



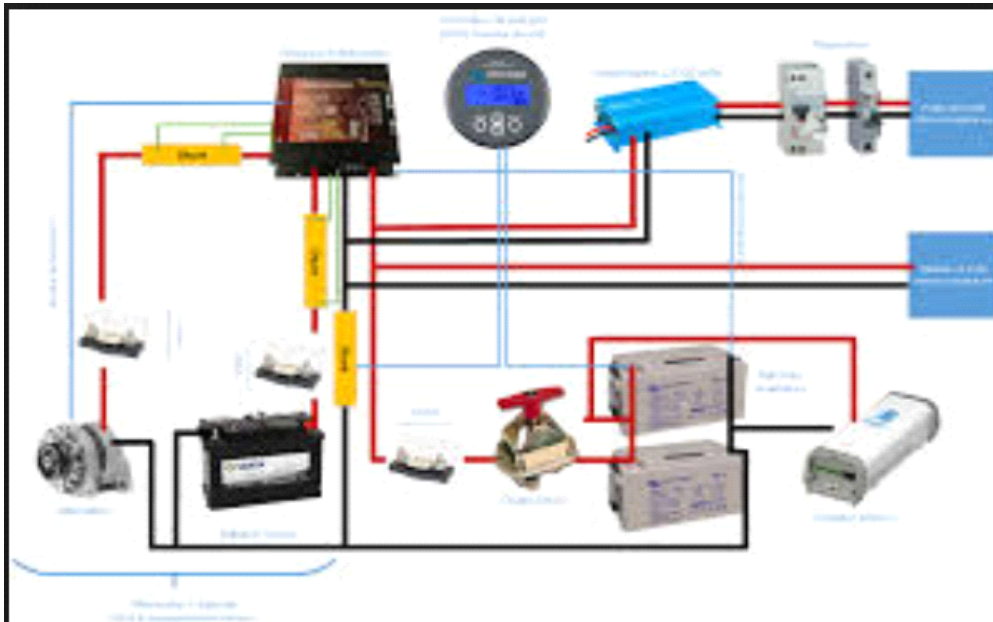
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



**Support de cours : Electronique fondamentale I**

**Niveau : 2<sup>ème</sup> Année licence**

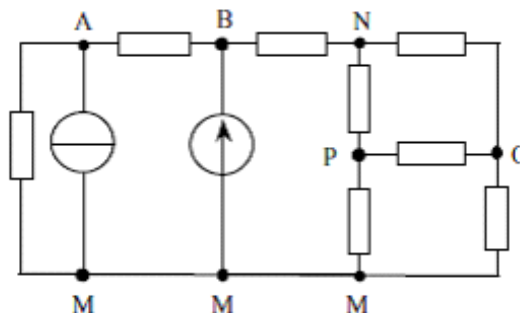
**Préparé par : Dr. Chemachema Karima**



## Chapitre I : Régime continu et théorèmes fondamentaux

### 1) Elements d'un circuit électrique:

- Un circuit ou réseau électrique est un ensemble de conducteurs reliés entre eux et contenant en général des générateurs, des récepteurs et des résistances.
- Un dipôle est un élément électrique capable ou non de fournir de l'énergie, communiquant avec l'extérieur seulement par deux bornes. La résistance ou la source de tension entre B et M de la figure constituent deux exemples de dipôles.
- Un nœud est un point du réseau où sont connectés plus de deux conducteurs.
- Une branche est une portion de réseaux située entre deux nœuds.
- Une maille est un ensemble de branche formant un circuit fermé, qui ne passe qu'une fois par un nœud donné.

