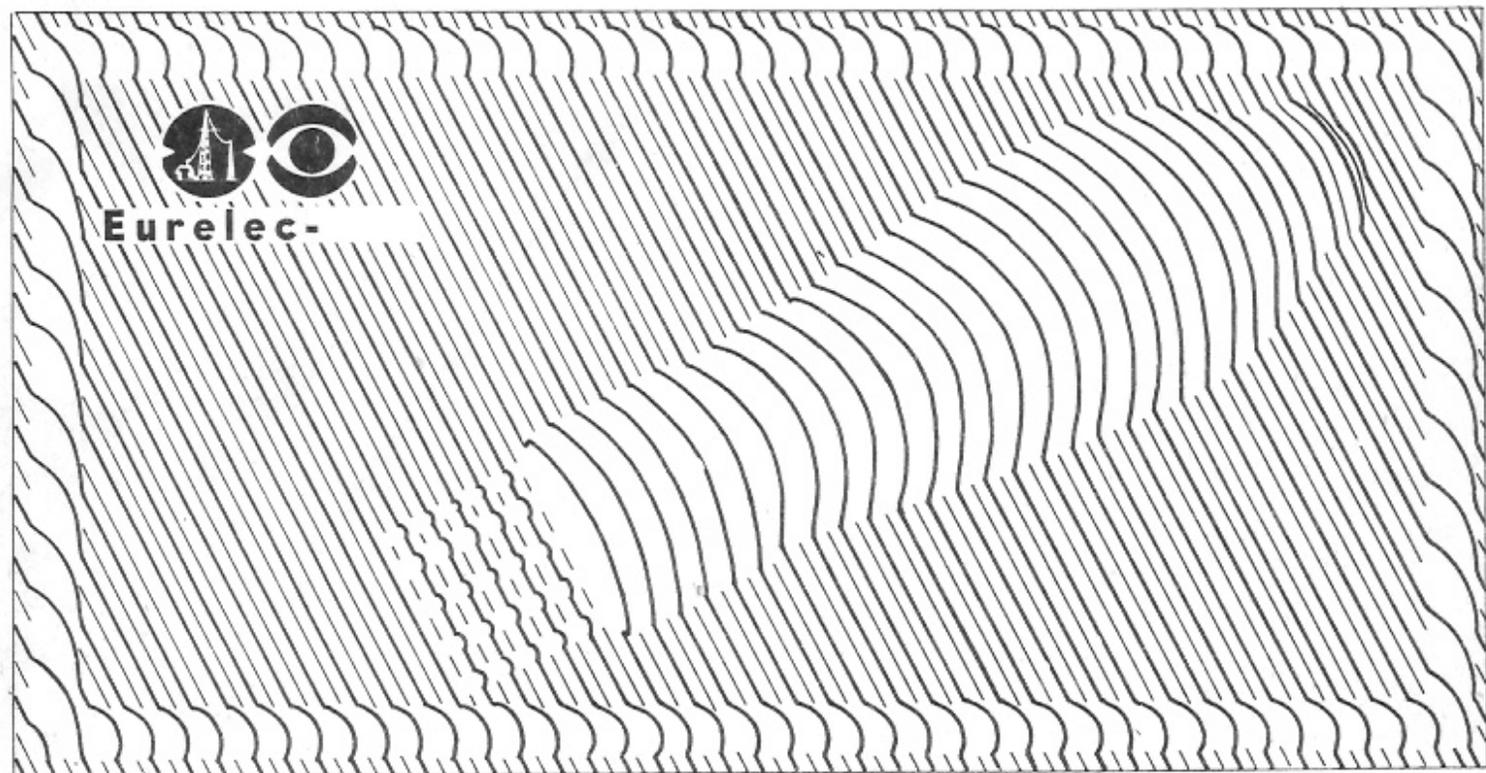


# T H E O R I E



COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

Dans les cinq premières leçons préliminaires, nous avons examiné quelques lois fondamentales de l'électrotechnique, qui constituent les bases nécessaires à une étude méthodique de la radioélectricité ; ici, nous apporterons les conclusions de ce que nous avons déjà dit, en les complétant de quelques précisions indispensables. Le passage de l'électronique à la radioélectricité se fera graduellement, parce qu'il n'existe pas de limites strictes entre les deux sciences.

#### 1- LOIS DE L'ELECTROTECHNIQUE -

Lorsque nous savons de quelle façon advient un phénomène quelconque et que nous savons prévoir ses effets par le calcul, nous pouvons affirmer que nous connaissons la LOI QUI REGIT LE PHENOMENE. Par exemple, si nous connaissons la vitesse uniforme à laquelle se déplace un train, et si nous savons la durée du voyage, nous pouvons facilement calculer le trajet parcouru en multipliant la vitesse par le temps.

Quelle que soit la valeur de la vitesse et quel que soit le temps, on obtient toujours la valeur du trajet parcouru, en écrivant :

$$\underline{P = V \times T}$$

(P = trajet parcouru  
(V = vitesse uniforme  
(T = temps considéré

Nous exprimons sous forme mathématique, la loi du mouvement uniforme d'un mobile quelconque.

En appliquant cette loi, nous sommes en mesure de connaître parfaitement le phénomène : en substituant aux lettres, les valeurs relatives qui se présentent dans la pratique, nous résolvons les problèmes qui nous intéressent.

En électrotechnique comme en radioélectricité, il existe de nombreux phénomènes que l'on a étudiés et dont on a établi les lois correspondantes.

Quelques-uns de ces phénomènes ont été abordés à la leçon précédente et vous vous en souvenez ; d'autres seront examinés par la suite.

Certaines de ces lois étant très importantes, il est nécessaire de les bien savoir pour comprendre les explications qui en découlent ; elles ont été réunies dans ce chapitre et chacune d'entre elles portent le nom sous lequel elles sont habituellement connues.

1.1- Loi d'Ohm-

Cette loi exprime la relation qui existe entre la tension appliquée à un conducteur, la résistance de celui-ci, et le courant qui le traverse.

Il est bon de se rappeler à ce propos ce que l'on a déjà dit dans les leçons préliminaires.

Pour faire circuler dans un conducteur un courant d'une valeur déterminée, on doit appliquer, aux extrémités du conducteur, une différence de potentiel égale au produit de l'intensité du courant choisi par la résistance du conducteur.

Pour exprimer cette loi sous forme mathématique, nous indiquons par "I" le courant, par "R" la résistance du conducteur et par "V" la différence de potentiel, ou tension, qui doit être appliquée aux extrémités du conducteur et nous écrivons :

$$\underline{V = I \times R}$$

(V = tension en volts  
(I = courant en ampères  
(R = résistance en ohms

Pour faire le calcul, nous devons substituer à chaque lettre la valeur respective que cette lettre représente, en prenant soin que toutes les valeurs (tension, courant, résistance) soient exprimées avec des unités de mesure de même système.

Employant le système de mesure pratique, nous exprimons la tension en volts, le courant en ampères, et la résistance en ohms.

En connaissant et la formule qui représente la loi d'Ohm et la façon d'exprimer les valeurs des différents termes, nous pouvons maintenant donner un exemple pratique.

Exemple : on désire faire circuler un courant de 2A dans un fil de cuivre qui a une résistance totale de 4 ohms. Quelle tension devra être appliquée aux extrémités du fil ?

Solution du problème : en substituant aux lettres de la formule les valeurs respectives, nous aurons :  $V = 2A \times 4\Omega$  et, en exécutant l'opération de la multiplication, nous obtenons  $V = 8$  volts.

