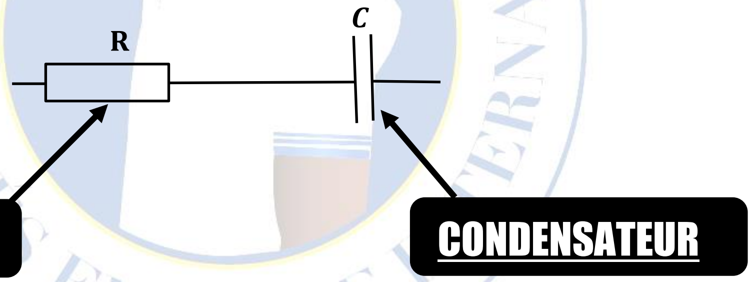
RESUME CIRCUIT RC

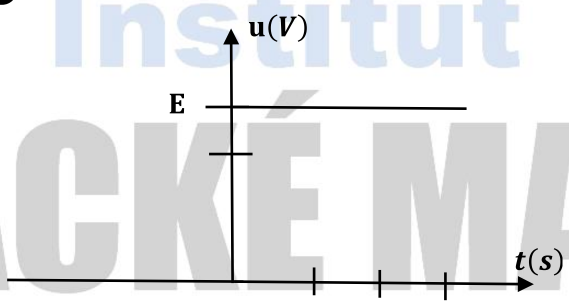
PROF : M.DIOP ANNEE 2024 -2025 *Niveau :* TERMINALE S2

DIPOLE RC

Le dipôle RC est constitué d'un **condensateur** associé en série avec un **résistor** (conducteur ohmique).



1.Echelon de tension

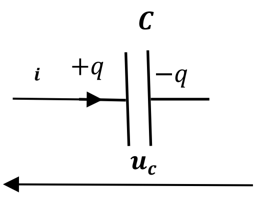


u tension aux bornes du **dipôle RC**

◈ Pour $t < 0; \mathrm{u} = 0$

◈ Pour $t \geq 0; \mathrm{u} = \mathrm{E}$

1.a Relation entre i(t) et $u_c(t)$



$$\diamond\ i = \frac{dq}{dt}\ avec\ q = C.u_c$$

$$donc\ i = \frac{d(Cu_c)}{dt} = C.\frac{du_c}{dt}$$

2. EQUATION DIFFERENTIELLE

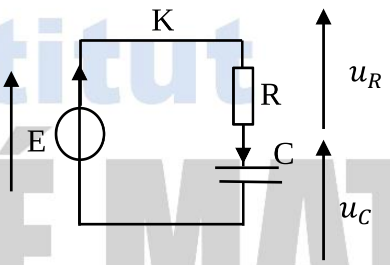
◈ A RETENIR (On doit représenter les fléches des tensions avant d'établir l'équation différentielle)

DECHARGE

Le condensateur est initialement **déchargé** à la date t=0, on ferme l'interrupteur K.

D'après la loi des mailles

$u_R + u_c = E\ avec\ u_R = Ri$



$Ri + u_c = E\ avec\ i = C.\frac{du_c}{dt}$

$RC\frac{du_c}{dt} + u_c = E$, on pose $\tau = RC$

$\tau\frac{du_c}{dt} + u_c = E$

$$\boxed{\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c}{\tau} = \frac{E}{\tau}}$$

2. a - SOLUTION DE L'EQUATION DIFFERENTIELLE

L'équation différentielle a pour solution

$$u_c = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \text{ Avec } \tau = RC$$

