



## Physique et Chimie : Tronc Commun

### Séance 21 (Caractéristique d'un dipôle actif)

**Professeur : Mr EL GOUFIFA Jihad**

### Sommaire

#### I- Dipôles actifs

1-1/ Définition

1-2/ Convention générateur

1-3/ Caractéristique d'un dipôle actif

1-4/ Intensité de court-circuit d'un générateur

1-5/ Association en série des dipôles actifs linéaires

#### II- Caractéristiques d'un récepteur (l'électrolyseur)

#### III– Point de fonctionnement

3-1/ Notion de point de fonctionnement

3-2/ Détermination du point du fonctionnement d'un circuit

3-3/ Loi de Pouillet

#### IV- Exercices

4-1/ Exercice 1

4-2/ Exercice 2

4-3/ Exercice 3

4-4/ Exercice 4

---

#### I- Dipôles actifs

1-1/ Définition

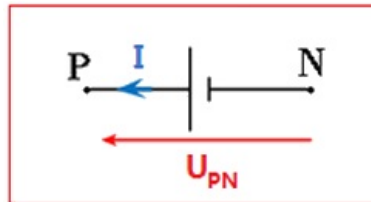
Un dipôle est dite actif si, en circuit ouvert, la tension à ses bornes n'est pas nulle.

- Exemples : Piles, accumulateurs.

			
Pile 9V	Photopile ou cellules photovoltaïques	Batterie d'automobile	Dynamo

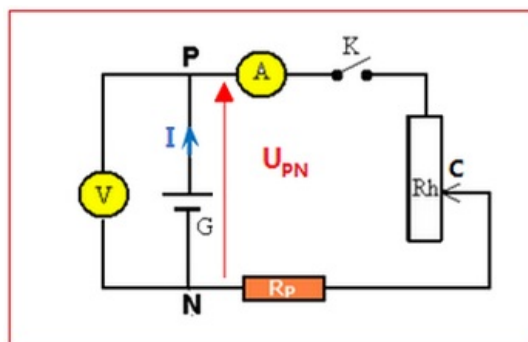
## 1-2/ Convention générateur

Dans la convention générateur, les flèches symbolisant l'intensité du courant et la tension aux bornes du générateur sont de même sens.



## 1-3/ Caractéristique d'un dipôle actif

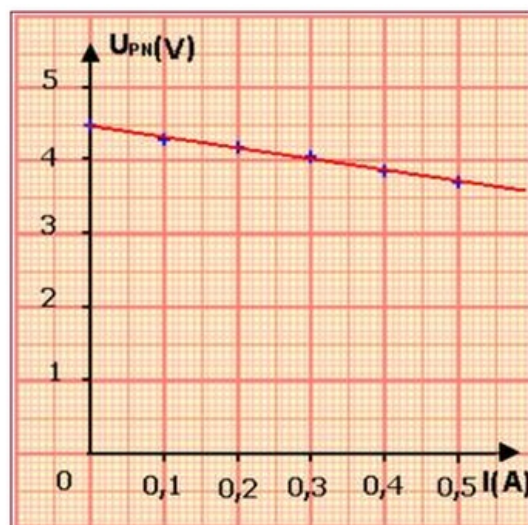
### Montage expérimental



### Tableau des résultats

$U_{PN}(V)$	4,50	4,35	4,20	4,05	3,90	3,75
$I(A)$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

### Caractéristique $U = f(I)$



### Conclusion

La caractéristique est une droite qui ne passe pas par l'origine, il représente une fonction affine d'équation :  $U_{PN} = aI + b$

### Calcul de la valeur de $a$

Le coefficient directeur  $a$  est négatif et s'exprime en  $\frac{V}{A}$ , c'est-à-dire en Ohm ( $\Omega$ )

$a$  est l'opposé de la résistance  $a = -r$ ,  $r$  est appelé la résistance interne du générateur :

$$r = |a| = \left| \frac{\Delta U_{PN}}{\Delta I} \right| = \left| \frac{4,5 - 3,75}{0 - 0,5} \right| = 1,5 \Omega$$

### Calcul de la valeur de $b$

L'ordonnée à l'origine  $b$  s'exprime en volt, il a les dimensions de la tension  $b = E$ .  $E$  est appelé la force électromotrice du générateur.

$$b = E = 4,5V$$

### Équation de la caractéristique de générateur

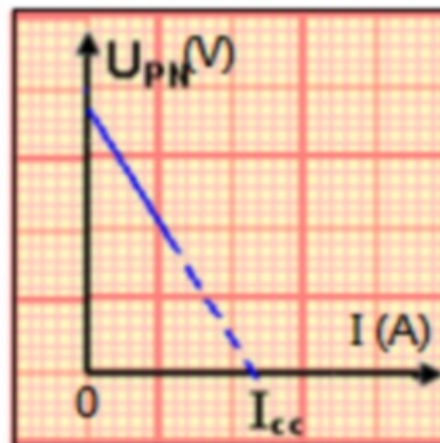
$$U_{PN} = 4,5 - 1,5I$$

### 1-4/ Intensité de court-circuit d'un générateur

Pour mettre le générateur en court-circuit, on relie ses pôles par un fil métallique, dans ce cas la tension est nulle.

