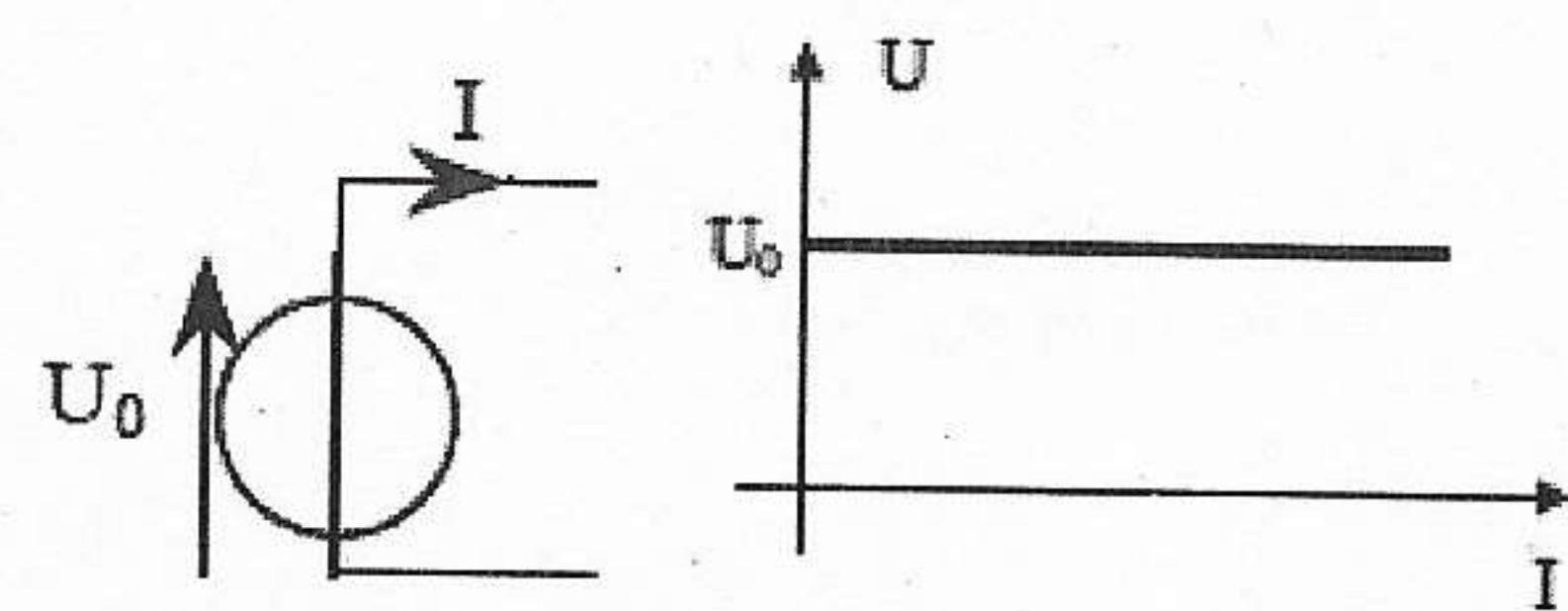
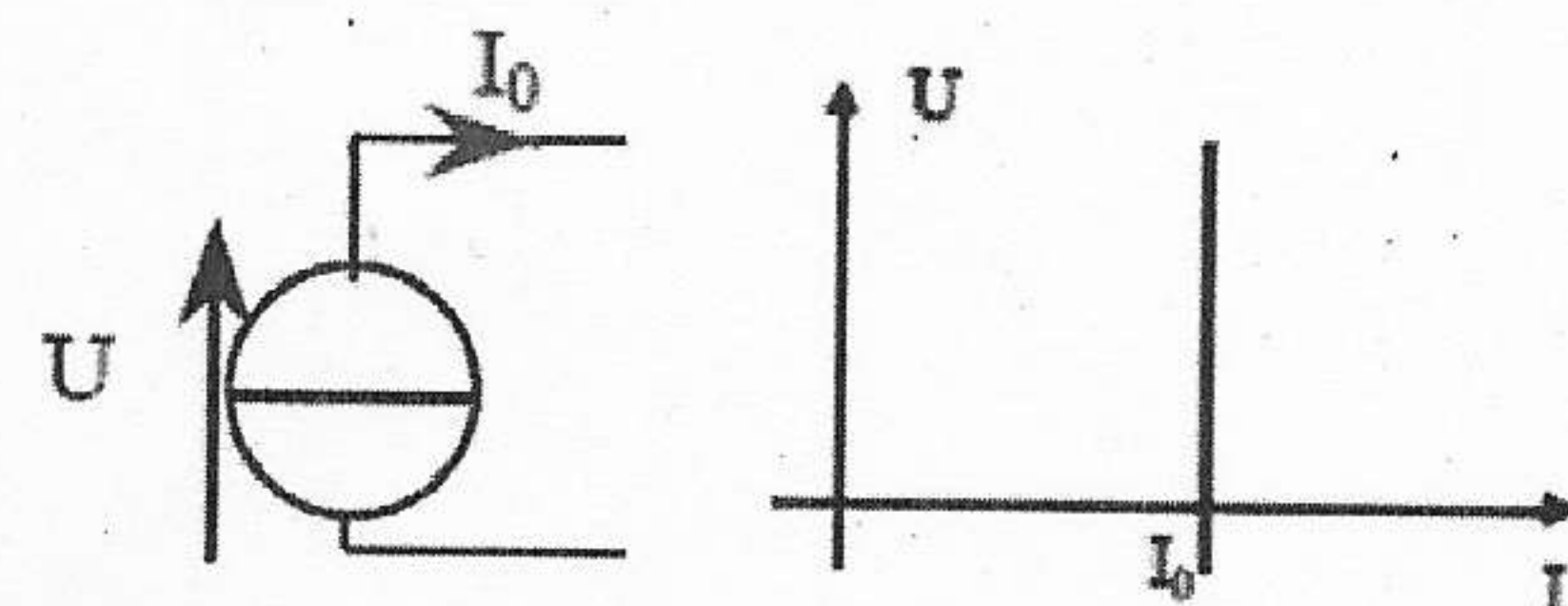


### I. SOURCES LINEAIRES PARFAITES

- Source parfaite de tension : Une source de tension parfaite est un générateur qui fournit une tension  $U = U_0$  (constante) quel que soit  $I$  ( $I_{\min} < I < I_{\max}$ )  
La source impose la tension et le récepteur détermine le courant.



