ETUDE DES CONDUCTEURS

Par A.DIB

Conducteur en équilibre électrostatique

Définition

Un conducteur est un corps à l' intérieur duquel les charges libres peuvent se déplacer.

Un conducteur est dit en équilibre électrostatique si toutes ces charges sont immobiles, ce qui revient à dire que les charges intérieures ne sont soumises à aucune force.

Propriétés des Conducteurs en équilibre

-Le champ électrique est nul à l' intérieur conducteur en équilibre.

Si $\vec{E}$ n' était pas nul chaque charge libre serait soumise à une force $\vec{F} = q\vec{E}$ et se déplacerait, le conducteur ne serait plus en équilibre.
Pour la même raison le champ à la surface du conducteur serait perpendiculaire à cette surface, car s' il y avait une composante parallèle les charges libres migreraient sur la surface du conducteur.

-Le conducteur en équilibre constitue un volume équipotenciel.

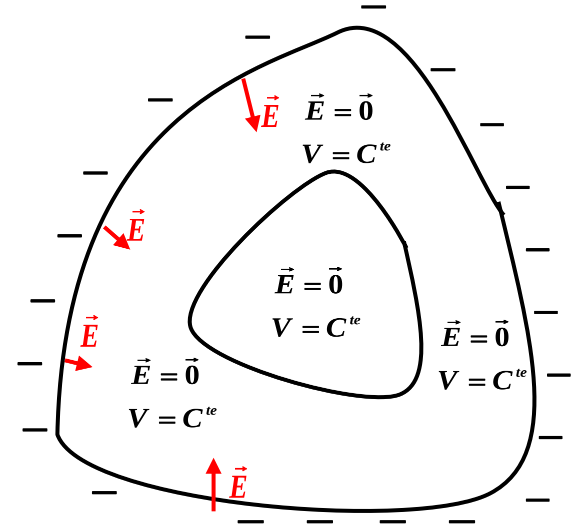
En effet, la d.d.p entre deux points quelconque M et M' étant définie par $dV = -\vec{E}.\overrightarrow{MM'}$,
On a bien $\vec{E}$ =0, V=Cte.
Comme le potentiel est le même en tous les points du conducteur, la surface externe est une surface équipotentielle: on retrouve bien que le champ est normal à la surface.

-La charge est nulle en toutes région interne au conducteur. La charge est localisée à la surface.

Le champ $\vec{E}$ est nul en tout point M intérieur au conducteur, le flux ($\phi = \int_{S_G} \vec{E}.\overrightarrow{dS} = 0$) est donc nul à travers toute petite surface fermée intérieur au conducteur et entourant le point M.D' après le théorème de GAUSS la charge intérieur à cette surface est nulle.

Comme l' on sait qu' il existe des charges positives (protons) à l'intérieur d'un conducteur il faut supposer qu' il existe le même nombre de charges négatives (électrons) de façon que la somme des charges intérieurs égale à zéro**, l' intérieur du conducteur est composé d' atomes neutres.**

Les charges se répartissent donc uniquement sur la surface du conducteur. Ceci signifie en réalité que la charge totale est distribuée sur une surface occupant une **épaisseur de quelques couches d' atomes** (et non pas sur la surface au sens géométrique du terme).



On peut démontrer et vérifier expérimentalement que les propriétés d' un conducteur plein chargé en équilibre sont valable pour un conducteur creux.

-Le champ est nul dans un conducteur et sa cavité constitue un volume équipotentiel.

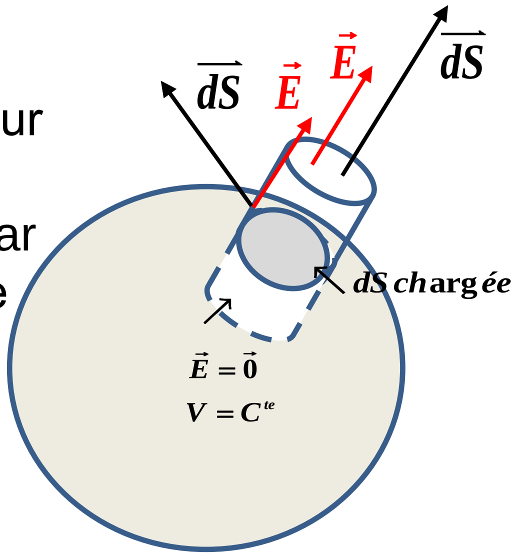
-Les charges sont localisées à la surface externe.

-Le champ est perpendiculaire à la surface externe.

-Lorsqu' on relie un conducteur chargé à un autre conducteur (la terre) il ya échange de charges entre les deux de telle manière qu' à l'issue de transport l'ensemble constitue un volume équipotentiel.

-Relation entre le champ au voisinage immédiat d' un conducteur et la charge électrique Superficielle.

Considérons un conducteur de forme arbitraire.



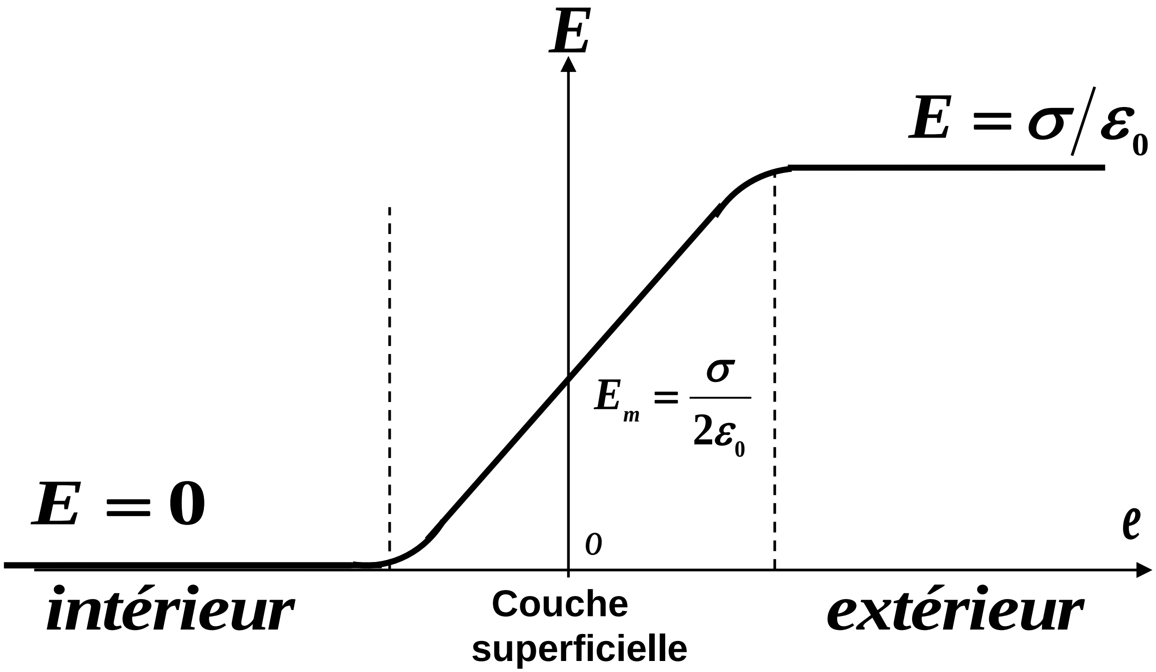
Pour trouver le champ en un point M immédiatement à l' extérieur du conducteur, nous choisissons comme surface de GAUSS un cylindre aplatie dont une base parallèle au conducteur, passe par le point M et l' autre base est une profondeur telle que la charge superficielle soit totalement à l' intérieur du cylindre que l' on puisse considérer que $\vec{E}$=0 et V=0.

