

# Chapitre 1. Régime continu et Théorèmes fondamentaux - 3 semaines

## 1-1- Définitions (dipôle, branche, nœud, maille):

### a- Dipôle

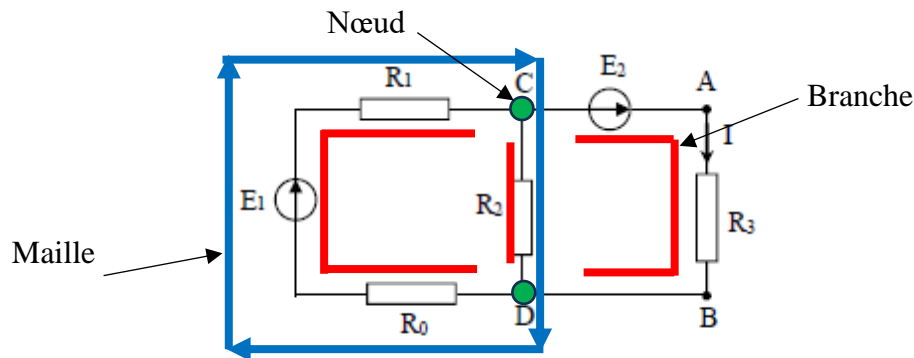
Le dipôle électrique est un conducteur électrique, composant électrique, composant électronique ou tout circuit électrique possédant deux bornes. Les lampes, les interrupteurs, les générateurs, les piles, les diodes, les LED, les résistances et les moteurs sont des dipôles. Un dipôle peut être aussi un système électrique relié à l'extérieur par deux bornes. Son état électrique est caractérisé par la différence de potentiel (tension) à ses bornes et l'intensité du courant qui le traverse.

### b- Branche, nœud et maille

On appelle branche d'un réseau un ensemble de dipôles reliés en série.

On appelle nœud d'un réseau un point commun à au moins trois branches.

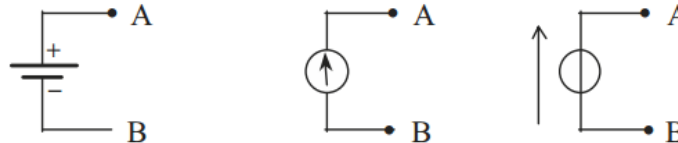
On appelle maille d'un réseau un ensemble de branches formant un circuit fermé dans lequel chaque nœud n'est rencontré qu'une fois.



## 1-2- Générateurs de tension et de courant (idéal, réel),

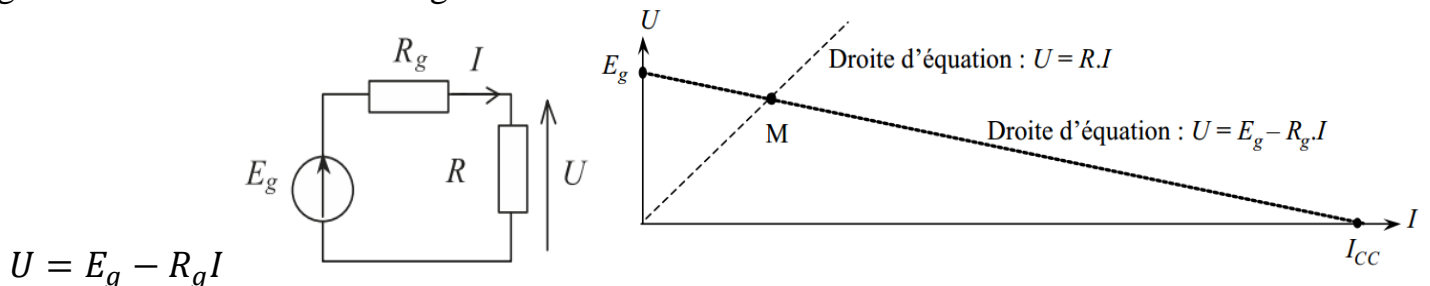
### a- Source idéale de tension

Un générateur (source) de tension continue supposer idéal est un générateur qui fournit, entre ses bornes, une différence de potentiel constante, quelle que soit l'intensité du courant qui le traverse.



