Niveau : **1ère C**	**OG 3** : ANALYSER LE BILAN ENERGETIQUE D'UN CIRCUIT.

TITRE : **PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUES** | **Durée** : **6 H**

Objectifs spécifiques :

OS 3 : Appliquer la loi d'ohm.

OS 4 : Appliquer l'expression de la puissance et de l'énergie électriques reçues ou fournies par un dipôle.

Moyens :

Vocabulaire spécifique :

Documentation : Livres de Physique AREX Première C et D, Eurin-gié Première S et E. Guide pédagogique et Programme.

Amorce :

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Plan du cours :

I) Généralités
- 1° Dipôle
- 2° Caractéristique d'un dipôle
- 3° Convention récepteur – convention générateur

II) Loi d'ohm
- 1° Cas d'un récepteur
  - 1.1° Conducteur ohmique
  - 1.2° Electrolyseur
    - 1.2.1° Expérience et résultats
    - 1.2.2° Tracé de la courbe U = f(I)
    - 1.2.3° Exploitation de la courbe
    - 1.2.4° Conclusion
- 2° Cas d'un générateur

III) Expression de la puissance et de l'énergie électriques
- 1° Définitions
  - 1.1° Puissance
  - 1.2° Energie
- 2° Bilan énergétique
  - 2.1° Cas d'un récepteur
    - 2.1.1° Conducteur ohmique
    - 2.1.2° Récepteur quelconque (électrolyseur)
  - 2.2° Cas d'un générateur
- 3° Loi de Pouillet

Activités questions	Activités réponses		Observations

PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUES

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

I) Généralités

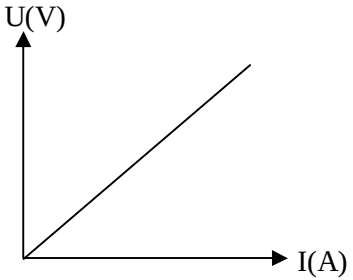
1° Dipôle

Un dipôle est un composant électrique possédant deux bornes.

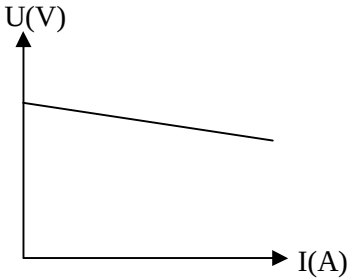
2° Caractéristique d'un dipôle

La caractéristique (intensité – tension) d'un dipôle est la courbe représentant la variation de la tension aux bornes d'un dipôle en fonction de l'intensité du courant qui le traverse (courbe U = f(I)).

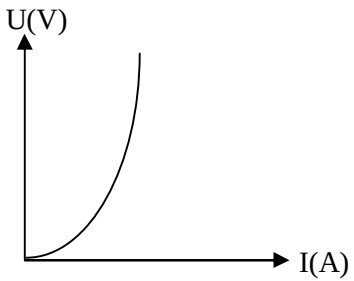
Exemples :



Caractéristique d'un conducteur ohmique



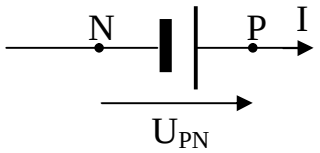
Caractéristique d'un générateur (pile)



Caractéristique d'une lampe à incandescence

3° Convention récepteur – convention générateur

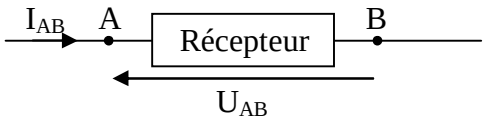
* Dans un circuit, un générateur est traversé par un courant de sa borne négative (N) vers sa borne positive (P). Ce courant I est positif. Il existe entre les bornes du générateur, une d.d.p. U_{PN} positive ($U_{PN} > 0$).



Les deux flèches I et U_{NP} ont le même sens.

Cette représentation est appelée convention générateur.

* Lorsqu'un courant électrique $I = I_{AB}$ traverse un dipôle récepteur de A vers B, la tension $U_{AB} = V_A - V_B$ est positive : le courant circule dans le sens des potentiels décroissants.



La flèche représentant la tension U_{AB} va de B vers A et les deux flèches I_{AB} et U_{AB} sont de sens contraires.

II) Loi d'ohm

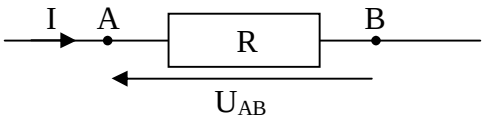
La loi d'ohm traduit la relation entre l'intensité et la tension aux bornes d'un dipôle.

1° Cas d'un récepteur

1.1° Conducteur ohmique

La caractéristique d'un conducteur ohmique est une droite passant par l'origine.

