

LES CIRCUITS ELECTRIQUES

1- Les circuits électriques

Pour réaliser un circuit électrique il faut au minimum un générateur, un récepteur (lampe, moteur...) et des fils de liaison. Le générateur et le récepteur possèdent deux bornes chacun :

1-1 : Nœud, branche, maille

Un est une connexion qui réunit plus de deux dipôles. Sur la figure 1. D et E sont des nœuds.

Une est une portion comprise entre deux nœuds consécutifs. Le circuit de la figure 1 comporte trois branches entre les nœuds D et E.

Une est une boucle fermée.

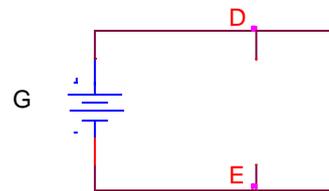


Fig 1

1-2 : Fonctions des éléments d'un circuit

Le générateur est la

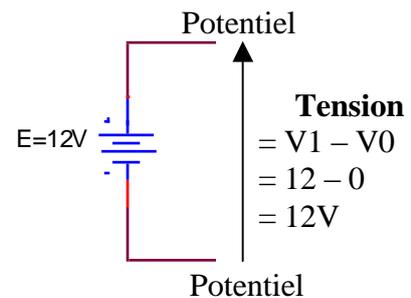
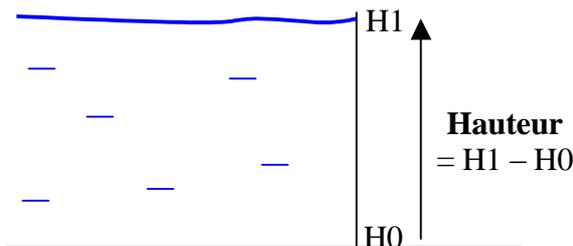
Les fils de liaison assurent le électrique vers le récepteur.

Le récepteur électrique en exploitant les effets du courant électrique (effets calorifiques, lumineux, magnétiques, chimiques, etc.).

2- Tension électrique

2-1 : Introduction – Analogie hydraulique

La tension électrique exprime une entre deux points d'un circuit, telle une hauteur obtenue par différence de deux altitudes. Il est courant de trouver un potentiel de référence appelé masse et de valeur 0V (analogie hydraulique: niveau 0 pour le niveau de la mer).

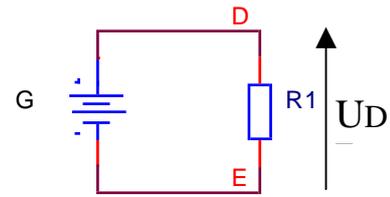


2-2 : Représentation

Tension

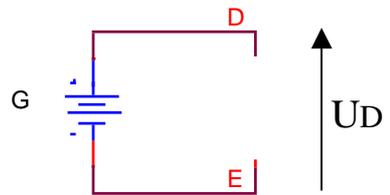
.....

La tension est donc une grandeur algébrique.



2-3 : Unités et mesure

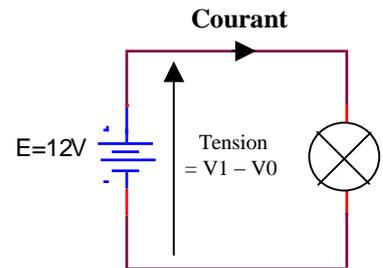
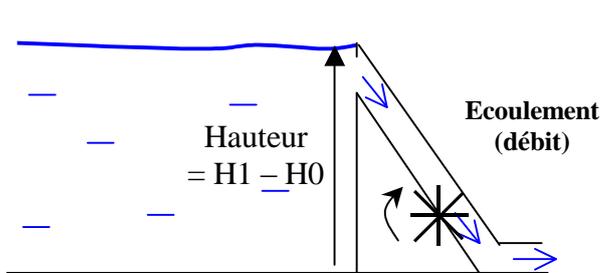
La tension s'exprime en et se mesure à l'aide d'un placé



3- Intensité du courant électrique

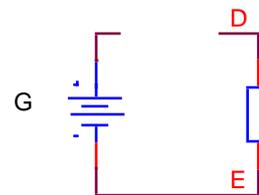
3-1 : Introduction – Analogie hydraulique

La circulation d'un courant dans un circuit électrique est analogue à la circulation d'un liquide dans une conduite.



