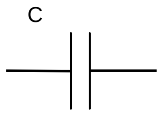
Le dipôle R-C

I) DESCRIPTION ET SYMBOLE D'UN CONDENSATEUR

1) Constitution d'un condensateur

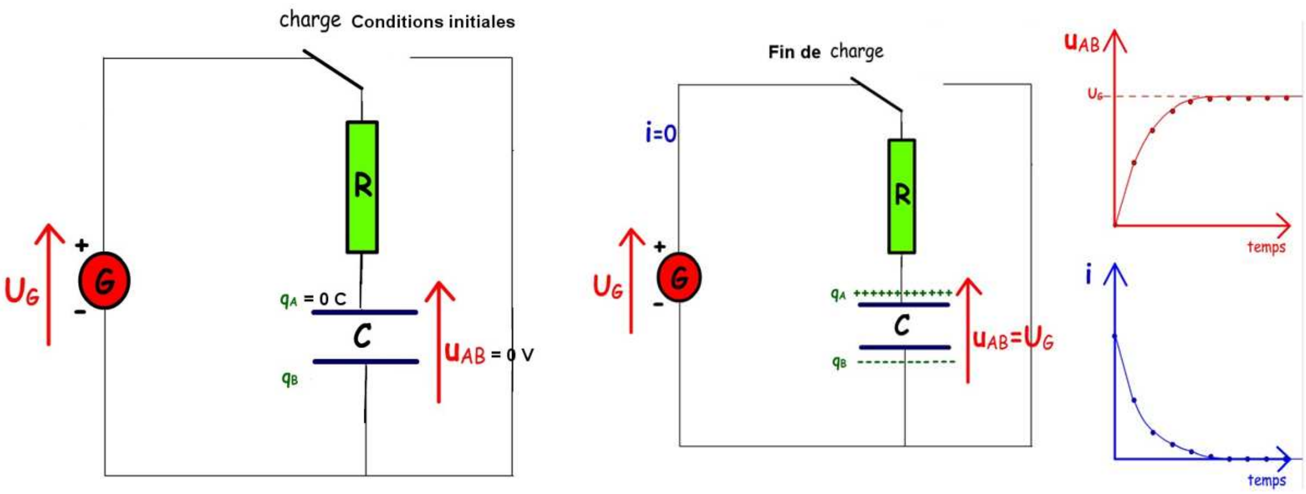
2) Symbole du condensateur



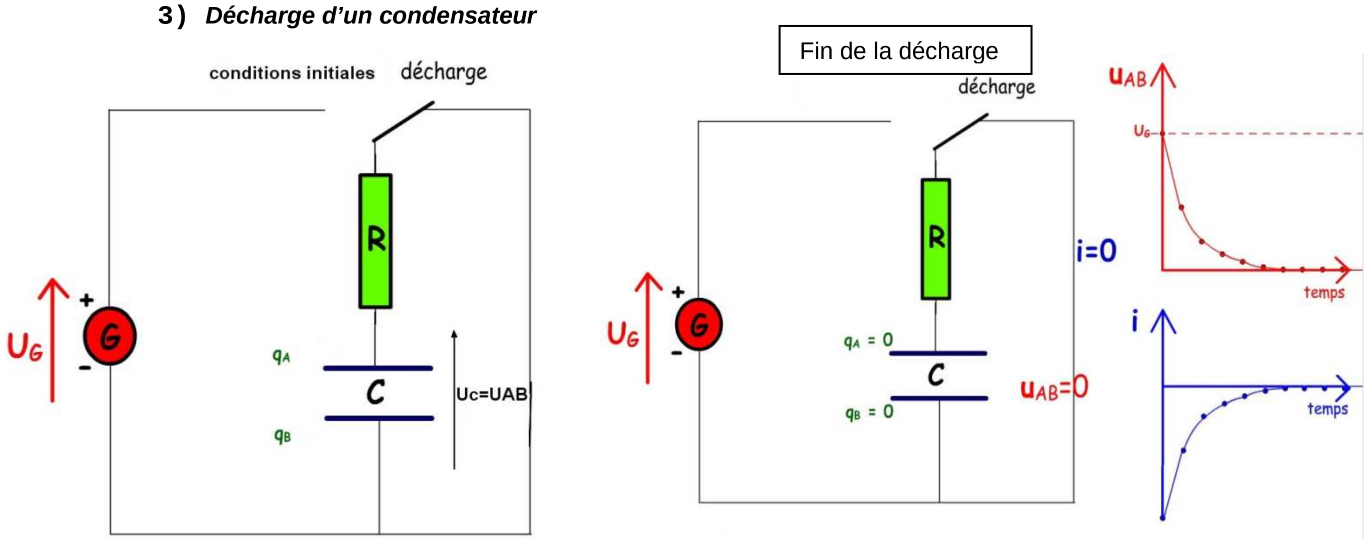
II) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN CONDENSATEUR