1. **Expression de $u_R(t)$ et $i(t)$**

◈ Expression $u_R(t)$

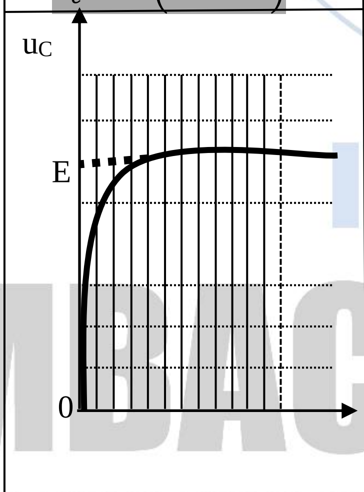
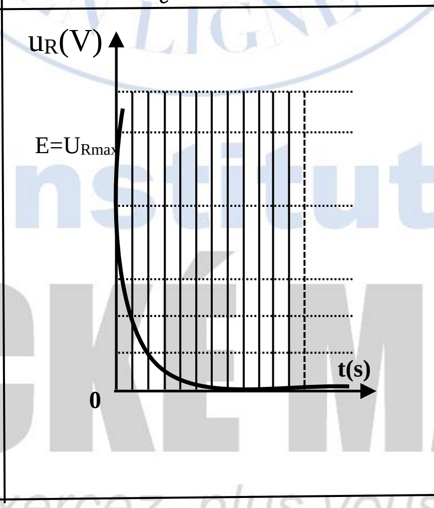
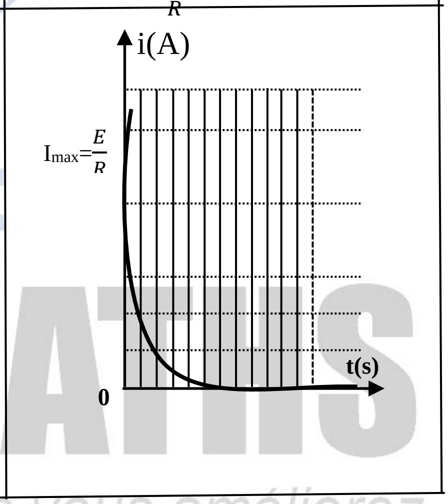
$$u_R = E - u_c = E - E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = E - E + Ee^{-\frac{t}{\tau}} \text{ d'où}$$

$$\boxed{u_R = Ee^{-\frac{t}{\tau}}}$$

◈ Expression de $i(t)$

$i = \frac{u_R}{R}$ donc $\boxed{i = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}}$

2. Graphe de $u_c(t)$, $u_R(t)$ et de i(t)

$u_c = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$	$u_c = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$	$i = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$
		

t(s)	0	+∞	t(s)	0	+∞	t(s)	0	+∞
$u_c(V)$	0	E	$u_R(V)$	E	0	$i(A)$	$\frac{E}{R}$	0

4.La constante τ

a. Définition

La constante de temps τ est une grandeur caractéristique du dipôleRC, elle nous renseigne sur la rapidité avec laquelle s'effectue la charge ou la décharge

d'un condensateur

b. Unité de τ

$$\tau = RC \; avec \begin{cases} R = \frac{u_R}{i} \, donc \; R \; est \; en \frac{V}{A} \\ C = \frac{q}{u_c} \; or \; q = Lt \; donc \; C \; est \; en \frac{A.s}{V} \; d'où \; \tau \; est \; en \frac{V}{A} . \frac{A.s}{V} = s \end{cases}$$