3- 2 : Unités et mesure

Tel un débitmètre dans une conduite, on mesure l'intensité du courant à l'aide d'un placé en Cette intensité s'exprime en



3-3 : Nature du courant électrique

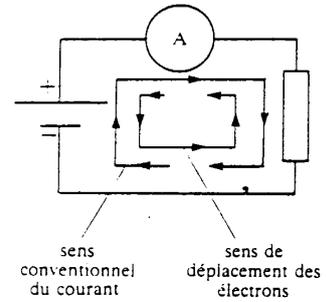
Le courant électrique résulte d'un déplacement de porteurs de charges. Dans les **métaux**, ces porteurs sont des **électrons**. Leur vitesse est souvent faible. Dans les **liquides** et les **gaz** les porteurs sont des **électrons** et des **ions** positifs ou négatifs.



3-4 : Sens conventionnel du courant

Par, on dit que

Ce sens conventionnel du courant est opposé au sens de déplacement des charges négatives.



3-5 : Représentation de l'intensité du courant

Dans une branche de circuit, le courant électrique est susceptible de changer de sens si les propriétés du circuit ou si les réglages sont modifiés.

Pour indiquer le sens du courant, en même temps que son intensité, on convient d'un sens positif pour la branche et on attribue un signe à l'intensité de ce courant:

- si le courant circule dans le sens positif choisi,
- si le courant circule dans le sens opposé au sens positif choisi.

Exemple: la flèche placée sur la branche MN (fig. 2) fixe l'orientation positive choisie et alors :

- $i=3A$ indique qu'un courant de 3A circule de M vers N.
- $i= -3A$ indique qu'un courant de 3 A circule de N vers M.

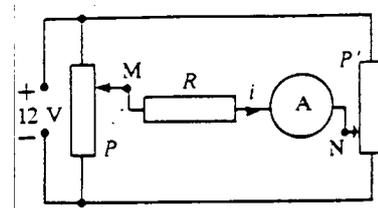


fig. 2

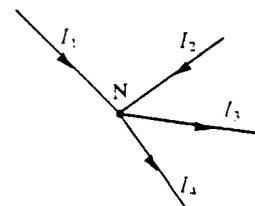
4- Lois fondamentales de l'électricité

4-1 : Loi des noeuds

En courant continu, ou lentement variable, il ne peut y avoir accumulation de charges électriques en un point du circuit : la somme des charges électriques arrivant à chaque instant au nœud N est égale à la somme des charges qui s'en éloignent (conservation de l'électricité).

Conséquence: si I_1, I_2, I_3, I_4 désignent les intensités des courants de sens connu au nœud N, nous avons :

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$



.....

.....

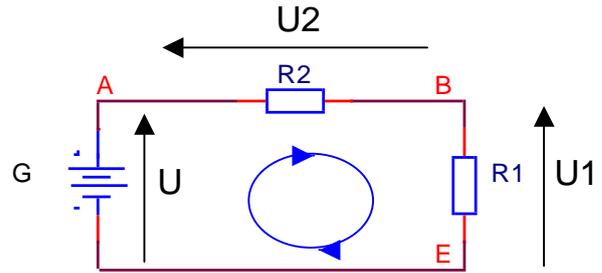


4-2 : Loi d'additivité des tensions (loi des mailles)

Exemple :

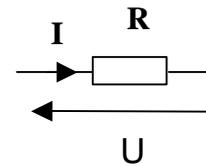
$$U - U_2 - U_1 = 0$$

$$U = U_2 + U_1$$



4-3 : Loi d'Ohm et résistances

Lorsqu'un élément résistif est parcouru par un courant d'intensité I , la tension U à ses bornes est orientée comme ci-contre
 et l'on peut écrire la relation suivante :



Association de résistances : les résistances peuvent être associées en ou en

- en série si elles sont parcourues par un même courant ; dans ce cas la résistance équivalente est la somme des résistances ($R_1 + R_2$) ;
- sinon elles sont en parallèle ; dans ce cas la résistance équivalente est $(R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$

Puissance : la puissance maximale admissible par le composant :

