

CHAPITRE VIII

TRAVAUX PRATIQUES

Dipôles actifs / Les générateurs

A. Une réponse au besoin d'énergie :

N'importe quel système physique a besoin **d'énergie** pour fonctionner :

- Une voiture a besoin de **carburant** pour avancer.
- Un moulin à eau a besoin d'un **courant d'eau** pour tourner.

De même, une lampe a besoin **d'électricité** pour s'allumer :



Electricité



L'énergie électrique est **fournie** par un dispositif qui génère l'électricité :

L'énergie électrique est reçue par le dispositif qui **consomme** l'électricité :

Le **générateur** d'énergie électrique.

Energie électrique

Le **récepteur** d'énergie électrique

Un **générateur** électrique a pour rôle de générer **l'énergie** électrique utile au **récepteur** électrique (charge).

B. Principe du générateur électrique :

Exemple de générateurs électriques :



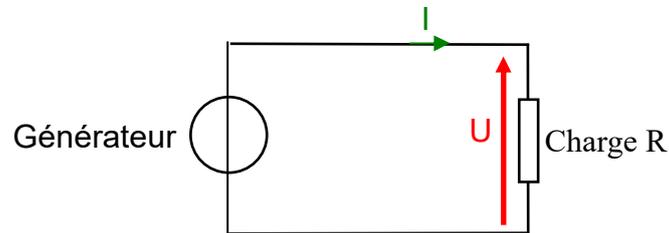
**Energie chimique,
nucléaire, solaire,
thermique, hydraulique,
électrique...reçue**

**Générateur
électrique**

**Energie
électrique**

Un **générateur** électrique est un dispositif qui produit de l'**énergie électrique** à partir d'une autre forme d'énergie reçue.

C. Caractéristique tension/courant d'un générateur $U=f(I)$:



La **caractéristique tension/courant** $U=f(I)$ d'un générateur est la courbe permettant de représenter la relation entre :

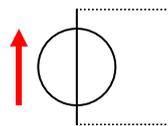
- ◆ la différence de potentiels **U(V)** aux bornes du générateur.
- ◆ l'intensité **I(A)** du courant débité dans la charge.



D. Générateur de tension :

1. Générateur de tension idéal :

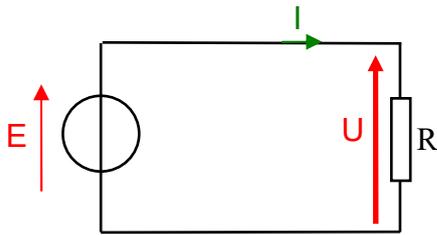
Un générateur de tension **idéal** est un générateur qui délivre une **tension constante** quelque soit la charge appliquée entre ses bornes.



Symbole du générateur de tension idéal

La **différence de potentiels** **U** aux bornes du générateur de tension idéal est **constante** quelque soit le courant **I** débité dans la charge.

On appelle cette tension **$U=E$** .



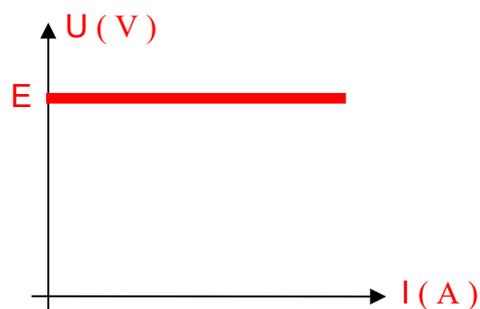
La loi d'ohm aux bornes de la charge s'écrit: $U=R.I$

La tension U est fixe et égale à $U=E =R.I$

Si la charge R varie, U étant fixe, alors le courant I varie également.

Un générateur de tension parfait maintient entre ses bornes une différence de potentiels constante $U = E$, quelque soit le courant I débité dans la charge.

On obtient donc la caractéristique $U = (I)$ suivante :



2. Générateur de tension réel :

Dans le cas d'un générateur réel, lorsque l'on fait varier la valeur de la charge :

- ◆ La différence de potentiels aux bornes du générateur varie.
- ◆ Le courant débité par le générateur varie simultanément.

Objectif du travail :

Etablir la caractéristique tension/courant de deux générateurs fréquemment utilisés :
une **alimentation stabilisée** et un **générateur de fonctions**.