(seconde) donc τ est un temps

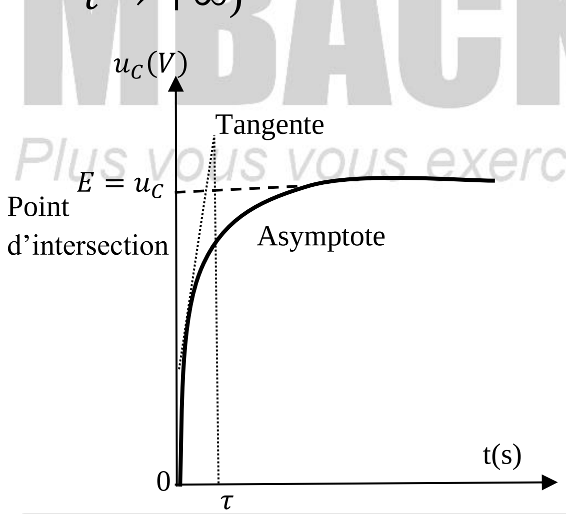
c. Détermintaion de τ

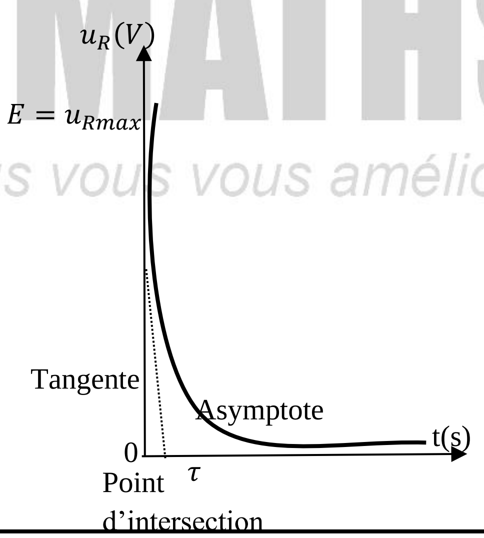
- Par calcul :

Ayant les valeurs de R (en Ω) et de C (en F), on peut calculer directement $\tau(en \; s)$

- Graphiquement :

- 1ere méthode (utilisation de la tangente à l'origine) : On peut montrer que τ est l'abscisse du point d'intersection de la tangente à la courbe de $u_c(t)$ de même pour $u_R(t)$, $i(t)$ et $q(t)$ à la date t=0 avec l'asymptote (lorsque $t \rightarrow +\infty$)





- 2^{eme} méthode (lecture graphique)

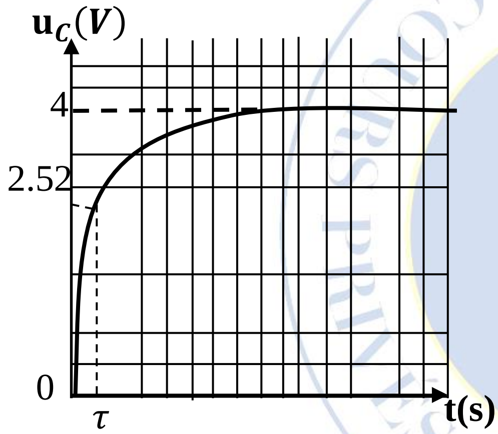
1^{er} cas : à partir du graphe de $u_c(t)$

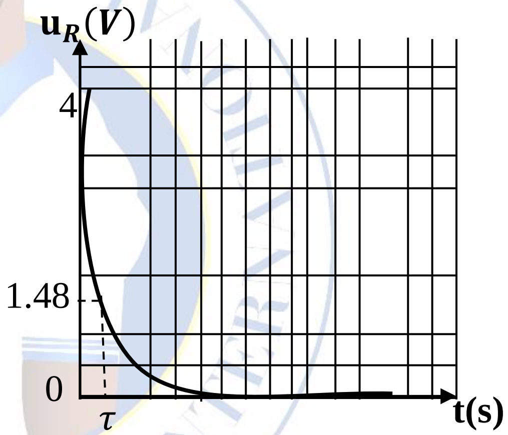
Pour t=τ, quelle est la valeur de u_c ?

$$u_c(\tau) = E\left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right) = E(1 - e^{-1}) = 0{,}63E \; car \; e^{-1} = 0{,}37$$

Exemple

On a E=4V d'où 0,63=2,52V donc l'abscisse du point d'ordonnée 2,52V est égale à τ





2^{eme}cas : à partir du graphe $u_R(t)$

Pour t=τ quelle est la valeur de u_R ?

$$u_R(\tau) = E.e^{-\frac{\tau}{\tau}} = Ee^{-1} = 0{,}37E$$

Exemple

On a E=4V d'où 0,37.4=1,48V donc l'abscisse du point d'ordonnée 1,48V est égale à τ

3. Durée de charge d'un condensateur

On peut considèrer qu'un condensateur est complétement chargé lorsque sa tension $u_c = 0{,}99E$ ce qui donne une durée de charge t≈ 5τ=5RC