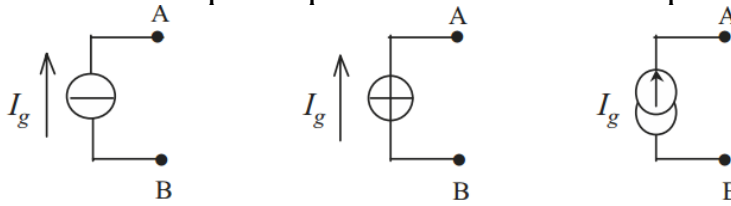
### b- Générateur réel de tension

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



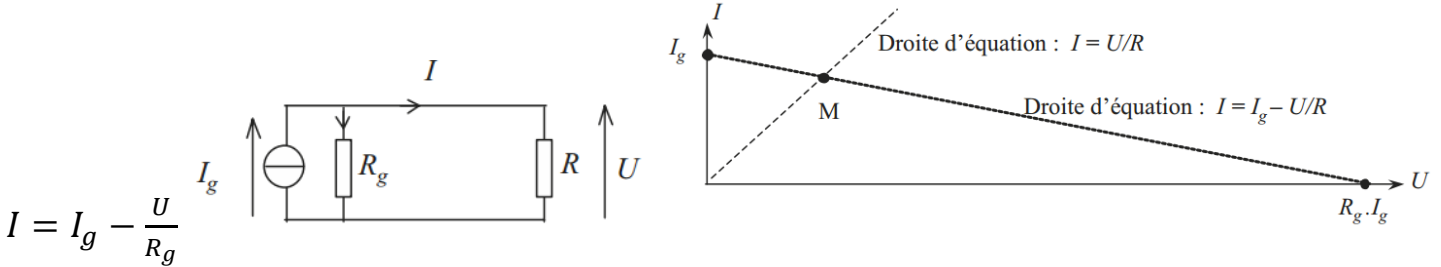
**c- Source idéale de courant**

Un générateur (source) de courant continu supposé idéal est un générateur fixant l'intensité du courant électrique  $I_g$  qui le traverse quelle que soit la différence de potentiel  $U$  à ses bornes.



**d- Générateur réel de courant**

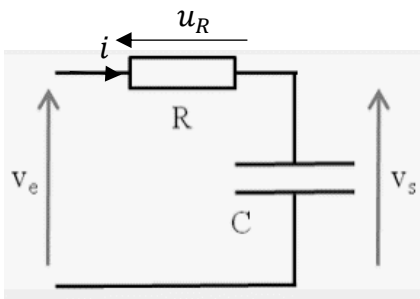
Un générateur réel de courant présente toujours une résistance interne de fuite de courant. Cette résistance  $R_g$  est montée en parallèle avec le générateur idéal.



**1-3- Relations tension-courant (R, L, C)**

	Régime continu	Régime transitoire	Régime sinusoïdale permanent
R	$u = R i$	$u(t) = R i(t)$	$u(\omega) = R i(\omega)$
L	$u = 0$	$u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$	$u(\omega) = j\omega L i(\omega)$
C	$i = 0$	$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$	$u(\omega) = \frac{1}{j\omega C} i(\omega)$

**Exemple : circuit RC**



**Régime transitoire :**

$$v_e(t) = Ri(t) + v_s(t) \text{ et } i(t) = C \frac{dv_s(t)}{dt}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dv_s(t)}{dt} + \frac{1}{RC} v_s(t) = \frac{1}{RC} v_e(t) \text{ où } v_e(t) = E \sin(\omega t)$$

La solution de cette équation différentielle est donnée par :

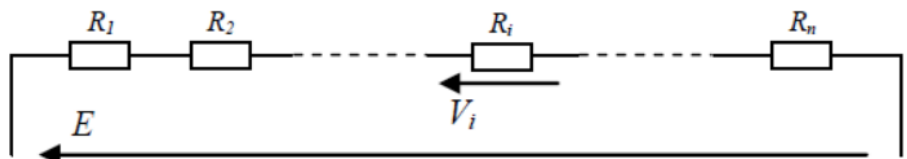
$$v_s(t) = v_s(0)e^{-\frac{t}{RC}} + e^{-\frac{t}{RC}} \int_0^t \frac{1}{RC} v_e(s)e^{+\frac{s}{RC}} ds$$