Valeurs normalisée : Elles sont répertoriées dans 7 séries notées E3, E6, E12, E24, E48, E96, E192. Chaque série correspond à une tolérance de fabrication, par exemple la série E12 correspond à une tolérance de 10%. Cette table nous donnera les valeurs suivantes :

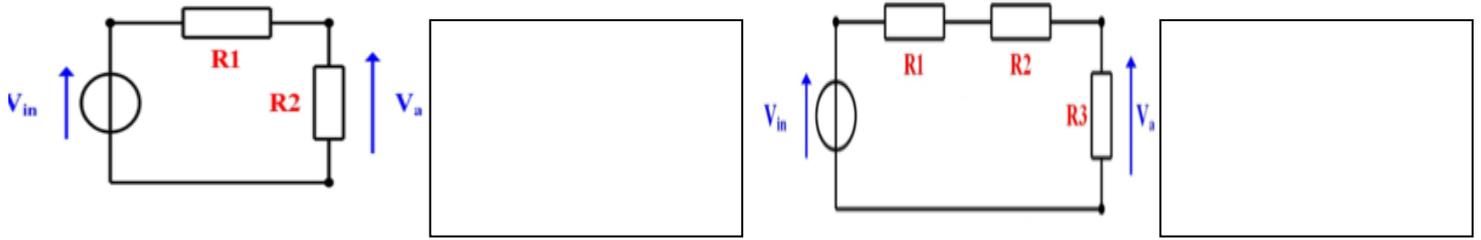
100	120	150	180	220	270	330	390	470	560	680	820
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ceci signifie que dans cette série, toutes ces valeurs existent ainsi que toutes leurs puissances de 10 (par exemple la valeur $1.5k\Omega$ existe).



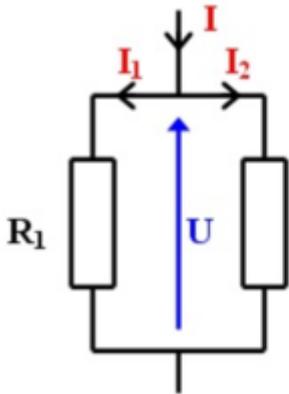
4-3 : Loi pont diviseur de tension

Dans ce type de montage, les résistances R_1 et R_2 sont en série et elles sont soumises à la tension d'alimentation du circuit V_{in} . On souhaite mesurer la tension V_a aux bornes d'une des résistances (R_2). On obtient l'équation suivante :



4-5 : Pont diviseur de courant

La formule du diviseur de courant permet de calculer l'intensité du courant dans une résistance lorsque celle-ci fait partie d'un ensemble de résistances en parallèle et lorsque l'on connaît le courant total qui alimente cet ensemble.



En utilisant le pont diviseur de courant, on en déduit que :

- $I_1 =$

ou de même :

- $I_1 =$

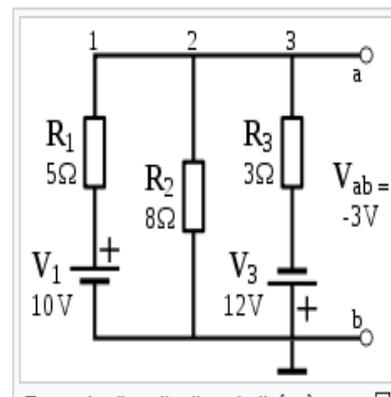
4-6 Théorème de Millman

Dans un réseau électrique de branches en parallèle, comprenant chacune un générateur de tension parfait en série avec un élément linéaire, la tension aux bornes des branches est égale à la somme des forces électromotrices respectivement multipliées par l'admittance ($1/R$) de la branche, le tout divisé par la somme des admittances.

- Sur la figure ci-contre, la tension V_{ab} (ou V_M), a été calculée en suivant la formule du théorème de Millman:

$$V_{ab} = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{10}{5} + \frac{0}{8} + \frac{-12}{3}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{3}} = -3V$$

- Le signe négatif signifie que la tension au point a est négative par rapport à la masse commune.



LES CIRCUITS ELECTRIQUES

1- Les circuits électriques

Pour réaliser un circuit électrique il faut au minimum un générateur, un récepteur (lampe, moteur...) et des fils de liaison. Le générateur et le récepteur possèdent deux bornes chacun : ce sont des **dipôles**.

