

## Chapitre 1 : Circuits électriques en régime stationnaire

L'objectif de ce chapitre est de poser les bases nécessaires à l'étude des circuits électriques.

### Table des matières

1	Les grandeurs fondamentales de l'électrocinétique .....	3
1.1	Courant électrique et intensité du courant.....	3
1.1.1	Le courant électrique.....	3
1.1.2	Conservation de la charge et intensité du courant .....	4
	Capacité 1 : .....	4
1.2	Potentiel, différence de potentiel et tension .....	5
1.2.1	Potentiel électrique .....	5
1.2.2	Différence de potentiel et tension .....	5
1.2.3	Potentiel de référence, masse.....	6
1.2.4	Ordres de grandeur des intensités et des tensions dans différents domaines d'application	6
2	Les modes de fonctionnement générateur ou récepteur d'un dipôle.....	7
2.1	Notion de dipôle .....	7
2.2	Générateurs et récepteurs .....	7
2.3	Les conventions électriques : conventions générateurs et récepteurs .....	8
2.3.1	Algébrisation des grandeurs.....	8
2.3.2	Convention de représentation d'un dipôle .....	8
3	Circuits électriques et lois de Kirchhoff.....	9
3.1	Vocabulaire des circuits.....	9
3.2	Types d'associations et propriétés d'unicité.....	9
3.2.1	Association de dipôles en série : unicité de l'intensité .....	9
	Capacité 2 : Additivité des tension .....	10
3.2.2	Association de dipôles en dérivation : unicité de la tension .....	10
	Capacité 3 : Série ou parallèle ? .....	11
3.3	Les lois de Kirchhoff :.....	11
3.3.1	La loi des nœuds.....	11
	Capacité 4 : Loi des nœuds.....	12
3.3.2	La loi des mailles :.....	12
	Capacité 5 : Loi des mailles.....	13

4	Dipôles linéaires : .....	14
4.1	Caractéristique d'un dipôle : .....	14
4.1.1	Définition : .....	14
4.1.2	Dipôle actif, passif et linéaire : .....	14
4.2	Le conducteur ohmique ou résistance électrique : .....	15
4.2.1	Représentation .....	15
4.2.2	Loi d'Ohm pour une résistance idéale .....	15
4.2.3	Caractéristique d' une résistance idéale .....	15
4.3	Modèle du court-circuit et coupe-circuit .....	15
4.3.1	Modèle du fil conducteur idéal : court-circuit.....	15
4.3.2	Circuit ouvert : coupe-circuit.....	15
4.4	Générateurs de tension.....	16
4.4.1	Générateur de tension idéal.....	16
4.4.2	Les générateurs de tension réels :.....	16
	Capacité 6 : Modèle de Thévenin .....	17
5	Outils utiles pour analyser un circuit.....	18
5.1	Association de conducteurs ohmiques :.....	18
5.1.1	Association en série :.....	18
5.1.2	Association en dérivation ou parallèle : .....	18
	Capacité 7 : Détermination de résistance équivalente .....	19
5.2	Le pont diviseur de tension .....	20
	Capacité 8 : Pont diviseur de tension .....	20
6	Aspect énergétique : .....	22
6.1	Puissance et énergie.....	22
6.2	Fonctionnement récepteur ou générateur d'un dipôle .....	22
6.3	Puissance électrique dissipée par effet Joule : .....	23
	Capacité 9 : Puissance électrique.....	23
6.4	Ordres de grandeurs des puissances : .....	24
7	TD de physique n°1 : .....	25

Dans ce chapitre, on s'attachera principalement à décrire des systèmes en régime continu, où les grandeurs ne dépendent pas du temps, c'est-à-dire alimentés par un générateur délivrant une tension constante ou un courant constant; c'est en particulier le cas d'une pile ou d'une batterie.

## 1 Les grandeurs fondamentales de l'électrocinétique

L'électrocinétique est l'étude du mouvement d'ensemble des porteurs de charge dans un circuit que l'on appelle courant électrique. Les charges se déplacent sous l'effet d'un champ électrique extérieur.

### 1.1 Courant électrique et intensité du courant

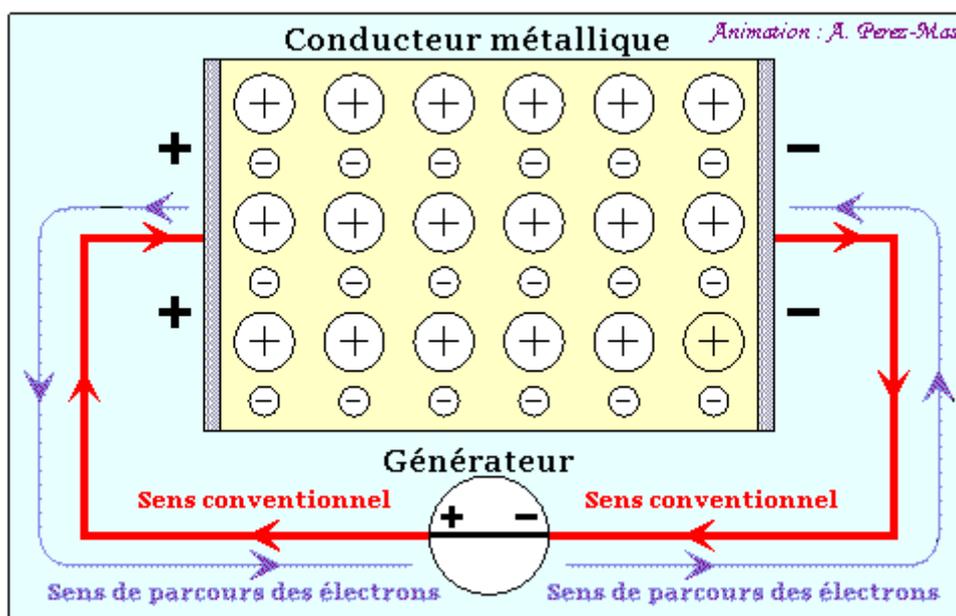
#### 1.1.1 Le courant électrique

**Définition :** Le **courant électrique** est un déplacement d'ensemble de porteurs de charges.

Un courant électrique s'établit lorsqu'on crée les conditions pour que ces porteurs circulent (présence d'un générateur).

**Par convention**, dans un circuit ne comportant qu'un générateur, le courant électrique « sort » par la borne positive et « entre » par la borne négative.

**Le sens de circulation des électrons est donc le sens inverse du sens conventionnel du courant électrique.**



[http://arsene.perez-mas.pagesperso-orange.fr/physique/electricite/cinetique/Compl\\_NatureCourantElec.htm](http://arsene.perez-mas.pagesperso-orange.fr/physique/electricite/cinetique/Compl_NatureCourantElec.htm)

**Remarque :** Dans les métaux, les porteurs de charges mobiles sont des électrons appelés **électrons de conduction** (ou électrons libres). **Chaque atome libre 1 ou 2 électrons** (1 électron dans le cas du cuivre) qui a la possibilité de se déplacer librement dans tout le volume du métal. Les autres électrons restent fixés à l'édifice cristallin du métal.

La vitesse de déplacement des électrons de conduction d'un métal est faible, de l'ordre du **millimètre par seconde**. Mais dès qu'un électron bouge, il induit le mouvement d'un autre électron : **tous les électrons de conduction bougent quasiment de manière simultanée.**

### 1.1.2 Conservation de la charge et intensité du courant

**La charge électrique est une grandeur qui se conserve** : elle ne peut être ni détruite, ni créée. Elle ne peut que se déplacer.

En particulier, un générateur ne crée aucune charge électrique mais ne fait que communiquer à ces dernières de l'énergie.

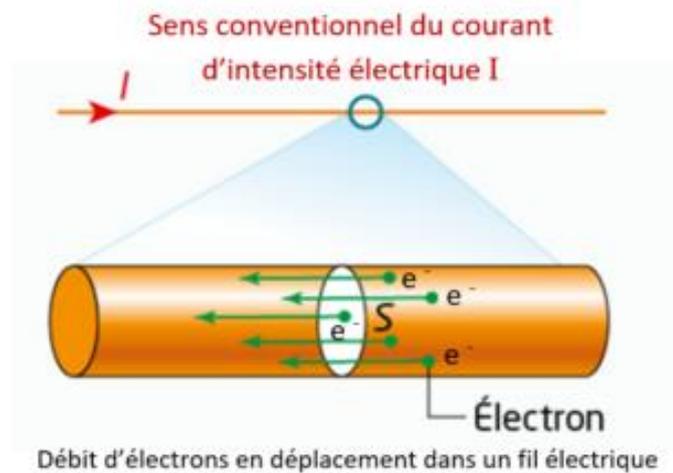
On définit **l'intensité du courant comme étant un débit de charges**.

