

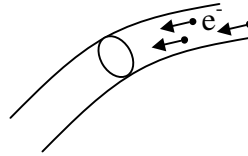


**L'ESSENTIEL DU COURS
D'ELECTRICITE**

1 – LOIS GENERALES

COURANT ELECTRIQUE

Charge électrique d'un électron : $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



Intensité du courant électrique :

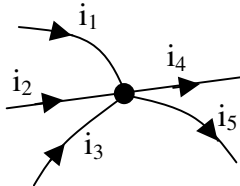
i en ampères A
 dq en Coulomb C
 dt en secondes s

$$i = dq / dt = dN q_e / dt$$

quantité dq d'électricité traversant une section droite de conducteur pendant une durée dt .
 dN : nombre d'électrons.

Si quel que soit t , on a $i(t) = \text{cste}$, alors le courant est continu. Noté en majuscules : I .

LOI DES NOEUDS



Orienter les courants sur les conducteurs (sens arbitraire)
somme des courants entrants = somme des courants sortants :
Exemple : $i_1 + i_2 + i_3 = i_4 + i_5$

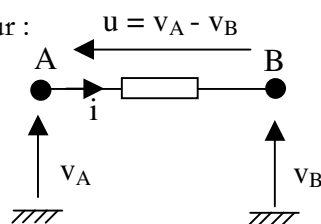
TENSION OU DDP

Tension : différence de potentiel (ddp) => toujours entre deux points

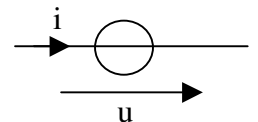
La tension s'exprime en Volts V

Potentiel : Tension entre un point et la masse (potentiel de référence nul)

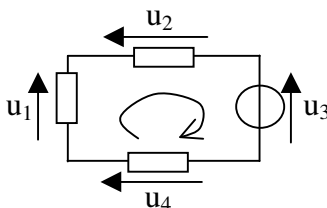
Convention récepteur :



Convention générateur :



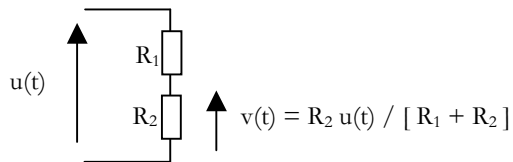
LOI DES MAILLES



Définir un sens de parcours positif pour la maille.
Compter + les tensions dans le même sens et – celles dans le sens opposé, la somme algébrique étant nulle :

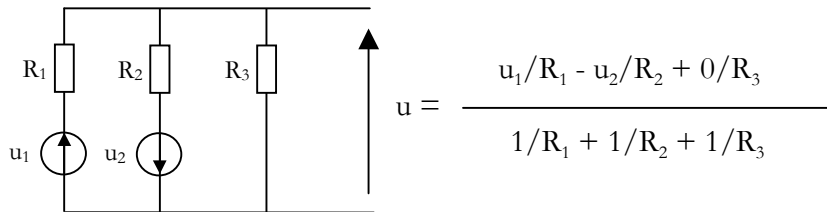
$$\text{Ex : } u_1 - u_2 - u_3 + u_4 = 0$$

DIVISEUR DE TENSION



Attention : La formule n'est applicable que si il y a même courant dans les deux résistances

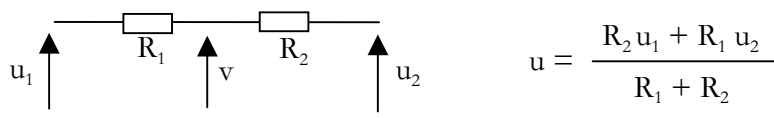
THEOREME DE MILMANN



Attention : Le théorème de Millmann découle de la loi des nœuds. C'est pourquoi, il ne faut prendre en compte que les branches qui amènent au nœud et dans lesquelles circule un courant.