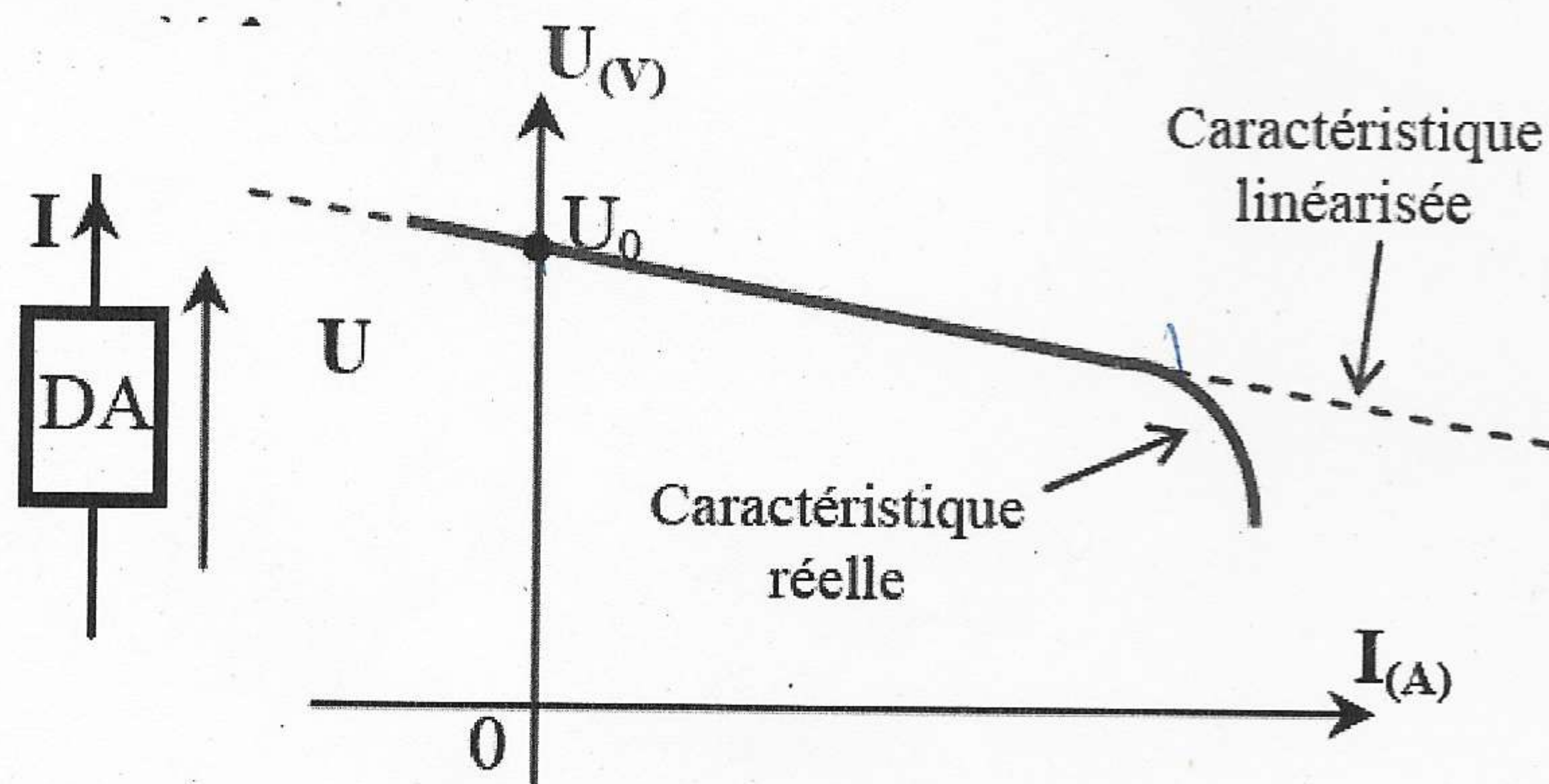
- Source parfaite de courant : Une source de courant parfaite est une source qui fournit une intensité  $I = I_0$  quel que soit  $U$  ( $U_{\min} < U < U_{\max}$ )  
La source impose le courant et le récepteur détermine la tension.



### II. DIPÔLES ACTIFS LINÉAIRES

#### 1- Approximation linéaire

La plupart des dipôles actifs ne sont pas linéaires. Cependant, une partie de la caractéristique  $U=f(I)$  peut être assimilée à une droite.



Linéariser revient à remplacer une partie de la courbe par une droite.