$N$  porteurs de charges qui traversent une section droite  $S$  de conducteur pendant la durée  $\Delta t$  sont associés un débit  $D = \frac{N}{\Delta t}$  porteurs de charge par seconde.

Si chaque porteur de charge a la charge  $e$ , la charge totale des  $N$  porteurs est  $q = N \cdot e$  et on définit l'intensité par  $i = \frac{q}{\Delta t} = \frac{N \cdot e}{\Delta t}$ .

$q$  en coulomb (C)

$I$  en ampère (A)



**La charge élémentaire  $dq$  qui traverse une surface  $S$  pendant un temps élémentaire  $dt$  crée un courant :**

$$i = \frac{dq}{dt}$$

#### **Capacité 1 :**

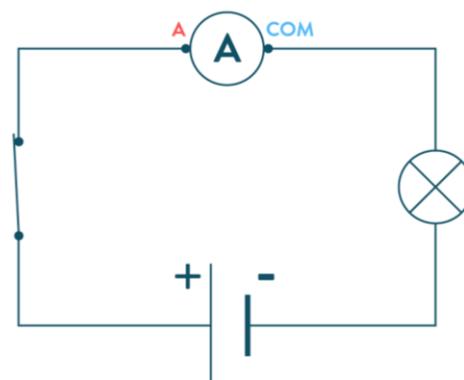
Exprimer puis calculer le nombre  $N$  de porteurs de charge ayant circulé à travers une section  $S$  d'un fil lorsqu'un courant électrique constant d'intensité  $I = 0,100$  A parcourt ce fil pendant une durée  $\Delta t = 1,0$  min.

Donnée :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C

**La mesure de l'intensité du courant** se fait à l'aide d'un **ampèremètre** placé en série dans le circuit étudié (pour les faibles intensités, on parlera de milliampèremètre ou de micro-ampèremètre).

L'intensité du courant étant la même en tout point d'un circuit sans dérivation, il peut être placé n'importe où dans le circuit.

Les deux bornes d'un ampèremètre ne sont pas identiques : l'une est marquée d'un signe « A », l'autre d'un signe « COM »: on dit que **l'ampèremètre est un appareil polarisé**.



## 1.2 Potentiel, différence de potentiel et tension

### 1.2.1 Potentiel électrique

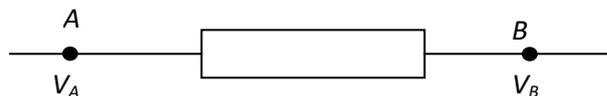
L'état électrique d'un point (concentration des charges en ce point) est donné par son **potentiel** noté  $V$  s'exprimant en *volt*.

### 1.2.2 Différence de potentiel et tension

**Définition** : Une **différence de potentiel** entre deux points est appelée **tension**.

C'est cette tension qui va provoquer le mouvement des porteurs de charge et donc le passage du courant dans un circuit.

Par convention, la tension  $U_{AB}$  est une **grandeur algébrique** qui désigne la différence de potentiel  $V_A - V_B$  et se note par une flèche pointant de  $B$  vers  $A$ .

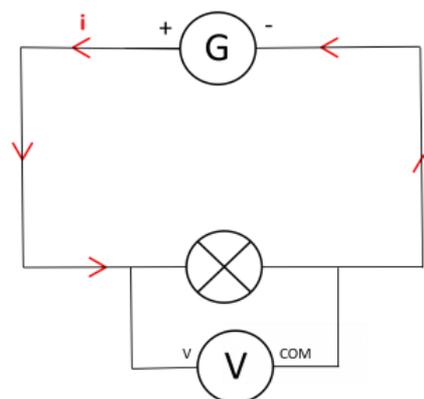


**Remarque** : deux points sont dits au même potentiel si  $V_A = V_B$  ou  $U_{AB} = 0$ .

⚠ Deux points reliés par un fil de connexion sont au même potentiel.

Expérimentalement, la tension (ou différence de potentiel) se mesure en **volt** à l'aide d'un **voltmètre** ou d'un oscilloscope **branché en dérivation** (aux bornes du dipôle considéré).

Le voltmètre est un appareil polarisé.

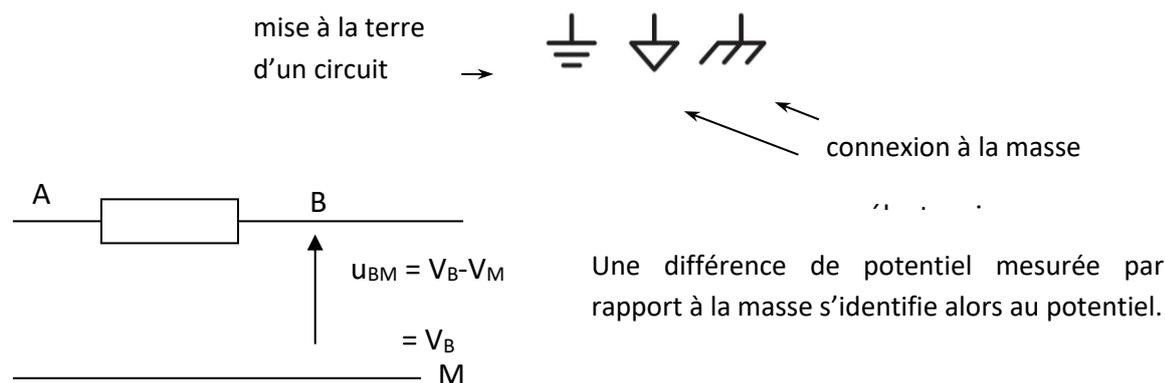


### 1.2.3 Potentiel de référence, masse

Expérimentalement nous n'avons accès qu'à des différences de potentiel, le choix de l'origine est arbitraire.

La masse d'un circuit est un point de référence du potentiel électrique : on lui attribue le potentiel nul ( $V=0$ ). La masse d'un circuit est souvent reliée à la terre.

Ce point est référencé par les symboles suivants :



### 1.2.4 Ordres de grandeur des intensités et des tensions dans différents domaines d'application

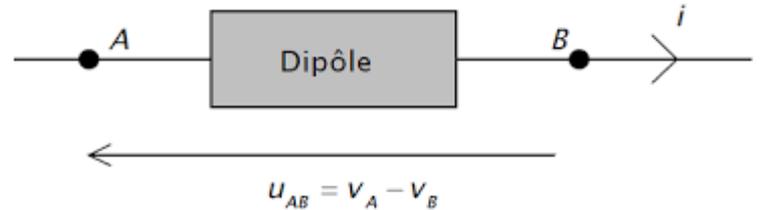
Ordre de grandeur de l'intensité de courants électriques			
montre à quartz	quelques $\mu\text{A}$	plaque de cuisson d'une cuisinière électrique	2 à 10 A
faisceau d'électrons	quelques mA	radiateur électrique	jusqu'à 10 A
DEL (standard)	20 mA	phare d'une voiture	10 A environ
ampoule de lampe de poche	300 mA	démarrreur automobile	50 A environ
ampoule d'éclairage	de 0,5 à 1 A environ	motrice électrique (SNCF ou métro)	500 A environ
clignotant de voiture	1A environ	génératrice de centrale électrique	jusqu'à 5kA

Ordre de grandeur de tensions électriques			
pile électrochimique	1 V à 9 V	alternateur de centrale électrique	5 kV à 30 kV
batterie d'accumulateurs d'automobile	12 V	ligne de transport d'énergie électrique	150 kV à 1000 kV
lampe halogène basse tension	24 V	générateur très haute tension de laboratoire	1 MV à 10 MV
distribution basse tension d'EDF	230 V	tension à l'origine de la foudre	100 MV à 600 MV

## 2 Les modes de fonctionnement générateur ou récepteur d'un dipôle

### 2.1 Notion de dipôle

On appelle **dipôle** un composant électrique connecté au reste du circuit par deux bornes conductrices (ici A et B).



Quand on insère un dipôle dans un circuit, on dit « l'intensité  $i$  qui traverse ce dipôle » et « la tension  $u_{AB}$  à ses bornes ».