1) Le montage

2) Charge du condensateur (voir animation)



3) Décharge d'un condensateur



III) GRANDEURS ELECTRIQUES ASSOCIEES A UN CONDENSATEUR

1) Relation entre la charge du condensateur et l'intensité

- L'intensité du courant électrique est le débit de charge électrique.
- Dans le cas du condensateur, l'intensité s'exprime par la dérivée par rapport au temps de la charge électrique de l'armature *A*, avec la convention choisie pour l'orientation du courant :

$$i(t) = \frac{dq_A(t)}{dt}$$

(relation charge-intensité)

i(*t*) en ampère (A)
$q_A(t)$ en coulomb (C)
t en seconde (s)

a) Définition de l'intensité d'un courant

b) Cas du condensateur

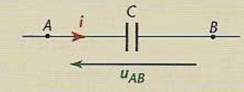
- Exprimer l'intensité en fonction de la charge q_B portée par l'armature B.

- On suppose que le courant électrique circule dans le choisi ci-dessus. Comment varie la charge de l'armature A ?

- On suppose que le courant réel circule dans le sens inverse du sens choisi ci-dessus. Comment varie la charge de l'armature A ?

2) *Relation entre charge et tension aux bornes du condensateur.*

La convention d'orientation choisie est la convention récepteur.



- La charge $q_A(t)$ d'un condensateur est **proportionnelle à la tension entre ses bornes** $u_{AB}(t)$.
- Le coefficient de proportionnalité, noté C, est appelé **capacité du condensateur** et s'exprime en **farad (F)**. La capacité d'un condensateur est une grandeur positive.

$$q_A(t) = C\,u_{AB}(t)$$

(relation charge-tension)

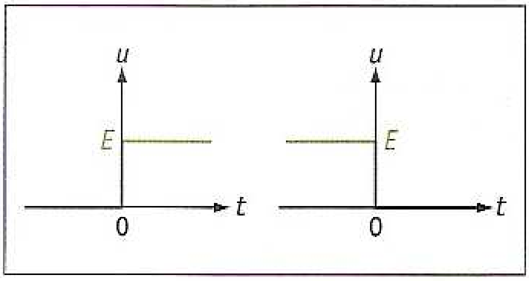
$q_A(t)$ en coulomb (C)
C en farad (F)
$u_{AB}(t)$ en volt (V)

3) *Relation entre intensité et tension*

Déduire des deux relations précédentes la relation entre l'intensité et la tension.

IV) *REPONSE D'UN DIPOLE R-C A UN ECHELON DE TENSION CONSTANT*

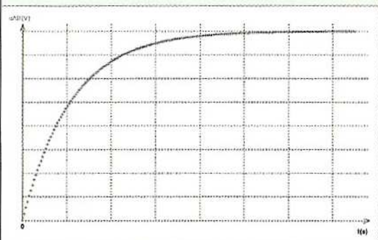
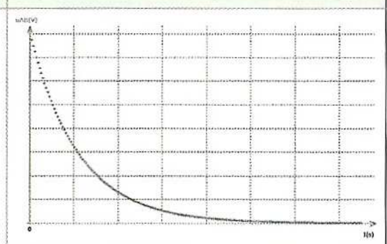
1) *Définition d'un échelon de tension*



Échelon de tension montant (**A**) et échelon de tension descendant (**B**).