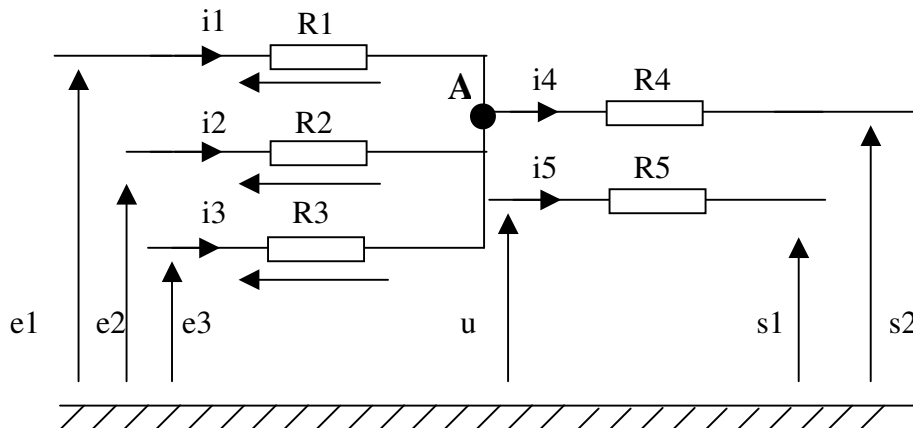
L'absence de générateur dans une branche fait disparaître le terme correspondant au numérateur ($0/R$) mais pas au dénominateur.

SUPERPOSITION



On applique deux fois le diviseur de tension en considérant l'action d'une tension u quand l'autre est court-circuitée.

EXEMPLE :



La loi des nœuds au point A donne :

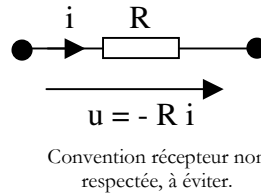
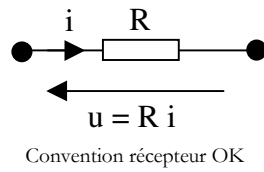
$$i_1 + i_2 + i_3 = i_4 + i_5$$

$$(e_1 - u) / R_1 + (e_2 - u) / R_2 + (e_3 - u) / R_3 = (u - s_1) / R_5 + (u - s_2) / R_4$$

2 - SIGNAUX QUELCONQUES

RESISTANCES

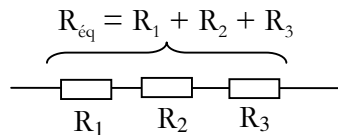
Loi d'Ohm :



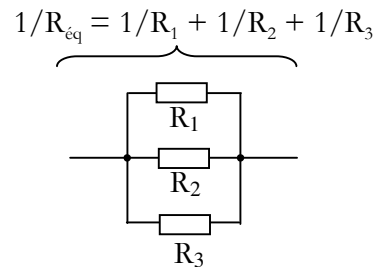
Plus R augmente,
plus i diminue

Groupement de résistances

En série :

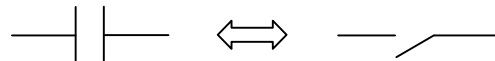


En parallèle :

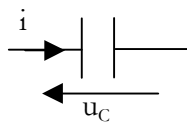


CONDENSATEUR

En continu : Le condensateur se comporte comme un circuit ouvert



En régime variable : i et u sont variables dans le temps



$$\begin{aligned} i &= dq / dt & q &= C u_C \\ i &= C du_C / dt & u_C &= (1/C) \int i dt \end{aligned}$$

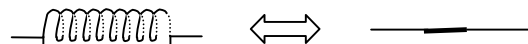
i en ampères A
dq en Coulomb C
dt en secondes s
C capacité en Farad F
u_C tension en Volt V

Le condensateur est un réservoir de charge

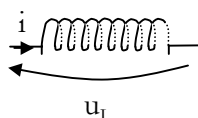
La charge dans le condensateur et la tension à ses bornes ne peuvent pas varier instantanément : q(t) et u_C(t) ne présentent pas de discontinuité.

BOBINE

En continu : La bobine se comporte comme un circuit fermé



En régime variable : i et u sont variables dans le temps



$$u_L = L di / dt$$

i en ampères A
L en Henry H
dt en secondes s
u tension en Volt V

La variation du courant engendre une variation du flux propre à travers la bobine. Cela fait apparaître une tension induite s'opposant à la variation du courant.

La tension induite est d'autant plus forte que la variation du courant est brutale (di/dt grand).

La tension induite $e = - L di/dt$ engendrée dans la bobine est orientée avec la convention générateur, donc de sens opposé à u_L.