**Régime sinusoïdale permanent :**

$$v_s(\omega) = \frac{1}{\frac{1}{j\omega C} + R} v_e(\omega) \text{ avec : } v_e(\omega) = E$$

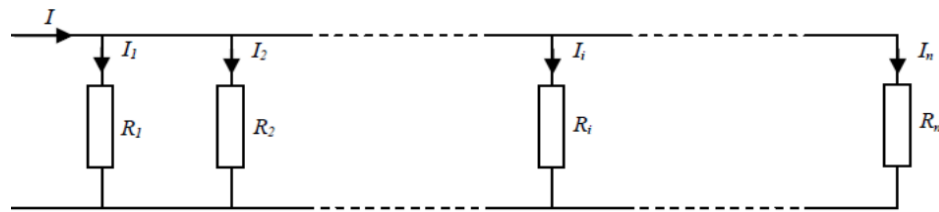
**1-4- Diviseur de tension**

$$V_i = \frac{R_i}{\sum_{j=1}^n R_j} E$$



### 1-5- Diviseur de courant

$$I_i = \frac{\frac{1}{R_i}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} I$$



### 1-6- Théorème de superposition

Il s'applique aux circuits comportant au moins deux sources de tension/courant indépendantes. Soit un circuit contenant n source indépendantes  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . La tension  $V$  aux bornes d'un élément ou un courant  $I$  dans une branche est donné par :

$V = \text{signe}_1 \times V(S_1 \neq 0) + \text{signe}_2 \times V(S_2 \neq 0) + \dots + \text{signe}_n \times V(S_n \neq 0)$  pour la tension.

$I = \text{signe}_1 \times I(S_1 \neq 0) + \text{signe}_2 \times I(S_2 \neq 0) + \dots + \text{signe}_n \times I(S_n \neq 0)$  pour le courant.

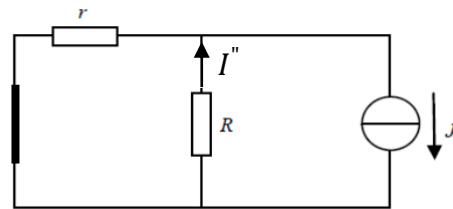
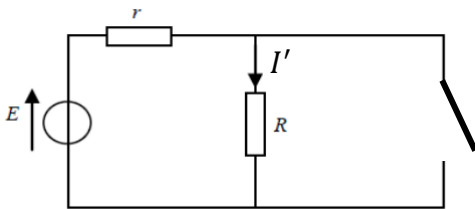
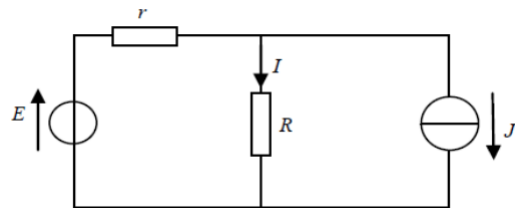
A chaque fois on détermine la tension (le courant) créée par la source  $S_j$  (les autres sources étant passivées : la source de tension est remplacée par un court-circuit et la source de courant par un circuit ouvert). Le signe  $\text{signe}_j$  est négative si  $V$  et  $V(S_j \neq 0)$  sont de signe opposé.

#### Exemple:

$$I = +I' - I''$$

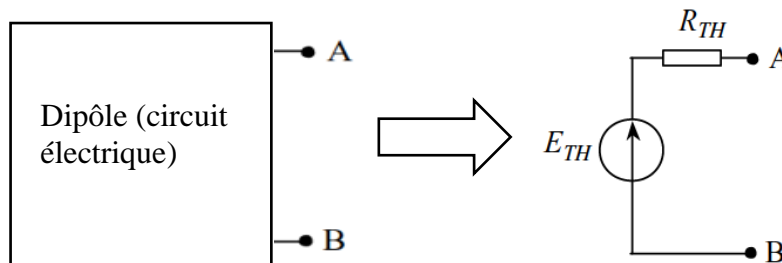
$$I' = I(E \neq 0 \text{ et } J = 0) \text{ et } I'' = I(J \neq 0 \text{ et } E = 0)$$