L'équation de la droite sera de la forme

$$U = U_0 - R_0 I \text{ avec :}$$

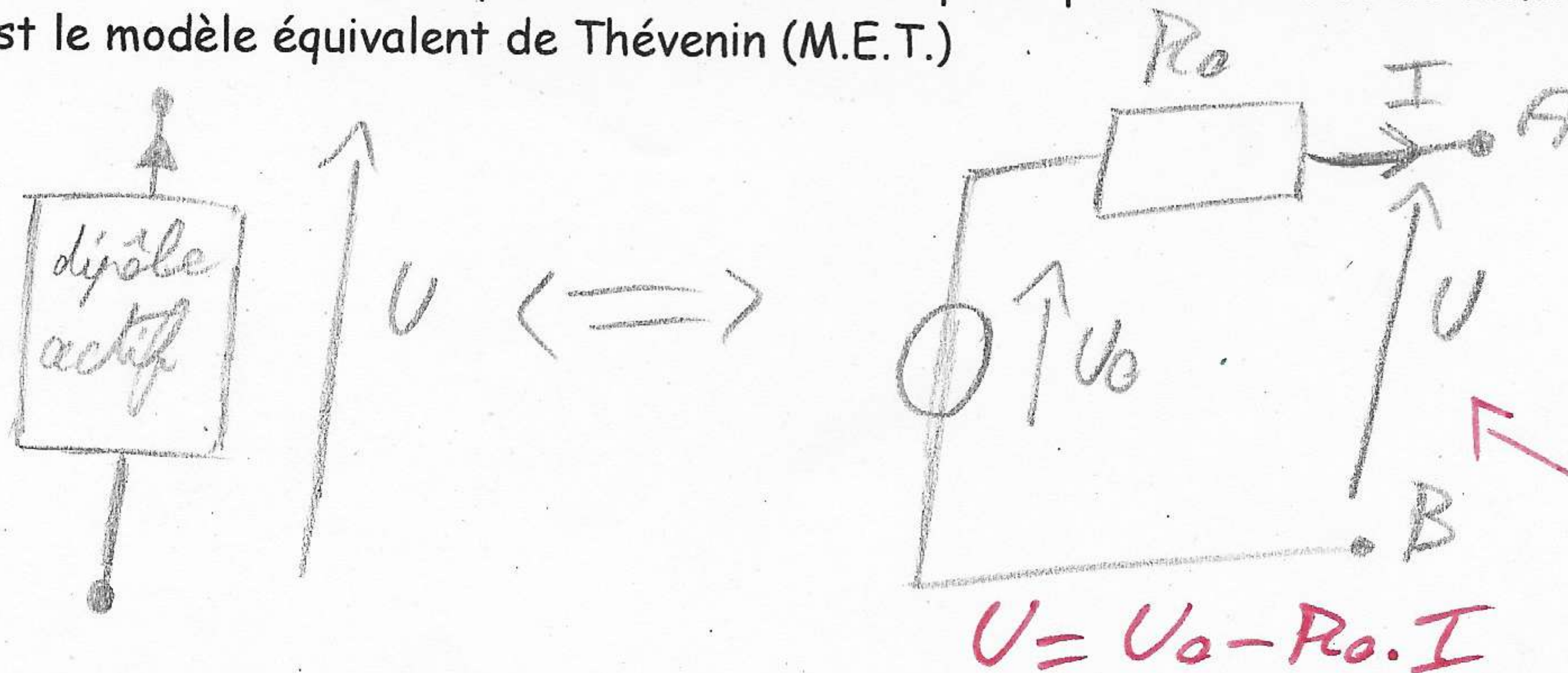
$U_0$  ordonnée à l'origine (tension à vide)

$$R_0 = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| \text{ (pente de la droite, coeff directeur).}$$

#### 2- Modèles électriques équivalents

##### a) Modèle équivalent de Thévenin M.E.T.

✗ Tout dipôle actif linéaire pourra donc être remplacé par une source de tension  $U_0$  en série avec une résistance  $R_0$ . C'est le modèle équivalent de Thévenin (M.E.T.)



$U_0$  = source de tension parfaite (tension de thévenin)

$R_0$  = résistance interne (rés thévenin)