Alimentation stabilisée

Détermination de la caractéristique tension/courant de l'alimentation stabilisée

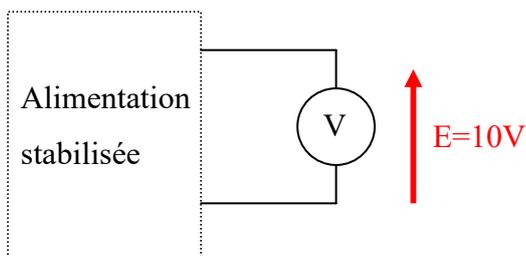
Travail à effectuer :

Pré-réglages :

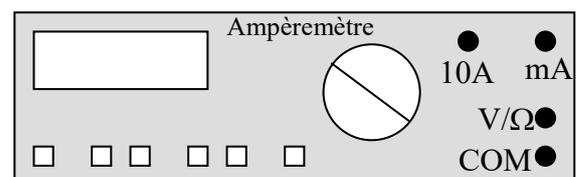
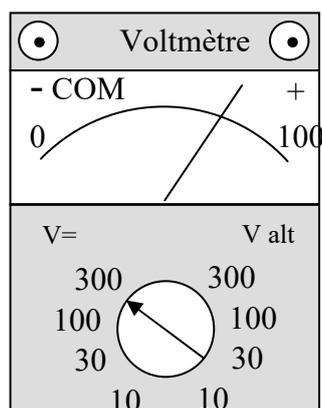
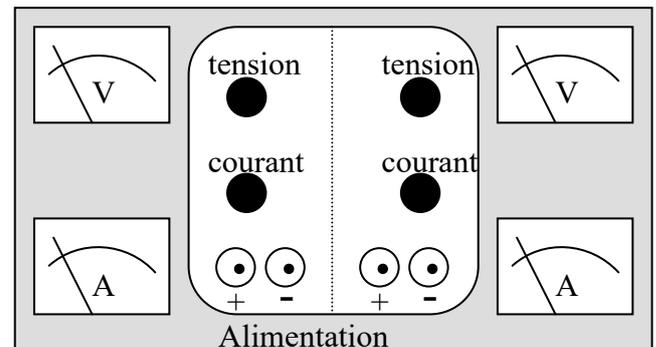
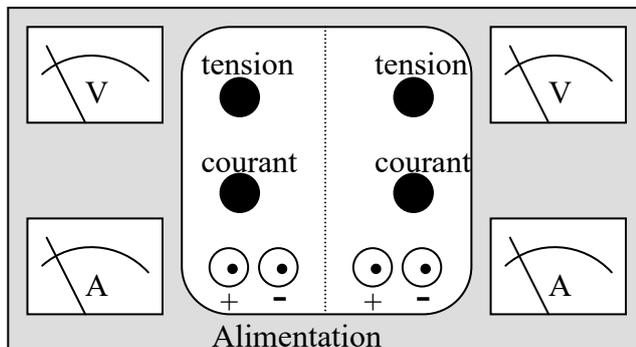
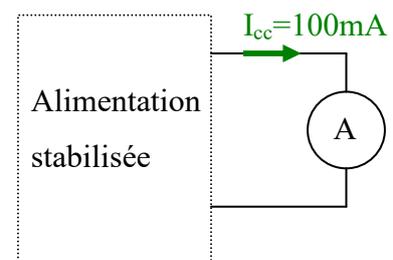
Régler la différence de potentiels que devra fournir le générateur: $E = 5V$.

Régler l'intensité de courant maximum (courant de court-circuit) que pourra débiter le générateur: $I_{cc}=100mA$