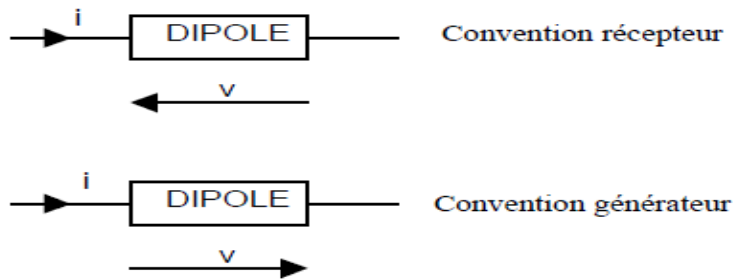


**Figure 1** réseau électrique

## 2. Tensions et courants continus :

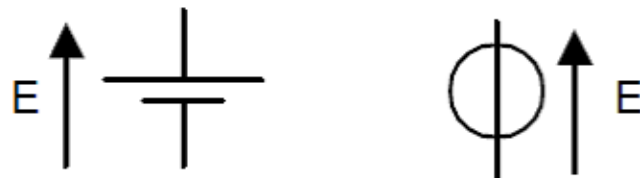
Selon la forme de la tension (ou du courant) délivrée par le générateur qui alimente un circuit, on dit que ce circuit fonctionne selon un certain régime. S'il délivre une tension constante, le circuit fonctionne en régime continu.

Il existe deux choix pour l'orientation du courant  $i$  et de la différence de potentiel  $v$



- **Générateur de tension idéal :**

Un générateur de tension idéal délivre une différence de potentiel constante et indépendante du courant qu'il délivre.



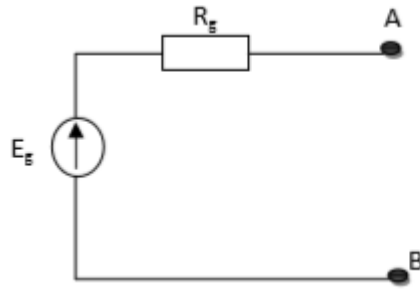
### a. Générateur de courant idéal

Un générateur de courant idéal délivre un courant constant et indépendamment de la différence de potentiel entre ses bornes.



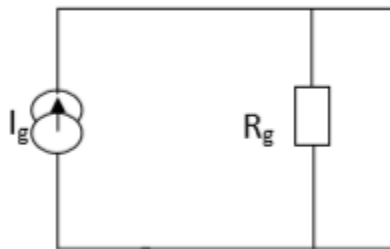
- **Générateur réel de tension**

Un générateur réel de tension possède souvent une résistance interne  $R_g$  placée en série avec le générateur idéal de tension  $E_g$ .



- **générateur réel de courant**

Un générateur réel de courant possède souvent une résistance interne  $R_g$  placée en parallèle avec le générateur idéal de courant  $I_g$ .



### 3. Relation tension-courant :

- **Cas d'une Résistance**

La résistance est définie par la relation qui s'établit entre la tension à ses bornes et le courant qui la traverse, appelée loi d'ohm :

$$U(t) = R i(t)$$

La puissance instantanée dissipée par une résistance est :

$$P(t) = u(t) i(t) \text{ en watt}$$

- **Cas d'un condensateur**

Pour un condensateur, l'équation :

$$i(t) = c \, du(t)/dt$$

montre que si  $u(t) = \text{cste}$  on a bien :  $i(t) = 0$ .

Donc en régime continu, aucun courant ne traverse un condensateur, et le condensateur se comporte comme **circuit- ouvert**.

- **Cas d'une bobine**

Si une inductance  $L$  parcourue par un courant d'intensité  $i$ , la tension aux bornes de l'inductance est :