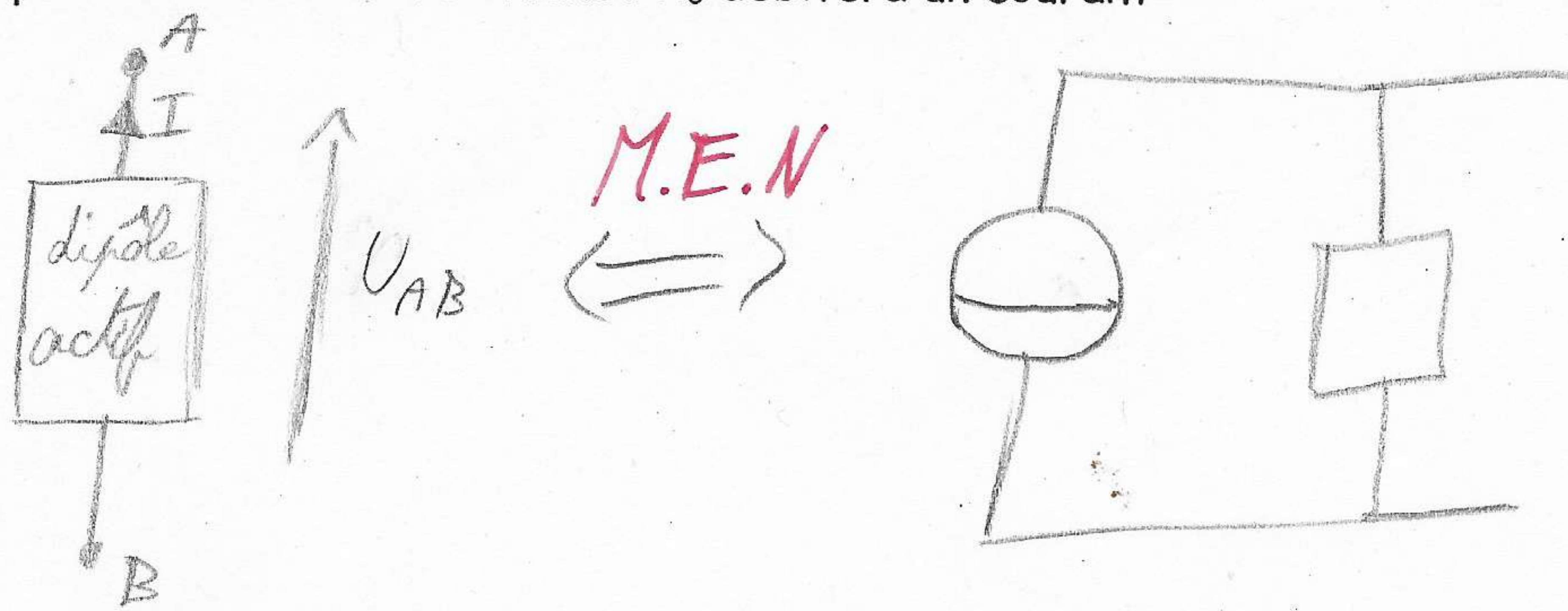
M.E.T

##### b) Modèle équivalent de Norton (M.E.N.)

La relation  $U_{AB} = U_0 - R_0 I$  peut aussi s'écrire

Un dipôle actif composé d'une source de courant  $I_0$

en parallèle avec une résistance  $R_0$  débitera un courant



M.E.N

$$R_0 \cdot I = U_0 - U_{AB} \Rightarrow I = \frac{U_0 - U_{AB}}{R_0}$$

$$I = \frac{U_0}{R_0} - \frac{U_{AB}}{R_0}$$



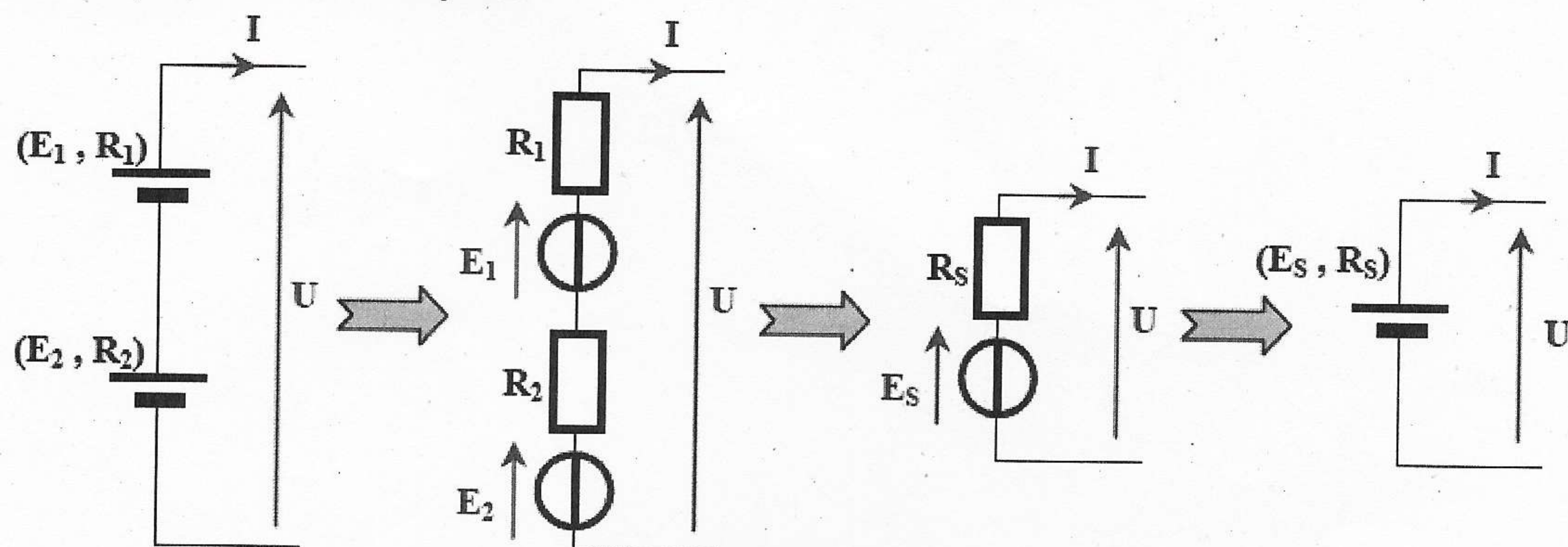
### 3- Association de dipôles actifs linéaires

#### Association série

##### a) Définition

DES DIPOLES ACTIFS SONT EN SERIE, LORSQUE LA BORNE " - " DE L'UN EST RELIEE A LA BORNE " + " DE L'AUTRE.

##### b) Exemple avec deux dipôles



On a :  $E_1 + E_2 = E_s$  .....  $\Rightarrow R_s = R_1 + R_2$   
avec .....

##### c) Loi pour une association de N dipôles actifs linéaires en série

$E_s = E_1 + E_2 \dots + E_n$  LES TENSIONS A VIDE S'AJOUTENT.

$R_s = R_1 + R_2 \dots + R_n$  LES RESISTANCES INTERNES S'AJOUTENT.