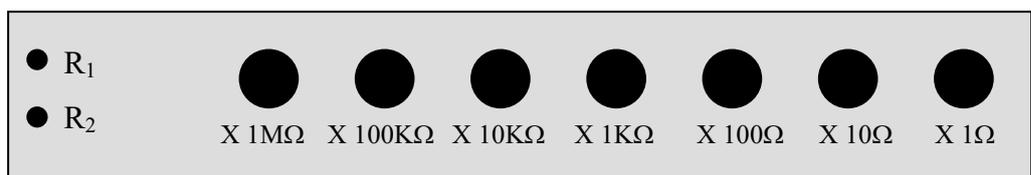
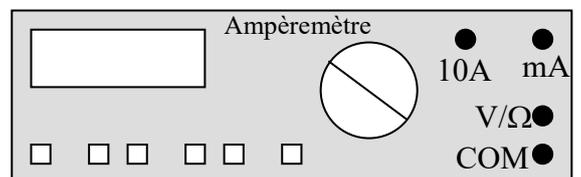
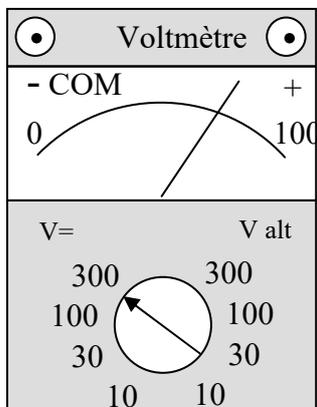
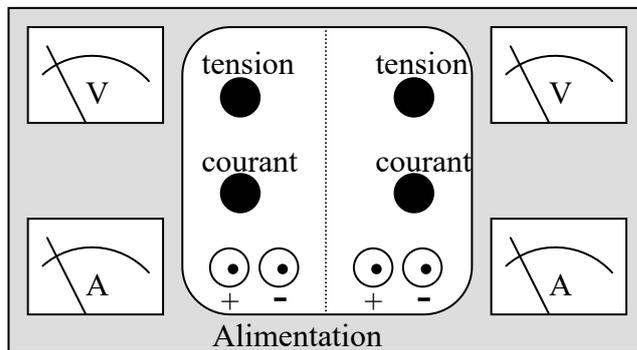
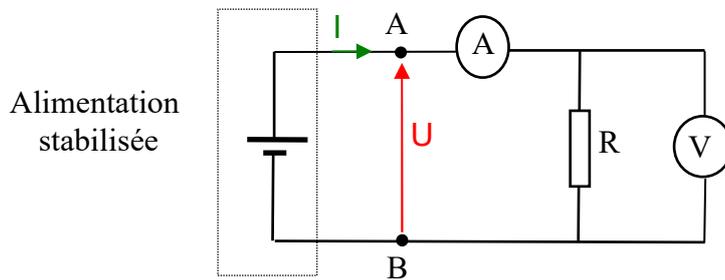
Réglage de la différence de potentiel $U_0=5V$



Réglage du courant de court-circuit $I_{cc}=100mA$



Réaliser le montage suivant :



Remarque :

Entre les bornes R_1 et R_2 de la boîte à décade se trouve une résistance réglable de 0Ω à $1\ 111\ 111\ \Omega$.

1. Relever différentes valeurs de la différence de potentiels **U** et de l'intensité de courant **I** en faisant varier la valeur de la charge.

I(mA)	0									100
U(V)										
R(Ω)										

2. Tracer (page 11) la caractéristique tension/courant **U=f(I)** de l'alimentation stabilisée.
3. Quelle intensité de courant maximum l'alimentation peut-elle débiter tout en délivrant une tension de sortie de **U=5V** ? Quelle est l'intensité du courant débité pour **U=0V** ?

.....

4. Comparer l'alimentation stabilisée avec un générateur idéal.

.....

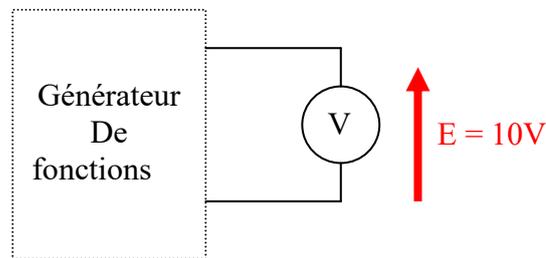
Une **alimentation stabilisée** permet de fournir une tension constante tant que le courant débité ne dépasse pas le courant de court-circuit **I_{cc}**.