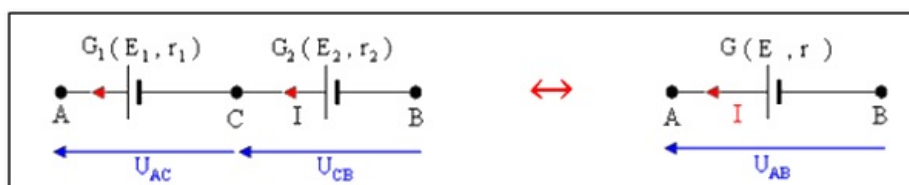
$$E = r \cdot I_{CC} = 0$$

$$I_{CC} = \frac{E}{r} = \frac{4,5}{1,5} = 3A$$



### 1-5/ Association en série des dipôles actifs linéaires

Soit deux piles  $G_1 (E_1, r_1)$  et  $G_2 (E_2, r_2)$  associées en série, cette association est équivalente à un dipôle actif  $G (E, r)$  :



- La loi d'additivité des tensions :

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$$

- La loi d'ohm pour les trois piles :

$$E - rI = (E_1 - r_1 \cdot I) + (E_2 - r_2 \cdot I)$$

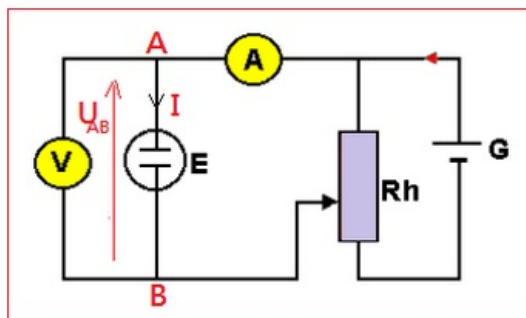
$$\Rightarrow E = E_1 + E_2 \text{ et } r = r_1 + r_2$$

## Généralisation

L'association des n dipôles actifs et linéaires est équivalente à un dipôle actif et linéaire sa force électromotrice  $E = \sum E_i$  et de résistance interne  $r = \sum r_i$ .

## II- Caractéristiques d'un récepteur (l'électrolyseur)

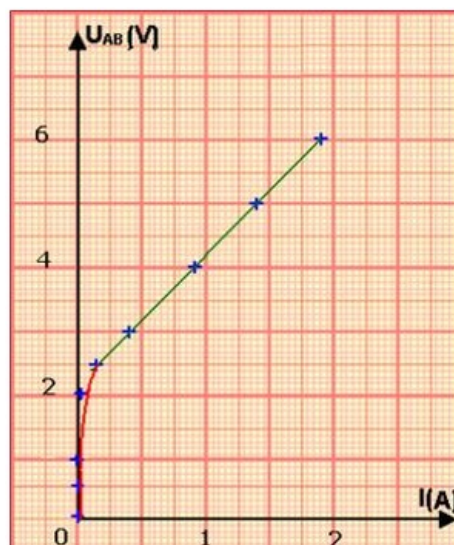
### Montage expérimental



### Tableau des résultats

$U_{AB}(V)$	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,0	4	5	6
$I(A)$	0	0	0	0,02	0,06	0,14	0,4	0,9	1,4	1,9

### Caractéristique $U = f(I)$



### Conclusion

La caractéristique intensité-tension de l'électrolyseur est une portion de droite d'équation :  $U_{AB} = E' + r'I$

Avec  $E' = 2,2V$  et  $r' = \frac{\Delta U_{AB}}{\Delta I} = \frac{5,0-3,0}{1,4-0,4} = 2\Omega$ .

## III– Point de fonctionnement

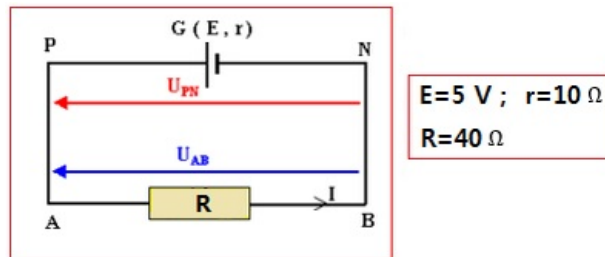
### 3-1/ Notion de point de fonctionnement

Le branchement d'un dipôle actif (piles) aux bornes d'un dipôle passif (électrolyseur), forme un circuit électrique.