$$U(t) = L di(t)/dt$$

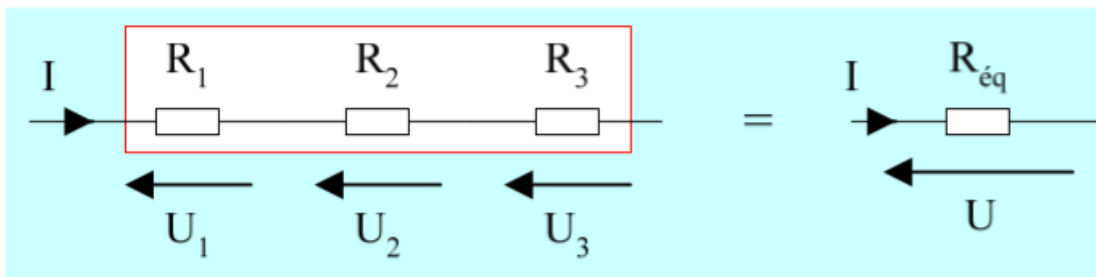
En régime continu, une bobine présentera toujours une différence de potentiel nulle à ses bornes, et la bobine se comporte comme **court-circuit**.

#### **4/ Rappel sur le groupement des conducteurs ohmiques:**

On distingue deux cas pour le groupement de conducteurs ohmiques ou résistances :

##### **a/ Groupement en série :**

Toutes les résistances  $R_i$  sont parcourues par le même courant électrique  $I$ , et chacune d'elles n'a qu'une extrémité commune avec un autre dipôle. La tension  $U$  est égale à la somme des tensions des dipôles (résistances).



Ainsi, on obtient la résistance équivalente de tous les dipôles passifs groupés en série :

$$R_{\text{éq}} = \sum_i R_i$$

Ce groupement est caractérisé par le fait que tous les dipôles ont leurs bornes

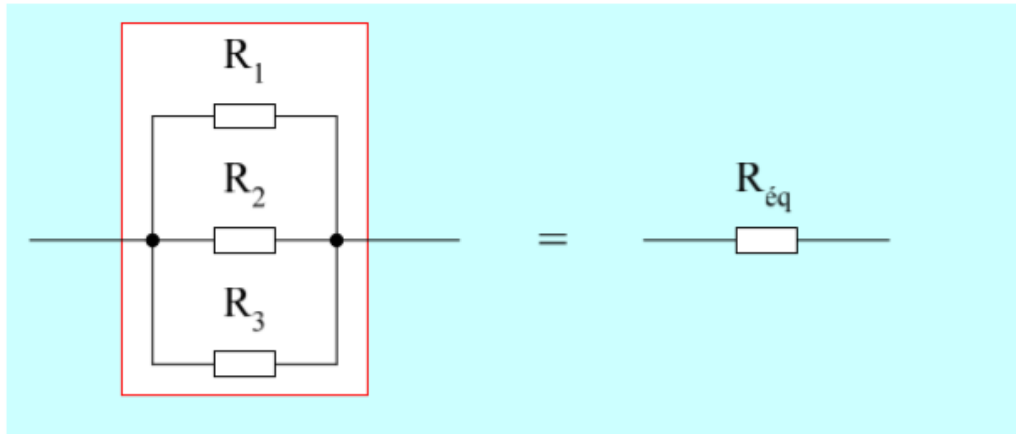
Loi des branches :  $U = U_1 + U_2 + U_3$

Loi d'Ohm :  $U_1 = R_1 I, U_2 = R_2 I$  et  $U_3 = R_3 I$

Il vient :  $U = (R_1 + R_2 + R_3)I = R_{\text{éq}} I$

##### **b/Groupement en parallèle :**

communes deux à deux. La tension est la même entre les extrémités de n'importe quelle résistance  $R_i$ . Le courant électrique qui alimente la portion de circuit se répartit entre les dipôle, tel que :