Générateur de fonctions

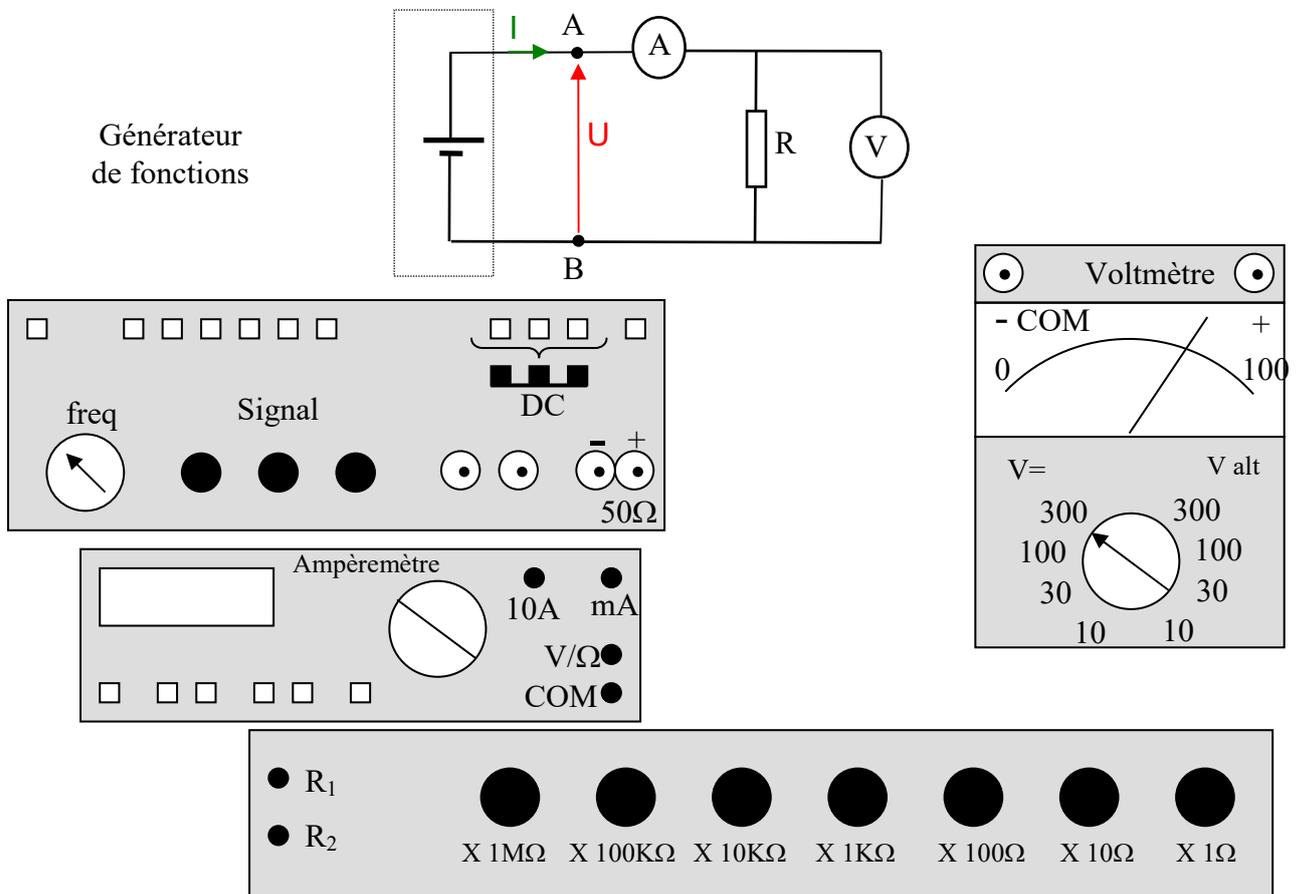
Détermination de la caractéristique tension/courant du générateur de fonctions

Travail à effectuer :

1. Régler le générateur de fonctions en signal de sortie continu.
2. Se brancher sur la sortie **50Ω** et régler le niveau de la différence de potentiels continue $E = 10V$.



3. Effectuer le montage suivant :



4. Relever différentes valeurs de la différence de potentiels U et de l'intensité de courant I en faisant varier la valeur de la charge.

U(V)	5								0
I(A)									
R(Ω)									

5. Tracer (page 11) la caractéristique tension/courant $U=f(I)$ du générateur de fonctions.
6. Quelle est la nature de la caractéristique tracée (droite, courbe...)? En déduire la forme de son équation. L'exprimer en fonction de U et I.

.....

.....

.....