Le flux du champ électrique se compose de trois thermes: le flux à travers la surface latérale est nul; $(\vec{E} \perp \overrightarrow{dS})$ le flux à travers la surface de base est nul (E=0);le flux à travers la surface de base extérieure est: $d\phi = EdS$

Par ailleurs, si σ est la densité de charge superficielle au voisinage de M, la charge intérieur au cylindre est : $dq = \sigma dS$

En appliquant le théorème de GAUSS: $EdS = \dfrac{\sigma dS}{\varepsilon_0}$ $\quad \boxed{E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

Cette dernière relation donne le champ en M au voisinage immédiat extérieur du conducteur.



*Pression électrostatique

On constate si on apporte des charge électriques sur une bulle de savon, elle se dilate quel que soit le signe de la charge.

En effet les charges à la surface du conducteur sont soumises à des forces répulsives de la part des autres charges. La force exercée par unité de surface(F/S), ou pression Électrostatique, peut se calculer en multipliant le champ électrique moyen sur la surface du conducteur par la charge par unité de surface .

Le champ électrique moyen est, d' après ce qui précède: $E_m = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

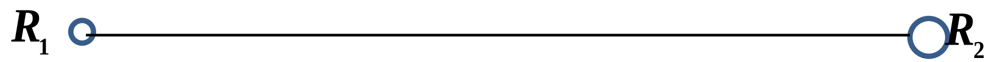
Par conséquent la pression électrostatique vaut: $p = \dfrac{F}{S} = \dfrac{qE_m}{S} = \dfrac{\sigma S E_m}{S} = \sigma . E_m = \dfrac{\sigma^2}{2\varepsilon_0}$

*Pouvoir des pointes

L’ expérience montre que la répartition des charges à la surface d’ un conducteur ne correspond pas à une densité superficielle constante.

Les charges ont tendance à s’ accumuler sur les parties de la surface à faible rayon de courbure. La densité superficielle est donc particulièrement grande à l’ extrémité d’ une pointe. Il en est donc de même du champ électrique au voisinage des pointes.

On peut s’ en persuader sur un exemple simple: un conducteur est formé de deux sphères de rayon R_1 et R_2, suffisamment éloignées l’ une de l’ autre et reliées par un fil. Soit Q_1 et Q_2 les charges et σ_1 et σ_2 les densités superficielles de chacune des charges.



$$V = k\frac{Q_1}{R_1} = k\frac{Q_2}{R_2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sigma_1 S}{R_1} = \frac{\sigma_1 R_1}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma_2 R_2}{\varepsilon_0} \Rightarrow \boxed{\sigma_1 = \frac{V\varepsilon_0}{R_1}} \quad \boxed{\sigma_2 = \frac{V\varepsilon_0}{R_2}}$$

On voit que la densité superficielle de charge est d’ autant plus importante que le rayon de courbure est petit: une pointe (R très petit).Les charges ont tendance à s’ accumuler sur les pointes.

Capacité propre d'un Conducteur seul dans l' espace.

En résumé, nous avons vu précédemment que des changes **q produisaient** séparément **des champs et potentiels électriques** (principe de superposition).

Sur un conducteur isolé dans l' espace, **déposons une charge q'**: il en **résulte** en tout point de l' espace **un champ et potentiel électrique**.

Donc la charge et potentiel électrique sont proportionnels et ceci est vrai en particulier sur un conducteur dont le potentiel est V.

On écrit ,ceci sous la forme: Q=CV

La constante de proportionnalité C est appelée capacité propre du conducteur isolé. Elle ne dépend que de la forme du conducteur, elle caractérise l'aptitude qu'a un conducteur donné, porté à un potentiel donné, d'emmagasiner de la charge.

Application: calcul de la capacité propre d'un conducteur sphérique

Soit une sphère de rayon R, en un point situé à une distance r du centre, le potentiel V est donné par: V=kQ/r

En un point de la surface de la sphère: $V = k\frac{Q}{R} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R} \Rightarrow C = \frac{Q}{V} = 4\pi\varepsilon_0 R \quad C = \frac{Q}{V} = Farad$

La capacité de la terre (R=6400 km) est: $C = 710\,\mu F$

Énergie interne d'un Conducteur chargé seul dans l' espace.

Soit C la capacité propre d'un conducteur isolé, Q sa charge et V son potentiel électrique dans l'état d'équilibre donné.

Nous reprenons la même définition de l'énergie interne pour une distribution de charge ponctuelle.

Au cours du transport de chaque charge élémentaire dq, ce transport s' effectue dans le champ des charges déjà présentes sur le conducteur.

Au fur et à mesure que ce transfert se poursuit, la charge du conducteur q augmente, de même que la valeur absolue de son potentiel v.

Soit v et q ces valeur dans un état intermédiaire. Au cours du transport suivant, la charge élémentaire dq, amenée sur le conducteur porté au potentiel v depuis une région ou le potentiel est nul, subit une variation d'énergie potentiel: $dE_p = (vdq - 0)$

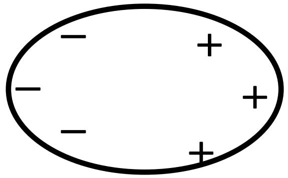
$$E_p = \int dE_p = \int_0^Q vdq = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$ Avec Q=CV $$E_p = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV = U$$

Lorsqu'on décharge le conducteur en le reliant à la terre par l'intermédiaire d'un fil cette énergie se retrouve sous forme d'effet joule.

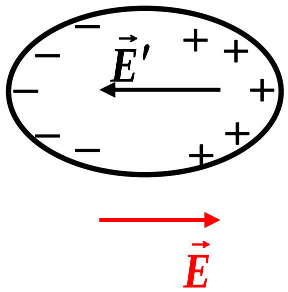
Lorsqu'on charge le conducteur à l'aide d'un générateur de f.é.m. V, la charge Q traverse celui-ci, l'**énergie fournie est QV**. Le conducteur **reçoit QV/2**, l'autre **moitié** est transformée **en chaleur** au cours du transport des charges.