En parallèle, les conductances s'additionnent:

$$G_{\text{éq}} = \sum_i G_i$$

ou

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

Cas particulier de deux résistances:

$$R_{\text{éq}} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

## 5) Les lois de Kirchoff:

### **a/ Conservation de la charge ou loi des nœuds:**

En un nœud d'un circuit, la somme des intensités entrant est égale à la somme des intensités sortant :

$$\sum I_s = \sum I_e$$

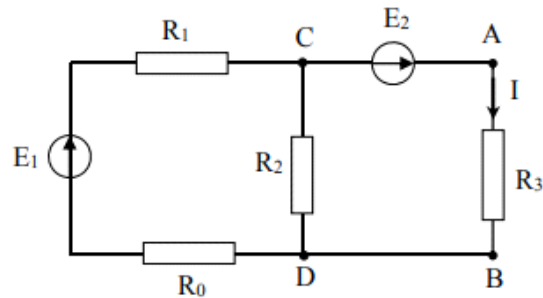
Cela signifie que les charges ne s'accumulent pas, elles s'écoulent en un nœud du réseau, elles obéissent à la règle de la conservation de la charge.

### **b/ Conservation de l'énergie ou loi des mailles:**

En une maille k d'un circuit électrique, la somme algébrique des produits de résistance par l'intensité du courant est égale à la somme algébrique des forces électromotrices

$$\sum_{k=1}^n e_k = \sum_{k=1}^n R_k \cdot I_k$$

**exemple:**



Déterminer l'intensité du courant  $I$  circulant à travers la résistance  $R_3$ , en utilisant :

1. les lois de Kirchhoff.

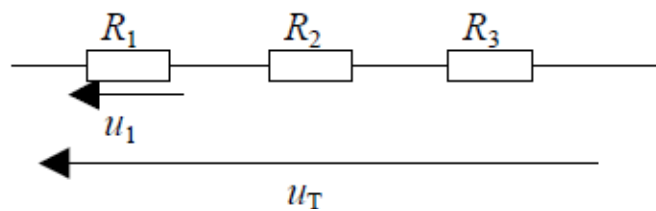
Application numérique :  $E_1 = 20 \text{ V}$  ;  $E_2 = 10 \text{ V}$  ;

$R_0 = R_1 = R_3 = 10 \Omega$  ;  $R_2 = 20 \Omega$

## 6. Théorèmes fondamentaux :

### 6.1. Diviseur de tension :

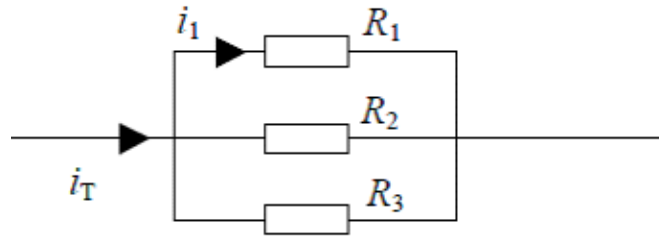
Lorsqu'on a une association série de résistances, on peut exprimer la tension aux bornes de l'une d'elles, connaissant la tension aux bornes de l'ensemble.



$$u_1 = u_T \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = u_T \cdot \frac{R_1}{\sum_i R_i}$$

### 6.2. Diviseur de courant :

Lorsqu'on a une association parallèle de résistances, on peut exprimer le courant dans l'une d'elles, connaissant le courant global.



$$i_1 = i_T \cdot \frac{G_1}{G_1 + G_2 + G_3} = i_T \cdot \frac{G_1}{\sum_i G_i} = i_T \cdot \frac{\frac{1}{R_1}}{\sum_i \frac{1}{R_i}}$$

### 6.3. Théorème de superposition :

Soit un réseau linéaire comportant  $n$  sources indépendantes de tension et de courant que nous pouvons noter :  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , et une grandeur à calculer, comme par exemple  $I_K$  le courant dans la branche K. Appelons  $I_{K1}, I_{K2}, \dots, I_{Kn}$ , les valeurs de cette grandeur créée individuellement dans cette branche par chaque source agissant seule. Les autres sources étant passivées.