.....

7. Déterminer à l'aide de la courbe la valeur de U lorsque $I=0A$. En déduire la valeur du coefficient b.

.....

.....

.....

.....

8. Calculer la pente de la droite. En déduire le coefficient a. Préciser son unité.

(Rappel: la pente d'une droite s'exprime par $\frac{\Delta y}{\Delta x}$)

.....

.....

.....

.....

9. Donner l'équation générale de la caractéristique.

.....
.....
.....

D'une façon générale, on écrira l'équation de la caractéristique tension/courant $U=f(I)$ aux bornes d'un générateur de fonctions sous la forme:

$$\mathbf{U = E - r.I}$$

Avec:

- ◆ E la différence de potentiels à vide au bornes du générateur ($I=0A$).
- ◆ r la résistance interne du générateur (ou résistance de sortie).

10. Déduire la tension à vide du générateur ainsi que sa résistance interne.

Tension à vide E =.....

Résistance interne r =.....

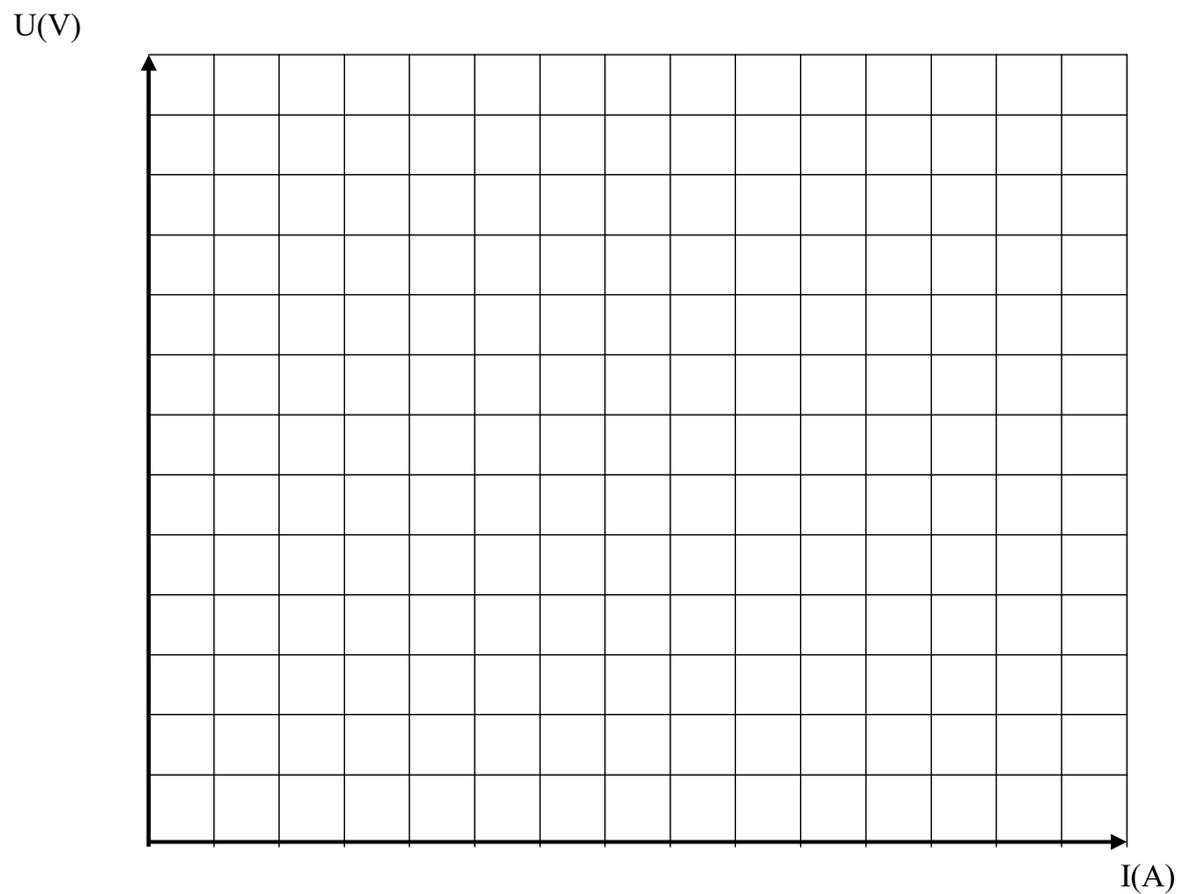
Caractéristiques tension/courant $U=f(I)$ des générateurs :