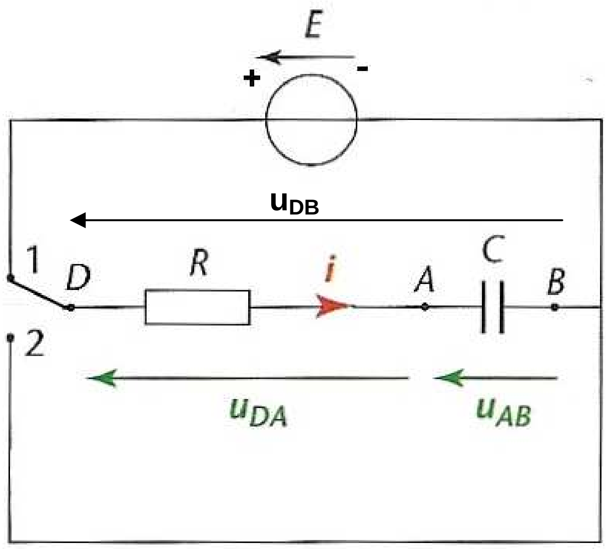
2) *Résultats obtenus lors de la charge et de la décharge du condensateur*

1) De quel type sont les deux fonctions représentées ci-dessous.
2) Repérer sur les graphiques les deux régimes de fonctionnement du condensateur

réponse à un échelon montant de tension	**réponse à un échelon descendant de tension**
	
Cette évolution de $u_{AB}(t)$ est souvent appelée la « **charge*** » du condensateur. En effet, ce phénomène correspond à l'augmentation de la valeur absolue de la charge des armatures du condensateur.	Cette évolution de $u_{AB}(t)$ est souvent appelée la « **décharge** » du condensateur.

V) *REPONSE D'UN DIPOLE R-C A UN ECHELON DE TENSION MONTANT*

1) *Le montage*



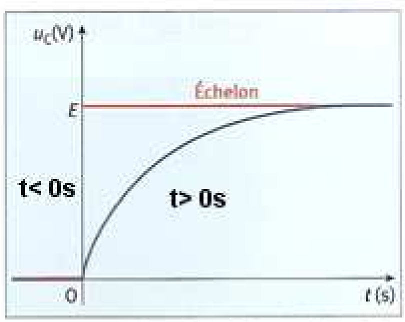
a) Quel est le sens du courant lors de la charge ? Justifier.

b) Quel est le signe de la charge de l'armature A

c) Que représente le cercle ?

2) *Recherche de l'équation différentielle*

1) Condition initiale
2) Donner la relation (1) entre les trois tensions.
3) Donner l'expression de l'intensité i(t). En déduire la valeur de u_{DA} (t) en fonction de u_{AB} (t)
4) A partir de la relation (1) en déduire l'équation différentielle de la tension u_{AB} (t) aux bornes du condensateur.
5) On pose R.C = τ et u_{AB} (t) = u_C(t)
6) Ecrire l'équation différentielle avec ces nouvelles notations.



Représentation de la tension échelon et de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur lors de la charge.

3) *Solution de l'équation différentielle.*

- De quel type est cette équation différentielle ?
- Proposer une solution.
- Solution

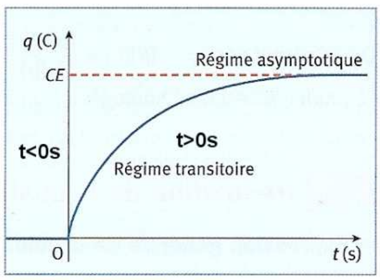
4) *Recherche des valeurs des trois constantes*

Conclusion

5) *La constante de temps τ*

Quelle est la dimension de R.C = τ ?

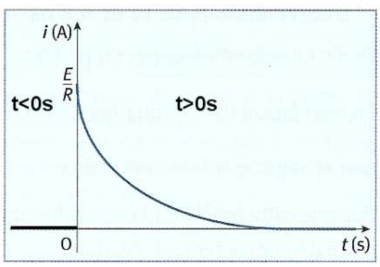
1) Méthode 1 : à partir de l'équation différentielle finale
2) Méthode 2 : à partir de la solution de l'équation différentielle.
3) Méthode 3 : équation aux dimensions



Évolution au cours du temps de la charge portée par l'armature A du condensateur.

6) *Evolution de la charge et de l'intensité du courant de charge*

1) Déterminer la valeur de la charge q(t). (Armature A)
2) Déterminer la valeur de l'intensité i(t) du courant de charge
3) Commenter les trois graphiques ci-contre.