$$I' = E/R \quad \text{et} \quad I'' = \frac{r}{r+R} J$$



### 1-7- Thévenin

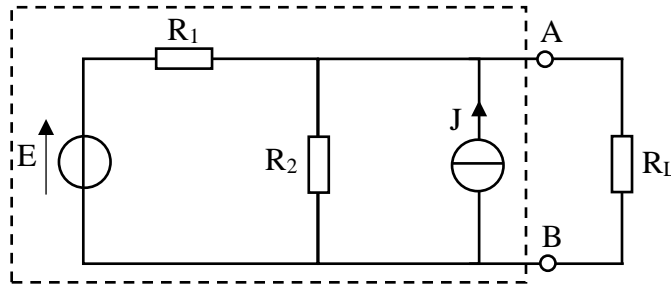
Dans le théorème de Thévenin, un dipôle électrique est remplacé par une source de tension en série avec une résistance/impédance. Cela permet de simplifier l'analyse des circuits électriques.



$E_{TH}$  : tension à vide (Charge déconnectée) aux bornes du dipôle.

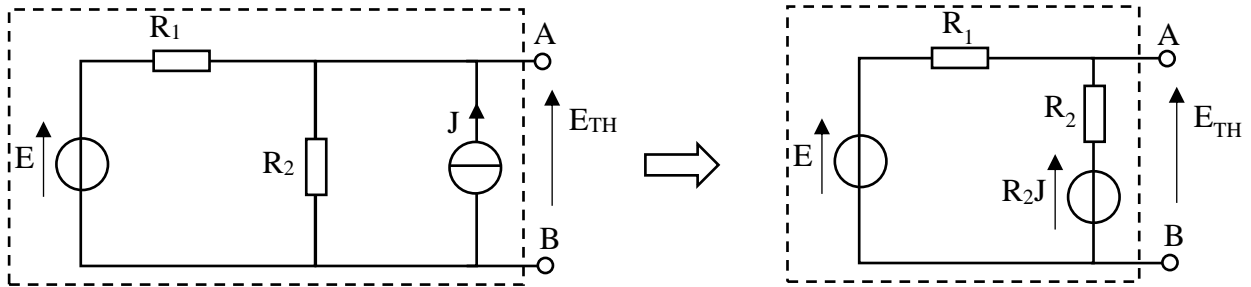
$R_{TH}$  : Résistance vue entre A et B mais en passivant toutes les sources de tension/courant indépendantes (la source de tension est remplacée par un court-circuit et la source de courant par un circuit ouvert).

**Exemple :**



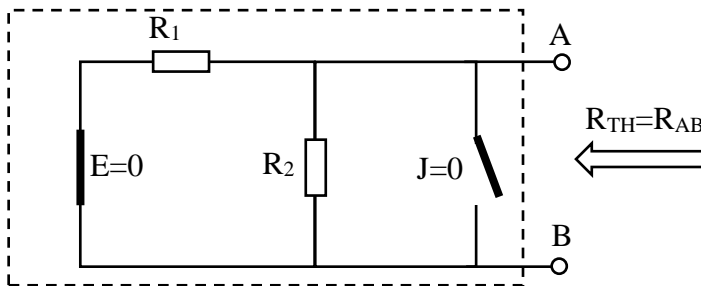
- La source de Thévenin  $E_{TH}$  :

En appliquant le théorème de Millman: 
$$E_{TH} = \frac{\frac{E}{R_1} + J}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$



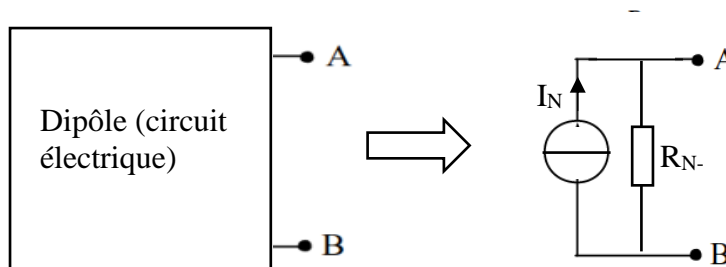
- La résistance de Thévenin :