- ◆ Alimentation stabilisée. (Rouge)
- ◆ Générateur de signaux. (Vert)

Echelle :

U(V) 0.5V/carreau

I(A) 10mA/carreau



3. Modèle équivalent de Thévenin :

A partir des résultats obtenus précédemment, on peut établir un **modèle électrique** représentant le générateur à l'aide de :

- Un générateur idéal de différence de potentiels E .
- Une résistance interne r .

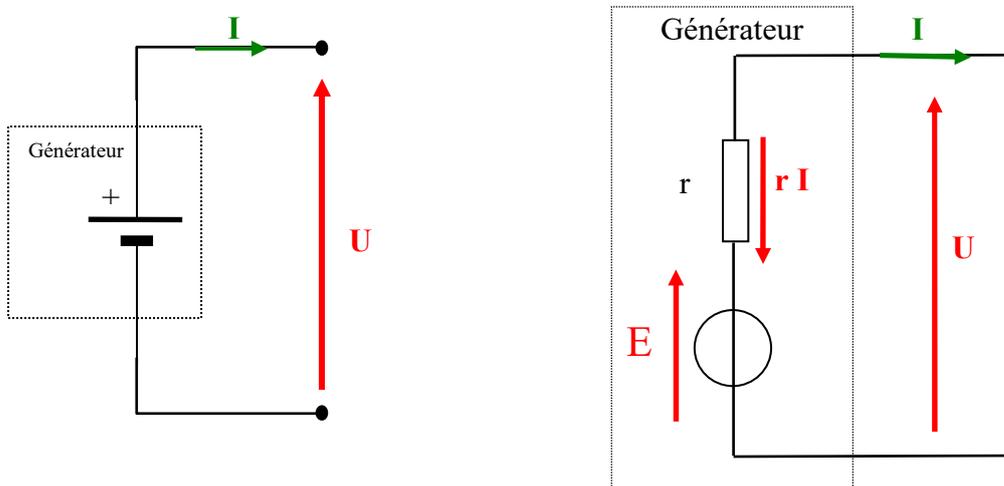
E est la **force électromotrice (f.em)** ;

La tension E aux bornes du générateur lorsqu'il ne débite pas ($I = 0$) est appelée tension à vide.

Si la charge est infinie (circuit ouvert), alors $I=0$ et $U=E$ tension à vide.

Les deux paramètres E et r et l'expression ($U = E - r I$) qui caractérisent le générateur, sont équivalent à une source de tension en série avec une résistance.

Nous pouvons donc remplacer le générateur réel par un modèle équivalent, cette représentation sera commode pour déterminer le fonctionnement d'un générateur dans un circuit donné. Cette opération est dite "**modélisation**".



Générateur réel d'équation caractéristique $U = E - r I$

MODELISATION

Modèle équivalent de même équation caractéristique

D'après la loi des mailles :

$$U - E + r.I = 0 \quad \text{D'où} \quad U = E - r.I$$

Exemple: Déterminez r sachant que : $I_0 = 0$; $I_b = 50 \text{ mA}$; $E = 12\text{V}$; $U_b = 11.6\text{V}$

.....

E. Exercices :

Exercice N°1 :

Le relevé expérimental de la caractéristique courant-tension d'un dipôle a donné les couples de valeurs U et I suivants:

I (mA)	1	2	6	8	10	14	20	28	32
U (V)	11,65	11,3	9,9	9,2	8,5	7,1	5	2,2	0,8

- a. Construire la représentation graphique de la caractéristique courant-tension de ce dipôle ?



- b. Déterminez l'équation mathématique de la caractéristique ?

.....

c. Donnez le modèle électrique équivalent, précisez la valeur des éléments qui le constituent ?

.....



d. Déterminez I_{cc} , intensité du courant de court-circuit et U_0 la différence de potentiel à vide.

.....