#### Exemples :

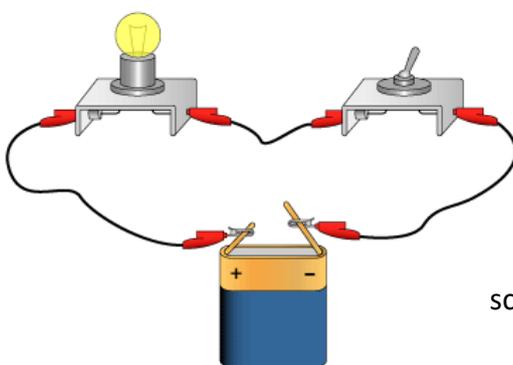
Pile	Générateur	Fil conducteur	Interrupteur		Résistance	Lampe	Diode	Diode électroluminescente (DEL)	Moteur
			ouvert	fermé					

### 2.2 Générateurs et récepteurs

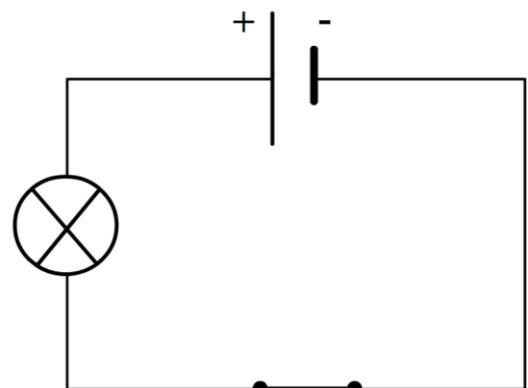
Le courant électrique ne circule pas spontanément dans un circuit.

- Les dipôles **générateurs** sont à l'origine de cette circulation.
- Les dipôles **récepteurs** subissent cette circulation.

Par exemple, dans une lampe de poche, la pile fonctionne en mode générateur et l'ampoule en mode récepteur.



schématisé par



La pile électrochimique, en fonctionnement **générateur**, fournit de l'énergie électrique au circuit. La lampe, en fonctionnement **récepteur**, consomme de l'énergie.

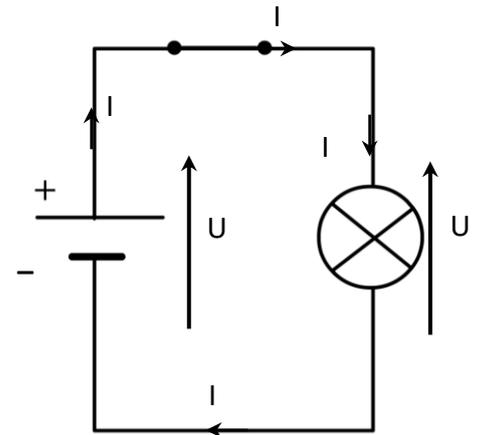
Sur le schéma ci-contre, les flèches de tension et d'intensité représentent des grandeurs positives.

**Le dipôle générateur est associé à des flèches de même sens.**

En effet un dipôle générateur, en fournissant de l'énergie électrique au circuit, impose au courant de remonter les potentiels.

**Le dipôle récepteur est associé à des flèches de sens opposés.**

Le dipôle récepteur utilise l'énergie électrique et le courant qui le traverse descend spontanément les potentiels.



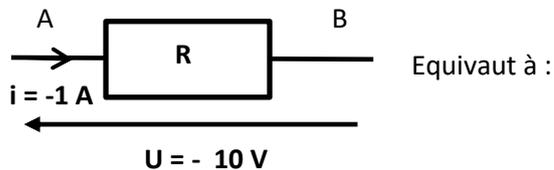
## 2.3 Les conventions électriques : conventions générateurs et récepteurs

### 2.3.1 Algébrisation des grandeurs

Pour étudier un circuit, on doit flécher les courant (flèche sur les fils de connexion) et tension (flèche à côté du dipôle) de chaque dipôle. **Ce fléchage est arbitraire** et ne rend pas compte du sens réel du passage du courant (inconnu a priori).

En effet, l'intensité du courant est une **grandeur algébrique**. Le signe de l'intensité du courant est **positif** si celui-ci circule réellement dans le sens de la flèche et **négatif** si celui-ci circule en sens inverse de la flèche.

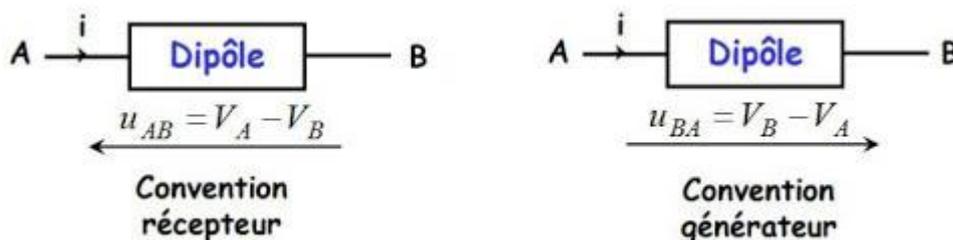
**Exemple :**



### 2.3.2 Convention de représentation d'un dipôle

Il existe deux possibilités d'orientations relatives des flèches de la tension et de l'intensité :

- La **convention récepteur** où les flèches de tension et de courant sont choisies de sens opposé
- La **convention générateur** où les flèches de tension de courant sont choisies de même sens.



**Remarque :** Le choix de la convention pour chacun des dipôles d'un circuit électrique est un choix arbitraire qui doit être fait dès le début de l'exercice et conservé tout au long de l'exercice.

**En pratique,** il est d'usage d'étudier un récepteur en convention récepteur et un générateur en convention générateur....*mais ce choix ne détermine nullement le fonctionnement de l'appareil.*  
*Le signe de l'intensité, une fois calculée, permet de connaître le sens réel du courant.*

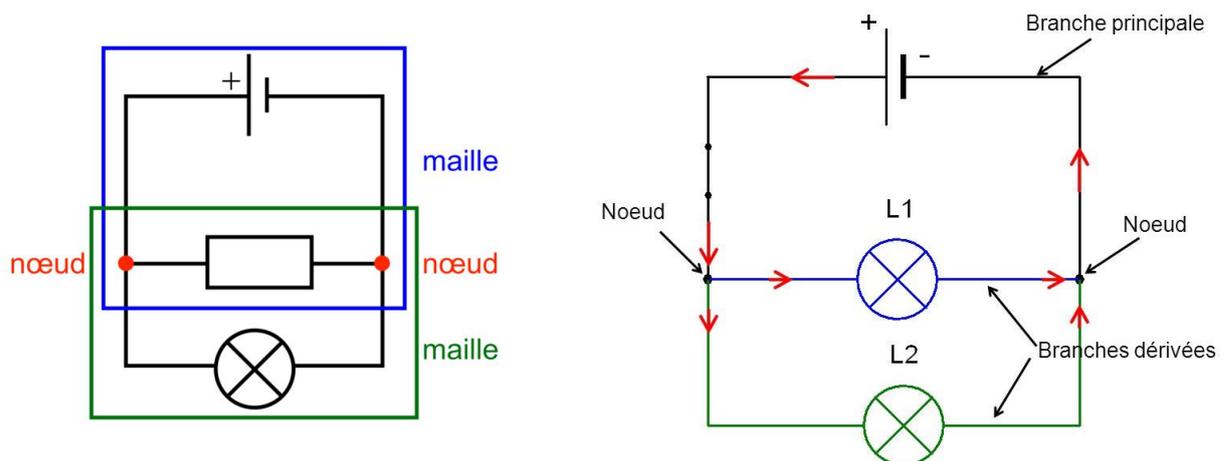
### 3 Circuits électriques et lois de Kirchhoff

#### 3.1 Vocabulaire des circuits

##### Définitions :

Un **circuit électrique** est une association de dipôles reliés par des fils conducteurs.

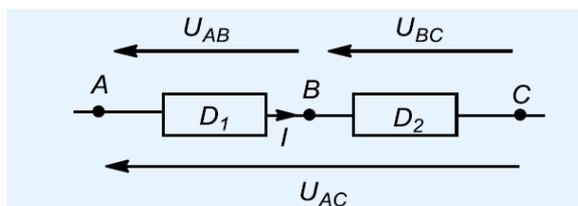
- Un **nœud** correspond à un point d'interconnexion relié à au moins trois dipôles.
- Une **branche** est une portion de circuit électrique située entre deux nœuds consécutifs.
- Une **maille** est ensemble de branches formant une boucle fermée en ne passant pas deux fois par le même nœud.



#### 3.2 Types d'associations et propriétés d'unicité

##### 3.2.1 Association de dipôles en série : unicité de l'intensité

Deux dipôles sont dits en série s'ils ont une borne de potentiel commun et que ce point n'est pas un nœud du circuit.