$$R_{TH} = R_1 // R_2$$



**1-8- Norton**

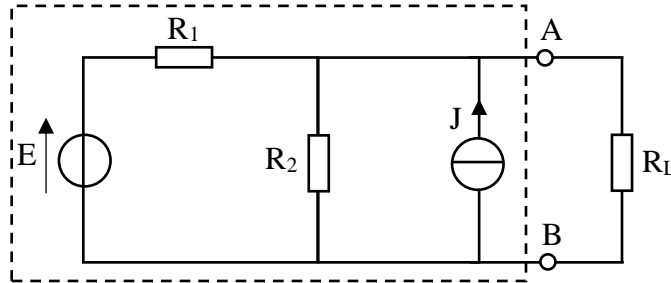
Dans le théorème de Norton, un dipôle électrique est remplacé par une source de courant en parallèle avec une résistance/impédance. Cela permet de simplifier l'analyse des circuits électriques.



$I_N$  : courant de court-circuit (Charge = 0) entre A et B.

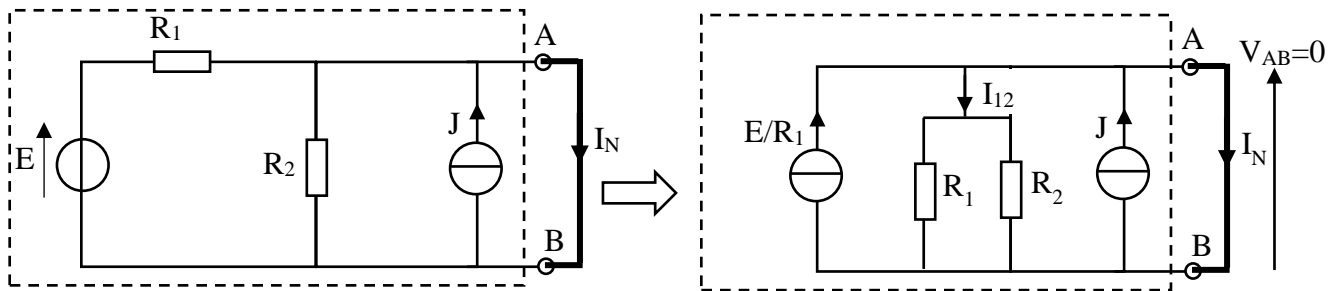
$R_N=R_{TH}$  : Résistance vue entre A et B mais en passivant toutes les sources de tension/courant indépendantes (la source de tension est remplacée par un court-circuit et la source de courant par un circuit ouvert).

**Exemple :**



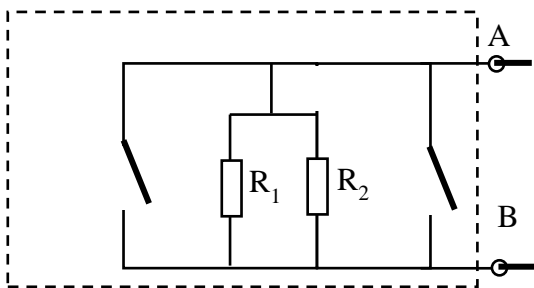
- La source de Norton  $I_N$  :

En appliquant la loi des nœuds:  $I_N = \frac{E}{R_1} + J - I_{12}$  avec  $I_{12} = V_{AB}/(R_1//R_2) = 0$



- La résistance de Norton :

$R_N = R_1//R_2$

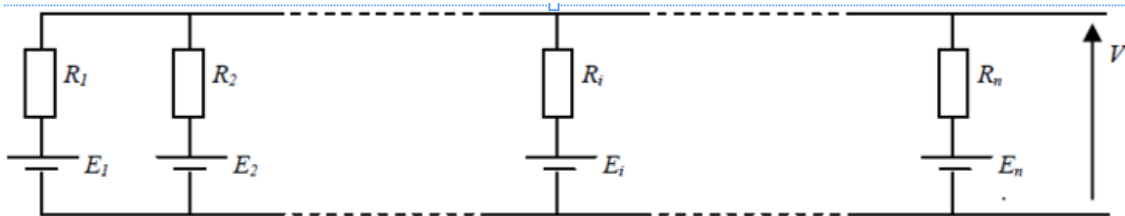


**1-9- Equivalence entre Thévenin et Norton**

On peut facilement montrer que:  $E_{TH}=R_{TH}I_N$  et  $R_{TH}=R_N$ .