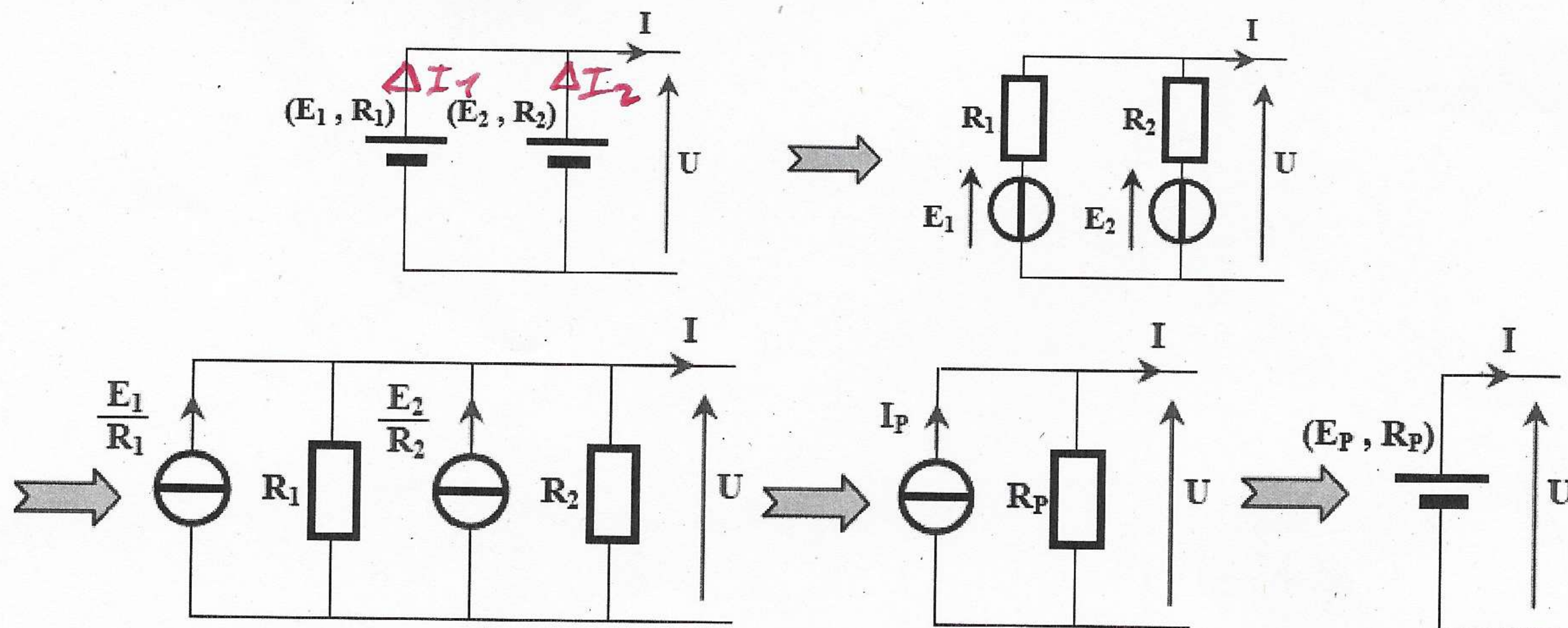
SI LES N DIPOLES SONT IDENTIQUES, ON A :  $E_s = N \times E_1$  ET  $R_s = N \times R_1$ .

#### Association parallèle

##### a) Définition

Des dipôles actifs sont en parallèle, lorsque les borne de même signe sont reliées entre elles.

##### b) Exemple avec deux dipôles



On a :  $E_p = E_1 = E_2$  .....  $I = I_1 + I_2$  .....  $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  ( $R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ )  
.....  
.....

##### c) Loi pour une association de N dipôles actifs linéaires en parallèle

$I_p = I_1 + I_2 \dots + I_n$  Les courants de court-circuit s'ajoutent.

$G_p = G_1 + G_2 \dots + G_n$  Les conductances internes s'ajoutent.

ou  $R_p = R_1 // R_2 // \dots // R_n$  Les résistances internes se mettent en parallèle.

Si les N dipôles sont identiques, on a :  $E_p = E_1$  et  $R_p = \frac{R_1}{N}$ .

##### d) Remarques

- L'association en série permet "d'augmenter" la tension mais pas l'intensité.
- L'association en parallèle permet "d'augmenter" l'intensité mais pas la tension.