Exercice N°2 :

Le relevé expérimental de la caractéristique courant-tension d'un dipôle a donné les couples de valeurs U et I suivants:

I (mA)	20	30	50	80	100	120	150	170	180
U (V)	18	17	15	12	10	8	5	3	2

a. Construire la représentation graphique de la caractéristique courant-tension de ce dipôle ?



b. Déterminez l'équation mathématique de la caractéristique ?

.....

.....

.....

.....

.....

c. Donnez le modèle électrique équivalent, précisez la valeur des éléments qui le constituent ?

.....

.....

.....

.....

.....



d. Déterminez I_{cc} , intensité du courant de court-circuit et U_0 la différence de potentiel à vide.

.....

.....

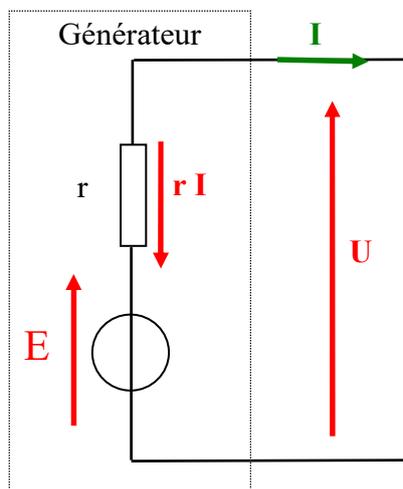
.....

.....

Exercice N°3 :

On considère le dipôle générateur conforme au schéma ci-dessous.

$E = 4,5V$ $r = 5\Omega$



a. Déterminez l'équation de la caractéristique courant-tension.

.....
.....
.....
.....
.....

b. Construisez la représentation graphique de cette caractéristique.



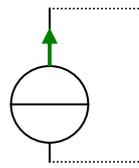
c. Déterminez l'intensité du courant de court-circuit **I_{cc}** et la différence de potentiel à vide **U₀**.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

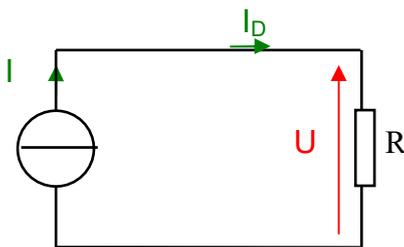
I. Générateur de courant :

1. Générateur de courant idéal :

Un générateur de courant **idéal** est un générateur qui débite un **courant constant** quelque soit la différence de potentiels **U** appliquée à la charge. On appelle cette intensité **$I=I_0$** .



Symbole du générateur de courant idéal



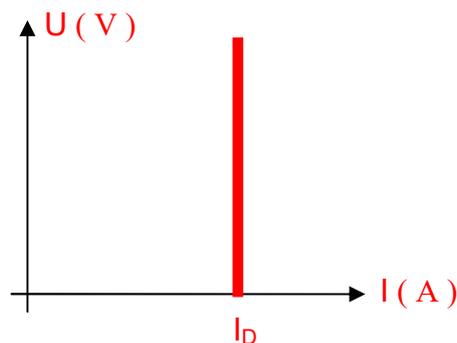
La loi d'ohm aux bornes de la charge s'écrit: **$U=R.I$**

L'intensité **I** est fixe et égale à $I = I_0 = \frac{U}{R}$

Si la charge **R** varie, **I** étant fixe, alors la tension **U** varie également.

Un générateur de courant parfait débite un courant constant **I** dans la charge qui lui est connectée quelque soit la différence de potentiels **U** aux bornes de cette même charge.

On obtient donc la caractéristique **$U = f(I)$** suivante :



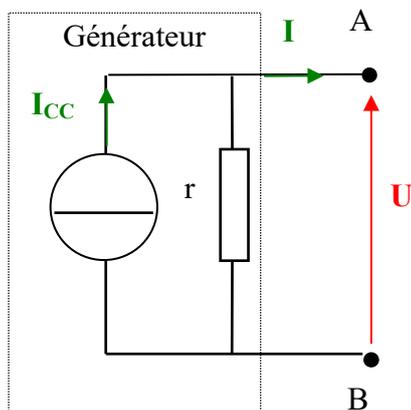
2. Générateur de courant réel :

modèle équivalent de Norton

Selon le même principe que pour les générateurs de tension, le générateur de courant idéal n'existe pas.