Phénomènes d'influence Conducteurs chargés

Influence d'un conducteur neutre isolé.



Un conducteur neutre contient des charges libres (électrons).



Lorsqu'il est placé dans un champ $\vec{E}$, des électrons libre ce déplacent en sens inverse de $\vec{E}$. Il apparait donc de part et d'autre du conducteur des charges positives et négatives en quantités égales **(si le conducteur est isolé).**

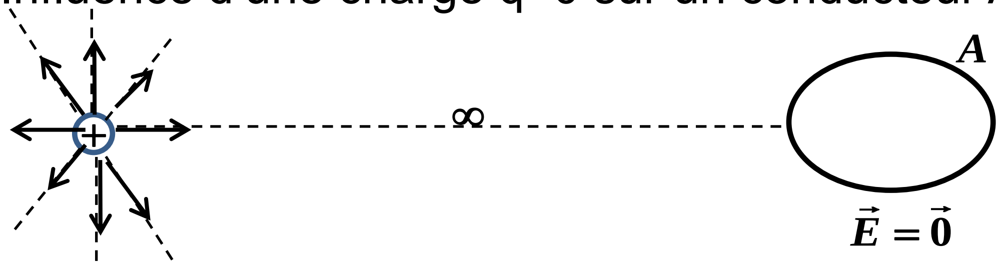
Un nouveau champ $\vec{E}'$, dŭ à cette nouvelle répartition des charges, est créé et vient se superposé à $\vec{E}$.

$\vec{E}'$ est opposé à $\vec{E}$ et augmente au fur et à mesure du transport des électrons. Ce transport dure jusqu'à ce que $E' = E$. Le conducteur est à nouveau **en équilibre dans un état polarisé**.

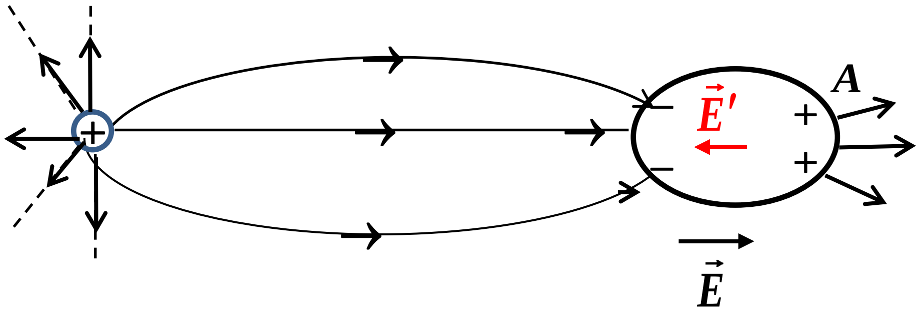
La charge du conducteur n'a pas varié, il y a eu modification de la répartition des charges et aussi modification de son potentiel: des lignes de force partent maintenant du conducteur pour aller à l'infini ou le potentiel est nul.

-Influence d'une charge q>0 sur un conducteur A.

$\vec{E}$ champ créé par q (extérieur au conducteur)

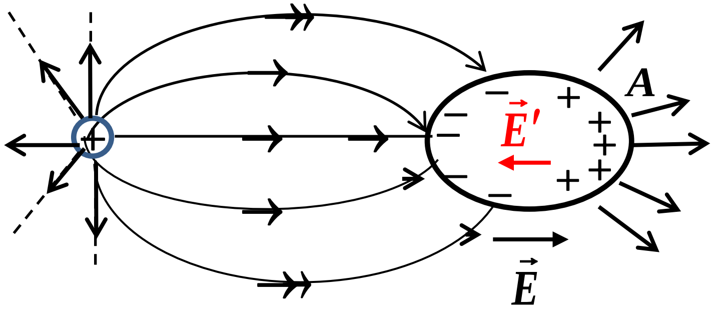


Les lignes de champ n' aboutissent sur le conducteur A. donc $\vec{E} = \vec{0}$.



Les lignes de champ aboutissent sur le conducteur A. donc $\vec{E}$ existe. **Un champ $\vec{E}'$ apparait.**

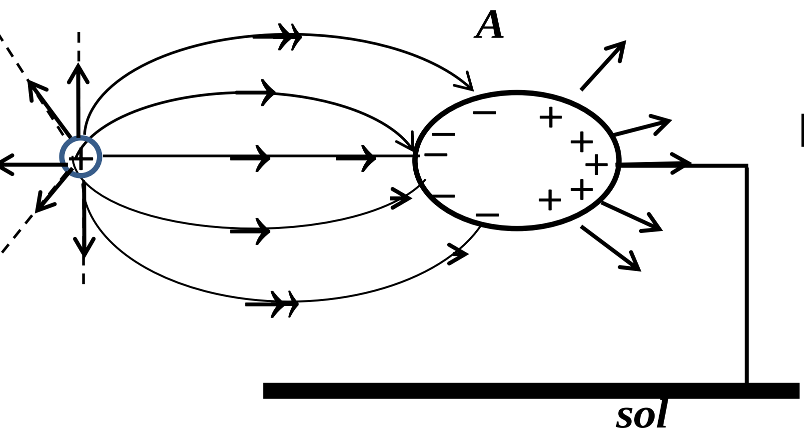
On dit qu'il y a influence partiel.



On rapproche le conducteur A de la charge q, le phénomène d' influence augmente. Le champ $\vec{E}'$ augmente jusqu'à annuler le champ $\vec{E}$.

$\vec{E} + \vec{E}' = \vec{0} \Rightarrow$ Le conducteur A est polarisé

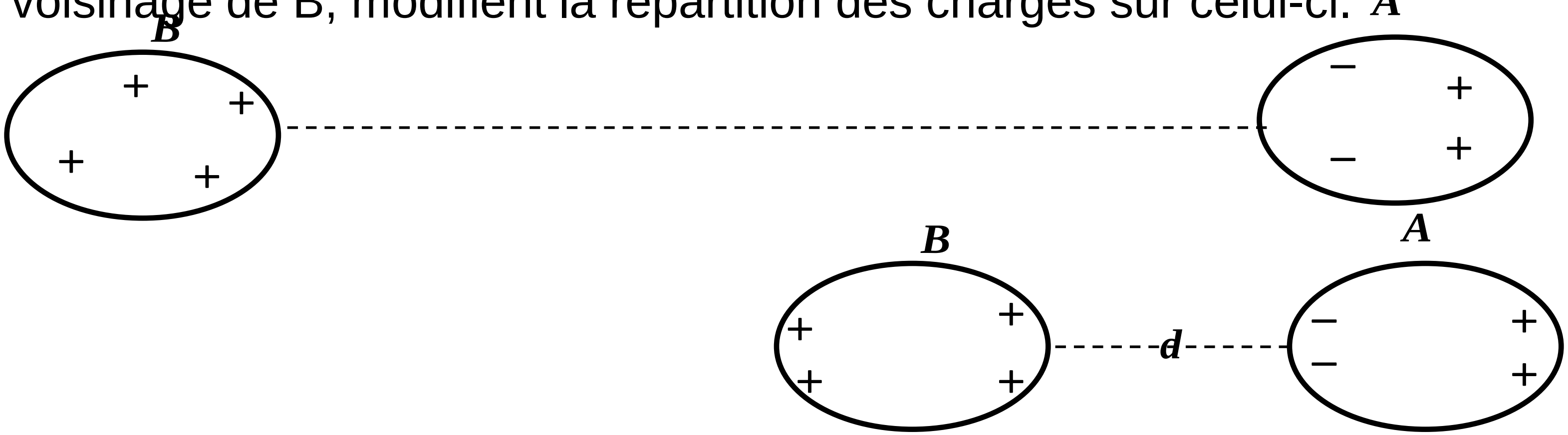
-Si le conducteur A est maintenu à un potentiel constant (nul, la terre) .