3 – REGIME SINUSOIDAL

SIGNAL SINUSOIDAL : $i(t) = I_m \sin(\omega t)$ $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_{u/i})$

I_m et U_m amplitudes ou valeurs crêtes.

ω : pulsation en rad/s

$\varphi_{u/i}$ déphasage de u par rapport à i

Période temporelle : T en s

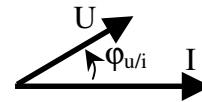
Fréquence f en Hz

$$f = 1/T$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi / T$$



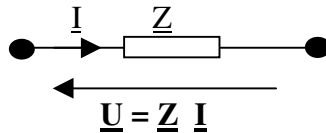
Représentation de Fresnell :



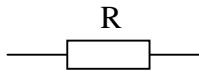
Notation complexe : $i(t) \longrightarrow \underline{I}$ et $u(t) \longrightarrow \underline{U}$

LOI D'OHM - IMPEDANCE COMPLEXES

Convention récepteur OK

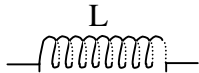


$$\underline{Z} : \text{impédance} \quad \left\{ \begin{array}{l} |\underline{Z}| = U_m / I_m \quad (\text{en } \Omega) \\ \underline{Z} = \underline{U} / \underline{I} \\ \arg(\underline{Z}) = \varphi_{u/i} \end{array} \right.$$



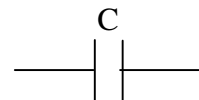
$$\underline{Z} = R \quad \Rightarrow \quad |\underline{Z}| = R \quad \text{et} \quad \varphi_{u/i} = 0$$

$$\underline{Y} = 1/R$$



$$\underline{Z} = j L \omega \quad \Rightarrow \quad |\underline{Z}| = L\omega \quad \text{et} \quad \varphi_{u/i} = \pi/2$$

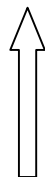
$$\underline{Y} = 1/(jL\omega)$$



$$\underline{Z} = 1 / (j C \omega) = -j / (C\omega)$$

$$\Rightarrow \quad |\underline{Z}| = 1/(C\omega) \quad \text{et} \quad \varphi_{u/i} = -\pi/2$$

$$\underline{Y} = jC\omega$$



Groupement série : $\underline{Z}_{eq} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \dots$

Groupement parallèle : $1/\underline{Z}_{eq} = 1/\underline{Z}_1 + 1/\underline{Z}_2 + 1/\underline{Z}_3 + \dots$

$\underline{Y} = 1/\underline{Z}$ admittance

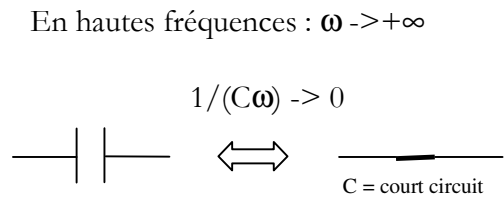
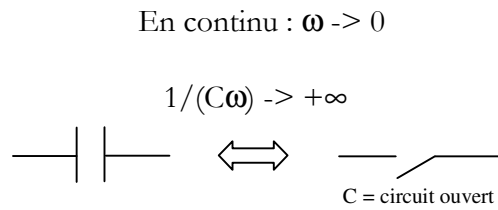
$$\underline{Y}_{eq} = \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \underline{Y}_3 + \dots$$

Remarques :

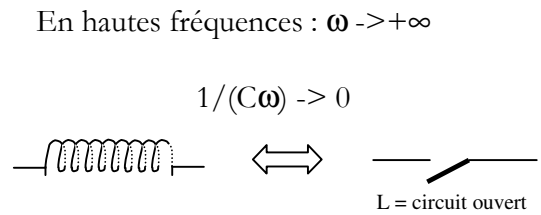
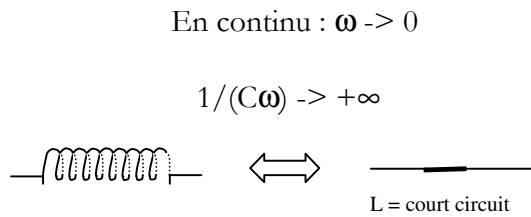
Pour C et L , $|\underline{Z}|$ dépend de ω donc de la fréquence du signal utilisé.