1-1 : Nœud, branche, maille

Un **nœud** est une connexion qui réunit plus de deux dipôles. Sur la figure 1. D et E sont des nœuds.

Une **branche** est une portion comprise entre deux nœuds consécutifs. Le circuit de la figure 1 comporte trois branches entre les nœuds D et E.

Une **maille** est une boucle fermée.

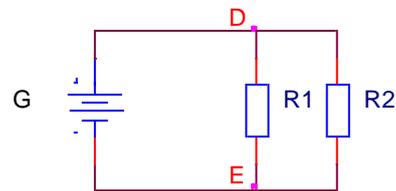


Fig 1

1-2 : Fonctions des éléments d'un circuit

Le générateur est la **source d'énergie**.

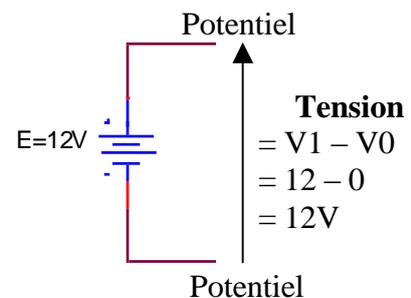
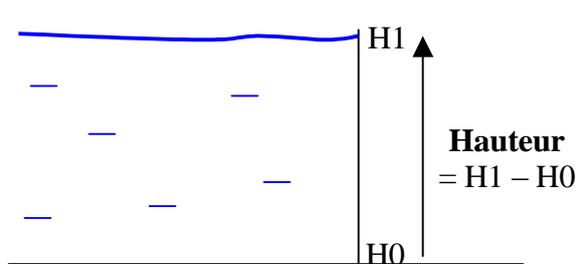
Les fils de liaison assurent le **transport de l'énergie** électrique vers le récepteur.

Le récepteur **convertit l'énergie** électrique en exploitant les effets du courant électrique (effets calorifiques, lumineux, magnétiques, chimiques, etc.).

2- Tension électrique

2-1 : Introduction – Analogie hydraulique

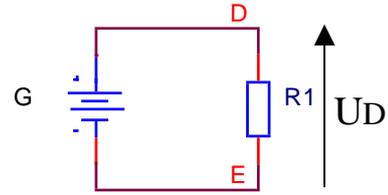
La tension électrique exprime une **différence de potentiels (d.d.p.)** entre deux points d'un circuit, telle une hauteur obtenue par différence de deux altitudes. Il est courant de trouver un potentiel de référence appelé masse et de valeur 0V (analogie hydraulique: niveau 0 pour le niveau de la mer).



2-2 : Représentation

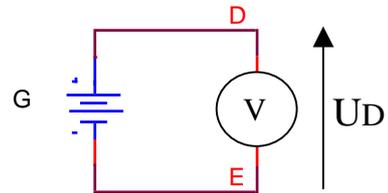
Tension $U_{DE} = V_D - V_E$
= **potentiel du point D - potentiel du point E**

La tension est donc une grandeur algébrique.



2-3 : Unités et mesure

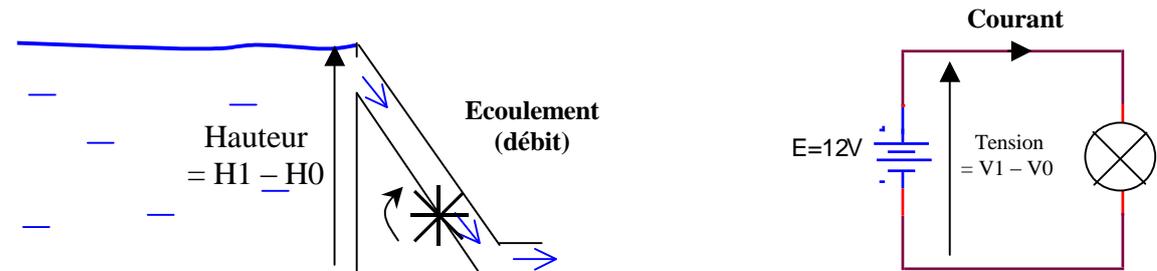
La tension s'exprime en **volts (V)** et se mesure à l'aide d'un **voltmètre** placé **en dérivation**.