Le sol et le conducteur forment alors un conducteur unique et les charges positives sont repoussées dans le sol. Le potentiel du conducteur reste nul, plus aucune ligne de champ ne le quitte.

-Influence en retour:

En réalité la charge q influençante se répartit sur un conducteur B. Il se produit une influence en retour de A sur B: les charges de A par le champ qu’ elles créent au voisinage de B, modifient la répartition des charges sur celui-ci.



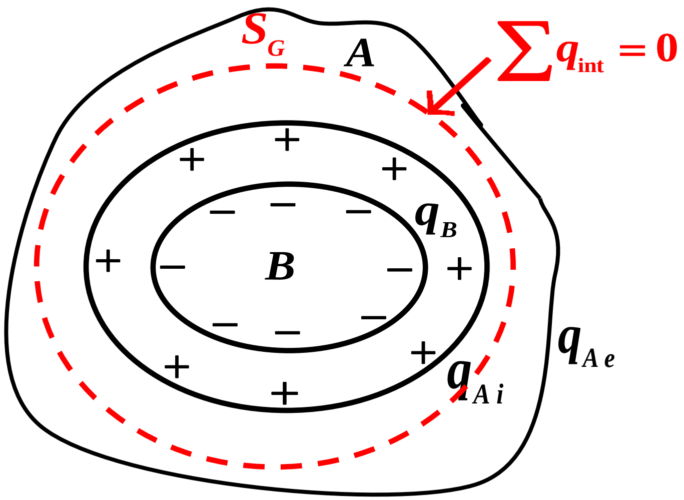
On dit qu’il y a une influence mutuelle.

-Influence totale:

Un cas particulier intéressant est celui ou A entour complètement B.

Toutes les lignes de champ partant de A aboutissent en B.

Le théorème de GAUSS appliqué à une surface S_G passant par l'intérieur de A (oũ E=0) nous montre que: $q_{Ai} = -q_B$



-Si A est isolé et neutre initialement:

$q_{Ai} + q_{Ae} = 0 \quad \Rightarrow \quad q_{Ai} = -q_{Ae} = -q_B$

-Si A est isolé portait initialement la charge algébrique Q_0:

$$\left.\begin{array}{l} q_{Ai} + q_{Ae} = Q_0 \\ q_{Ai} = -q_{Ae} \end{array}\right\} \Rightarrow q_{Ae} = Q_0 + q_B$$

-Effet d'écran:

Nous avons déjà vu que lorsque l'on charge un conducteur creux éloigné de tout autre conducteur neutre ou chargé, les charges se répartissaient sur la surface externe de telle manière que le champ électrique dans la cavité reste nul.

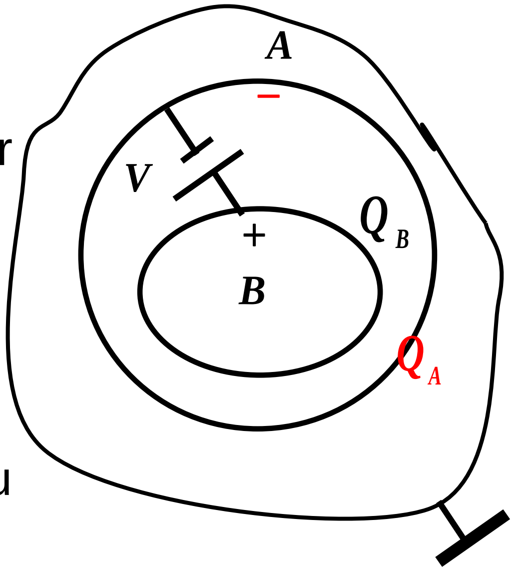
Cette propriété reste valable lorsqu'un champ électrique est appliqué à un conducteur creux chargé ou non: les charges superficielles réarrangent leur distribution de façon à maintenir le champ nul dans la cavité.

Ceci signifie que la cavité est à l'abri de toute influence externe: **on dit que le conducteur forme un écran**.

Condensateur.

Dans la pratique on réalise cette condensation de l'électricité (charges) en utilisant deux conducteurs en influence totale.

Les charges Q_A et Q_B sont donc égales et de signe contraires.
On appellera $|Q_A| = |Q_B| = Q$ la charge du condensateur.

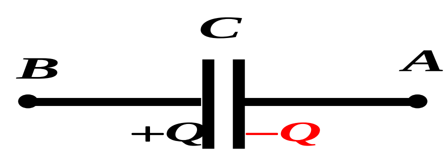


Soit V la différence de potentiel entre A et B. On peut démontrer (comme pour un conducteur seul) que si V est multiplié par un certain facteur, champ, densité superficielles et donc charges le sont aussi. D'où: $\dfrac{Q}{V} = constante = C$

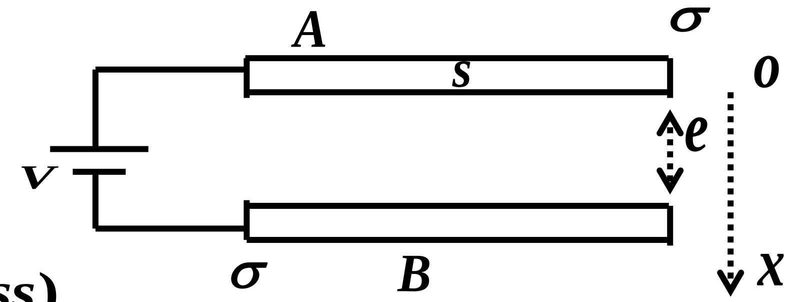
Cette constante est appelée capacité du condensateur. Elle ne dépend que de la forme des conducteurs et de la nature du milieu qui les sépare. Comme vu plus haut cette capacité est d'autant plus grande que les conducteurs sont plus rapprochés