Un circuit avec C et/ou L se comporte différemment selon la fréquence du signal utilisé (filtre)

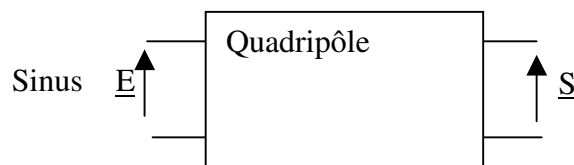
COMPORTEMENT DU CONDENSATEUR



COMPORTEMENT DE LA BOBINE



QUADRIPOLES



Fonction de transfert :

$$\underline{T} = \underline{S} / \underline{E} \quad \left\{ \begin{array}{l} |\underline{T}| = S_m / E_m \\ \arg(\underline{T}) = \varphi_{s/e} \end{array} \right.$$

Gain : $G = 20 \log |\underline{T}|$ en dB

$$\begin{array}{l} |\underline{T}| > 1 \Leftrightarrow G > 0 : \text{Amplification} \\ |\underline{T}| = 1 \Leftrightarrow G = 0 : \text{Suiveur} \\ |\underline{T}| < 1 \Leftrightarrow G < 0 : \text{Atténuation} \end{array}$$

$G(\omega)$ et $\varphi_{s/e}(\omega)$ constituent les courbes de réponse en fréquence (courbes de bode)

DEPHASAGE

On considère deux grandeurs électriques sinusoïdales de même pulsation.

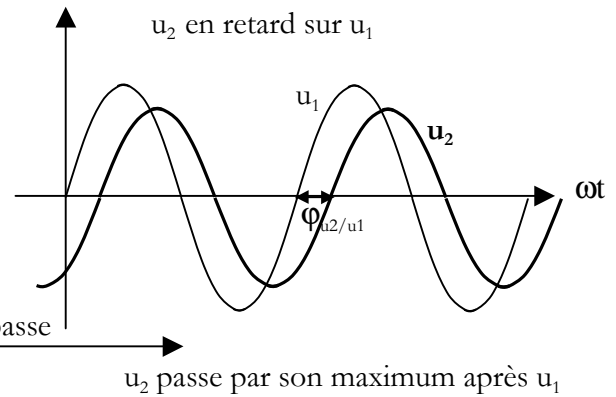
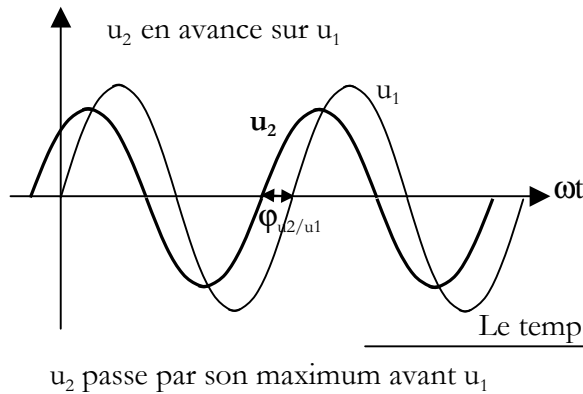
$$u_1(t) = U_{1\max} \sin \omega t$$