##### Propriétés :

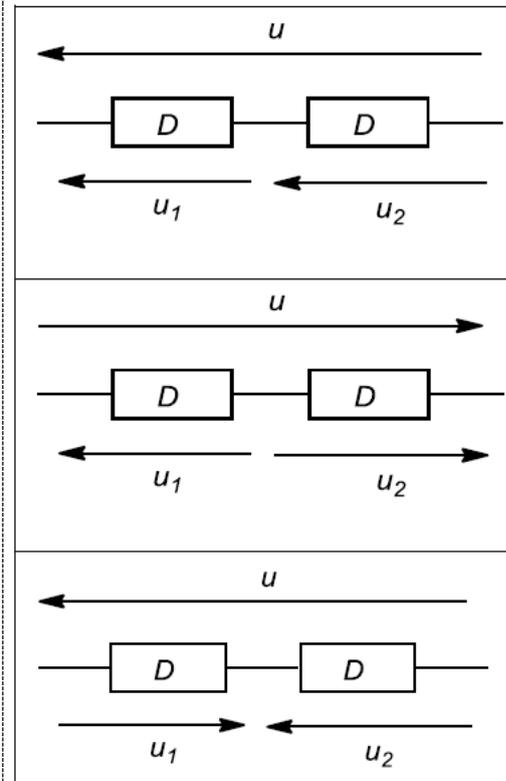
- l'intensité  $i$  est identique en tout point de la branche
- Additivité des tensions :  $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

**Remarque :** deux dipôles en série peuvent être inversés dans un circuit (ils seront toujours traversés par la même intensité de courant et auront toujours la même différence de potentiel à leurs bornes) :



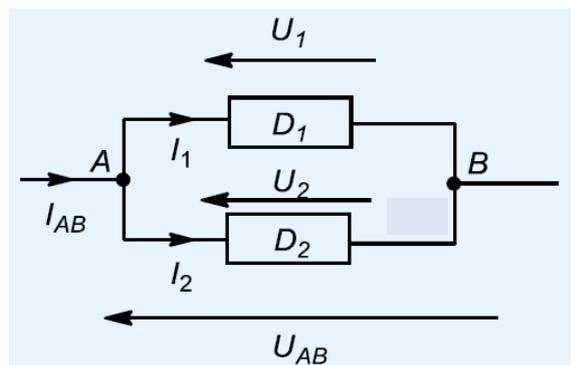
**Capacité 2 : Additivité des tension**

Donner l'expression de  $u$  en fonction de  $u_1$  et  $u_2$  dans les cas suivants :



**3.2.2 Association de dipôles en dérivation : unicité de la tension**

Deux dipôles sont dits en parallèles (ou en dérivation) s'ils ont leur deux bornes communes.



**Propriété :**

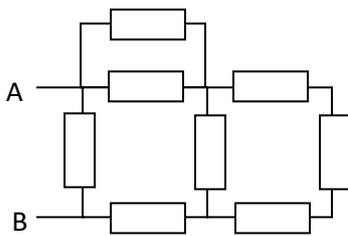
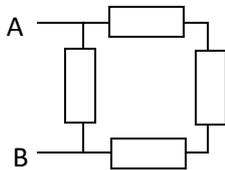
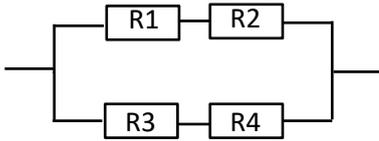
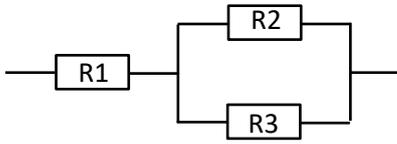
Même tension pour tous les dipôles en dérivation :  
 $U_{AB} = U_1 = U_2$

**Remarque :** deux dipôles en parallèle peuvent être inversés dans un circuit (ils seront toujours traversés par la même intensité de courant et auront toujours la même différence de potentiel à leurs bornes)



**Capacité 3 : Série ou parallèle ?**

Pour chaque circuit identifier les différents types d'associations présentes.



**3.3 Les lois de Kirchhoff :**

**3.3.1 La loi des nœuds**

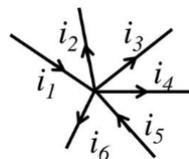
La loi des nœuds traduit la *conservation de la charge* : les charges ne peuvent ni s'accumuler, ni disparaître. Il repart donc autant de charges d'un nœud qu'il en arrive.

**A retenir**

En régime stationnaire, pour un nœud N, on peut écrire la loi suivante :

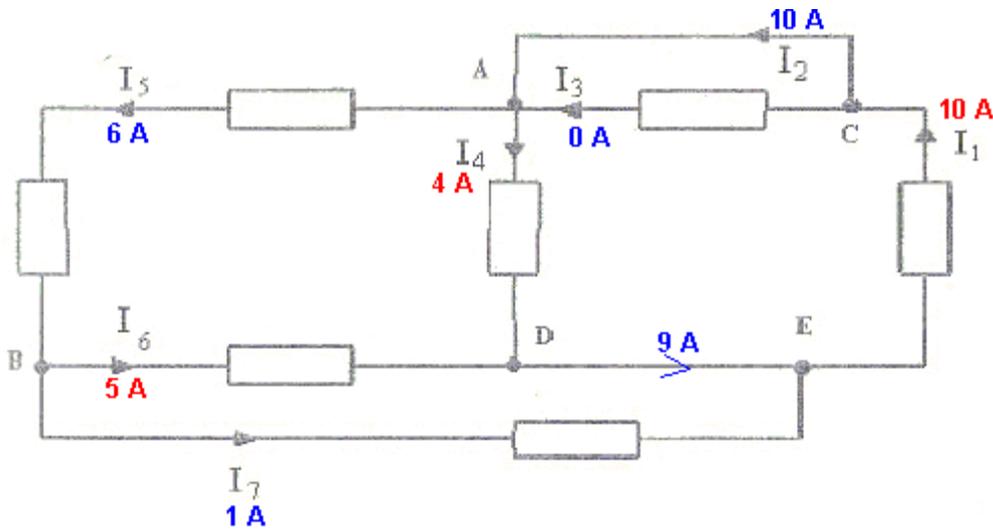
$$\sum_{\text{entrant}} i_k = \sum_{\text{sortant}} i_k$$

Exemple



**Capacité 4 : Loi des nœuds**

Ecrire autant de lois des noeuds qu'il y a de nœuds

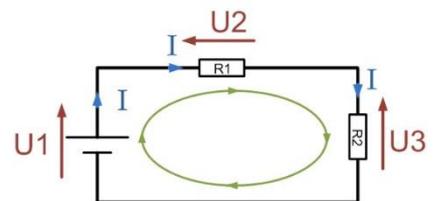


3.3.2 La loi des mailles :

La loi des mailles est une loi qui permet de mettre en équation les tensions qui se trouvent dans une maille **fermée**.

La loi des mailles indique que : **la somme algébrique des tensions dans une maille fermée est nulle.**

Le cercle en vert au milieu représente le sens de parcours que nous allons prendre.



1. Partir d'un point quelconque sur le cercle vert, faire un tour complet pour revenir à ce point ;
2. dans notre parcours, les tensions qui ont le même sens que le cercle vert seront notées avec un signe « + » tandis que celles qui s'opposent à ce sens seront notées avec un signe « - » ;
3. la somme de ces tensions est nulle

Dans l'exemple :

$U_1$  est dans le même sens que notre parcours, donc : ;

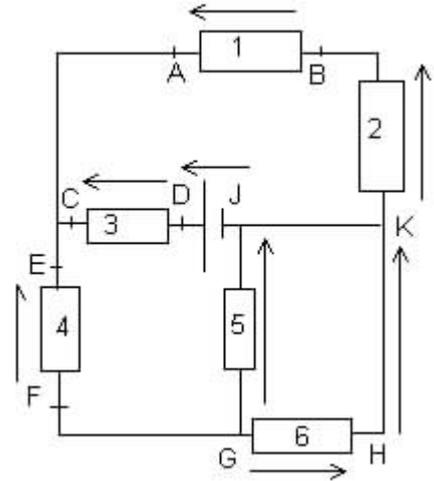
$U_2$  s'oppose au sens de parcours, donc : ;  $U_3$  s'oppose au sens de parcours, donc :

Ce parcours nous a donné l'équation suivante :

En conséquence, nous pouvons dire que  $U_1 = U_2 + U_3$ , ce qui est physiquement logique. On dit que la tension du générateur a été partagée entre les deux résistances (parce qu'elles sont montées en série).

**Capacité 5 : Loi des mailles**

1. Indiquer à côté de chaque flèche la tension qu'elle représente.
2. Quelle est celle qui est nulle ?
3. Combien peut-on définir de mailles dans ce circuit ?  
Ecrire la loi des mailles pour quatre d'entre elles.
4. On donne  $U_{DJ}=24V$   $U_{CD}= - 5V$   $U_{AB}= 12V$   
 $U_{HG}= -2V$   
Calculer les valeurs de toutes les autres tensions représentées.
5. On décide que  $V_J=0$ .
  - a. Que représente alors J pour ce circuit?
  - b. Calculer les potentiels de tous les autres points.