Si le milieu séparant les deux conducteurs est autre que le vide, la capacité est augmentée d'un facteur $\varepsilon/\varepsilon_0 > 1$ ou est la permittivité du milieu en question étant supérieur à celle du vide ε_0 **C'est ce qui est réalisé dans les condensateurs réels: cela permet d'obtenir une capacité plus grande à volume égal et limite les risque de « claquage » entre armatures lorsque la différence de potentiel devient importante.**

L'ensemble des conducteurs A et B (armatures) forment un CONDENSATEUR représenté schématiquement par:



-Calcul de la capacité d’un condensateur plan:



Méthode :

-calculer le champ en tout point intérieur au condensateur.

$$\bullet E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = C^{te} \ (\textit{Théoréme de Gauss})$$

-en déduire , par circulation du champ ,la différences de potentiel entre les conducteurs.

$$dV = -\vec{E}.\overrightarrow{d\ell} = -Edx \Longrightarrow \int_{V_A}^{V_B} dV = -\int_0^e Edx = V_B - V_A = -Ee$$

$$V_A - V_B = V = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} e = \frac{Qe}{s\varepsilon_0}$$

-effectuer le rapport Q/V.

$$\boxed{C = \frac{Q}{V} = \frac{\varepsilon_0 s}{e}}$$

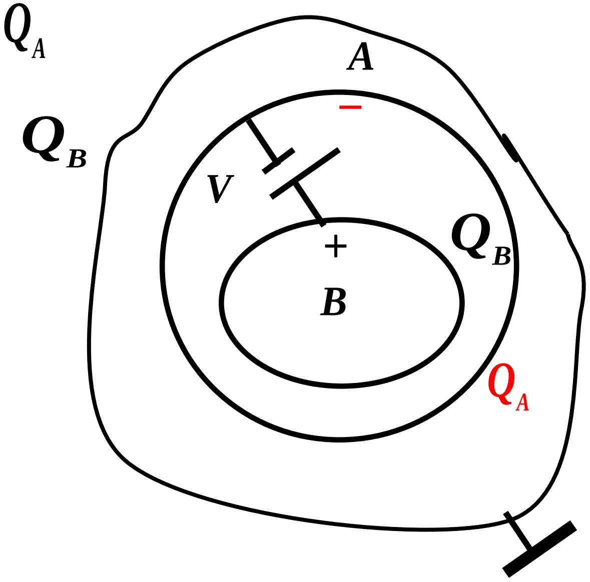
La **capacité** d'un condensateur est la taille de sa réserve de charges électriques. En clair, c'est sa capacité à contenir les charges électriques, ce qui veut dire que plus la capacité d'un condensateur est grande, plus il peut contenir de charges électriques. L'unité de sa capacité se mesure en **Farad** du non de Michael Faraday. On note cette unité avec un **F** majuscule.

-Énergie électrique d'un condensateur

C'est l'énergie électrique que l'on récupère lorsque l'on court-circuit les armatures du condensateur après l 'avoir isolé de la source.

Le conducteur A est porté au potentiel: V_A avec une charge Q_A

Le conducteur B est porté au potentiel: V_B avec une charge Q_B



$$U = U_A + U_B$$

$$U = \frac{1}{2}Q_A V_A + \frac{1}{2}Q_B V_B$$

Influence totale: $\begin{cases} Q_A = -Q \\ Q_B = +Q \end{cases}$

$$\boxed{U = \frac{1}{2}Q(V_B - V_A) = \frac{1}{2}QV}$$

-Associations de condensateurs:

Pour des raisons pratiques (un condensateur ne peut supporter entre ses armatures une d.d.p supérieur à un certaine valeur appelée d.d.p explosive) on parvient à emmagasiner le plus d'énergie possible en faisant appel à des groupements de plusieurs condensateurs.

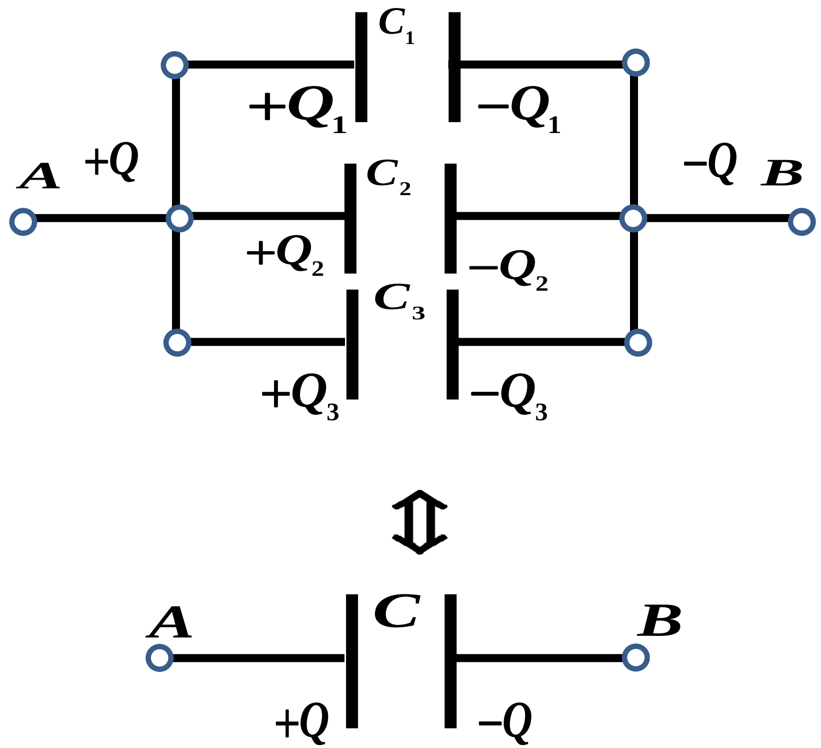
<u>Association en parallèle</u>: tous les condensateurs sont soumis à la même d.d.p.

Dans la branche AB ,la charge Q entre par A et sort par B.

Entre A et B , nous avons:

$$V_A - V_B = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{C_1 + C_2 + C_3}$$

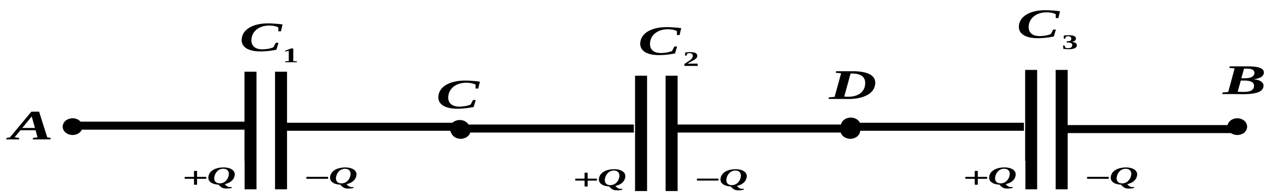
$$V_A - V_B = \frac{Q}{C} \Rightarrow \begin{cases} Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ C = C_1 + C_2 + C_3 \end{cases}$$