Si, au lieu d'unités, les différentes grandeurs étaient indiquées par des multiples et des sous-multiples de ces unités, nous prendrions soin d'exécuter les opérations nécessaires à leur réduction.

Vous pourrez trouver des explications nombreuses sur ce calcul dans les leçons du formulaire avec de multiples exemples et tableaux.

Revenant à la loi d'Ohm, nous pouvons encore l'exprimer sous d'autres formes ; au lieu de connaître la valeur du courant et de la résistance, il peut arriver, que l'on sache la valeur de la tension appliquée aux extrémités du conducteur ainsi que la résistance du conducteur, et que l'on désire déterminer la valeur du courant qui le traverse.

De la formule précédente, on obtient la nouvelle relation :

$$I = \frac{V}{R}$$

(I = courant en ampères  
 (V = tension en volts  
 (R = résistance en ohms

que l'on peut exprimer ainsi :

" En divisant la valeur de la tension appliquée à un conducteur par la valeur de la résistance de ce conducteur, on obtient la valeur du courant qui le traverse".

Cette nouvelle expression dérive directement de la précédente, et toutes deux énoncent toujours la même loi présentée sous une forme différente.

Dans le premier cas, on connaissait le COURANT et la RESISTANCE et on devait trouver la TENSION ; dans le deuxième cas , on a la TENSION et la RESISTANCE et on désire obtenir le COURANT.

Il existe encore la possibilité d'un troisième cas, dans lequel on connaît la TENSION appliquée à un conducteur, le COURANT qui le traverse ; si l'on désire savoir la résistance du conducteur, on doit alors écrire la formule de la façon suivante :

$$R = \frac{V}{I}$$

(R = résistance en ohms  
 (V = tension en volts  
 (I = courant en ampères

Nous vous rappelons que la loi fondamentale est toujours la même :

seule change la façon suivant laquelle on doit l'exprimer. Dans chaque cas, en connaissant deux grandeurs, on peut facilement remonter à la troisième que l'on doit déterminer : il est nécessaire, mais suffisant, d'appliquer l'une ou l'autre des formules pour obtenir la valeur désirée.

Si l'on connaît seulement une des trois grandeurs, le problème reste indéterminé : il est indispensable d'en connaître deux pour pouvoir définir la troisième. Souvent, en pratique, il y a lieu d'obtenir la mesure d'un des trois éléments fondamentaux ; en appliquant la loi d'Ohm on peut remonter à la valeur de cette troisième grandeur que l'on ne peut pas pratiquement mesurer.

#### 1.2- Loi de Joule -

Nous avons déjà vu que le courant électrique, en passant dans un conducteur présentant une résistance quelconque, provoquait un échauffement de ce conducteur qui dépendait de la résistance du conducteur, de l'intensité du courant et du temps pendant lequel passait le courant.

La loi qui exprime d'une façon précise ce phénomène est appelée LOI DE JOULE et les mots que nous avons écrits pour l'exprimer sont résumés dans la formule suivante :

$$\underline{Q = 0,24 \times R \times I^2 \times t}$$

(Q = quantité de chaleur dégagée en petites calories

(R = résistance en ohms

(I = courant en ampères

(t = temps en secondes

(0,24 = rapport entre les unités de mesures calorifiques et les unités de mesures électriques.

Il faut se rappeler que les petites calories sont les sous-multiples de l'unité de mesure qui sert à exprimer l'unité de chaleur, c'est-à-dire la calorie : elles en sont la millième partie.

Avec la loi de Joule, nous pouvons calculer la quantité de chaleur développée par un courant électrique déterminé, lorsqu'il passe à travers un conducteur dont on connaît la résistance.

Cette quantité de chaleur représente aussi le travail du courant électrique dans le conducteur : pour calculer ce travail nous nous servirons de la loi de Joule.

L'unité de mesure de travail électrique est le Joule qui représente LE TRAVAIL QU'EFFECTUE LA CHARGE ELECTRIQUE D'UN COULOMB (c'est-à-dire d'un ampère par seconde), SOUMIS A L'INFLUENCE D'UNE DIFFERENCE DE POTENTIEL D'UN VOLT

Nous pouvons écrire sous une forme nouvelle la loi de Joule :

$$W = V \times I \times t$$

(W = travail en joules  
 (V = tension en volts  
 (I = courant en ampères  
 (t = temps en secondes

Nous nous rappellerons que cette formule dérive de celle écrite précédemment.

### 1.3- Puissance électrique -

En connaissant le travail exécuté dans l'unité de temps, on peut calculer la puissance correspondante ; la loi qui exprime la puissance électrique en fonction de la tension et du courant peut être écrite sous la forme mathématique suivante :

$$\underline{P = V \times I}$$

(P = puissance électrique en watts  
 (V = tension en volts  
 (I = courant en ampères

Cette formule a la signification suivante :

"La valeur de la puissance dissipée dans un conducteur électrique est égale au produit de la différence de potentiel appliquée à ce conducteur par l'intensité du courant qui le traverse".

L'unité de mesure de la puissance électrique est le WATT. Il correspond à la PUISSANCE DISSIPÉE DANS UN CONDUCTEUR AUQUEL ON APPLIQUE UNE TENSION D'UN VOLT ET DANS LEQUEL PASSE UN COURANT D'UN AMPÈRE.

Des formules fondamentales écrites pour ces différentes lois, dérivent, comme on l'a montré au sujet de la loi d'Ohm, d'autres formules qui permettent de calculer l'une ou l'autre des grandeurs qui y sont contenues.

Toutes ces formules sont rassemblées dans notre formulaire avec les explications nécessaires et les exemples correspondants.

Nous résumerons maintenant ce qui vient d'être dit au chapitre précédent.

Connaître la loi qui gouverne un phénomène quelconque signifie pouvoir calculer une grandeur inconnue, appartenant au phénomène, en fonction des autres grandeurs connues.

De la formule mathématique qui exprime cette loi, nous pouvons déduire d'autres formules qui servent à mettre en évidence la grandeur inconnue et à la calculer plus facilement.

En électrotechnique et en radioélectricité, comme dans toutes les autres branches de la physique, les lois fondamentales ont reçu un nom qui est généralement celui du savant qui a le plus efficacement contribué à l'étude de ces lois.

L'emploi très fréquent des lois que nous avons examinées vous les rendra familières et vous permettra d'apprécier leur importance.

## 2- LISTE ET EXPLICATIONS DES MOTS TECHNIQUES DE LARGE EMPLOI -

En radioélectricité on fait un large emploi de termes techniques, c'est-à-dire de mots qui ont une signification particulière. Pour faciliter la compréhension de ce qui vous sera ensuite expliqué, il est nécessaire de connaître la signification de ces mots ; on leur en ajoutera d'autres par la suite.

D'autres termes techniques sont répertoriés dans le dictionnaire de radio que vous recevrez à partir du 9eme groupe de leçons.

### 2.1- Cause, source, générateur -

A tout ce qui peut produire de l'électricité, on donne le nom de SOURCE ou de GENERATEUR d'électricité. On dit ainsi qu'une pile est une source d'énergie électrique ou bien un générateur d'électricité.

### 2.2- Bornes -

Les extrémités par où sort le courant d'un générateur, ou les extrémités d'entrée par où rentre le courant s'il s'agit d'un circuit d'utilisation, s'appellent BORNES ou ELECTRODES.

### 2.3- Charge ou circuit d'utilisation -

Par les mots CHARGE ou UTILISATION, on entend indiquer l'ensemble des appareils qui exploitent l'énergie électrique fournie par une source.