**1-10- Millmann**

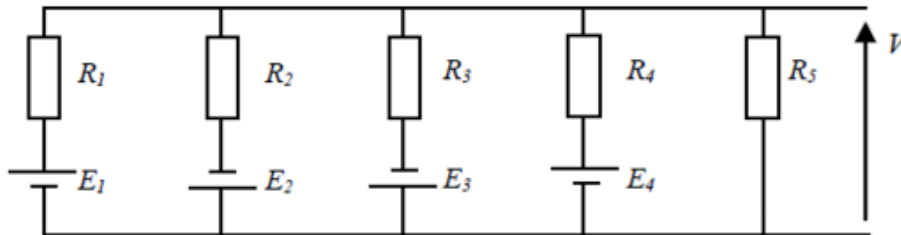
Soit n branches associées en parallèle, comprenant chacune un circuit linéaire qui peut être remplacé par son schéma équivalent de Thevenin (Source de tension avec résistance ou impédance interne).



La tension  $V$  s'écrit:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{R_i}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}}$$

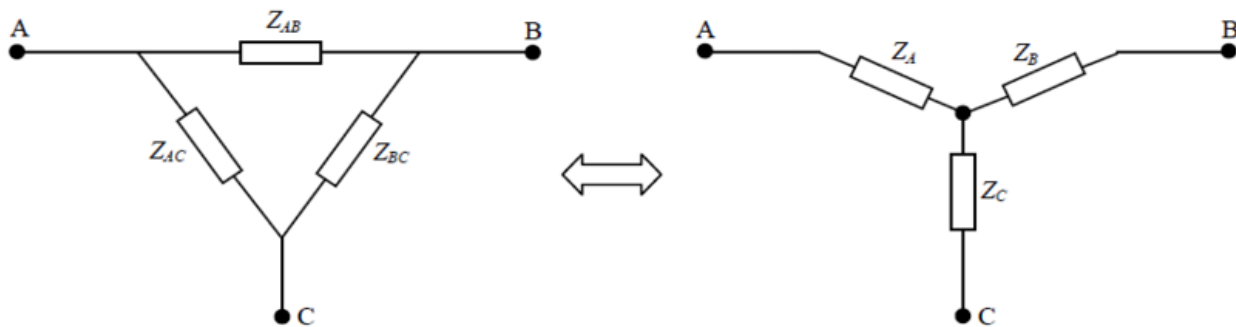
Exemple:



$$V = \frac{+\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} - \frac{E_3}{R_3} + \frac{E_4}{R_4} + \frac{0}{R_5}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}}$$

### 1-11- Kennelly

Le théorème de Kennelly permet d'établir une équivalence entre des impédances placées en triangle et des impédances placées en étoiles.



#### Conversion étoile-triangle

$$Z_{AB} = \frac{Z_A Z_B + Z_A Z_C + Z_B Z_C}{Z_C}$$

$$Z_{AC} = \frac{Z_A Z_B + Z_A Z_C + Z_B Z_C}{Z_B}$$

$$Z_{BC} = \frac{Z_A Z_B + Z_A Z_C + Z_B Z_C}{Z_A}$$

#### Conversion triangle-étoile

$$Z_A = \frac{Z_{AB} Z_{AC}}{Z_{AB} + Z_{AC} + Z_{BC}}$$

$$Z_B = \frac{Z_{AB} Z_{BC}}{Z_{AB} + Z_{AC} + Z_{BC}}$$

$$Z_C = \frac{Z_{AC} Z_{BC}}{Z_{AB} + Z_{AC} + Z_{BC}}$$

### 1-12- Théorème du transfert maximal de puissance.

Soit un dipôle actif présenté par son circuit équivalent de Thévenin. Ce dipôle alimente une charge  $R_L$ .

La puissance fournie à  $R_L$  est donnée par :

$$P_{R_L} = V_{R_L} I_{R_L} = \frac{R_L}{R_L + R_{TH}} E_{TH} \frac{E_{TH}}{R_L + R_{TH}} = \frac{R_L E_{TH}^2}{(R_L + R_{TH})^2}$$

La fonction  $P_L(R_L)$  est maximale (la puissance transmise à  $R_L$  est maximale) pour :  $R_L = R_{TH}$ .