## 4 Dipôles linéaires :

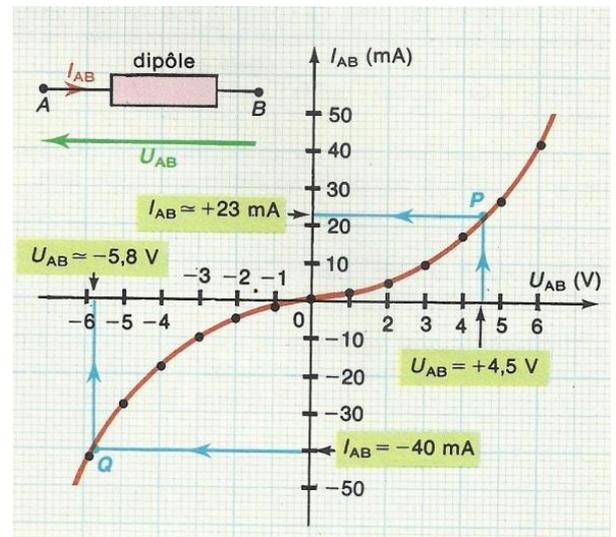
### 4.1 Caractéristique d'un dipôle :

#### 4.1.1 Définition :

La relation entre l'intensité du courant qui traverse le dipôle et la tension à ses bornes caractérise le dipôle.

Le graphe représentant  $i(t)$  en fonction  $u(t)$  (ou  $u(t)$  en fonction de  $i(t)$ ) est appelée caractéristique du dipôle. Elle dépend du fléchage et doit toujours être accompagnée d'un schéma.

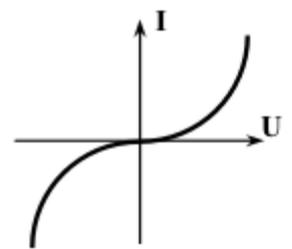
La caractéristique permet de déterminer les conditions de fonctionnement du dipôle et en particulier elle permet de connaître à l'avance l'intensité  $I$  qui le traverse si on lui applique la tension  $U$ .



#### 4.1.2 Dipôle actif, passif et linéaire :

- Un dipôle est dit **passif** s'il n'apparaît aucune tension entre ses bornes lorsqu'il est branché seul aux bornes d'un voltmètre (exemple : résistance, bobine, condensateur).

La caractéristique d'un dipôle passif passe par l'origine ( $U=0, I=0$ )

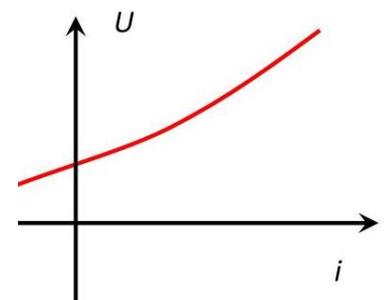


Caractéristique d'un dipôle passif

- Un dipôle est **actif** s'il apparaît une tension entre ses bornes lorsqu'il est branché seul aux bornes d'un voltmètre (exemple : piles, accumulateurs).

La caractéristique d'un dipôle actif ne passe pas par l'origine :

Pour  $I = 0, U \neq 0$



Caractéristique d'un dipôle actif

- On appelle **dipôle linéaire** tout dipôle dont la caractéristique est une droite.

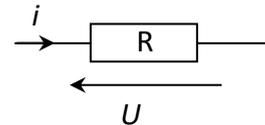
## 4.2 Le conducteur ohmique ou résistance électrique :

La résistance «électrique ou conducteur ohmique est un **dipôle passif linéaire** pour lequel la tension à ses bornes est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse.

Il est caractérisé par la **résistance R** en ohm ( $\Omega$ ) qui traduit la propriété d'un composant à s'opposer au passage d'un courant électrique (l'une des causes de perte en ligne d'électricité).

### 4.2.1 Représentation

Ce dipôle est schématisé en convention récepteur par :



### 4.2.2 Loi d'Ohm pour une résistance idéale

#### A retenir

Une résistance *idéale* vérifie, en convention récepteur, la **loi d'Ohm** :  $U = Ri$

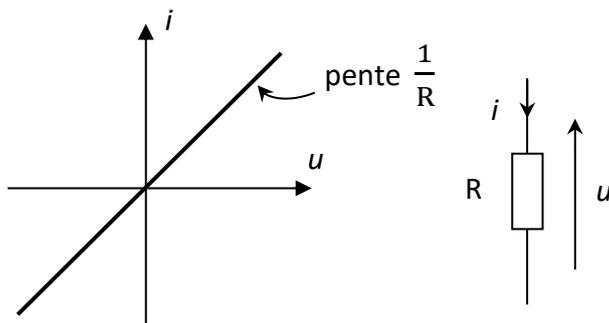
$U$  : tension en vol (V)

$i$  : intensité en ampère (A)

$R$  : résistance en **ohm ( $\Omega$ )**

### 4.2.3 Caractéristique d' une résistance idéale

La caractéristique d'une résistance en convention récepteur a l'allure suivante :



## 4.3 Modèle du court-circuit et coupe-circuit

### 4.3.1 Modèle du fil conducteur idéal : court-circuit

On symbolise les composants électriques par un symbole qui leur est propre reliés entre eux au sein d'un circuit électrique par des traits.

Ces traits symbolisent les fils électriques considérés comme des conducteurs parfaits, c'est-à-dire de résistance nulle, ainsi le potentiel électrique est constant sur toute la longueur du fil (car  $U = V_A - V_B = \underbrace{R}_0 \times i = 0$ ).

### 4.3.2 Circuit ouvert : coupe-circuit

Quand un circuit est ouvert, les électrons ne sont pas libres de se déplacer. Donc il n'y a pas de phénomène de transport possibles : un coupe-circuit correspond à une résistance infinie.

Ainsi l'intensité du courant est nulle car :  $i = \frac{U}{\underbrace{R}_{\rightarrow +\infty}} \rightarrow 0$  mais  $U \neq 0$ .

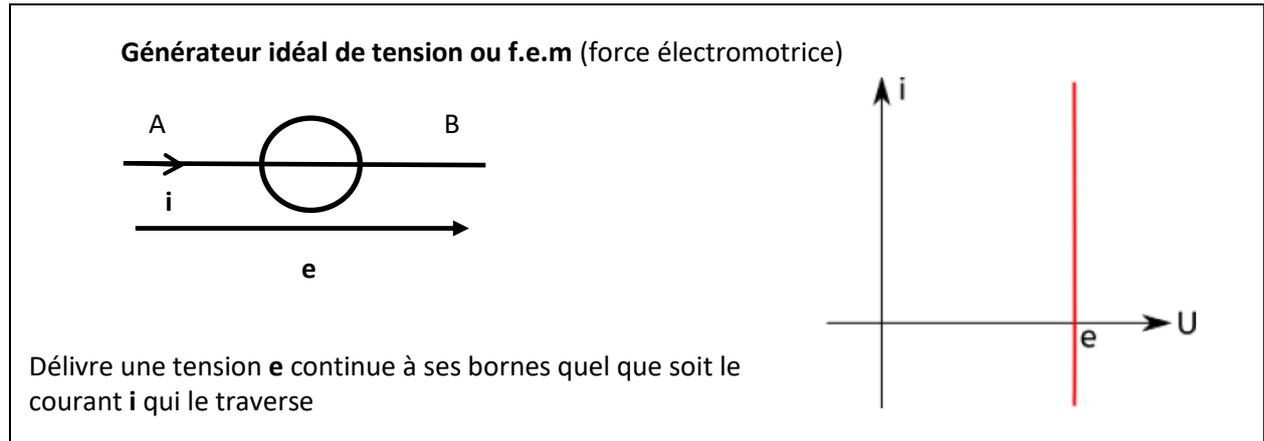
## 4.4 Générateurs de tension

Les dipôles fournissant de l'énergie électrique sont appelés des générateurs. Ce sont des dipôles actifs. Parmi eux, on peut citer la **source de tension**.

### 4.4.1 Générateur de tension idéal

On commence par une modélisation simple : les sources idéales. *Habituellement, celles-ci sont orientées en convention générateur.*

**A retenir :**



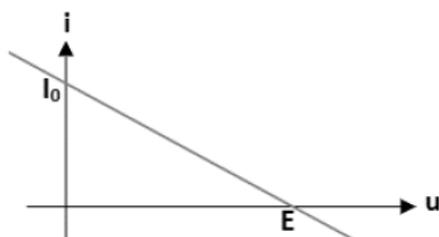
Remarques :

- Il faudra donc porter une attention particulière à ce type de dipôle car si la tension à ses bornes est connue, il n'en est rien de l'intensité qui le traverse: elle peut *a priori* prendre toutes les valeurs possibles dépendant du circuit qu'alimente la source.
- Même si la plupart des générateurs possèdent une sécurité, il ne faut pas relier les deux bornes d'un générateur idéal de tension par un fil (court-circuit), car le fil n'ayant aucune résistance, la valeur de l'intensité tend vers l'infini ce qui a pour conséquence de « griller » le générateur.