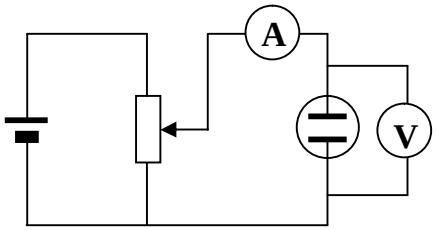
La loi d'ohm aux bornes du conducteur ohmique s'écrit donc : **$U_{AB} = RI$**



1.2° Electrolyseur

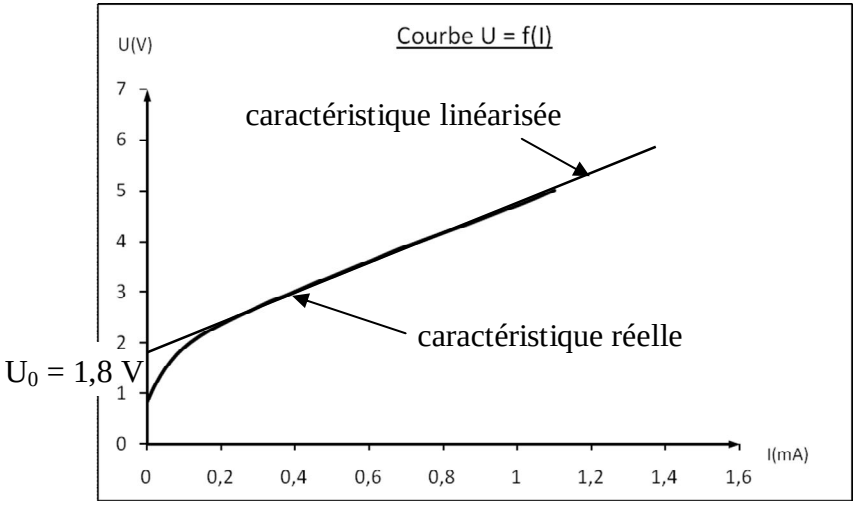
1.2.1° Expérience et résultats

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main



I(mA)	0	0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	1	1,1
U(V)	0	0,8	1,9	2,7	3	3,6	3,9	4,7	5

1.2.2° Tracé de la courbe U = f(I)



1.2.3° Exploitation de la courbe

Pour $U \leq U_0 = 1{,}8$ V, I = 0

Pour $U > U_0 = 1{,}8$ V, $I \neq 0$ et la caractéristique est confondue avec une droite affine d'équation U = a I + b.

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Détermination de a et b

$I = 0 \Rightarrow b = U_0$. On note $U_0 = e'$.

$I \neq 0 \Rightarrow a = \dfrac{U - b}{I}$, homogène à une résistance. On note a = r'.

On écrit donc : **U = e' + r'I**

e' est appelée **force contre électromotrice** (**f.c.e.m.**) de l'électrolyseur et **r'** est sa **résistance interne**.

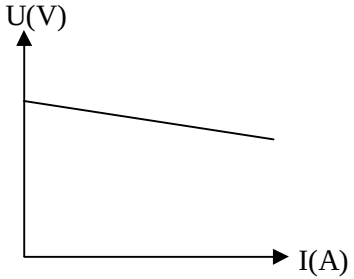
1.2.4° Conclusion

La caractéristique linéarisée d'un électrolyseur est une droite affine de pente positive. La loi d'ohm pour l'électrolyseur s'écrit alors : $\mathbf{U_{AB} = e' + r'I}$.

Remarque : De façon générale si la caractéristique d'un récepteur comporte une partie rectiligne semblable à celle d'un électrolyseur, on dit que ce récepteur obéit à la loi d'ohm dans ce domaine de fonctionnement et on a : $\mathbf{U_{AB} = e' + r'I}$ avec **e'** : **force contre électromotrice** (**f.c.e.m.**) du récepteur et r' est la **résistance interne** du récepteur.

2° Cas d'un générateur

La caractéristique linéarisée d'un générateur est une droite affine de pente négative :



La loi d'ohm aux bornes du générateur s'écrit :

$$\mathbf{U = e - rI}$$

e est appelée **force électromotrice** (**f.e.m.**) du générateur ;

r' est la **résistance interne** du générateur.

Remarque :

Les schémas équivalents d'un générateur réel sont :

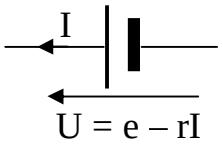


Schéma d'un générateur réel

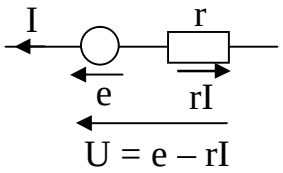


Schéma équivalent série

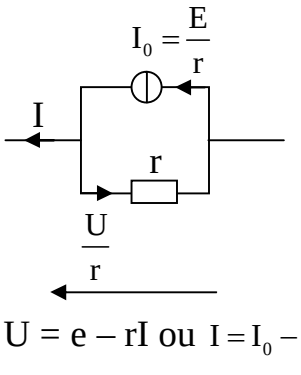


Schéma équivalent parallèle

$I_0 = \frac{E}{r}$ est appelé courant de court-circuit.

