annule la dérivée. On en déduit}$$

l'équation résolvante, R étant l'inconnue

$$(r+R)^2 - 2R(r+R) = 0 \Leftrightarrow r^2 + R^2 + 2rR - 2rR - 2R^2 = 0 \text{ d'où } r=R=1\Omega$$

2) Le générateur fournit le maximum de puissance au circuit qu'il alimente lorsque la résistance de ce circuit est égale à sa résistance interne. La puissance P fournie vaut :

$$P = E^2 \cdot \frac{r}{(2r)^2} = \frac{E^2}{4r} = 5W ;$$

3)

- L'intensité du courant est : $I = \frac{E}{2r} = 2,25A$
- La puissance libérée par effet Joule dans le générateur s'exprime par $P_J = r.I^2$ et, comme $r = R$, elle est égale à celle fournie par le conducteur ohmique, soit : $P_J = \frac{E^2}{4r}$;
- La tension aux bornes du générateur est : $U = E - r.I$ Soit :

$$U = E - r \cdot \frac{E}{2r} = \frac{E}{2} = 2,25V$$

Application (2) :

Un générateur de f.e.m 24V et de résistance interne 1Ω est en série avec un moteur de résistance interne 5Ω . Quelle est l'intensité du courant du circuit ?

- a) Lorsque le moteur est bloqué ?
- b) Lorsque le moteur fournit une puissance de 24w ?

Corrigé :

- a) Lorsque le moteur est bloqué, la puissance mécanique $E'.I$ est nulle. Le bilan de puissance dans le circuit s'écrit :

$$E.I = r.I^2 + r'.I^2 \Rightarrow I = \frac{E}{r + r'} \quad \text{AN : } I = 4A$$

- b) Lorsque le moteur tourne, le bilan de puissance s'écrit :

$$U = E - rI \text{ pour le générateur}$$

$$U' = E' + r'I \text{ pour le moteur}$$

$$\text{Comme } U=U' \text{ et } E' = \frac{P_m}{I} \text{ donc on a : } E - rI = \frac{P_m}{I} + r'I$$

$$\Rightarrow EI - (r + r')I^2 = P_m$$

$$\Rightarrow 24I - 6I^2 - 24 = 0$$

$$\Rightarrow I^2 - 4I + 4 = 0$$

$$\Rightarrow \Delta = 16 - 16 = 0 \text{ donc } I = \frac{4}{2} = 2A$$

Exercices

Exercice 1 :

Deux résistances chauffantes $R_1 = 25\Omega$ et $R_2 = 50\Omega$ sont utilisées dans des bouilloires de puissances de chauffe différentes.

1. On les alimente avec une tension de 230V. Pour quelle résistance l'effet Joule est-il le plus important?
2. Les résistances sont maintenant parcourues par une même intensité de 9,4A. Comparer leur effet Joule.

Exercice 2 :

Une batterie d'accumulateur au plomb alimente les lampes d'une automobile.

La tension entre les bornes de la batterie est de 11,9V et l'intensité du courant qui passe dans la batterie est 10,3A.

1. Quelle est la puissance électrique fournie par la batterie?
2. Dans ces conditions, le fonctionnement de la batterie dure 17min. Quelle est l'énergie électrique transférée dans les circuits récepteurs?

Exercice 3 :

Une génératrice de courant continu convertit une puissance mécanique de $P_m = 1,86 \text{ kW}$ en énergie électrique. La tension à ses bornes est de 112 V et elle débite un courant d'intensité $14,2 \text{ A}$.

1. Calculer la puissance électrique fournie par cette génératrice.
2. Calculer la puissance dissipée par effet Joule.
3. Quelles sont la f.é.m. de la génératrice ainsi que sa résistance interne?
4. Sous forme d'un schéma, faire un bilan d'énergie de cette génératrice en terme de puissance.

Exercice 4 :

Une batterie d'accumulateur au plomb est chargée de 40 Ah .

1. La batterie se décharge complètement en 1 h . La tension au cours de cette décharge est $11,8 \text{ V}$. Quelle est l'énergie électrique fournie?
2. On utilise la batterie pour démarrer une automobile pendant $1,5 \text{ s}$. La batterie est alors traversée par un courant d'intensité $0,2 \text{ kA}$ et la tension à ses bornes est de $10,2 \text{ V}$.
 - (a) Quelle est l'énergie électrique fournie?
 - (b) Quelle est la puissance électrique?
 - (c) Quelles sont la f.é.m. et la résistance interne de la batterie?

Exercice 5 :

Un moteur électrique de force contre-électromotrice $E' = 100\text{V}$ a une résistance interne $r' = 4\Omega$.

1. On applique à ce moteur une tension $U = 110\text{V}$. Quelle est l'intensité du courant qui le traverse? Faire le bilan énergétique du moteur en terme de puissance.

2. Quelle est la tension à appliquer pour que l'intensité du courant qui le traverse soit 4A ? Quel est alors le rendement du moteur?

Exercice 6 : Une cellule à électrolyse a une f.c.é.m. $E' = 1,6\text{V}$ et une résistance interne $r' = 0,1\Omega$.

1. On applique une tension $U_1 = 2,1\text{V}$. Calculer l'intensité I_1 du courant qui traverse la cellule.

2. On veut que l'intensité du courant soit $I_2 = 8\text{A}$.

(a) Quelle est la tension U_2 à appliquer?

(b) Calculer la puissance électrique reçue par la cellule ainsi que celle dissipée par effet Joule.

(c) En déduire le rendement de la transformation d'énergie dans l'électrolyseur.

3. On veut que la puissance électrique consommée par l'électrolyseur soit de $15,5\text{W}$.

Quelle tension faut-il appliquer?

Exercice 7 : Un moteur électrique de résistance $0,8\Omega$ est parcouru par un courant $I = 10\text{A}$ lorsqu'il est alimenté sous une tension $U = 90\text{V}$. Déterminer :

1. sa force contre-électromotrice,
2. la puissance absorbée,
3. la puissance utile fournie par ce moteur,
4. le rendement électrique de ce moteur.