Cette charge peut être de nature différente (radiateur électrique, moteur, radiorécepteur, etc ...).

#### 2.4- Circuit électrique -

Le parcours effectué par un courant électrique à travers les conducteurs, ou à travers n'importe quel appareil électrique qui est connecté, s'appelle CIRCUIT ELECTRIQUE.

A la Fig. I- on a représenté un circuit électrique formé d'un générateur d'énergie électrique, de deux conducteurs de raccordement et d'un circuit d'utilisation constitué par une simple lampe.

Dans ce circuit électrique, le courant développé par la force électromotrice de la pile, circule dans le sens indiqué par la flèche.

On divise habituellement ce circuit en deux parties principales par rapport aux deux points indiqués A et D, c'est-à-dire par rapport aux deux bornes du générateur.

On a un circuit interne au générateur et un circuit externe au générateur. Le circuit interne est constitué par le générateur lui-même, et, dans cet exemple, par la solution dans laquelle sont plongées les électrodes de la pile et les lames métalliques qui forment ces électrodes.

Le circuit externe est, au contraire, formé par les deux conducteurs AB et CD et par le filament de la lampe, qui est l'utilisation. Si le générateur était du type électromagnétique il aurait un circuit interne formé par le

fil qui constitue la partie tournante du générateur. Sur la figure 1, le circuit interne a été dessiné par une ligne pointillée.

D'habitude, lorsqu'on parle d'un circuit électrique, on sous-entend celui qui est externe à la source ; lorsqu'on veut parler du circuit interne, il est bon de le spécifier.

On peut aussi considérer un circuit externe et un circuit interne par rapport à l'utilisation ; ainsi, le filament de la lampe (fig 1-) représente le circuit interne et tout le restant (conducteur et pile) est le circuit externe. Cette façon de considérer les choses est plus rare, mais il peut être quelquefois nécessaire de l'employer pour faciliter l'explication.

#### 2.5- Circuit ouvert ou fermé -

Lorsqu'un des conducteurs formant un circuit électrique est interrompu et que le courant ne peut plus circuler, on dit que le circuit électrique est OUVERT, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de continuité conductrice entre tous les points successifs qui forment le circuit. Au contraire quand cette continuité existe, on dit que le circuit est FERMÉ.

Si l'on sectionne un des conducteurs indiqués à la figure 1- et qu'on en raccorde les extrémités avec un matériau isolant, le circuit reste toujours ouvert parce que, bien qu'il ait une continuité mécanique, on n'a pas pourtant de continuité électrique.

Pour transformer un circuit fermé en circuit ouvert, et vice-versa on emploie un dispositif nommé **INTERRUPTEUR**.

La Fig. 2- représente le même circuit que la figure précédente, mais on y a ajouté un interrupteur qui permet de transformer à volonté le circuit d'ouvert en fermé.

### 2.3- Schéma électrique.

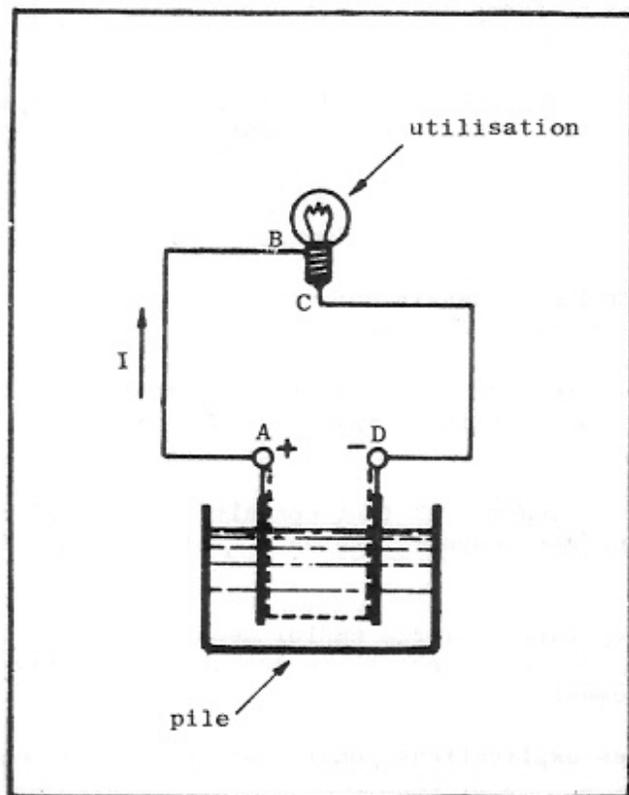
On appelle **SCHEMA ELECTRIQUE** le dessin qui représente, avec des symboles, un circuit électrique avec tout ce qui le compose.

Le schéma est le moyen de représenter d'une façon compréhensible n'importe quel circuit, sans recourir à des dessins compliqués ou à de longues explications.

Pour pouvoir comprendre un schéma, il faut connaître la signification des symboles employés, de même que, pour pouvoir lire un mot, il faut connaître toutes les lettres qui le composent.

En radioélectricité, on fait un large emploi des schémas électriques et, au cours des leçons pratiques, je vous ferai faire quelques exercices pour vous apprendre à les interpréter facilement.

Je vous renvoie, pour les explications complémentaires, à la leçon pratique correspondante.



Je me bornerai ici à vous dessiner (Fig. 3) :

- Un conducteur ayant une résistance élevée, qui s'appelle RESISTANCE.
- Un dispositif ayant une capacité élevée, c'est-à-dire un CONDENSATEUR.
- Une bobine d'inductance (Solénoïde) c'est-à-dire une SELF.

Les trois symboles dessinés représentent trois éléments qui font partie de la plupart des circuits électriques et qui sont fondamentaux pour le dessin des schémas.

### 2.7- Raccordement des éléments constitutifs d'un circuit électrique.

Si l'on doit raccorder, momentanément, deux circuits d'utilisation à une seule et même source d'énergie, il existe deux possibilités :

- le raccordement en série, et,
- le raccordement en parallèle.

- Fig. I -

Voyons en quoi consistent ces deux systèmes de raccordement :

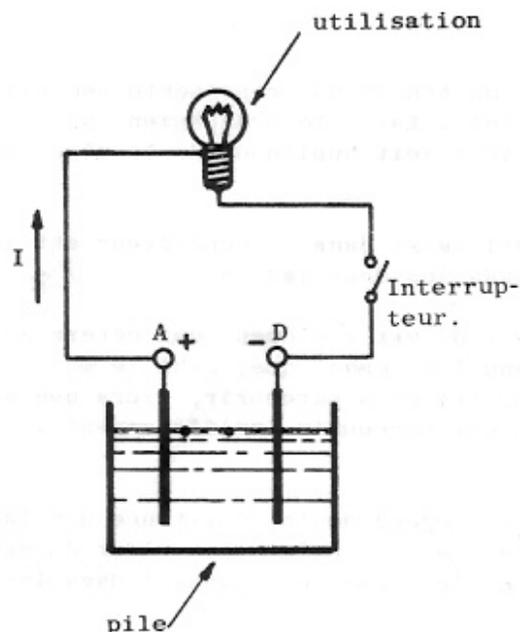
### Branchement en série :

A la Fig. 4- on a dessiné un schéma qui représente une pile à laquelle sont raccordées deux lampes.

Le branchement entre les deux lampes a été fait de façon que le courant qui circule dans la lampe N° 1- passe aussi dans la lampe N° 2-

Ce type de raccordement s'appelle BRANCHEMENT EN SERIE. Dans tout le circuit passe un seul courant "I" qui est égal dans tous les constituants du circuit et même dans le générateur.