L'intensité  $I_f$  du courant qui traverse le circuit et la tension  $U_f$  aux bornes du dipôle actif définit le point du fonctionnement du circuit  $F(I_f, U_f)$ .

### 3-2/ Détermination du point du fonctionnement d'un circuit

#### Méthode graphique



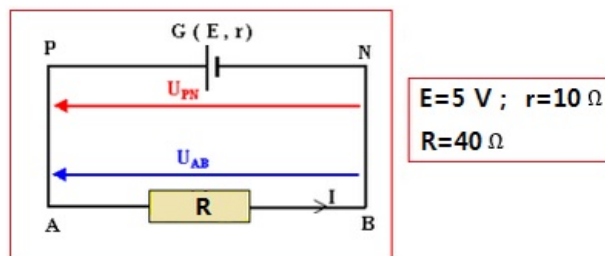
Traçons les caractéristiques de la pile et du conducteur ohmique dans le même repère.

Les deux caractéristiques se coupent en un point  $F$  de coordonnées :

$$F(I_f = 0,1\text{ A}, U_f = 4\text{ V})$$



#### Méthode algébrique



Appliquons la loi d'ohm :

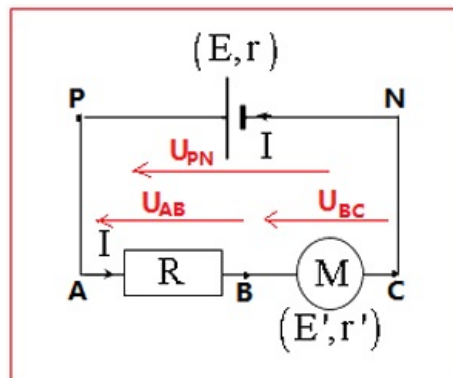
- Pour un générateur :  $U_{PN} = E - r \cdot I$
- Pour un conducteur ohmique :  $U_{AB} = R \cdot I$

D'après la loi d'additivité des tensions :

$$\begin{aligned}
 U_{PN} &= U_{AB} \\
 E - r \cdot I &= R \cdot I \\
 I_f = I &= \frac{E}{R+r} = 0,1A \\
 U_f = U_{AB} &= R \cdot I = R \frac{E}{R+r} = 4V \\
 F(I_f = 0,1A, U_f = 4V)
 \end{aligned}$$

### 3-3/ Loi de Pouillet

On considère le montage qui contient un générateur  $(E, r)$ , un moteur  $(E', r')$  et un conducteur ohmique de résistance  $R$  :



Appliquons la Loi d'ohm :

- Pour le générateur :  $U_{PN} = E - r \cdot I$
- Pour le moteur :  $U_{AB} = E' + r' \cdot I$
- Pour le conducteur ohmique :  $U_{BC} = R \cdot I$

D'après la Loi d'additivité des tensions :

$$\begin{aligned}
 U_{PN} &= U_{AB} + U_{BC} \\
 E - r \cdot I &= E' + r' \cdot I + R \cdot I \\
 I &= \frac{E-E'}{R+r+r'} \quad (1)
 \end{aligned}$$

La relation (1) exprime la loi de Pouillet, qui concerne les circuits électriques constitués uniquement des dipôles linéaires associés en série.

### Généralisation

L'intensité du courant qui passe dans un circuit série comportant n générateurs, m récepteurs actifs et k conducteurs ohmiques est :

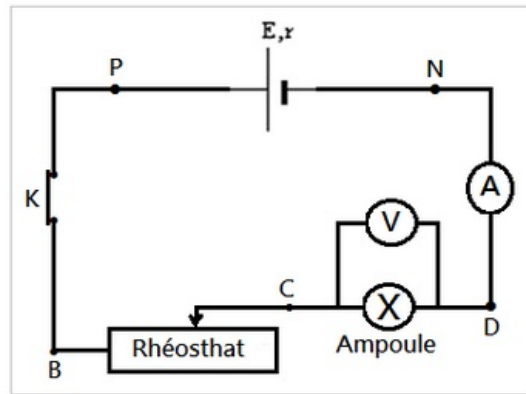
$$I = \frac{\sum E_i - \sum E'_i}{\sum r_i + \sum r'_i + \sum R_i}$$

## IV- Exercices

### 4-1/ Exercice 1

On dispose d'une ampoule de lampe de poche, d'un générateur continu de f.é.m.  $E = 6V$  et de résistance interne  $r = 2,5\Omega$ , d'un rhéostat dont la valeur de la résistance peut varier entre 0 et  $120\Omega$ , de deux multimètre et de fil de

connexion. On a réalisé le montage suivant :