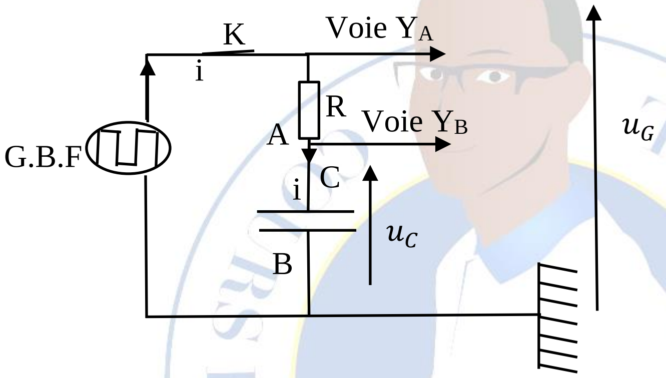
Le temps de charge augmente avec R et avec C

Pour $t < 5\tau$, on a le régime transitoire

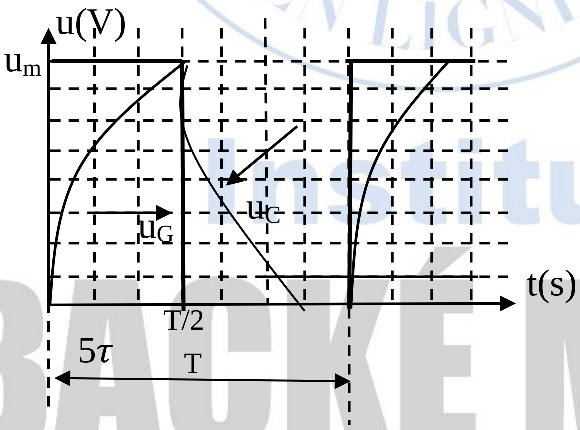
Pour $t \geq 5\tau$, on a le régime permanent

Remarque

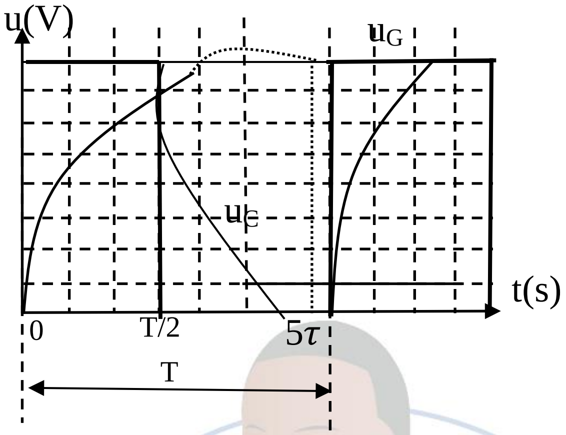
- La réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension est la charge progressive du condensateur : **c'est un phénomène transitoire.**
- Charge d'un condensateur par une tension créneaux.



Pour $5\tau < \frac{T}{2}$, pendant une demi-période la tension u_C peut atteindre sa valeur finale donc on observe les courbes suivantes (les deux voies ont la même sensibilité verticale) :



Pour $5\tau > \frac{T}{2}$, pendant une demi-période la tension u_C ne peut pas atteindre sa valeur finale donc on observe les courbes suivantes :



ll La décharge d'un condensateur

1. Equation différentielle :

(On doit garder la même orientation du circuit).

Le condensateur est initialement chargé, à la date t=0, on ferme l'interrupteur K.

D'après la loi des mailles :

$u_R + u_C = 0$ avec $u_R = Ri$

$Ri + u_C = 0$ avec $i = C.\frac{du_C}{dt}$

$RC\frac{du_C}{dt} + u_C = 0, \tau = RC$

$\tau\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$ ou $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau} = 0$

2. Solution de l'équation différentielle :

L'équation différentielle précedente a pour solution $u_C = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

Avec $\tau = RC$.

3. Expression de $u_R(t)$ et de $i(t)$:

◈ Expression de $u_R(t)$

$u_R = 0 - u_C = -Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ d'où $u_R = -Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

◈ Expression de i(t) :

$$i = \frac{u_R}{R} \text{ donc } i = \frac{-E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

4. Graphe de $u_C(t)$, $u_R(t)$ et de i(t)

$$u_C = Ee^{-\frac{t}{\tau}} \qquad u_R = Ee^{-\frac{t}{\tau}} \qquad i = \frac{-E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$$