$$u_2(t) = U_{2\max} \sin (\omega t + \varphi_{u_2/u_1})$$

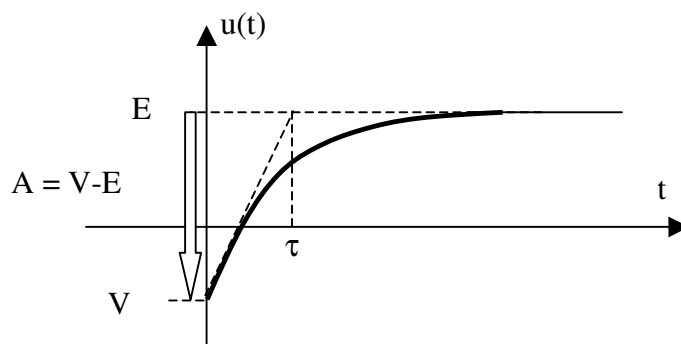
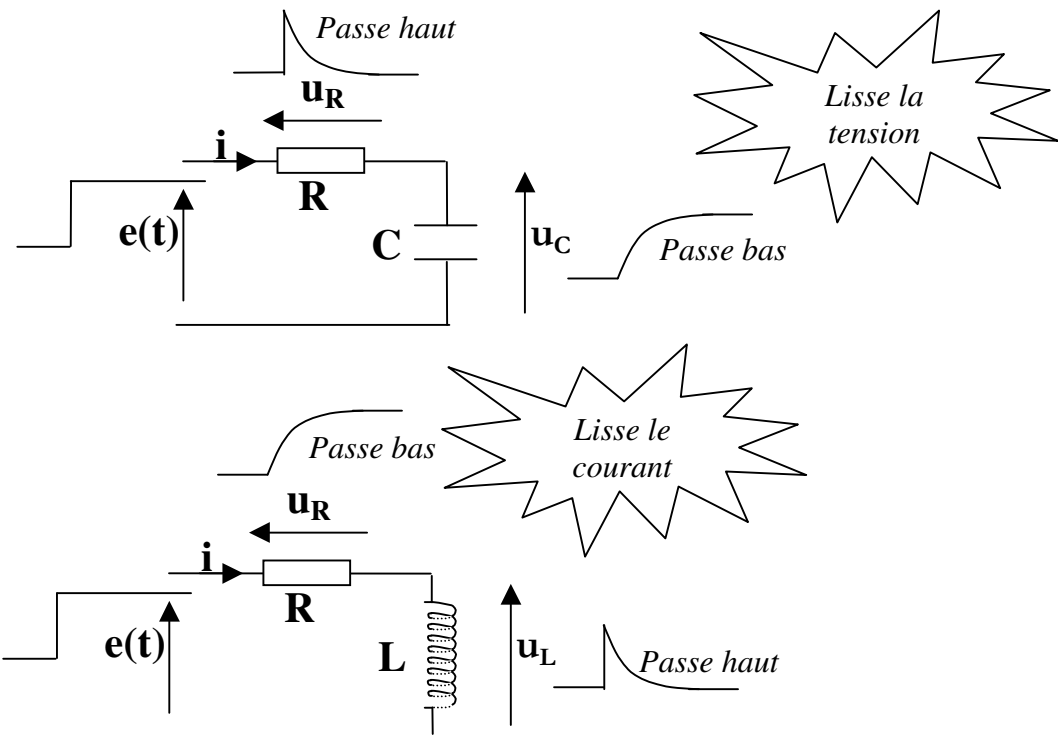
φ_{u_2/u_1} : déphasage de u_2 par rapport à u_1