### 4.4.2 Les générateurs de tension réels :

En pratique lorsqu'on relève la caractéristique courant-tension d'une source réelle de tension, on constate que la tension délivrée diminue lorsque l'intensité du courant débitée augmente.

Pour un générateur réel comme la pile, la caractéristique tension-courant (**en convention générateur**) est toujours de la forme :



$I_0$  : courant de court-circuit (quand  $u = 0$ ) noté aussi  $\eta$

$E$  : tension à vide (quand  $i = 0$ )

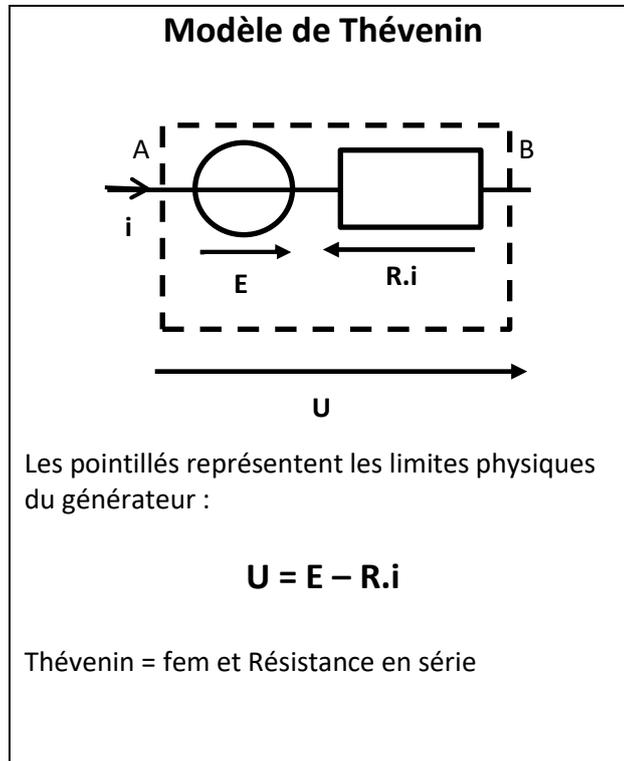
Droite de pente  $-\frac{I_0}{E}$  et d'ordonnée à l'origine  $I_0$

La pente  $-\frac{I_0}{E}$  est homogène à l'inverse d'une résistance ou conductance, notée  $G$  (en  $\Omega^{-1}$  ou S (Siemens)), soit  $G = \frac{I_0}{E} = \frac{1}{R}$

On pose donc :  $R = \frac{E}{I_0}$  résistance interne du générateur (en  $\Omega$ ).

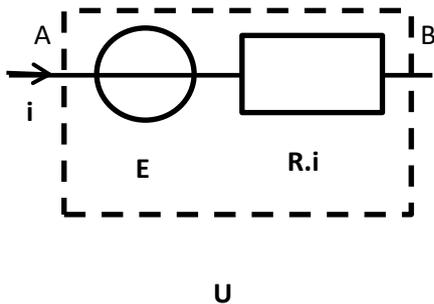
Il en résulte que  $i$  et  $u$  sont liés par les relations :  $i = I_0 - G.u$  et  $u = E - R.i$

On peut donc modéliser un générateur réel à l'aide d'une source idéale et d'un conducteur ohmique : c'est le **modèle de Thévenin**.



**Capacité 6 : Modèle de Thévenin**

Objectif : Décortiquer un Thévenin



## 5 Outils utiles pour analyser un circuit

### 5.1 Association de conducteurs ohmiques :

#### 5.1.1 Association en série :

##### **A retenir**

L'association de  $n$  conducteurs ohmiques de résistance  $R_k$  en série est équivalente à un conducteur ohmique de résistance équivalente  $R_{\text{éq}}$  à la somme des résistances de l'association :

$$R_{\text{éq}} = \sum_{k=1}^n R_k$$

Démonstration :

#### 5.1.2 Association en dérivation ou parallèle :

##### **A retenir**

L'association de  $n$  conducteurs ohmiques de résistance  $R_k$  en dérivation est équivalente à un conducteur ohmique de résistance équivalente  $R_{\text{éq}}$  vérifiant la relation :

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$$

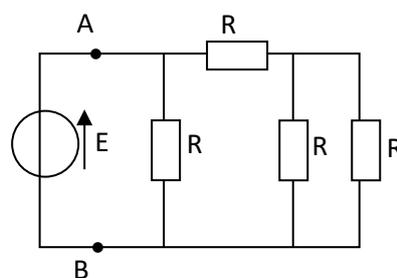
Remarque : en utilisant l'inverse de la résistance appelée la conductance  $G$ , d'unité le Siemens (S), la formule précédente donne donc :  $G_{\text{éq}} = \sum_{k=1}^n G_k$ .

Démonstration :

**Capacité 7 : Détermination de résistance équivalente**

Déterminer la résistance équivalente  $R_{\text{eq}}$  du circuit ci-contre, vue des points  $A$  et  $B$ .

Dessiner les schémas équivalents successifs

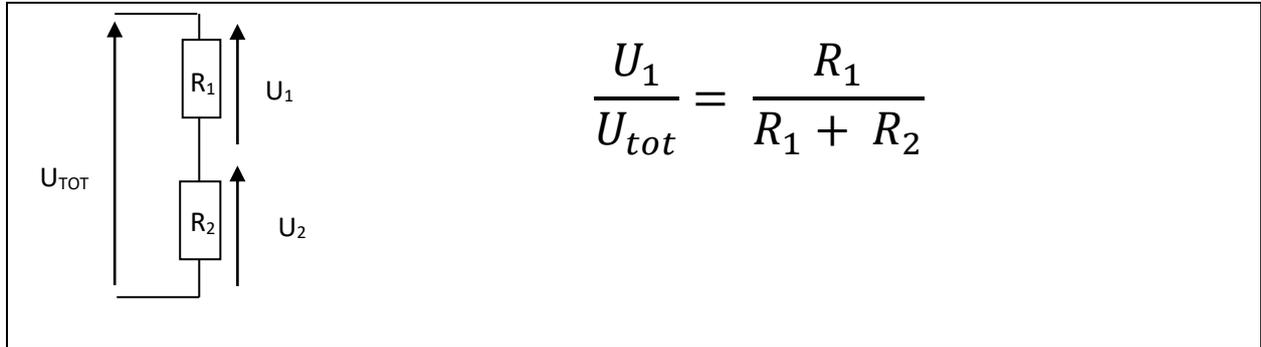


## 5.2 Le pont diviseur de tension

Des associations série ou parallèle de conducteurs ohmiques ont une application très importante pour diviser une tension : pont diviseur de tension .

**il faut savoir le reconnaître !**

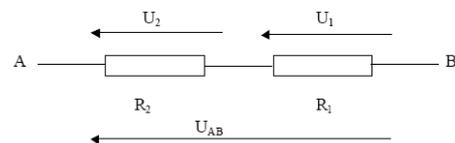
**A retenir :**



Démonstration :

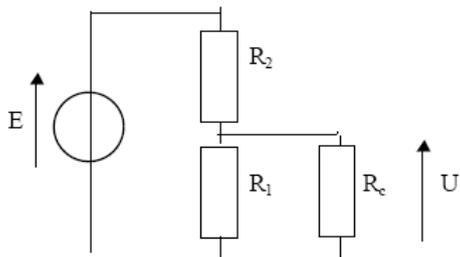
### Capacité 8 : Pont diviseur de tension

Exprimer  $U_1$  en fonction de  $U_{AB}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$



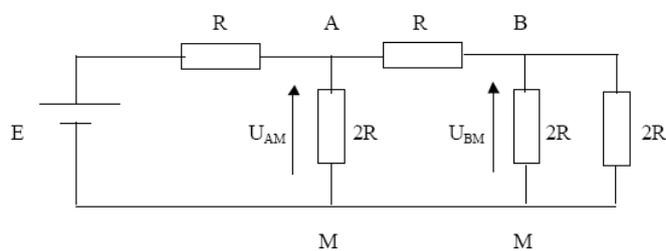
Exprimer  $U_2$  en fonction de  $U_{AB}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$

Exprimer  $U$  en fonction de  $E$ ,  $R_2$ ,  $R_1$  et  $R_c$



Que devient cette expression si  $R_c \gg R_1$  ?