#### 4- Association de dipôle actif-dipôle passif

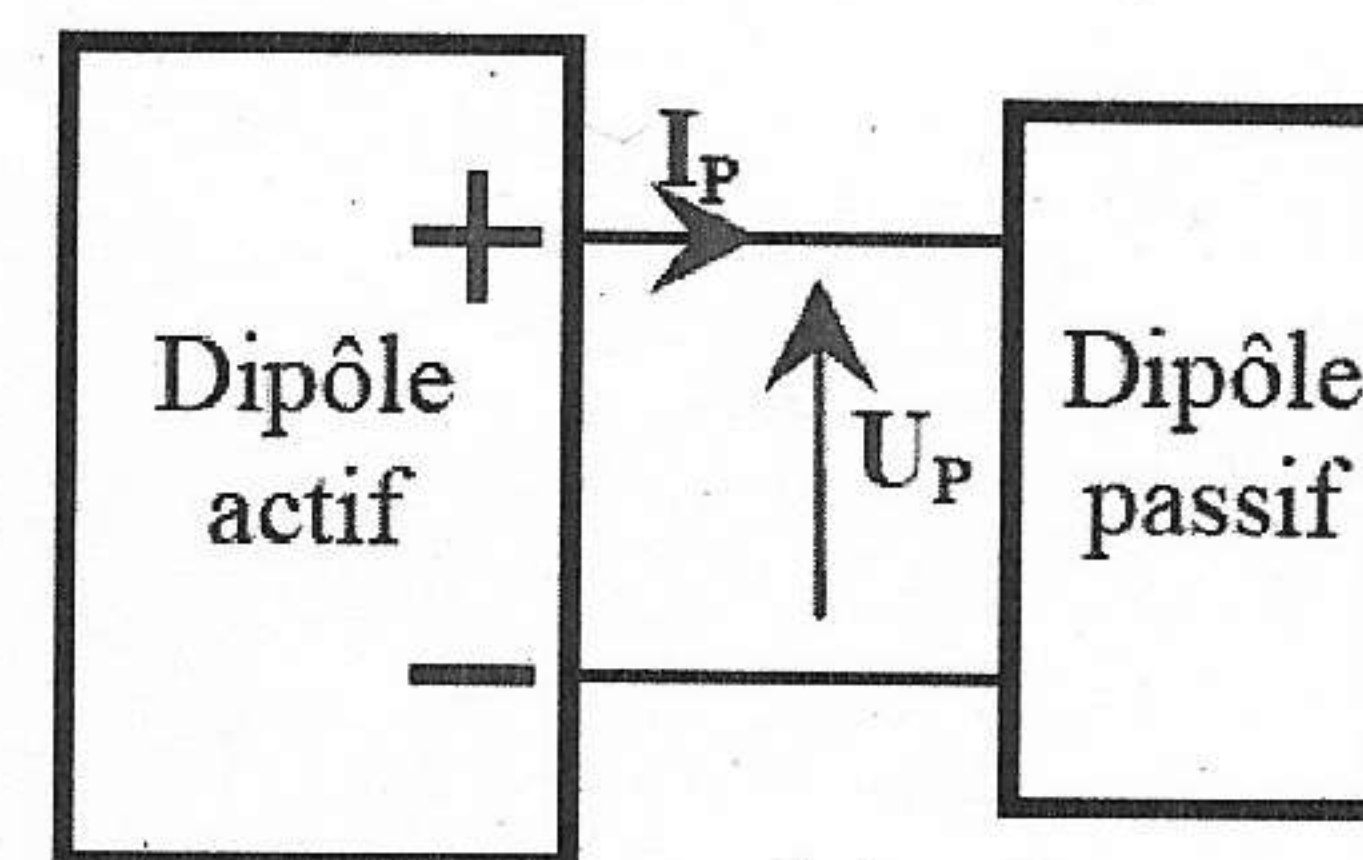
##### a) Introduction

Lorsqu'on alimente un dipôle (lampe, diode, résistance), on réalise une association dipôle passif - dipôle actif. Il est préférable de prévoir les valeurs de la tension et du courant qui résulteront de cette association.

##### b) Cas général

Alimentons un récepteur (dipôle passif) à l'aide d'un générateur linéaire (dipôle actif linéaire ou linéarisé).

Pour prédire la valeur de  $U_P$  et la valeur de  $I_P$  (point de fonctionnement), on va décrire trois méthodes :



- Méthode par la mesure ou par simulation

Il suffit de réaliser le branchement et de mesurer directement  $U_P$  et  $I_P$ .

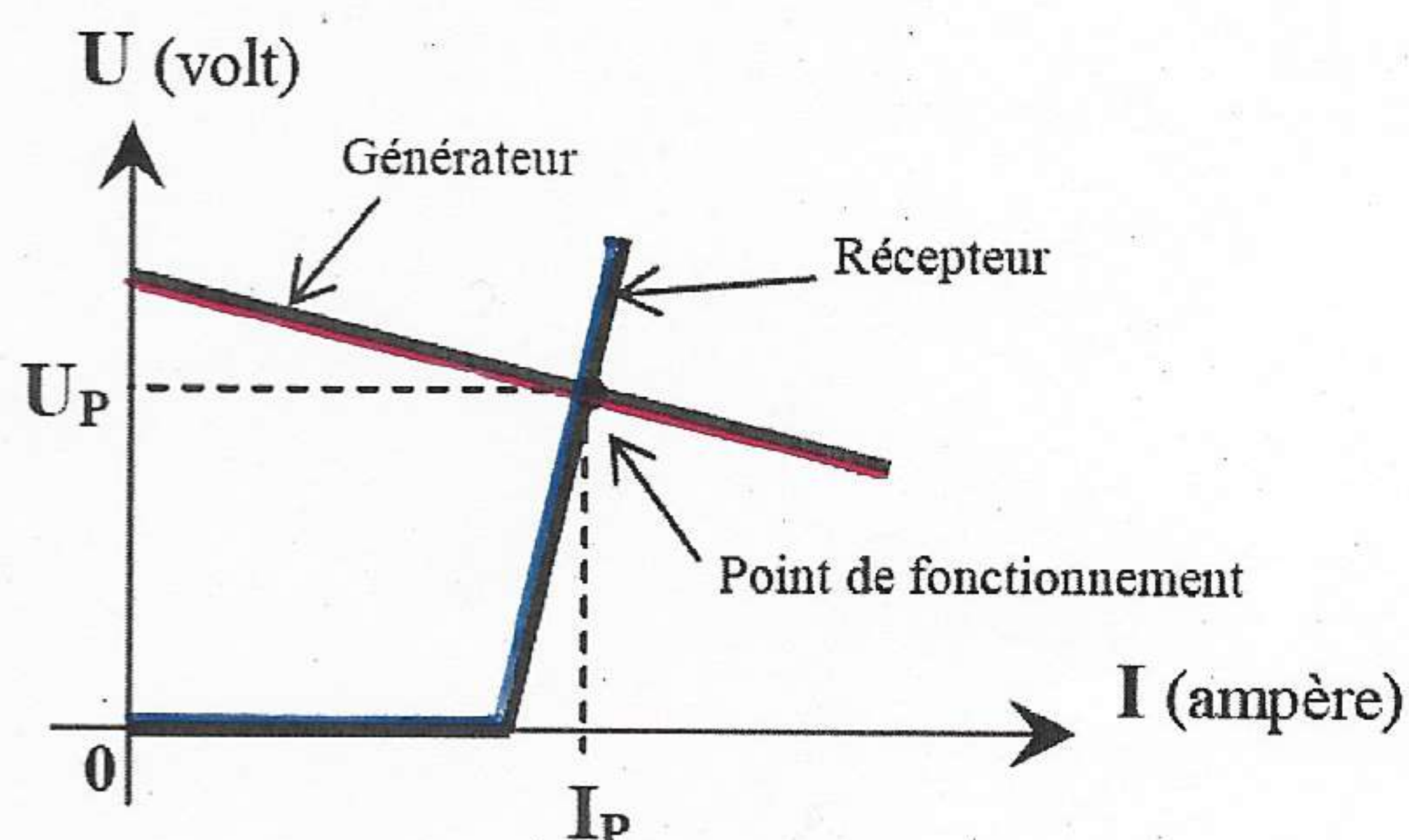
Avantage : méthode directe qui donne les vrais résultats.