$\varphi_{u_2/u_1} > 0$: u_2 en avance sur u_1

$\varphi_{u_2/u_1} < 0$: u_2 en retard sur u_1



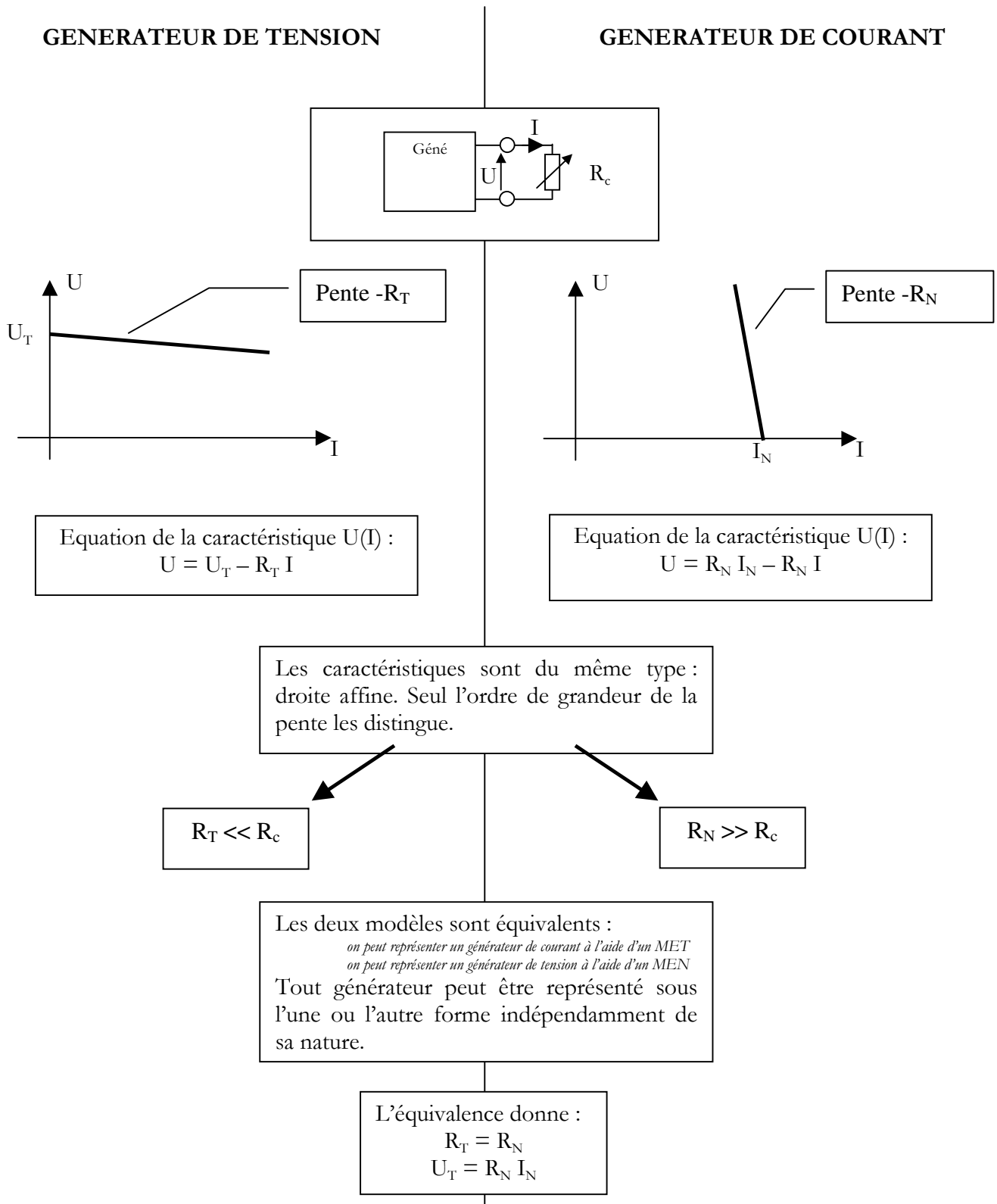
4 - REGIMES TRANSITOIRES



$$u(t) = A \exp(-t/\tau) + E$$

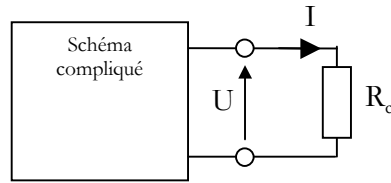
$A = V - E$: flèche

5 - GENERATEURS



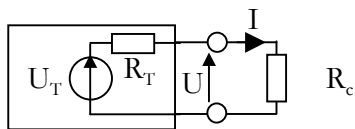
Exemple : Un générateur de 12 V ayant une résistance interne de 1 k Ω peut être considéré comme un générateur de courant pour une charge de 10 Ω , et comme un générateur de tension pour une charge de 100 k Ω .

SIMPLIFICATION DE SCHEMA



Un schéma compliqué peut être simplifié en donnant un modèle équivalent sous la forme :

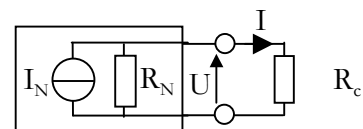
D'un Modèle Equivalent de Thévenin (MET)



- U_T = Tension à vide
 ($I = 0$ charge $R_c = +\infty$)

 R_T = Résistance entre les bornes de sortie en remplaçant dans le schéma compliqué, si ils sont autonomes :
 - les générateurs de tension par des court-circuits
 - Les générateurs de courant par des circuits ouverts

D'un Modèle Equivalent de Norton (MEN)



- I_N = Courant de court-circuit
 ($U = 0$ charge $R_c = 0$)

 R_N = Résistance entre les bornes de sortie en remplaçant dans le schéma compliqué, si ils sont autonomes :
 - les générateurs de tension par des court-circuits
 - Les générateurs de courant par des circuits ouverts