Exprimer  $U_{BM}$  en fonction de  $U_{AM}$



Exprimer  $U_{AM}$  en fonction de  $E$

## 6 Aspect énergétique :

### 6.1 Puissance et énergie

**A retenir :**

Par définition, la puissance électrique algébrique d'un dipôle est :  $\mathcal{P} = U_{AB} \cdot I_{A \rightarrow B}$  (en W)

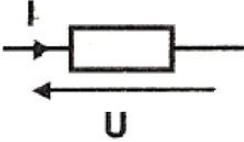
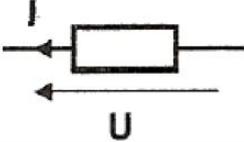
Le lien entre l'énergie électrique  $W$  algébrique et la puissance  $\mathcal{P}$  de ce dipôle pour la durée  $\Delta t$  :

$$\mathcal{P} = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{d'où} \quad W = \mathcal{P} \cdot \Delta t \quad (\text{en J})$$

### 6.2 Fonctionnement récepteur ou générateur d'un dipôle

**A retenir :**

Fonctionnement récepteur	Fonctionnement générateur
<p><b>En convention récepteur</b>, si on trouve une <b>puissance positive</b>, le dipôle fonctionne en <b>récepteur</b> (il reçoit effectivement de la puissance).</p> <p>Si on trouve une puissance négative, le dipôle se comporte en générateur, le dipôle fournit de l'énergie au circuit.</p>	<p><b>En convention générateur</b>, si on trouve une <b>puissance positive</b>, le dipôle fonctionne en <b>générateur</b> (il fournit effectivement de la puissance au circuit).</p> <p>Si on trouve une puissance négative, le dipôle se comporte en récepteur.</p>

Signe de P	Choix de la convention	
	Récepteur	Générateur
		
P > 0	Récepteur	Générateur
P < 0	Générateur	Récepteur

### 6.3 Puissance électrique dissipée par effet Joule :

**A retenir :**

L'effet Joule est la conversion totale ou partielle de l'énergie électrique en énergie thermique dans tout conducteur électrique possédant une résistance interne : (rappel  $U = R.I$ )

$$\mathcal{P} = U.I = RI^2$$

#### Capacité<sup>9</sup> : Puissance électrique

Faire un bilan d'énergie sur un générateur de Thévenin (e,r).

Faire un bilan d'énergie sur une maille simple comprenant un générateur de Thévenin ( $\mathcal{E}, r$ ) en série avec une résistance  $R$

#### 6.4 Ordres de grandeurs des puissances :

**Calculatrice : 1 mW**

**Lampe de poche : 1 W**

Lampe à incandescence : de 15 à 100 W

Puissance de sortie d'un panneau solaire photovoltaïque : 150 W

Ordinateur : 300 – 400 W

**Electroménager : 1 kW** (Bouilloire : de 1 à 2 kW, Machine à laver : 1,5 à 3 kW)

Compteurs électrique des logements : 9 kW

Flash d'appareil photo amateur : 12 kW (très forte énergie délivrée en un temps très court)

Éolienne : 500 kW

**Moteur TGV : 1 MW**

**Centrale électrique** (tout dépend du type de centrale) : de **1 GW** à 10 GW (les plus fortes puissances étant celle délivrées par les centrales nucléaires).

## 7 TD de physique n°1 :

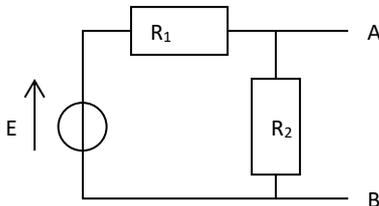
### Ex.1 : Générateur linéaire réel, bilan d'énergie (\*\*)

On considère un générateur réel (f.é.m  $e=10\text{V}$  ; résistance interne  $r=5\Omega$ ). Ce générateur est branché sur un résistor de résistance  $R=100\Omega$ .

- Déterminer l'intensité dans le circuit.
- Déterminer la puissance reçue algébriquement par le générateur. Comparer à la puissance reçue algébriquement par ce générateur s'il était idéal (c'est-à-dire sans résistance interne) et conclure.

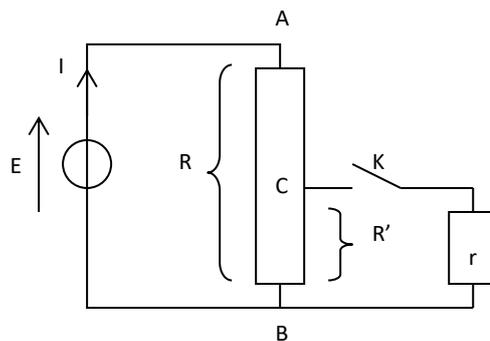
### Ex.2 : Modélisations de Thévenin et de Norton (\*\*\*)

- Donner les caractéristiques du générateur de Thévenin équivalent au circuit vu entre les points A et B (on prendra  $E=10\text{V}$  ;  $R_1=100\Omega$  et  $R_2=50\Omega$ ) :



### Ex.3 : Diviseur de tension- Etude d'un potentiomètre (\*\*\*)

On considère le montage électrique de la figure ci-dessous, appelé « potentiomètre », alimenté par un générateur idéal de tension continue, de force électromotrice  $E$ . la branche AB est constituée d'un résistor de résistance  $R$  possédant un curseur  $C$ , réalisant un contact mobile ;  $K$  représente un interrupteur et  $r$  la résistance d'un autre résistor. Le contact en  $C$  définit une résistance  $R'$  pour le tronçon CB de la branche AB.

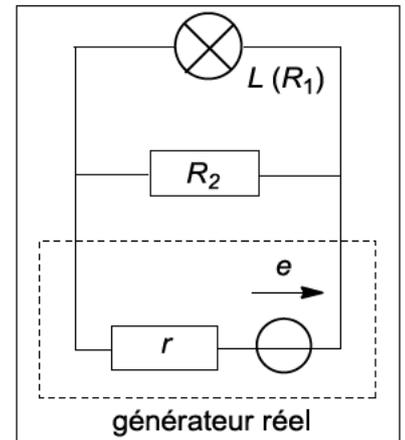


- Calculer la différence de potentiel  $V = V_C - V_B$  entre les points C et B quand l'interrupteur  $K$  est ouvert. Faire l'application numérique avec  $R = 40\Omega$ ,  $R' = 20\Omega$  et  $E = 10\text{V}$ .
- Calculer la différence de potentiel  $U = V_C - V_B$  entre les points C et B quand l'interrupteur  $K$  est fermé. Faire l'application numérique avec  $R = 40\Omega$ ,  $R' = 20\Omega$ ,  $r = 100\Omega$  et  $E = 10\text{V}$ .
- Le rendement  $\tau$  du montage est défini par le rapport de la puissance électrique fournie à la résistance  $r$  à la puissance totale absorbée par le montage constitué de  $R$  et  $r$ ,  $K$  étant fermé.
  - Calculer littéralement ce rendement.
  - Le point  $C$  restant fixe, on fait varier  $r$ . On admet que le rendement  $\tau$  passe par un maximum de valeur  $\tau_0$ . Calculer la valeur  $r_0$  de  $r$  rendant  $\tau$  maximal.
  - Calculer  $r_0$  et  $\tau_0$  avec  $R = 40\Omega$  et  $R' = 30\Omega$ .

**Ex.4 : Energie consommée par une lampe (\*\*\*)**

Une lampe L, de résistance  $R_1$  est placée en parallèle d'un conducteur ohmique de résistance  $R_2$ , le tout alimenté par un générateur réel de fem  $e$  et de résistance interne  $r$ . Pour les applications numériques, on prendra ,  $R_1 = 100 \Omega$  ,  $R_2 = 200 \Omega$  ,  $r = 50 \Omega$  et  $e = 12 \text{ V}$ .

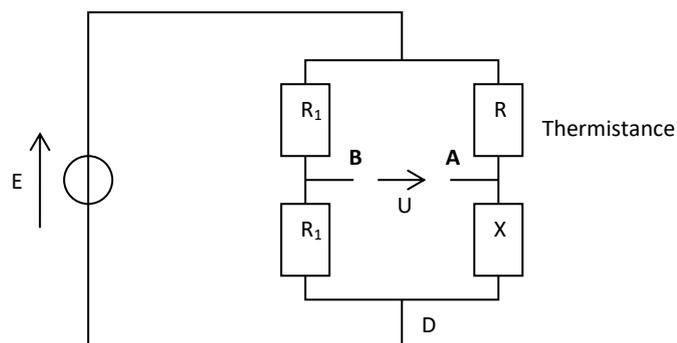
1. Calculer la puissance consommée par la lampe. Faire l'application numérique.
2. Calculer l'énergie que consomme la lampe pendant  $\Delta t$ . Faire l'application numérique, en prenant  $\Delta t = 1,00 \text{ h}$ .
3. Calculer l'énergie fournie par le générateur réel pendant ce même laps de temps. Faire l'application numérique. Interpréter le résultat.
4. En déduire l'énergie reçue par le conducteur ohmique de résistance  $R_2$ .