La valeur du courant, dans le raccordement en série, dépend de la somme des résistances internes des lampes et cette valeur peut être calculée en appliquant la loi d'Ohm



- Fig. 2 -

Si on interrompt le filament d'une des lampes reliées en série, on interrompt le circuit et le courant devient nul.

#### Raccordement en parallèle :

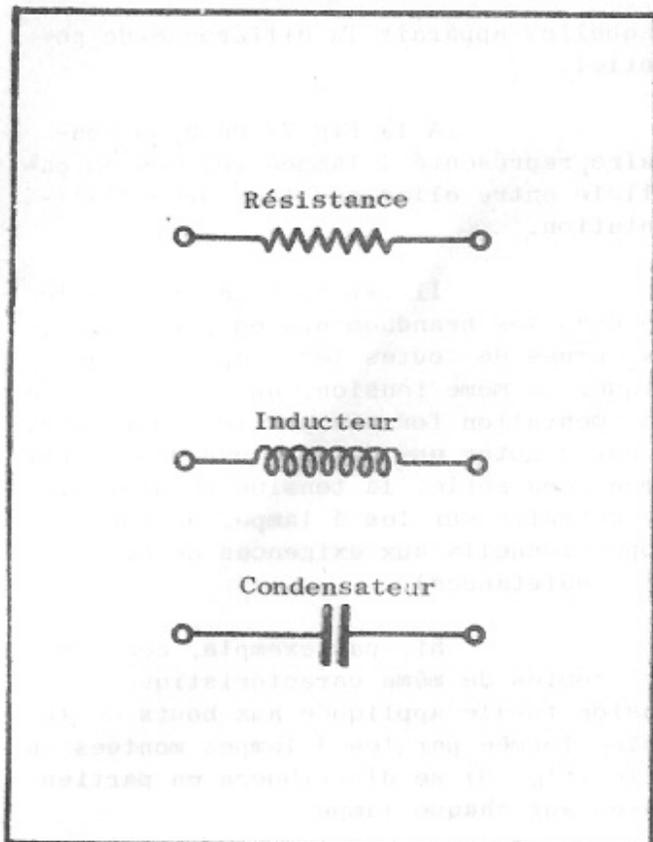
A la Fig. 5- on a dessiné un schéma qui représente une pile à laquelle on a raccordé les deux lampes. Mais cette fois, le branchement a été fait de façon que la tension fournie par le générateur soit appliquée de la même façon aux deux lampes.

Dans ce cas, le courant qui passe dans le générateur est la somme des deux courants " $I_1$ " et " $I_2$ " qui passent dans les deux lampes.

En se rappelant que la tension est l'élément qui détermine les charges électriques à se déplacer, on comprend facilement que, dans le montage ou branchement en série, les charges ont un seul trajet à parcourir, alors que dans le cas du montage en parallèle, les charges peuvent parcourir indifféremment les deux trajets qui se présentent.

La valeur des deux courants dépend de la résistance des lampes. De même pour le raccordement en parallèle, on peut connaître la valeur du courant total issu de la pile en faisant la somme des courants qui passent dans les deux lampes.

A leur tour, ces deux courants peuvent être calculés en appliquant la loi d'Ohm à chaque branche formée par les deux lampes.



- Fig. 3 -

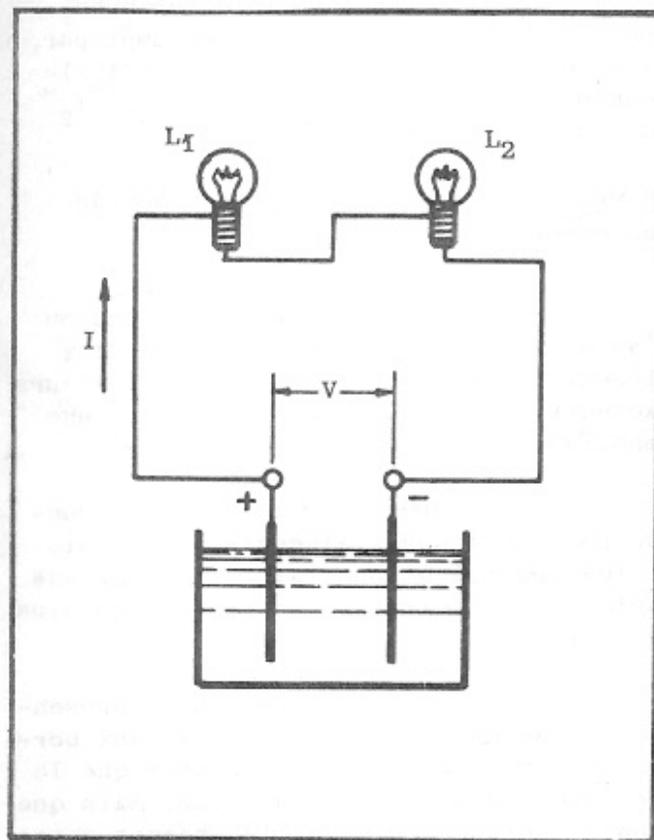
Dans ce cas du branchement en parallèle, si on interrompt par exemple le filament de la lampe N°1- le courant total sera le seul courant " $I_2$ " qui passe à travers la lampe " $L_2$ "

Observations sur les deux systèmes de raccordement.

Le choix d'un système ou d'un autre dans le branchement de deux éléments d'un circuit dépend de plusieurs facteurs qui, chaque fois, prennent une importance différente.

Les exemples ont été donnés pour deux seuls éléments du circuit, et les considérations faites restent valables si les éléments sont trois ou plus de trois.

A la Fig.6- sont représentées 4 lampes branchées en série aux bornes du générateur. Il faut noter que le générateur n'a plus été dessiné, mais que l'on a indiqué seulement les bornes entre