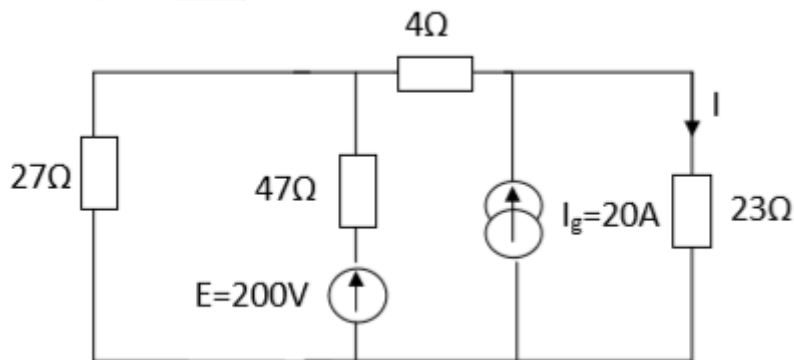
$$I_K = I_{K1} + I_{K2} + \dots + I_{Kn}$$

#### Remarque :

Passiver une source revient à la remplacer par sa résistance interne. Autrement dit, ceci revient à court-circuiter les sources de tension et à ouvrir les sources de courant.

#### Exemple :

Calculer le courant dans la résistance de  $23\Omega$  en utilisant le principe de superposition, dans le circuit suivant :



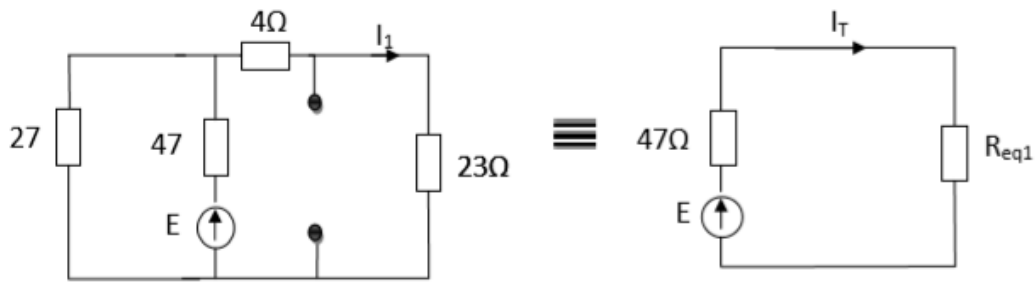
#### Solution :

**Étape 1 :** En supposant que seule la source de 200V est active, la source de courant de 20A est passivée.

**Étape 1 :**  $E = 0$  et  $I_g = 0$  :

Le schéma devient :

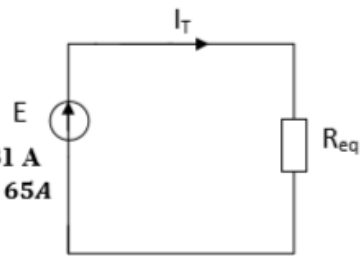




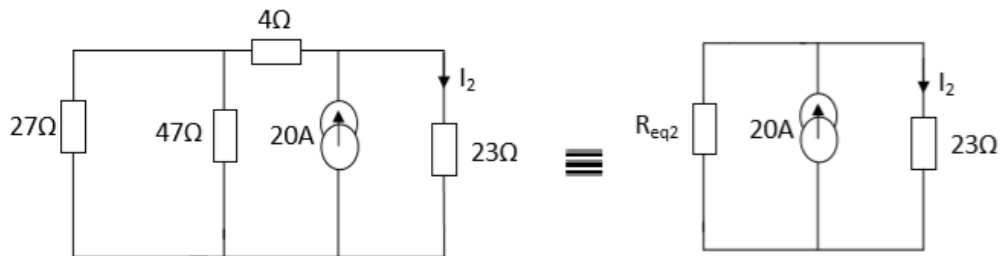
avec :  $R_{eq1} = 27 // (4+23) = 27 \cdot 27 / (27+27) = 13.5\Omega$ .