**Ex.5 : Pont de Wheatstone (extrait concours ENV) (\*\*\*)**

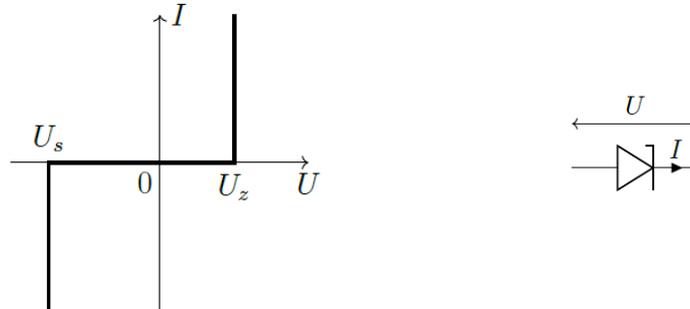
Le pont de Wheatstone ci-dessous est alimenté avec une source de tension idéale de f.é.m  $E = 10 \text{ V}$ . R est une thermistance dont la variation avec la température  $T$  au voisinage de  $300\text{K}$  est donnée par la relation  $R = 2530 - 8,05.T$  ( $T$  exprimée en K). X est une résistance ajustable par l'expérimentateur. Au lieu d'utiliser un galvanomètre entre A et B, on branche un voltmètre (de résistance supposée infinie) qui mesure  $U = V_A - V_B$ . On donne également  $R_1 = 100 \Omega$ .

1. Déterminer  $U = V_A - V_B$  en fonction de X, R et E (on pourra au choix utiliser astucieusement le diviseur de tension).
2. Lorsque la température de la thermistance est  $T_0 = 300\text{K}$ , on règle la valeur de la résistance X à la valeur  $X_0$  de telle sorte que la tension U soit nulle. Déterminer littéralement puis numériquement  $X_0$ .

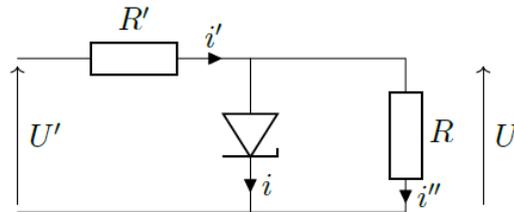


**Ex.5 : Stabilisation de tension avec une diode Zéner (\*\*)**

Une diode Zener (ou diode régulatrice de tension) est un composant électronique possédant la caractéristique idéalisée ci-dessous.



- 1) De quel type de dipôle s'agit-il ?
- 2) On souhaite stabiliser la tension  $U$  aux bornes de la résistance  $R = 150 \Omega$ , au moyen du montage indiqué ci-dessous.



Quelle valeur doit-on donner à  $R'$  pour que la tension  $U$  reste égale à  $U_z = 7,1 \text{ V}$  quand  $U'$  varie de 10 à 15 V ?

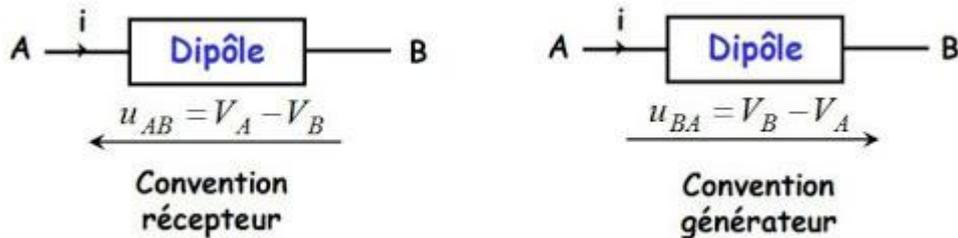
3) Le courant traversant la diode Zener reste-t-il alors compatible avec la valeur maximale acceptable définie par la puissance maximale  $P_{\max} = 700 \text{ mW}$  ?

## FORMULAIRE

- **Conventions des dipôles**

Il existe deux possibilités d'orientations relatives des flèches de la tension et de l'intensité :

- La **convention récepteur** où les flèches de tension et de courant sont choisies de sens opposé
- La **convention générateur** où les flèches de tension de courant sont choisies de même sens.



- **Loi des nœuds :**

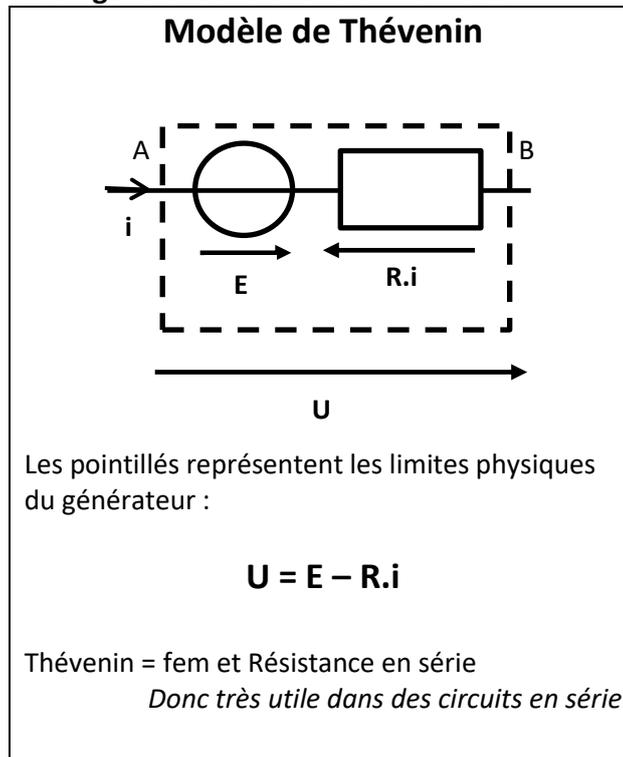
En régime stationnaire, pour un nœud N, on peut écrire la loi suivante :

$$\sum_{\text{entrant}} i_k = \sum_{\text{sortant}} i_k$$

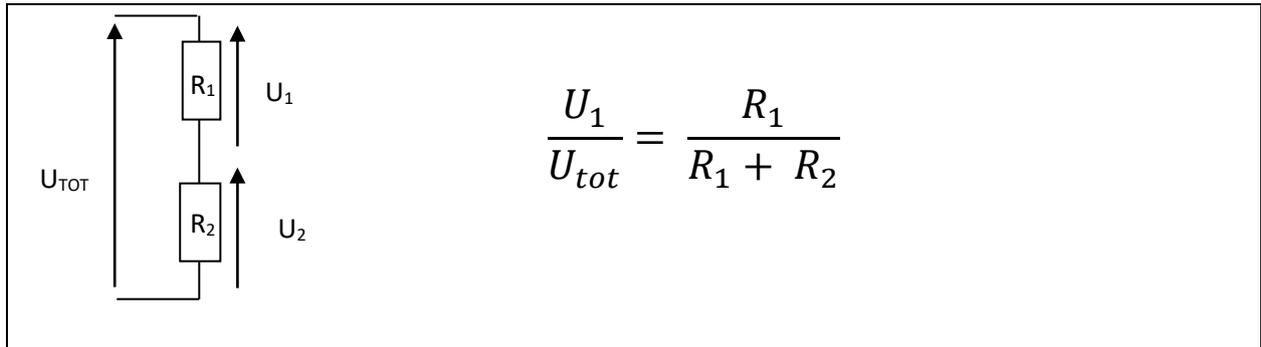
- **Loi des mailles :**

la somme algébrique des tensions dans une maille fermés est nulle.

- **Modélisation d'un générateur de tension non idéal :**



• **Pont diviseur de tension :**



• **Puissance et énergie :**

Par définition, la puissance électrique algébrique d'un dipôle est :  $\mathcal{P} = U_{AB} \cdot I_{A \rightarrow B}$  (en W)

Le lien entre l'énergie électrique  $W$  algébrique et la puissance  $\mathcal{P}$  de ce dipôle pour la durée  $\Delta t$  :

$$\mathcal{P} = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{d'où} \quad W = \mathcal{P} \cdot \Delta t \quad (\text{en J})$$

Signe de P	Choix de la convention	
	Récepteur	Générateur
<b>P &gt; 0</b>	<b>Récepteur</b>	<b>Générateur</b>
<b>P &lt; 0</b>	<b>Générateur</b>	<b>Récepteur</b>

L'effet Joule est la conversion totale ou partielle de l'énergie électrique en énergie thermique dans tout conducteur électrique possédant une résistance interne : (rappel =  $R \cdot I$ )

$$\mathcal{P} = U \cdot I = RI^2$$