Inconvénients : nécessité d'avoir le matériel de mesure ou de simulation et possibilité de dépassement des limites (destruction du générateur ou du récepteur).

- Méthode graphique

On suppose ici qu'on connaît les caractéristiques  $U = f(I)$  du générateur et du récepteur.

Il suffit de juxtaposer les deux caractéristiques et l'intersection des deux courbes donnera le point de fonctionnement (abscisse  $I_P$  et ordonnée  $U_P$ ).



Avantage : méthode graphique sans calcul.

Inconvénients : nécessité d'avoir les données pour tracer les deux courbes sur le même graphe et à la même échelle.

- Méthode par le calcul

On suppose ici qu'on connaît les équations  $U = f(I)$  du générateur et du récepteur.

Exemple :

Equation du générateur :  $U = 12 - 5.I$  ( $U_0 = 12V$  et  $R_0 = 5 \Omega$ )

Equation de récepteur :  $U = 20.I$  (Résistance de  $20 \Omega$ )

Il suffit de résoudre le système d'équations :

$$\begin{aligned} (1) \quad & \left\{ \begin{array}{l} U = 12 - 5I \\ U = 20I \end{array} \right\} \Rightarrow 20I = 12 - 5I \Rightarrow 25I = 12 \Rightarrow I = \frac{12}{25} = 0,48A \\ (2) \quad & \left\{ \begin{array}{l} U = 20I \\ U = 12 - 5I \end{array} \right\} \Rightarrow U = 12 - 5 \times 0,48 = 9,6V \quad P(0,48; 9,6) \\ & \qquad \qquad \qquad A \qquad \qquad \qquad V \end{aligned}$$

##### c) Conclusion

Il n'existe pas de recette "type" pour prévoir le comportement électrique d'un générateur et d'un récepteur connectés ensemble.

- Si les dipôles ne sont pas linéaires, la méthode graphique ou la méthode par la mesure directe sera nécessaire.
- Si les modèles sont connus, la méthode par le calcul sera la plus rapide.

Dans tous les cas, il est important d'évaluer, même grossièrement, les valeurs de tension et de courant lors de l'alimentation d'un récepteur.

Une mauvaise appréciation peut entraîner la détérioration du récepteur ou du générateur.



### III. PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUE

#### 1- Puissance électrique

##### a) Expression générale de la puissance électrique

Soit un dipôle D quelconque, traversé par un courant d'intensité  $i$  et soumis à la tension  $u$ .

Avec la convention récepteur (schéma ci-dessous), la puissance reçue par D s'écrit :

$$\begin{array}{ccc} P & = & U \times I \\ \downarrow & & \downarrow \quad \downarrow \\ W & & V \quad A \end{array}$$

La puissance est une grandeur algébrique dont le signe dépend de la convention choisie.

Avec la convention récepteur, le comportement du dipôle est le suivant :

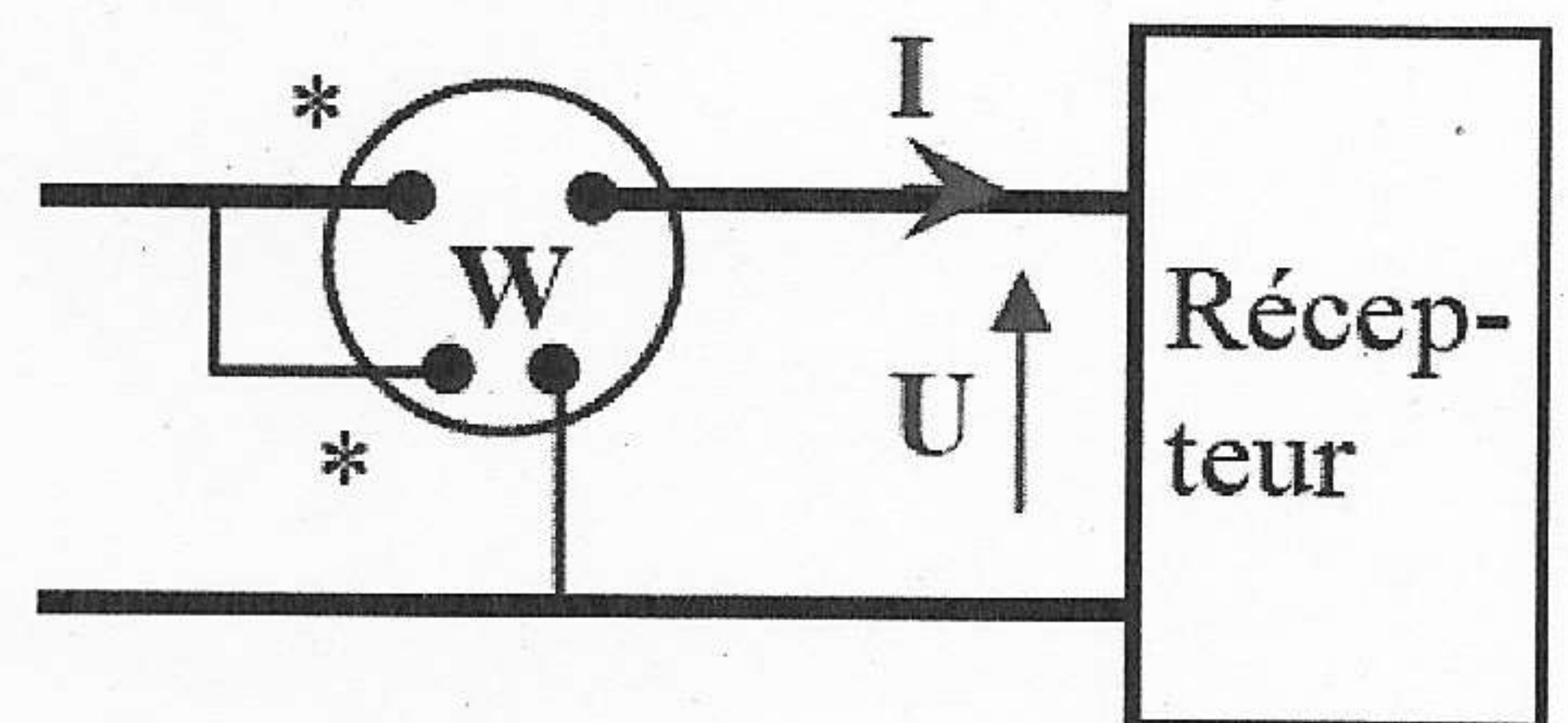
- si  $P = U.I > 0$ , alors le dipôle reçoit la puissance (récepteur)
- si  $P = U.I < 0$ , alors le dipôle fournit la puissance (générateur).