3- Intensité du courant électrique

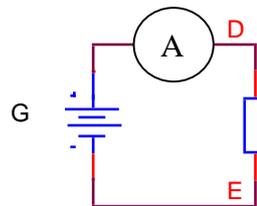
3-1 : Introduction – Analogie hydraulique

La circulation d'un courant dans un circuit électrique est analogue à la circulation d'un liquide dans une conduite.



3- 2 : Unités et mesure

Tel un débitmètre dans une conduite, on mesure l'intensité du courant à l'aide d'un **ampèremètre** placé **en série**. Cette intensité s'exprime en **ampères (A)**.



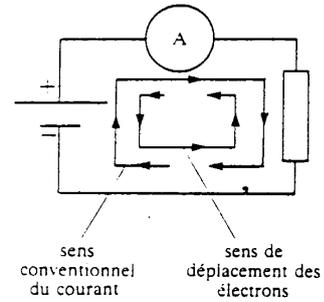
3-3 : Nature du courant électrique

Le courant électrique résulte d'un déplacement de porteurs de charges.
Dans les **métaux**, ces porteurs sont des **électrons**. Leur vitesse est souvent faible.
Dans les **liquides** et les **gaz** les porteurs sont des **électrons** et des **ions** positifs ou négatifs.



3-4 : Sens conventionnel du courant

Par **convention**, on dit que **le courant sort par le pôle positif du générateur**. Ce sens conventionnel du courant est opposé au sens de déplacement des charges négatives.



3-5 : Représentation de l'intensité du courant

Dans une branche de circuit, le courant électrique est susceptible de changer de sens si les propriétés du circuit ou si les réglages sont modifiés.

Pour indiquer le sens du courant, en même temps que son intensité, on convient d'un sens positif pour la branche et on attribue un signe à l'intensité de ce courant:

signe + si le courant circule dans le sens positif choisi,

signe - si le courant circule dans le sens opposé au sens positif choisi.

Exemple: la flèche placée sur la branche MN (fig. 2) fixe l'orientation positive choisie et alors :

$i=3A$ indique qu'un courant de 3A circule de M vers N.

$i= -3A$ indique qu'un courant de 3 A circule de N vers M.

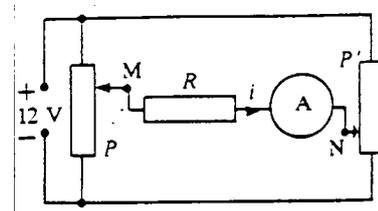


fig. 2

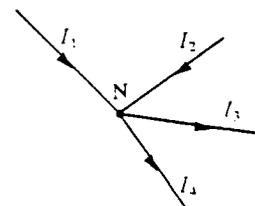
4- Lois fondamentales de l'électricité

4-1 : Loi des noeuds

En courant continu, ou lentement variable, il ne peut y avoir accumulation de charges électriques en un point du circuit : la somme des charges électriques arrivant à chaque instant au nœud N est égale à la somme des charges qui s'en éloignent (conservation de l'électricité).

Conséquence: si I_1, I_2, I_3, I_4 désignent les intensités des courants de sens connu au nœud N, nous avons :

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$



La somme algébrique des intensités des courants qui entrent dans un nœud est égale à la somme algébrique des intensités des courants qui en sortent.



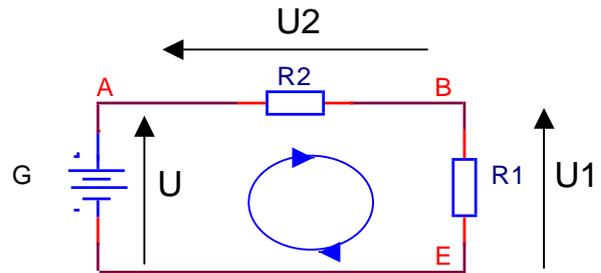
4-2 : Loi d'additivité des tensions (loi des mailles)

Dans une maille , la somme algébrique des tensions est nulle.