Ensuite on associe les deux résistances  $47\Omega$  et  $R_{eq1}$   
Et calculer le courant total, le schéma devient :

avec :  $R_{eq} = 47 + R_{eq1} = 60.5\Omega$  , donc :  $I_T = 200/60.5 = 3.31\text{ A}$   
En utilisant le diviseur de courant on a :  $I_1 = 27 \times 3.31/54 = 1.65\text{A}$



**Etape2 : E = 0 et I<sub>g</sub> ≠ 0 :**



$$R_{eq2} = 4 + 27 \cdot 47/74 = 21.15\Omega$$

En utilisant le diviseur de courant:

$$I_2 = 21.15 \cdot 20 / (21.15 + 23) = 9.58\text{A}$$

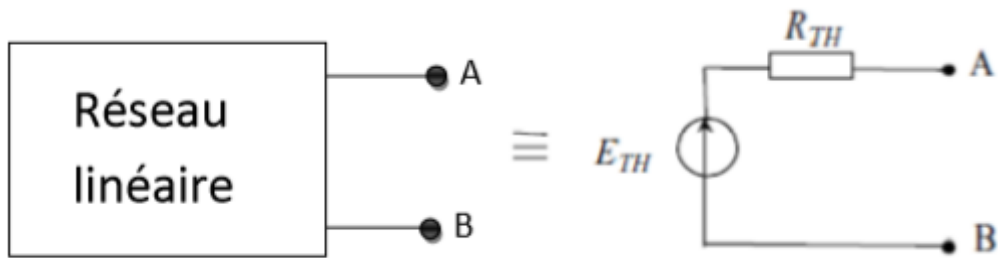
**Etape3:** Le courant I dans la résistance  $23\Omega$  est la somme algébrique des courants  $I_1$  et  $I_2$  :

$$I = I_1 + I_2 = 11.23\text{A}$$

#### 6.4. Théorème de Thévenin :

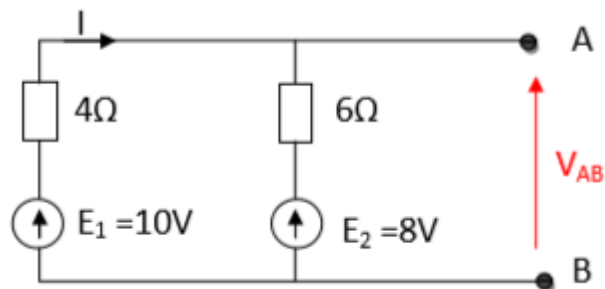
Considérons un circuit électrique linéaire placé entre deux points A et B. le circuit précédent peut être remplacé par un générateur équivalent de Thévenin de force électromotrice  $E_{TH}$  et de résistance interne  $R_{TH}$ .

- La valeur  $E_{TH}$  est égale à la tension mesurée entre A et B à vide, c'est-à-dire lorsque le dipôle n'est pas connecté à d'autres éléments externes (charge déconnectée).
- La résistance interne  $R_{TH}$  correspond à la valeur de la résistance vue entre A et B lorsque les sources indépendantes sont passivées.



**Exemple :**

Dans le circuit suivant déterminer les éléments du générateur équivalent de Thévenin.



**Solution :**

**Étape 1 :** calcul de  $E_{th}$  à vide.

$$E_{th} = V_{AB} = 6I + 8$$

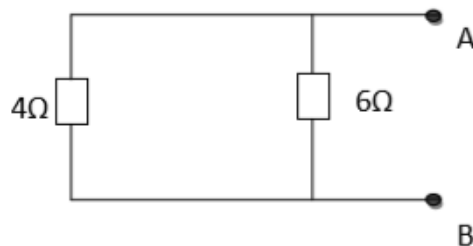
On doit calculer le courant  $I$ , d'après la loi de Kirchoff :

Maille:  $E_1 - 4I - 6I - E_2 = 0 \Rightarrow I = (E_1 - E_2)/10 = 2/10 = 0.2A$

donc :