Ainsi, pour représenter un générateur de courant, on utilise un modèle électrique appelé **modèle de Norton** et qui présente :

- ◆ Un générateur de courant idéal qui débite un courant I_0 .
- ◆ Une résistance interne r .



D'après la loi d'ohm:

$$U = r.(I_{cc} - I)$$

$$\text{D'où } U = r.I_{cc} - r.I$$

Ainsi, on pourra représenter dans un schéma électronique un générateur de courant à l'aide de son intensité de court-circuit I_{cc} ainsi que sa résistance interne r .

Si la charge est nulle (circuit en court-circuit)
alors $U=0$ et $I=I_{cc}$ **courant de court-circuit à vide.**

(Nous étudierons ce modèle au prochain chapitre).

EN SAVOIR PLUS

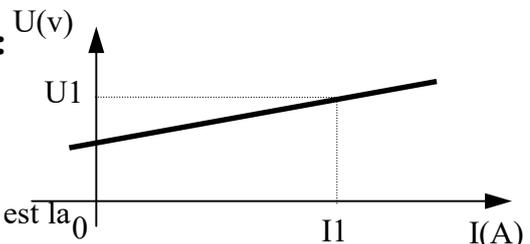
Récepteurs actifs :

Un dipôle actif fonctionne en récepteur lorsqu'il transforme une énergie électrique en énergie: mécanique, chimique, thermique,... Certains dipôles actifs peuvent fonctionner en générateur ou en récepteur. Ils sont alors réversibles. Une génératrice à courant continu transforme l'énergie mécanique transmise à l'arbre en énergie électrique (générateur) ou l'énergie électrique fournie à la génératrice est transformée en énergie mécanique (récepteur).

Un accumulateur en charge peut être considéré comme un récepteur actif. Il transforme l'énergie électrique qu'il reçoit en énergie chimique. La caractéristique courant-tension d'un tel récepteur est donné ci-dessous.

Caractéristique d'un récepteur actif :

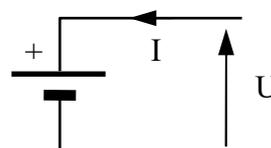
(caractéristique COURANT-TENSION).



La caractéristique externe d'un récepteur actif est la courbe représentative de la relation qui lie l'intensité I du courant le traversant et la différence de potentiel à ses bornes.

Convention récepteur :

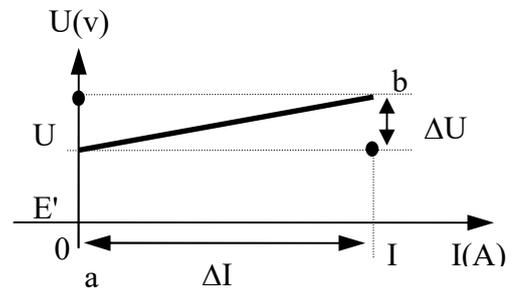
Pour un récepteur actif nous adoptons le plus souvent la convention récepteur : Le courant I entre par la borne positive.



Le récepteur est linéaire, si le rapport entre la variation de U sur la variation de I est constant.

Prenons la caractéristique linéaire suivante :

$$\Delta U = U_b - U_a = U - E' \quad \text{et} \quad \Delta I = I_b - I_a = I - 0$$



$$\frac{\Delta U}{\Delta I} = r' \quad \text{est la } \mathbf{résistance \textit{interne}} \text{ du récepteur.}$$

En remplaçant les expressions de ΔU et ΔI , nous obtenons l'équation de la caractéristique du générateur

$$\frac{U_b - U_a}{I_b - I_a} = \frac{U - E'}{I} = r' \Rightarrow (U - E') = r' \cdot I \Rightarrow U - E' = r' \cdot I \Rightarrow U = E' + r' \cdot I$$

$$U = E' + r' I \quad (U \text{ et } E' \text{ en Volts; } r' \text{ en Ohms; } I \text{ en Ampères})$$

E' est la **force contre électromotrice (f.c.e.m)**. Elle est aussi notée U_0 (tension à vide).

Les deux paramètres E' et r' et l'expression ($U = E' + r' I$) qui caractérisent le récepteur de structure inaccessible, sont équivalent à une source de tension en série avec une résistance.

Nous pouvons donc remplacer le récepteur par son modèle équivalent de Thévenin :