Exemple :

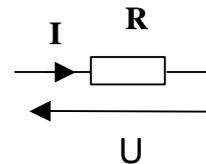
$$U - U_2 - U_1 = 0$$

$$U = U_2 + U_1$$



4-3 : Loi d'Ohm et résistances

Lorsqu'un élément résistif est parcouru par un courant d'intensité I , la tension U à ses bornes est orientée comme ci-contre (**flèche du côté du courant entrant**) et l'on peut écrire la relation suivante :



$$U = R \times I$$

La tension U aux bornes d'un conducteur ohmique est égale au produit de sa résistance R par l'intensité I du courant qui le traverse.

Association de résistances : les résistances peuvent être associées en **série** ou en **parallèle**. **Deux résistances (R_1 et R_2) sont :**

- en série si elles sont parcourues par un même courant ; dans ce cas la résistance équivalente est la somme des résistances ($R_1 + R_2$) ;
- sinon elles sont en parallèle ; dans ce cas la résistance équivalente est $(R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$

Puissance : la puissance maximale admissible par le composant : **$P = U.I = RI^2$**

Valeurs normalisée : Elles sont répertoriées dans 7 séries notées E3, E6, E12, E24, E48, E96, E192. Chaque série correspond à une tolérance de fabrication, par exemple la série E12 correspond à une tolérance de 10%. Cette table nous donnera les valeurs suivantes :

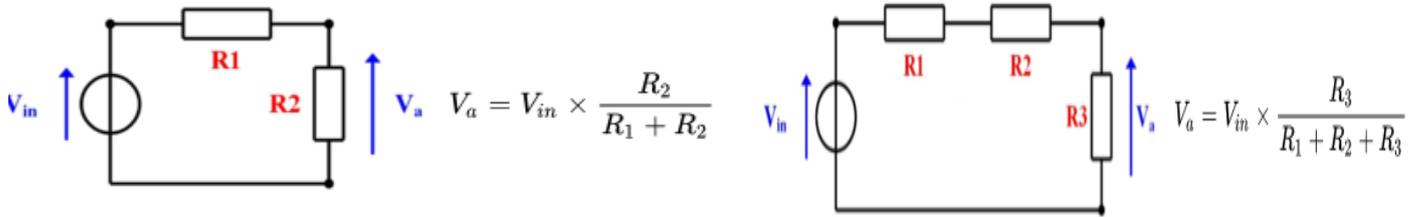
100	120	150	180	220	270	330	390	470	560	680	820
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ceci signifie que dans cette série, toutes ces valeurs existent ainsi que toutes leurs puissances de 10 (par exemple la valeur $1.5k\Omega$ existe).

4-3 : Loi pont diviseur de tension

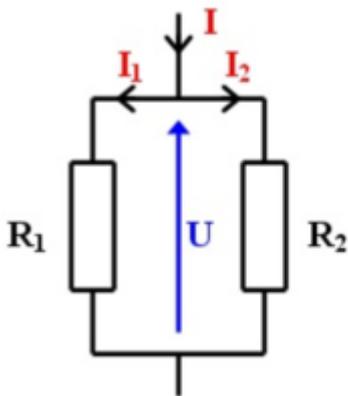


Dans ce type de montage, les résistances R1 et R2 sont en série et elles sont soumises à la tension d'alimentation du circuit V_{in} . On souhaite mesurer la tension V_a aux bornes d'une des résistances (R2). On obtient l'équation suivante :



4-5 : Pont diviseur de courant

La formule du diviseur de courant permet de calculer l'intensité du courant dans une résistance lorsque celle-ci fait partie d'un ensemble de résistances en parallèle et lorsque l'on connaît le courant total qui alimente cet ensemble.



En utilisant le pont diviseur de courant, on en déduit que :

- $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I$

ou de même :

- $I_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} \times I$ (G étant la conductance = $\frac{1}{R}$)

4-6 Théorème de Millman

Dans un réseau électrique de branches en parallèle, comprenant chacune un générateur de tension parfait en série avec un élément linéaire, la tension aux bornes des branches est égale à la somme des forces électromotrices respectivement multipliées par l'admittance ($1/R$) de la branche, le tout divisé par la somme des admittances.

- Sur la figure ci-contre, la tension V_{ab} (ou V_M), a été calculée en suivant la formule du théorème de Millman:

$$V_{ab} = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{10}{5} + \frac{0}{8} + \frac{-12}{3}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{3}} = -3V$$

- Le signe négatif signifie que la tension au point a est négative par rapport à la masse commune.