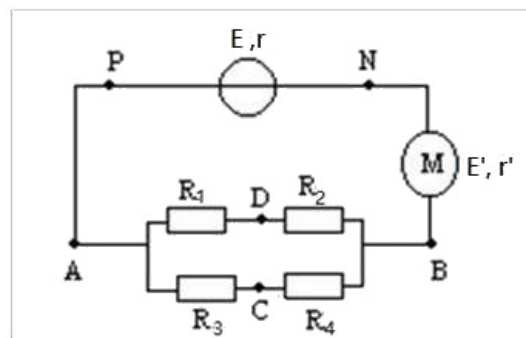


La tension aux bornes de l'ampèremètre est négligeable.

1. Comment peut-on varier l'intensité  $I$  du courant électrique dans ce circuit ?  
Quand l'intensité  $I$  du courant électrique dans le circuit est égale à  $0,3A$ , la tension mesurée entre  $C$  et  $D$  est égale à  $U_{CD} = 2,25V$ .
2. Calculer la tension  $U_{PN}$  entre les bornes du générateur continu.
3. Quelle est la valeur de la résistance  $R$  du rhéostat (Déterminer d'abord la tension à ses bornes) ?

## 4-2/ Exercice 2

Soit le montage suivant :



On donne :

$$E = 15V ; r = 0 ; E' = 5V ; r' = 1\Omega$$

$$R_1 = 10\Omega ; R_2 = 20\Omega ; R_3 = 33\Omega ; R_4 = 50\Omega$$

1. Calculer la résistance équivalente  $R_{eq(AB)}$  à la portion  $AB$ . Représenter le circuit équivalent.
2. Calculer l'intensité traversant le générateur.
3. Déterminer l'intensité traversant  $R_1$  (Calculer  $U_{AB}$ ).
4. Déterminer  $U_{AC}$ .

## 4-3/ Exercice 3

Un circuit électrique comporte une pile, un rhéostat, un ampèremètre et un voltmètre.

Les mesures expérimentales ont donné les valeurs reportées dans le tableau suivant :

$U_{PN} (V)$	9,00	8,89	8,78	8,66	8,56	8,35	8,12
$I (A)$	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80

1. Faire un schéma du montage électrique permettant d'étudier cette caractéristique.
2. Tracer la courbe  $U_{PN} = f(I)$

Axe des abscisses :  $0,1A \leftrightarrow 2cm$

Axe des ordonnées :  $0,1V \leftrightarrow 1cm$  (commencer le graphe à  $8V$ )

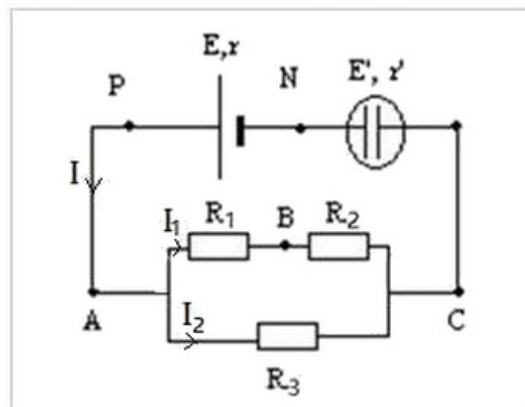
3. Dédire du graphe les valeurs de la force électromotrice et de la résistance interne de la pile.

On relie un générateur linéaire de force électromotrice  $E = 9V$  et de résistance interne  $r = 1,2\Omega$  à une portion de circuit comportant un électrolyseur de force contre électromotrice  $E' = 4V$  et de résistance interne  $r' = 2\Omega$  et un conducteur ohmique de résistance  $R = 20\Omega$  associé en série.

4. Déterminer la valeur de l'intensité  $I$  du courant qui circule dans le circuit.
5. Calculer la tension  $U_{AB}$  aux bornes de l'électrolyseur et  $U_{PN}$  aux bornes de générateur.

#### 4-4/ Exercice 4

Un générateur de force électromotrice  $E = 12V$  et de résistance interne  $r = 2,5\Omega$  est utilisé dans le circuit suivant :



L'électrolyseur à une force contre électromotrice  $E' = 4V$  et une résistance interne  $r' = 5\Omega$ .

On donne :  $R_1 = 100\Omega$  ;  $R_2 = 220\Omega$  ;  $R_3 = 680\Omega$

1. Calculer la résistance équivalente  $R_{eq}$  au dipôle  $AC$ .
2. Calculer l'intensité  $I$  du courant électrique. Justifier.
3. Calculer l'intensité  $I_1$  et l'intensité  $I_2$ .