##### b) Mesure de la puissance électrique

En général, la puissance se mesure avec un Wattmètre (schéma ci-contre).

Cet appareil mesure à la fois la tension et le courant pour en déduire la puissance.

Sur les Wattmètres modernes, la mesure du courant se fait à l'aide d'une pince ampèremétrique.



##### c) Puissance maximale admissible pour une résistance

Les résistances en carbone ne peuvent dissiper une puissance  $P_{MAX}$  définie par le constructeur. La taille des résistances détermine la puissance maximale. Exemple  $P_{MAX} = \frac{1}{4} W$ .

Ceci permet de déterminer les valeurs maximale de l'intensité ou de la tension admissible pour la résistance.

Exemple 1 : Une résistance  $R = 1 k\Omega$  ;  $\frac{1}{4} W$

$$U = \dots\dots$$

$$P = \dots\dots$$

$$P = U.I \Leftrightarrow P = R.I.I \Leftrightarrow P = R.I^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{0,25}{1000}} \approx 15,8 mA$$

$$P = U.I \Leftrightarrow P = U \times \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U^2 = R \times P \Rightarrow U = \sqrt{R \times P}$$

$$U_{max} = \sqrt{0,25 \times 1000} \approx 15,8 V$$

Il n'y aura pas de destruction du composant tant que l'intensité sera inférieure à  $15,8 mA$  et tant que la tension à ses bornes ne dépassera pas  $15,8 V$ .

Ces calculs permettent de dimensionner les caractéristiques d'un montage.

Exemple 2 : On dispose de deux résistances  $R_1 = 2,2 k\Omega$  ;  $\frac{1}{4} W$  et  $R_2 = 2,2 k\Omega$  ;  $\frac{1}{2} W$ ,

Ces deux résistances sont branchées en parallèle. Quelle doit-être la tension à ne pas dépasser ?

$$\text{Pour la résistance } R_1 : U_{max} = \sqrt{2200 \times 0,25} \approx 23,5 V \dots I_{max} = \sqrt{2200 / 0,25} \approx 10,6 mA$$

$$\text{Pour la résistance } R_2 : U_{max} = \sqrt{2200 \times 0,5} \approx 33,1 V \dots I_{max} = \sqrt{2200 / 0,5} \approx 15 mA$$

Les deux résistances étant branchées en parallèle, la tension maximale ne doit pas dépasser  $23,5 V$  ; au-delà, la résistance  $R_1$  serait détruite.

#### 2- Énergie électrique

##### Relation entre puissance et énergie

En régime permanent, si un dipôle D a consommé la puissance constante  $P$  pendant une durée  $\Delta t$ , alors il a l'énergie  $E$ :

$$\begin{array}{ccc} E & = & P \times \Delta t \\ \downarrow & & \downarrow \quad \downarrow \\ J & & W \quad s \end{array}$$

Pour les fortes quantités d'énergie, on utilise une autre unité, le Wattheure (W.h):

$$1 W.h = 3600 J$$

$$1 kW.h = 10^3 W.h = 3,6 \times 10^6 J = 3,6 MJ$$



Dans le cas d'un résistor linéaire de résistance  $R$ , l'énergie reçue et dissipée sous forme de chaleur est donnée par  $E_J = U.I.\Delta t$ , en tenant compte de la relation  $U = RI$  cette relation peut s'écrire :

$$\begin{aligned} E &= P.\Delta t \\ &= U.I.\Delta t \\ &= U.I^2.\Delta t \end{aligned}$$

$$E_J = R.I^2.\Delta t \text{ avec } \begin{array}{l} E_J \text{ en joules (J)} \\ R \text{ en ohms } (\Omega) \\ I \text{ en ampères (A)} \\ \text{et } \Delta t \text{ en secondes} \end{array}$$

Cette relation traduit la loi de Joule. On dit que l'énergie est dissipée par **effet Joule**.

#### IV. RENDEMENT

##### 1- Bilan des puissances

Pour un système en équilibre : puissance absorbée  $P_a$  = puissance utile  $P_u$  + puissance perdue  $P_p$

##### 2- Rendement d'un convertisseur

Définition : Le rendement d'un système est défini par le rapport :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \text{ ou } \eta = \frac{E_u}{E_a} \rightarrow \begin{array}{l} \text{énergie utile} \\ \text{énergie absorbée} \end{array} \quad \eta \leq 1$$