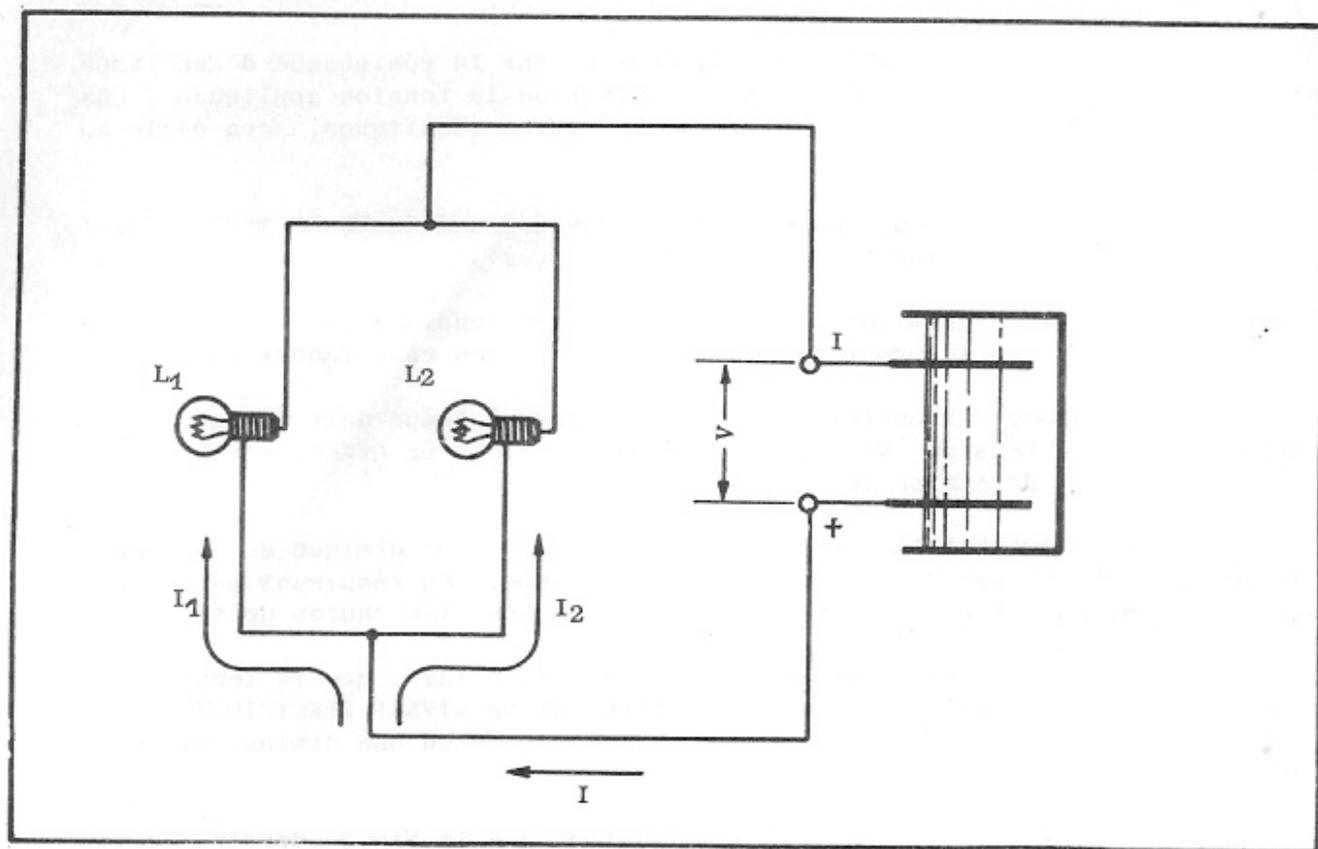
- Fig. 4 -

lesquelles apparait la différence de potentiel.

A la Fig.7- on a, au contraire, représenté 4 lampes reliées en parallèle entre elles sur la source d'alimentation.

Il est clairement visible que dans les branchements en parallèle, aux bornes de toutes les lampes est appliquée la même tension, qui est celle de l'alimentation fournie par le générateur. Il est à noter que, dans le cas des raccordements en série, la tension se distribue au contraire sur les 4 lampes de façon proportionnelle aux exigences de ces lampes (résistances).

Si, par exemple, ces lampes sont toutes de même caractéristique, la tension totale appliquée aux bouts de la chaîne formée par les 4 lampes montées en série (Fig. 5) se distribuera en parties égales sur chaque lampe.



- Fig. 5. -

En multipliant la valeur du courant par la résistance d'une lampe, on peut connaître, grâce à la loi d'Ohm, la valeur de la tension appliquée à chaque lampe. Cette valeur, dans le cas de lampes toutes identiques, sera égale au quart de la tension totale "V".

On dira alors que chaque lampe provoque une CHUTE DE TENSION égale au quart de la tension appliquée à la chaîne de lampes.

L'expression citée ci-dessus (chute de tension) est très employée parce qu'elle représente la propriété des branchements de résistances en série.

La somme des chutes de tension de chaque lampe doit toujours donner comme valeur, la tension "V" appliquée à l'ensemble : en effet, c'est cette dernière tension qui détermine les autres.

En réduisant la tension totale appliquée, on diminue de la même façon les différentes chutes de tension sur chaque lampe. En réduisant par exemple de moitié la tension totale, on diminue de moitié toutes les chutes de tension.

Je vous rappelle encore, pour être plus clair, que la tension ou différence de potentiel signifie toujours DIFFERENCE DE NIVEAU ELECTRIQUE ; à chaque chute de tension, c'est-à-dire de potentiel, correspond une diminution de niveau électrique.

La Fig.8- représente le même circuit que la Fig.6- dessiné de façon à représenter les chutes de potentiel apparaissant sur les différentes lampes.

La puissance totale disponible est distribuée sur les 4 lampes de la même façon, car le courant qui circule est égal et, de même, sont égales les chutes de potentiel sur les lampes.

Ainsi, sur chaque lampe se dissipe une puissance égale au quart de la puissance totale.

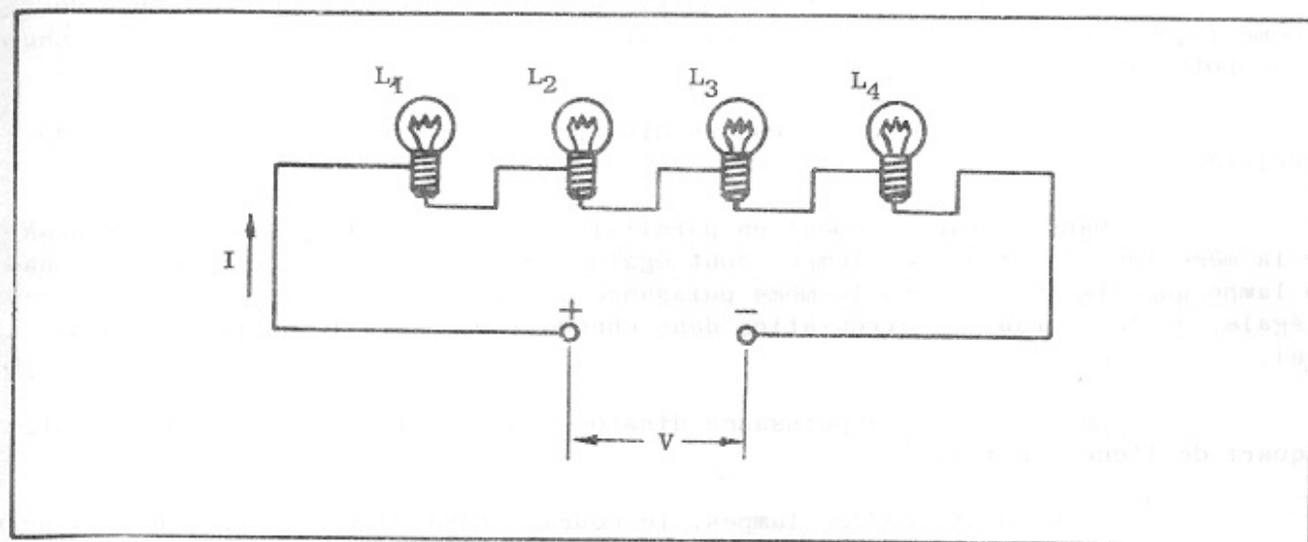
Dans le raccordement en parallèle, toutes les lampes sont branchées sur la même tension et, si les lampes sont égales, on aura le même courant dans chaque lampe qui dissipera alors la même puissance : ici ce sera la tension qui restera égale, et le courant de circulation dans chaque lampe sera le quart du courant total.

La valeur de la puissance dissipée sur une lampe est toujours égale au quart de l'énergie totale.

En coupant une des lampes, le courant total diminue ainsi que la puissance totale, la tension appliquée restant la même.