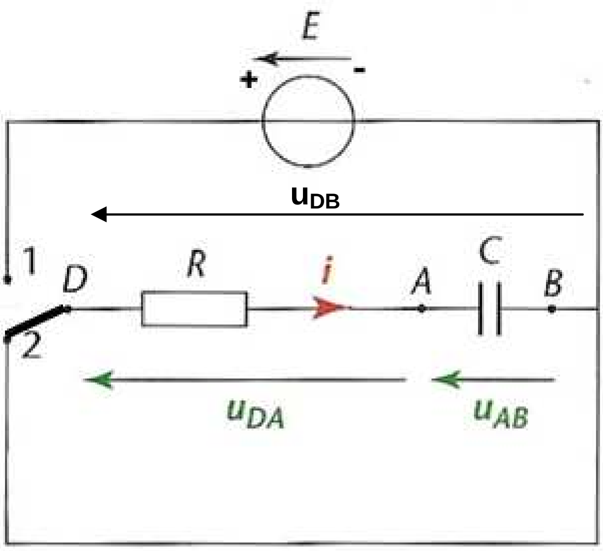
Évolution de l'intensité du courant lors de la charge du condensateur par un échelon de tension. On remarque la **discontinuité** de l'intensité à $t = 0$.

VI) *REPONSE D'UN DIPOLE R-C A UN ECHELON DE TENSION DESCENDANT*

1) *Le montage*

On reprend le montage précédent avec le condensateur chargé.

1) Quel est le signe de l'armature A ?
2) Quel est le sens réel du courant dans ce nouveau circuit ?
3) Compléter le circuit ci- contre.



2) *Recherche de l'équation différentielle*

7) Condition initiale
8) Donner la relation (1) entre les trois tensions.
9) Donner l'expression de l'intensité i(t). En déduire la valeur de u_{DA} (t) en fonction de u_{AB} (t)
10) A partir de la relation (1) en déduire l'équation différentielle de la tension u_{AB} (t) aux bornes du condensateur.
11) On pose R.C = τ et u_{AB} (t) = u_C(t)
12) Ecrire l'équation différentielle avec ces nouvelles notations.

3) *Solution de l'équation différentielle.*

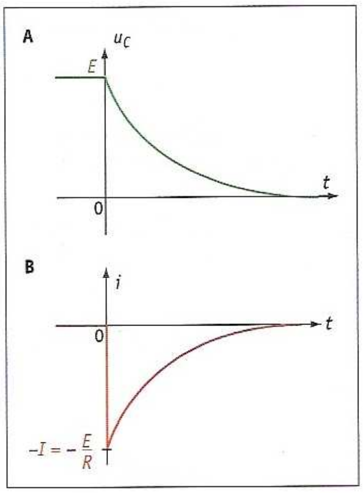
- De quel type est cette équation différentielle ?
- Proposer une solution.
- Solution

4) *Recherche des valeurs deux constantes*

Conclusion

5) *Evolution de la charge et de l'intensité du courant pendant la décharge*

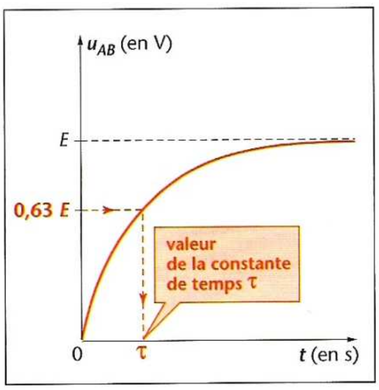
4) Déterminer la valeur de la charge q(t). (Armature A)
5) Déterminer la valeur de l'intensité i(t) du courant de décharge
6) Commenter les deux graphiques ci-contre.



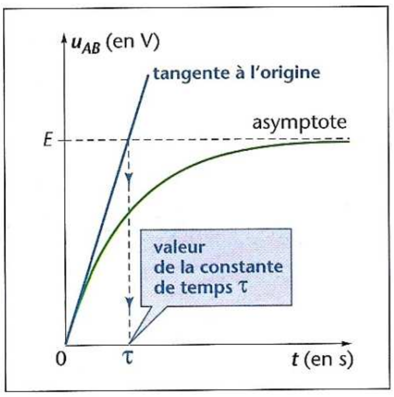
Évolution de la tension aux bornes du condensateur (**A**) et de l'intensité du courant (**B**) lors de la décharge du condensateur.