D'où le condensateur équivalent:

$$\boxed{C_{eq} = \sum_{i}^{n} C_i}$$

Association en série: la même charge traverse tous les condensateurs



Entre A et B , nous avons:

$$(V_A - V_B) = (V_A - V_C) + (V_C - V_D) + (V_D - V_B)$$

$$= \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

$$(V_A - V_B) = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right) = \frac{Q}{C_{eq}} \Rightarrow \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{C_{eq}}$$

$$\boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i}^{n} \frac{1}{C_i}}$$

Exercice: 22

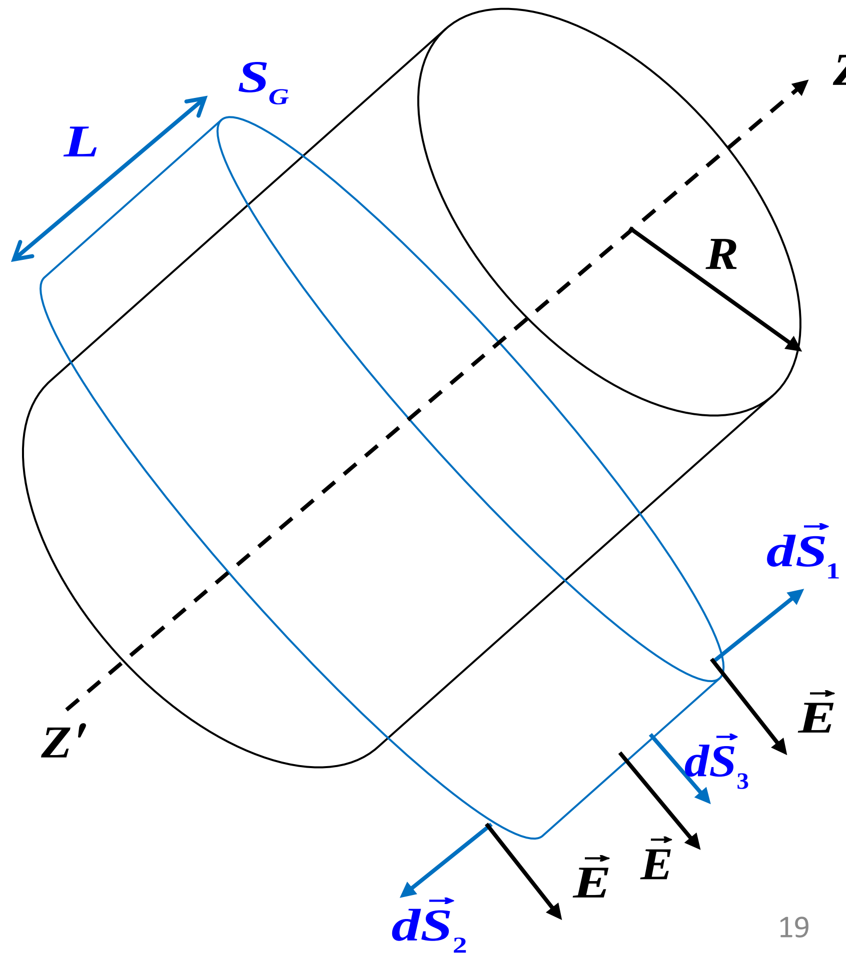
Un cylindre conducteur de rayon R et de longueur infini porte une densité superficielle σ

a)-Par application du théorème de GAUSS calculer le champ créé par cette répartition à l' intérieur et à l' extérieur du cylindre.

a)Soit z'z l' axe de révolution du cylindre.

A cause de la symétrie, le champ électrique est perpendiculaire à cet axe et son module est constant sur tout cylindre coaxial de Rayon r.

Par conséquence la surface de Gauss S_G sera choisie comme un cylindre de rayon r et de longueur L. Le champ étant Perpendiculaire au vecteur surface des deux bases du cylindre de Gauss, le flux à Travers S sera égal au flux à travers la surface latérale S_3:



$$\phi = \int \vec{E}.\overrightarrow{dS_3} = ES_3 = E\,2\pi rL$$

$$\phi = ES_3 = E\,2\pi rL \qquad \sum Q_{int} \begin{cases} 0 & r \prec R \\ \sigma 2\pi RL & r \succ R \end{cases}$$

$$\phi = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad \boxed{E \begin{cases} 0 & r \prec R \\ \dfrac{\sigma R}{\varepsilon_0 r} & r \succ R \end{cases}}$$

b)-En déduire le potentiel électrique dans tout l' espace, sachant que le potentiel auquel est porté le cylindre est V_o

Le potentiel V(*r*) s' obtient par: $dV = -\vec{E}.\overrightarrow{d\ell}, \quad \vec{E} = E_r\vec{u}_r, \quad \overrightarrow{d\ell} = dr\vec{u}_r$

$$dV = -E.dr \quad \Rightarrow \quad V(r) \begin{cases} C_1 & r \prec R \\ -\dfrac{\sigma R}{\varepsilon_0}\ln r + C_2 & r \succ R \end{cases}$$

Pour r=R, on aura $C_1 = V_0 \quad et \quad -(\sigma R/\varepsilon_0)\ln R + C_2 = V_0 \Rightarrow$ $\boxed{V(r) \begin{cases} V_0 & r \leq R \\ \dfrac{\sigma R}{\varepsilon_0}\ln\left(\dfrac{R}{r}\right) + V_0 & r \geq R \end{cases}}$

Exercice: 9

I- Un conducteur de forme quelconque homogène, en équilibre électrostatique, porte une charge Q.

1) Que vaut le champ électrique à l'intérieur de ce conducteur ?

<u>Le champ électrique est nul à l' intérieur conducteur en équilibre.</u>

2) Que vaut le potentiel électrique à l'intérieur de ce conducteur?

$$dV = -\vec{E}.\overrightarrow{MM'} = 0 \quad \Rightarrow \quad V = C^{te}$$

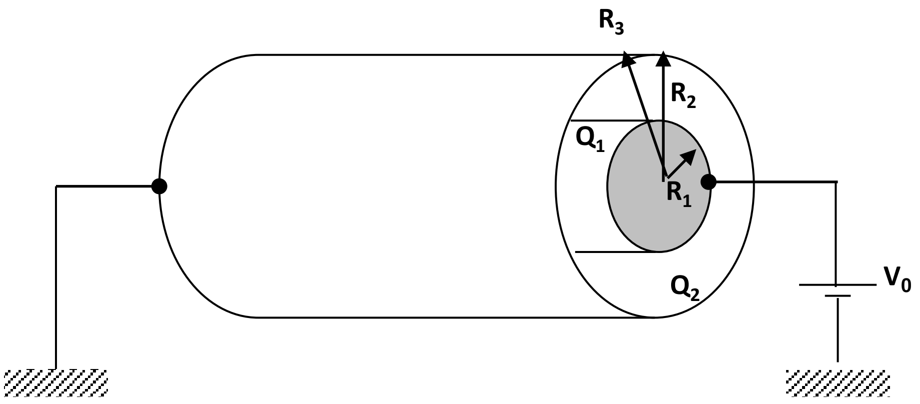
<u>Le conducteur en équilibre constitue un volume équipotenciel.</u>

Comme le potentiel est le même en tous les points du conducteur, la surface externe est une surface équipotentielle: on retrouve bien que **<u>le champ est normal à la surface</u>**.