#### Raccordement d'éléments hétérogènes :

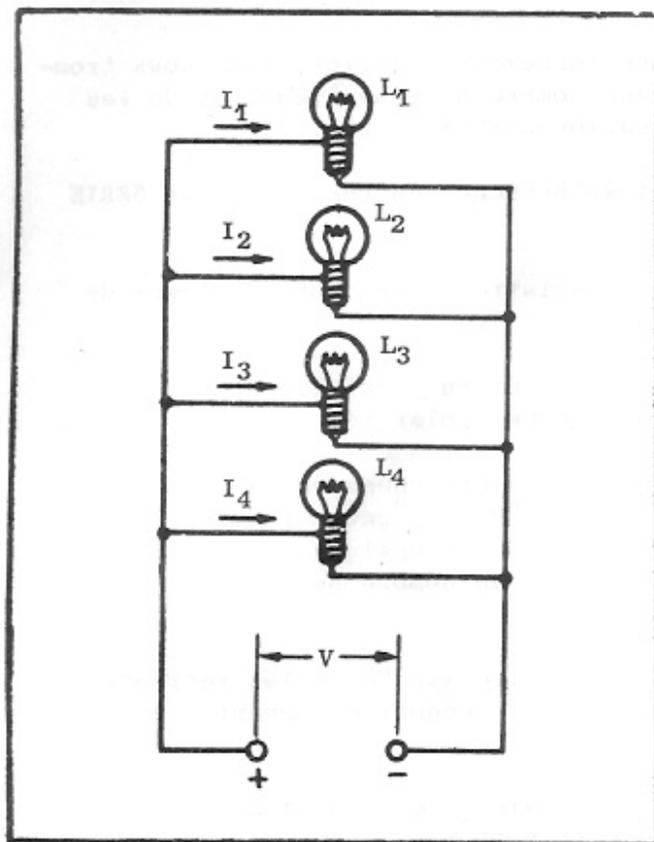
Le branchement en série ou en parallèle peut être fait avec des éléments identiques, ou bien avec des éléments différents ; on peut, par exemple, raccorder en série une résistance, un condensateur et une self, comme à la Fig. 9- ou disposer ces mêmes éléments en parallèle, comme à la Fig. 10-



- Fig. 3 -

Raccordement mixte :

Les éléments qui forment le circuit électrique ne sont pas toujours raccordés soit en série, soit en parallèle. Il peut y avoir des combinaisons dans lesquelles quelques éléments sont en parallèle puis raccordés en série avec d'autres éléments.



- Fig. 7 -

Ces différents raccordements, qui résultent du mélange du branchement en série avec celui en parallèle, sont appelés BRANCHEMENTS MIXTES.

La Fig. 11- représente le schéma de deux résistances branchées en parallèle, et, à leur tour, raccordées en série à une self et à un condensateur.

Les combinaisons qui peuvent être faites avec les différents éléments d'un circuit, bien qu'elles soient complexes, peuvent toujours être ramenées aux deux types fondamentaux.

### 2.8- Raccordement des générateurs d'énergie électrique.

On a déjà dit qu'un générateur pouvait fournir une quantité déterminée d'énergie dans l'unité de temps, c'est-à-dire qu'il pouvait fournir une puissance qui dépende du type de générateur et de ses dimensions.

Si le circuit d'utilisation

a besoin d'une puissance plus grande pour un fonctionnement régulier, nous nous trouvons dans la nécessité de recourir à un plus grand nombre de générateurs et de les raccorder de telle façon que le circuit d'utilisation soit alimenté.

Les générateurs peuvent également se brancher en PARALLELE, en SERIE ou de façon MIXTE.

Voyons alors quelles sont les caractéristiques des deux systèmes de raccordement dans le cas des générateurs :

Branchement en parallèle des générateurs. Le branchement en parallèle se fait en raccordant ensemble toutes les électrodes ayant les mêmes polarités.

La Fig. I2- représente 3 piles identiques branchées en parallèle sur un circuit extérieur : aux bornes indiquées par "A" et "B", on peut brancher la charge, en rappelant que la puissance disponible dans ce cas est égale à trois fois celle fournie par une seule pile, parce que les piles sont au nombre de 3, et que toutes peuvent fournir du courant, donc de la puissance.

Pour donner un exemple simple, on peut dire que les piles représentent trois réservoirs d'eau qui pourraient alimenter une seule conduite amenant l'eau au point d'utilisation.

La tension aux bornes "A" et "B" est égale à la tension qui existe aux bornes d'une seule pile ; il est nécessaire de préciser tout de suite qu'il est indispensable que les trois piles aient la même force électromotrice pour éviter qu'une pile ne puisse se décharger sur l'autre.

En revenant à notre comparaison hydraulique, cela revient à dire que tous les réservoirs doivent avoir le même niveau de liquide, pour éviter que le réservoir ayant un niveau plus élevé ne se déverse dans ceux qui ont un niveau plus bas, jusqu'à ce que s'établisse un niveau commun dans tous les réservoirs.

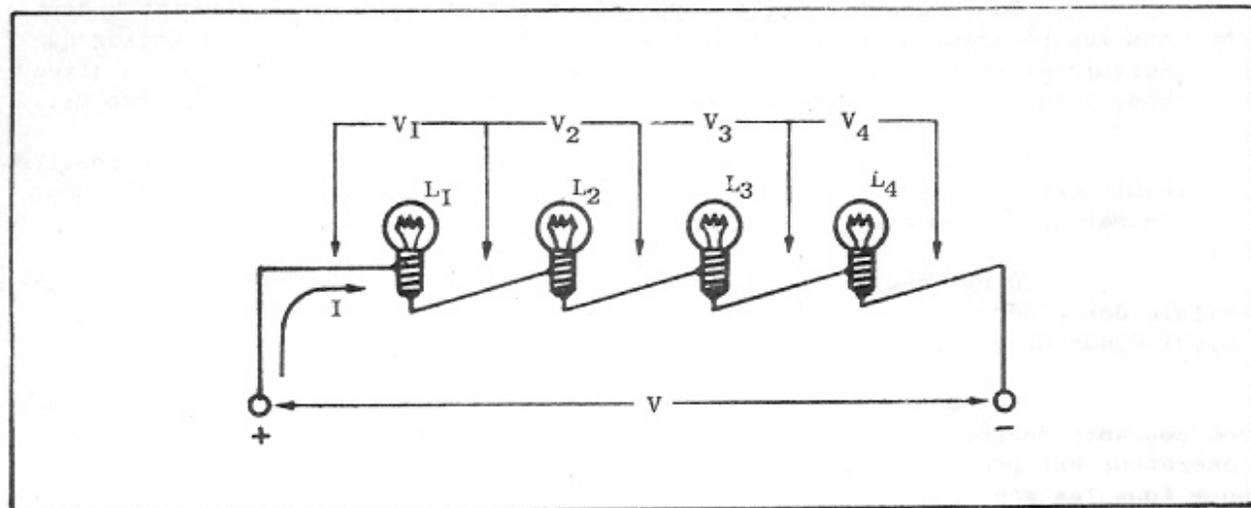
Ce qui nous intéresse, c'est de fournir toute la puissance possible au circuit externe : on doit alors éviter des pertes de puissance nuisibles pour les générateurs eux-mêmes.

D'après ces considérations, il est clair que le branchement en parallèle des générateurs ne doit être fait seulement qu'avec des générateurs qui soient égaux ou qui présentent la même force électromotrice aux électrodes.

Le courant qui circule dans le circuit d'utilisation est la somme des courants fournis par les générateurs, et la puissance développée par chaque générateur est proportionnelle au courant qu'il produit, la tension étant égale pour tous les générateurs.

Branchement en série des Générateurs. Le branchement en série des générateurs se fait en liant successivement le pôle négatif d'un générateur avec le pôle positif du générateur suivant, ainsi qu'il est indiqué à la Fig. 13-.