$E_{th} = 9.2V$
-----------------

**Étape 2** calcul de la résistance  $R_{th}$  lorsque tous les générateurs sont passivés, on obtient :

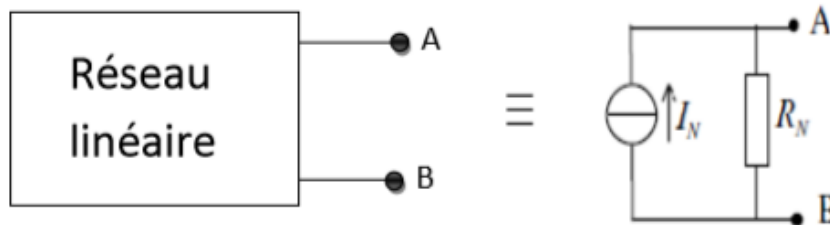


$$R_{th} = 4\Omega // 6\Omega = \frac{4 \cdot 6}{4 + 6} = 2.4\Omega$$

**6.5. Théorème de Norton :**

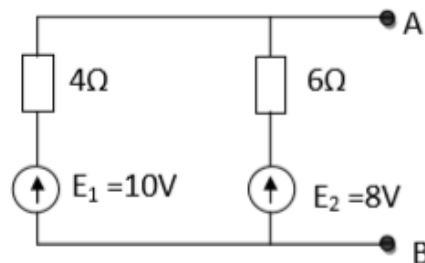
Tout circuit électrique linéaire peut être remplacé par un dipôle équivalent vis-à-vis des points A et B, c'est-à-dire vu d'un élément placé entre A et B par un générateur de Norton équivalent de courant  $I_N$  et de résistance interne  $R_N$ .

- La valeur  $I_N$  du générateur de courant équivalent est égale à l'intensité mesurée entre A et B dans un court-circuit (charge court-circuitée).
- La résistance interne  $R_N$  correspond à la valeur de la résistance vue entre A et B lorsque les sources indépendantes sont passivées.



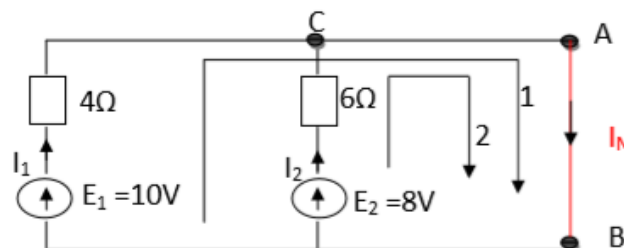
**Exemple :**

Dans le circuit suivant déterminer les éléments du générateur équivalent de Norton.



**Solution :**

**Etape 1 :** calcul du courant  $I_N$  de court-circuit. Donc il faut court-circuiter la branche AB.



D'après les lois de Kirchoff :

Maille 1:  $E_1 - 4I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = 10/4 = 2.5A$

Maille 2:  $E_2 - 6I_2 = 0 \Rightarrow I_2 = 8/6 = 1.33A$

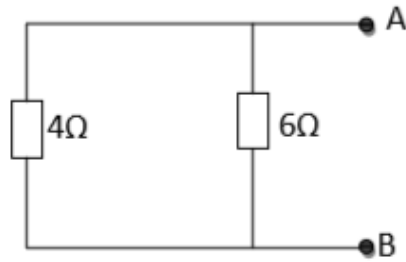
Noeud C:  $I_1 + I_2 = I_N \Rightarrow$

$I_N = 3.83A$
---------------

**Etape 2** : pour calculer  $R_N$  il faut passer les générateurs de tension et de courant :

$$R_N = 4\Omega // 6\Omega = \frac{4 \cdot 6}{4 + 6} = 2.4\Omega$$

$R_N = 2.4\Omega$



### 6.6. Equivalence Thévenin-Norton

Un générateur de tension de thévenin, de force électromotrice  $E_{th}$  et de résistance interne  $R_{th}$  est équivalent à un générateur de Norton, de courant  $I_N = E_{th} / R_{th}$  et de même résistance interne  $R_N$ .