3) Où est située la charge Q ?

<u>La charge est nulle en toutes région interne au conducteur. La charge est localisée à la surface.</u>

II- Nous disposons maintenant d’un câble coaxial, cylindrique, constitué de deux cylindres conducteurs infiniment longs, séparés par le vide. Le premier est plein de rayon R_1, de potentiel V_0 et porte une densité de charge. Le second est creux d’ épaisseur négligeable, de rayon interne R_2 et R_3 externe relié au sol (voir figure).



1) Quel est le signe de Q_1?

Q_1 est positive

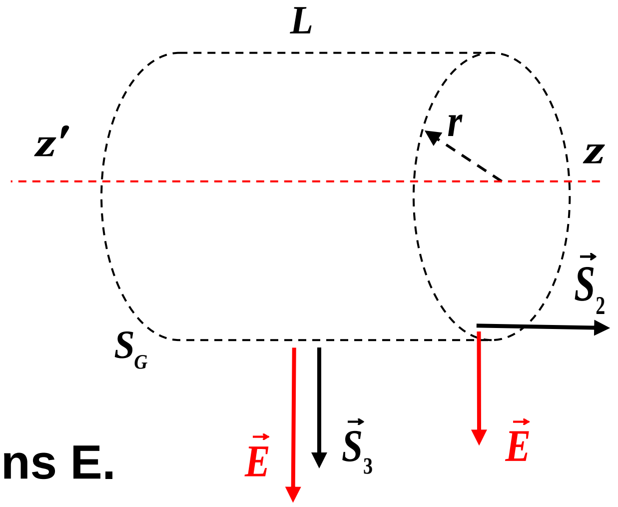
2) L’ensemble étant à l’équilibre, quelle est la charge Q_2 de la face interne du cylindre?

Il y a influence totale donc $Q_2 = -Q_1$

3) Déterminer, à l'aide du théorème de Gauss, la direction, et le module du champ électrique entre les deux conducteurs **($R_1 < r < R_2$).**

Soit z'z l'axe de révolution du cylindre. A cause de la symétrie le champ électrique est perpendiculaire a cet axe (radial et son module est constant sur tout cylindre coaxial. Par conséquent, la surface de GAUSS sera choisie comme un cylindre de rayon r et de longueur L. Le champ étant perpendiculaire au vecteurs surface des deux bases, donc le flux à travers ces surfaces est nul.

$$S_G = 2\pi r L \qquad \phi_{S_g} = \iint_{S_g} \vec{E}.\overrightarrow{dS} = E\,2\pi r L$$



Entre les deux conducteurs **($R_1 < r < R_2$) nous avons E.**

$$\frac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{Q_1}{\varepsilon_0} \qquad \phi_{S_g} = \frac{Q_1}{\varepsilon_0} \Rightarrow \frac{Q_1}{\varepsilon_0} = E\,2\pi r L \Rightarrow \boxed{E(r) = \frac{Q_1}{2\pi r L \varepsilon_0}}$$

4) a- En utilisant la circulation du champ électrique $dV = -\vec{E}.\vec{dl}$ donner l'expression de la charge Q_1 pour une longueur L finie.

$$dV = -\vec{E}.\vec{dl} = -Edr \quad \Rightarrow \quad -\int_{V_{R_1}}^{V_{R_2}} dV = \int_{R_1}^{R_2} Edr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q_1}{2\pi\varepsilon_0 L}\frac{dr}{r}$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{Q_1 = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(R_2/R_1)} V_0} \Leftarrow V_0 = \frac{Q_1}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln(R_2/R_1) \Leftarrow -(V_{R_2} - V_{R_1}) = \frac{Q_1}{2\pi\varepsilon_0 L}\left(\ln(r)\right)_{R_1}^{R_2}$$

4) b- Déduire l'expression de la capacité du câble coaxial. R_1 = 1 mm, R_2 = 3 mm, Ln3=1.1

Comme: $Q_1 = CV_0$ donc: $\boxed{C = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln(R_2/R_1)} = \frac{L}{2k\ln(R_2/R_1)}}$

4) c- Calculer cette capacité par unité de longueur.

$$\boxed{C_L = \frac{C}{L} = \frac{1}{2 \times 9\,10^9 \times \ln 3} = 50\,pF/m}$$

5) En appliquant l'expression locale de la loi d'OHM $(\vec{j} = \sigma \vec{E})$ donner l'expression de la résistance do câble.

$$j = \gamma E = \frac{I}{S} = \frac{I}{2\pi r L} \quad \Rightarrow \quad E = \frac{I}{2\pi r L \gamma}$$

$$dV = -\vec{E}.\overrightarrow{d\ell} \quad \Rightarrow \quad -\int_{V_{R_1}}^{V_{R_2}} dV = \int_{R_1}^{R_2} E dr \quad \Rightarrow \quad V_0 = \frac{I}{2\pi\gamma L} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = RI$$

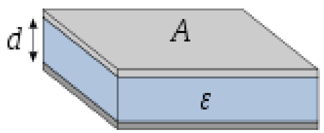
$$\boxed{R = \frac{1}{2\pi\gamma L} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

On obtient:

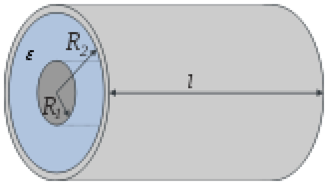
$$\boxed{RC = \frac{\varepsilon_0}{\gamma} = \rho\varepsilon_0}$$

Les familles de condensateurs

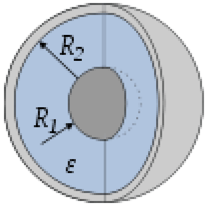
Il existe bien évidemment plusieurs technologies de fabrication généralement suivant l'un des trois modèles de condensateurs suivants :



Condensateur plan



Condensateur cylindrique



Condensateur sphérique

Je vous épargnerai les détails liés aux fabrications et aux différents procédés chimiques de l'obtention d'un condensateur. Toutefois, le plus important à savoir est que ce sont les performances de l'isolant (diélectrique) qui permettent de classifier les condensateurs.