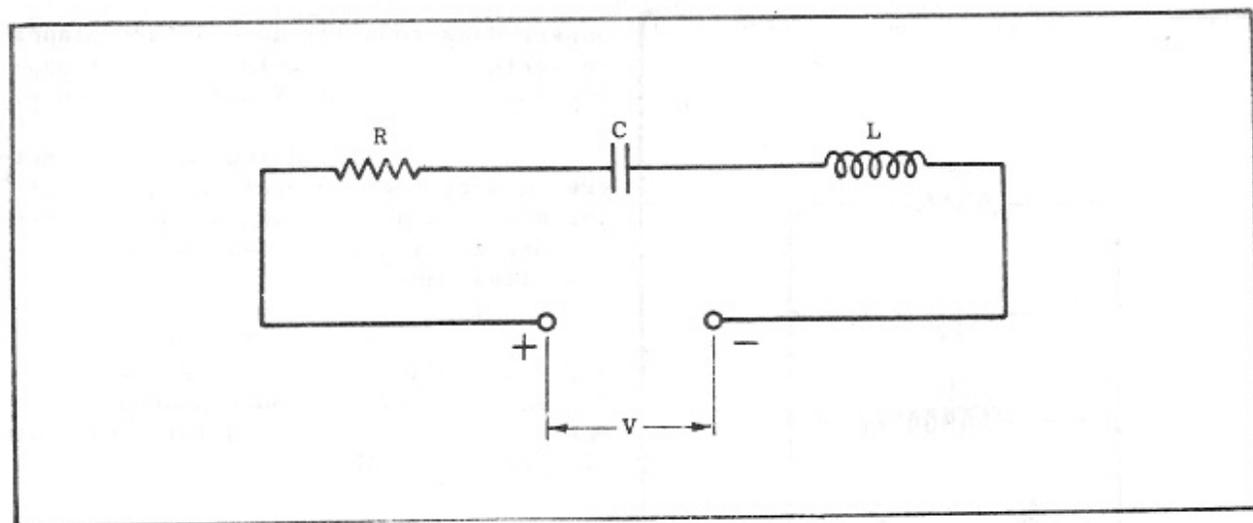
Aux extrémités de la chaîne formée par les générateurs, tous identiques, ainsi raccordés, deux pôles de signe contraire restent libres, et tout l'ensemble se comporte comme un générateur unique dont la force électromotrice est la somme des forces électromotrices de chaque générateur pris individuellement.



- Fig. 8 -

Par analogie avec l'hydraulique, on peut dire que les 3 piles dessinées se comportent comme trois pompes pouvant chacune rapporter l'eau à un niveau plus élevé ; le niveau total auquel pourra être élevée l'eau sera la somme de toutes les élévations opérées par chaque pompe.

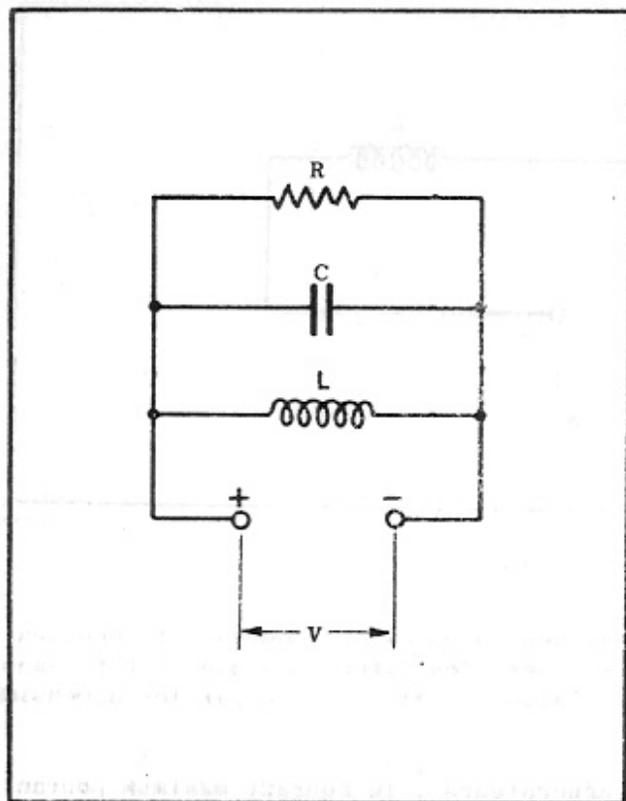
Dans cet exemple, on comprend que la quantité de l'eau qui peut



- Fig. 9 -

passer dans les pompes dépend des dimensions des tubes et des pompes : il convient donc de choisir des pompes qui aient, entre elles, des dimensions égales car, sans cette précaution, la quantité d'eau en circulation serait limitée par les dimensions de la pompe la plus petite.

Il en est de même pour les générateurs ; le courant maximum pouvant



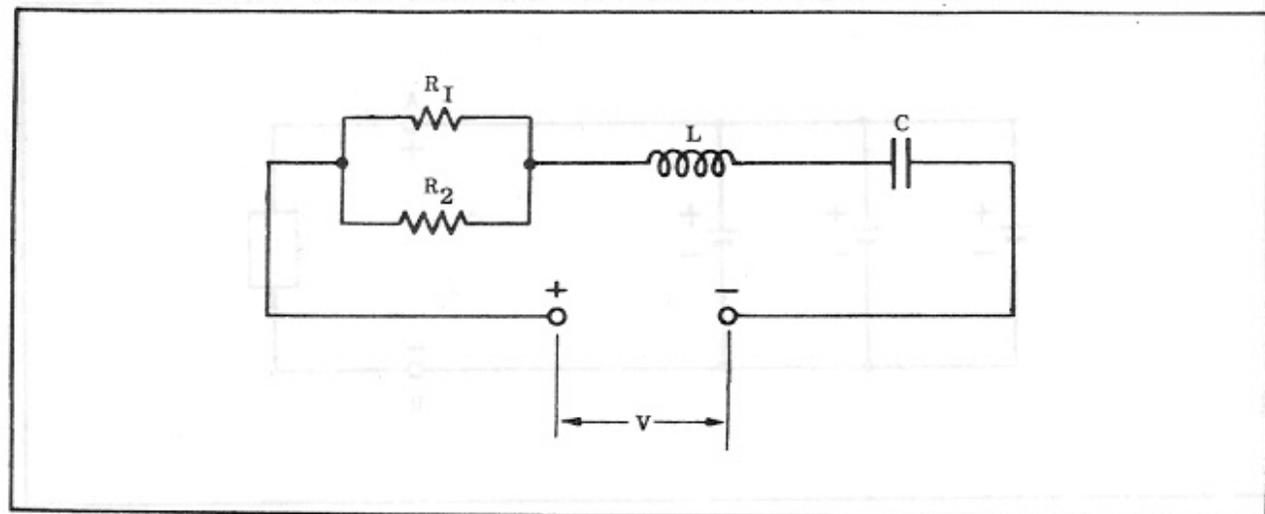
- Fig. 10 -

passer dans tous les générateurs placés en série est égal à celui qui peut passer dans le plus petit des générateurs.

Il convient ainsi de mettre en série des générateurs qui aient les mêmes caractéristiques, afin d'obtenir une meilleure utilisation des sources elles-mêmes.