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

III) Expression de la puissance et de l'énergie électriques

1° Définitions

1.1° Puissance

La puissance P reçue ou fournie par un dipôle est le produit de la tension à ses bornes par l'intensité du courant qui le traverse :

$$P = U \times I$$

(Watt) ← $P = U \times I$ → (A) ; (V) ↓ U

1.2° Energie

L'énergie E reçue ou fournie par un dipôle fonctionnant pendant une durée t est le produit de sa puissance par la durée t :

$$E = P \times t = U \times I \times t$$

(Joule) ← $E = P \times t = U \times I \times t$

Remarque : La puissance (ou l'énergie) est :

- reçue par un dipôle passif (récepteur) ;
- fournie par un dipôle actif (générateur).

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

2° Bilan énergétique

2.1° Cas d'un récepteur

2.1.1° Conducteur ohmique

* La puissance reçue par un conducteur ohmique est :

$$P_r = U \times I = RI \times I = RI^2$$

Cette puissance est totalement dissipée sous forme de chaleur par **effet joule**. On parle de **puissance joule** ($\mathbf{P_j}$).

$$P_r = P_j = RI^2$$

(Watt) ← $P_r = P_j = RI^2$ → (A) ; (Ω) ↓ R

* L'énergie reçue par un conducteur ohmique est :

$$E_r = RI^2t$$

Cette énergie est intégralement transformée en énergie thermique.

2.1.2° Récepteur quelconque (électrolyseur)

* La puissance reçue est :

$$P_r = U \times I = (e' + r'I) \times I$$

$$P_r = e'I + r'I^2$$

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

On a : $P_r = P_u + P_j$ avec $P_u = e'I$: puissance utile

$P_j = r'I^2$: puissance joule

* Le rendement du récepteur est :

$$\eta' = \frac{P_u}{P_r} = \frac{e'I}{e'I + r'I^2} \Rightarrow \eta' = \frac{e'}{e' + r'I}$$

Remarque : Pendant une durée t de fonctionnement on a : $E_r = E_u + E_j$.

2.2° Cas d'un générateur

* La puissance fournie par le générateur au reste du circuit est :

$$P_f = U \times I = (e - rI) \times I$$

$$P_f = eI - rI^2$$

On a : $P_f = P_g - P_j$ ou $P_g = P_f + P_j$ avec $P_g = eI$: puissance générée (puissance maximale disponible dans le générateur)

$P_j = r.I^2$: puissance joule

P_f : puissance fournie ou puissance disponible.

* Le rendement du générateur est :

$$\eta = \frac{\text{puissance fournie ou puissance disponible}}{\text{puissance générée ou ou puissance totale fournie}}$$

$$\boxed{\eta = \frac{e - rI}{e}}$$

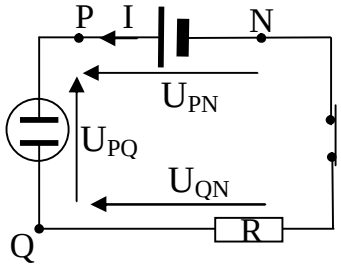
Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Remarque : Pendant une durée t de fonctionnement, l'énergie E_g générée (ou engendrée) par le générateur est fournie au reste du circuit avec une perte d'énergie E_j par effet joule :

$$E_g = E_f + E_j.$$

3° Loi de Pouillet

La loi de **Pouillet** permet de calculer l'intensité du courant qui circule dans un circuit série.



$$U_{PN} - U_{PQ} - U_{QN} = 0$$

$$U_{PN} = U_{PQ} + U_{QN}0$$

$$e - rI = e' + r'I + RI$$

$$e - e' = (r + r' + R)I$$

d'où : $\boxed{I = \frac{e - e'}{(r + r' + R)}}$

De façon générale on a :

$$\boxed{I = \frac{\sum e - \sum e'}{\sum R}}$$

Application

Une pile de f.é.m. 4,5 V, de résistance interne1, 2 Ω débite un courant d'intensité 0,2 A.

1. Calculer la tension aux bornes de la pile.

2. Calculer :
   - la puissance engendrée par la pile ;
   - la puissance calorifique apparaissant par effet joule à l'intérieur de la pile ;
   - en déduire la puissance fournie par la pile au reste du circuit
   - et retrouver la valeur de la tension.
3. Calculer le rendement de cette pile.

Résolution

1. U = 4,26 V.
2. $P_g = 0,9$ W
   $P_j = 0,048$ W
   $P_f = 0,852$ W
   U = 4,26 V

$\eta = 0,947 = 94,7\ \%$.

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main