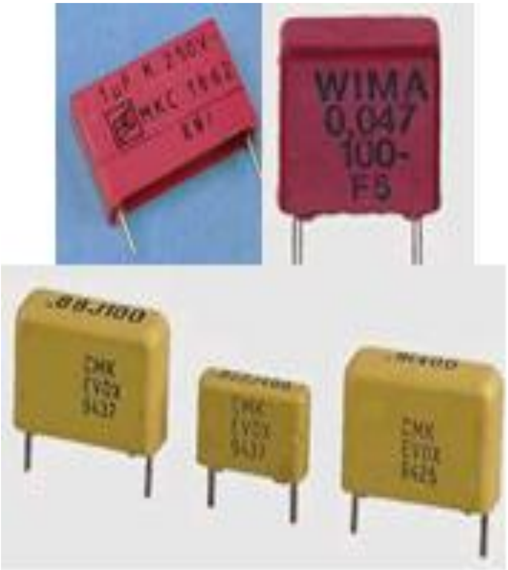
Les condensateurs non polarisés

Les condensateurs non polarisés
Ce sont des condensateurs dont le sens de branchement dans un circuit importe peu. Chacune de ces deux bornes peut être reliée à une tension positive ou négative.

Les condensateurs polyester

Les condensateurs polyester

Ce sont les plus courants des condensateurs à diélectrique plastique métallisé. Le plastique est donc un polyester. On réserve ces condensateurs pour des usages ne demandant pas une grande précision.



Voici quelques caractéristiques :

-Valeur nominale : de 1nF à 250µF.

-Tolérance : de 1% à 20%.

-Tension de service : de 40V à 10000V.

-Résistance d'isolement : de 109 à 1012ohms.

Utilisation : - condensateurs de liaison et de découplage, circuit antiparasites.

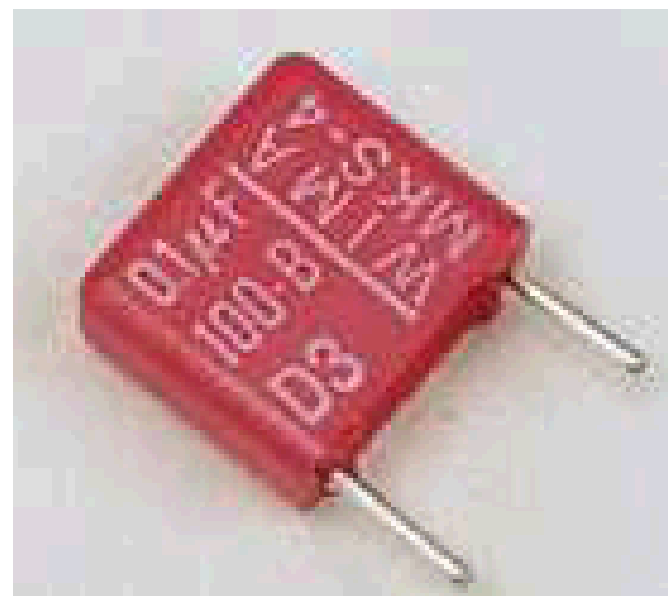
Les condensateurs polypropylène

Les condensateurs polypropylène

Ils ont une très bonne stabilité en fréquence et un excellent comportement en régime impulsionnel.

Ils sont entre autres utilisés pour faire des condensateurs de précision.

- -Valeur nominale : de 0,1nF à 250µF.
- -Tolérance : de 10% à 20%.
- -Tension de service : de 160V à 3500V.
- -Résistance série très faible.
- -Utilisation pour des circuits en régimes impulsionnels, alimentation à découpages



Les condensateurs polystyrène

Les condensateurs polystyrène
Ils sont très appréciés pour leur très grande stabilité et sont utilisés essentiellement à haute température (155°C). Leur comportement en régime impulsionnel est excellent.

Condensateurs à céramiques *Stéatite*

Condensateurs à céramiques *Stéatite*

La céramique utilisée est de la Stéatite, du bioxyde de titane ou du strontium.

Le diélectrique se présente sous forme de tube ou de perle. Les armatures sont obtenues par argenture des 2 faces de la céramique. Les sorties sont soudées sur l'argenture. La protection est faite par vernis, émail ou vitrification. Ils sont précis et stables.

-Valeur nominale : de 1pF à 2nF.
-Tolérance : de 2% à 20%.
-Tension de service : de 25V à 1000V.
-Résistance d'isolement : de 1011 ohms.
-Utilisation en fréquence : de 20kHz à 50MHz.
-Utilisation en HF pour les circuits d'accord (recherche de stations radio), les circuits de liaison.

Condensateurs à électrolytes chimiques (polarisés)

Ces condensateurs sont fabriqués essentiellement pour leur forte capacité qui peut atteindre le Farad ! Bien évidemment, plus leur capacité est grande, plus leur prix également.
Ces des condensateurs à céramiques *Baryum.*

-Valeur nominale : **de 100pF à 0,47µF**.
-Tolérance : **de 20% à 50%.**
-Tension de service : **de 25V à 1000V.**
-Résistance d'isolement : **109 ohms**.
-Utilisation en fréquence : **de 50Hz à 50MHz**.
-Utilisation : les circuits de liaison et de découplage.

Capacité et claquage

Cette sous-partie n'est pas nécessaire à la compréhension du cours, c'est un complément sur les différentes technologies des condensateurs. Vous pourrez y trouver des informations utiles si vous avez besoin de savoir quel condensateur utiliser pour vos montages électroniques.

Capacité et claquage

il y a tout intérêt à prendre **une épaisseur très faible** pour le diélectrique afin d'obtenir une plus **grande capacité avec des dimensions géométriques petites**. **En contrepartie, le condensateur ne pourra plus supporter de grandes tensions à ses bornes.** Voilà une belle occasion pour parler du phénomène de claquage sans que cela vous pousse à vous demander pourquoi on en parle.

Le claquage est le passage de l'état isolant à l'état conducteur du diélectrique.

Tout isolant à une capacité d'assurer l'isolation mais jusqu'à une certaine limite; cette limite est donnée sous la forme d'une tension, cette tension est appelée tension de claquage.

Autrement dit, si vous prenez un morceau fin en plastique, et que vous le mettiez entre les deux bornes d'un générateur de tension variable, et que vous augmentiez cette tension petit à petit, arrivé à une certaine valeur de cette tension l'isolant commence à perdre sa propriété isolante jusqu'à devenir "**conducteur**", là très probablement vous allez court-circuiter le générateur. C'est ce qu'on appelle un claquage.

Conclusion

Le condensateur est sans doute l'un des composants les plus utilisés en électronique.
Plus sérieusement le condensateur possède plusieurs propriétés toutes très intéressantes. Passons en revue quels sont les rôles que joue le condensateur dans un montage électronique :

-Accumulateur d'énergie
-Filtre antiparasites
-Évite les discontinuités de tension
-Mémoire
-Temporisateur
-Lissage de tension

N'allez surtout pas croire que les mémoires amovibles que vous utilisez (carte SD, clef USB, ...) sont fabriquées avec des condensateurs. Les technologies employées sont bien plus complexes que ça, même si certaines d'entre elles utilisent des "condensateurs parasites" pour fonctionner.