VII) *ETUDE DE LA CONSTANTE DE TEMPS RC*

1) *Détermination de la valeur de la constante de temps*



Première méthode de détermination de la constante de temps.



Deuxième méthode de détermination de la constante de temps.

2) *Durée du régime transitoire*

3) *Influence des paramètres du circuit sur la constante de temps tau*

VIII) *ENERGIE EMMAGASINEE PAR UN CONDENSATEUR*

L'énergie emmagasinée $\mathscr{E}_{élec}$ à l'instant de date t par un condensateur de capacité C, quand la tension à ses bornes est $u_{AB}(t)$, est donnée par la relation :

$$\mathscr{E}_{élec}(t) = \frac{1}{2}Cu_{AB}^2(t)$$

$\mathscr{E}_{élec}(t)$: énergie emmagasinée en joule (J)
C : capacité du condensateur en farad (F)
$u_{AB}(t)$: tension aux bornes du condensateur en volt (V)

Donner deux autres expressions de l'énergie emmagasinée par le condensateur

RESUME

Les condensateurs

- Un condensateur est constitué de deux conducteurs en regard l'un de l'autre appelés armatures. Celles-ci sont séparées par un isolant appelé le diélectrique.
- Les charges portées par les armatures sont de signes opposés et sont égales en valeur :

$$q_A(t) = -q_B(t)$$

$q_A(t)$ et $q_B(t)$: charges des armatures en coulomb (C)

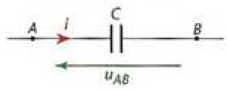
- Relation charge-intensité :

$$i(t) = \frac{dq_A}{dt}$$

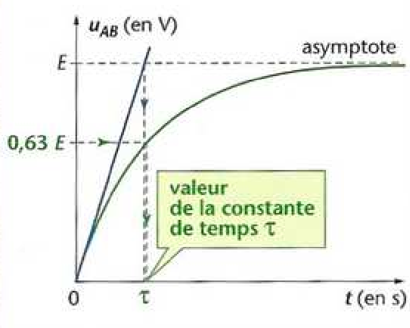
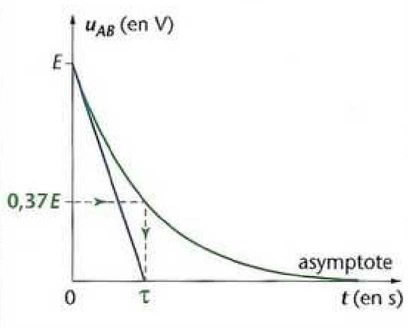
Relation charge-tension :

$$q_A(t) = Cu_{AB}(t)$$

$i(t)$: intensité en ampère (A)
$q_A(t)$: charge électrique du condensateur en coulomb (C)
C : capacité du condensateur en farad (F)
$u_{AB}(t)$: tension aux bornes du condensateur en volt (V)



Le dipôle *RC*

	réponse à un échelon montant de tension	**réponse à un échelon descendant de tension**
équation différentielle	$\frac{du_{AB}}{dt} = -\frac{1}{RC}u_{AB}(t) + \frac{E}{RC}$	$\frac{du_{AB}}{dt} = -\frac{1}{RC}u_{AB}(t)$
solution **$\tau = RC$ est la constante de temps**	lorsque $u_{AB}(t_0) = 0$ V à $t_0 = 0$ s $u_{AB}(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$	lorsque $u_{AB}(t_0) = E$ à $t_0 = 0$ s $u_{AB}(t) = Ee^{-\frac{t}{RC}}$
courbe		

Énergie emmagasinée par un condensateur

L'énergie emmagasinée $\mathscr{E}_{élec}$ à l'instant de date t par un condensateur de capacité C, quand la tension à ses bornes est $u_{AB}(t)$, est donnée par la relation :

$$\mathscr{E}_{élec}(t) = \frac{1}{2}Cu_{AB}^2(t)$$

$\mathscr{E}_{élec}(t)$: énergie emmagasinée par le condensateur en joule (J)
C : capacité du condensateur en farad (F)
$u_{AB}(t)$: tension aux bornes du condensateur en volt (V)