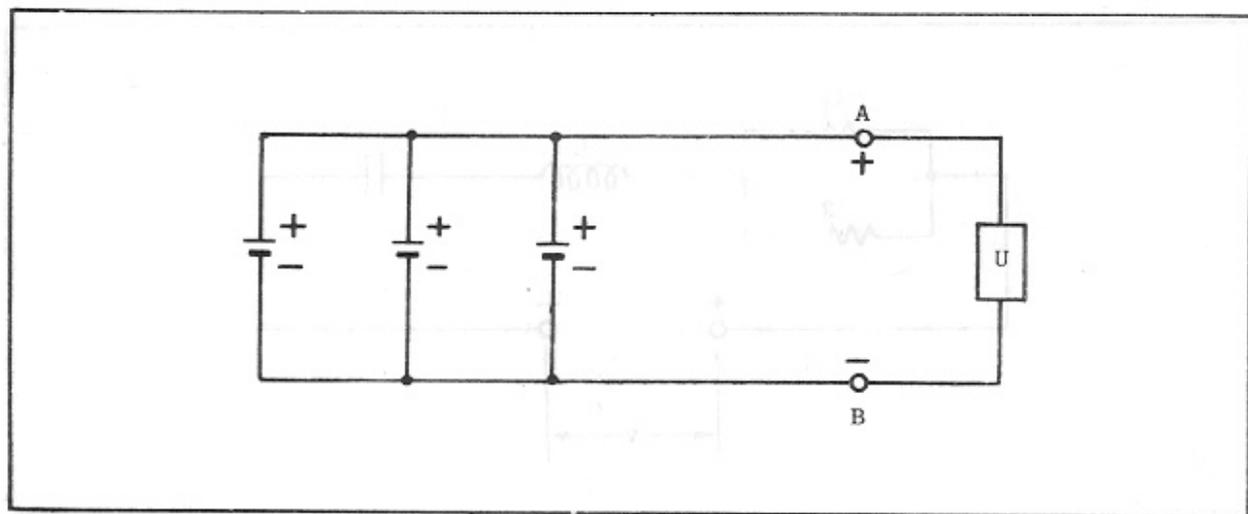
Quant à la puissance fournie par un ensemble de piles comme celui dessiné à la Fig. 13- nous pouvons affirmer qu'elle est égale à 3 fois celle fournie par une seule pile.

En effet, le courant qui passe dans le circuit d'utilisation est, dans ces conditions, égal à celui que pourrait fournir une pile toute seule. Mais la tension est triple et, par conséquent, la puissance, calculée en multipliant la valeur du courant par la valeur de la tension, est effectivement trois fois supérieure.



- Fig. II -

En comparant ce système de branchement avec celui en parallèle, nous pouvons noter que le branchement en parallèle de générateurs égaux peut fournir des valeurs de courant très élevées en maintenant la même tension, alors qu'avec le branchement en série on peut obtenir des valeurs élevées de la tension en maintenant le courant à la même valeur.



- Fig. 12 -

Le choix entre les deux systèmes de branchement est lié aux nécessités pratiques, et on choisit l'un ou l'autre type suivant le circuit d'utilisation.

Les raisonnements qu'on a fait sur les piles sont valables sur tous les autres types de générateurs.

Branchement mixte : Pour des nécessités pratiques, il peut y avoir intérêt à effectuer des branchements mixtes qui soient à la fois : série et parallèle.

La Fig. 15- représente un de ces branchements : entre "A" et "B" sont connectées en série trois piles, ainsi qu'entre "C" et "D".

Ces deux groupes de piles sont connectés en parallèle entre eux.

Pour calculer la tension qu'on obtient aux bornes de l'utilisation, on fait la somme des tensions obtenues avec les raccordements en série des deux groupes de piles (dans l'exemple, il est de 3 volts), et on calcule le courant maximum que l'on peut obtenir en raccordant les deux groupes en parallèle (Fig. 15 B).

A la Fig. 15 C- est dessiné un schéma équivalent à celui de la Fig. 15 A- La pile dessinée (Fig. 15 C) représente, seule, toutes les autres raccordées de façon mixte : on comprend ainsi que l'une des raisons pour lesquelles on procède à de tels branchements est de pouvoir obtenir des complexes d'alimentation qui puissent répondre à des choix de tension et de courant déterminés.

#### 2.9- Court circuit :

Nous savons qu'en raccordant un générateur à un circuit d'utilisation, il circulera un courant dont la valeur dépend de la tension appliquée et de la résistance du circuit.

Le circuit d'utilisation peut être une lampe, un radiateur électrique, ou quelque chose de similaire, et la résistance du circuit d'utilisation doit

être telle qu'il doit avoir un fonctionnement régulier, c'est-à-dire une dissipation de puissance proportionnée aux dimensions de l'appareil et à celles du générateur qui fournit la puissance.

Si, au contraire, il est demandé au générateur un courant plus grand que celui qu'il peut fournir, même si les lignes de transmission et tous les éléments du circuit (contacteurs, ampèremètres et autres appareils) le supportent sans s'abîmer, il y a COURT CIRCUIT.

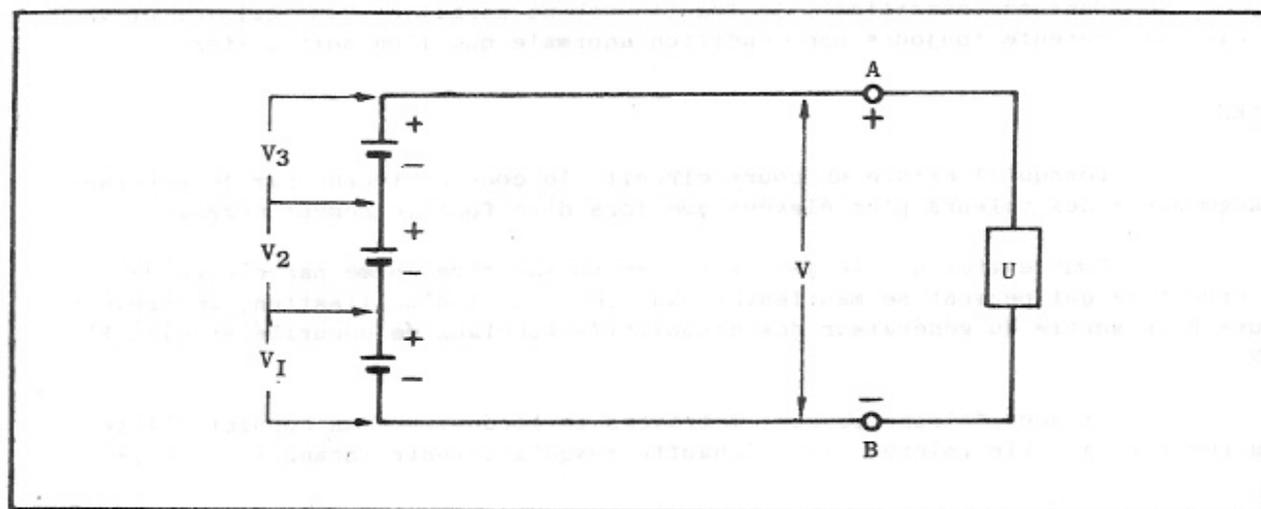
Cela arrive toujours lorsqu'on met directement en contact, par l'intermédiaire d'un conducteur de faible résistance, deux fils d'une même ligne ou les bornes d'un générateur.

Pour mieux comprendre cela, donnons un exemple :

Supposons un réservoir plein d'eau. Si le fond a un trou, l'eau sortira par ce trou. Plus le trou sera petit, plus le réservoir mettra de temps à se vider parce que l'eau rencontrera une résistance à sa sortie. Si, au contraire, le trou est plus grand, l'eau rencontrera moins de résistance et le réservoir se videra plus vite.

Si, d'un seul coup, nous supprimons tout fond au réservoir, l'eau ne trouvera plus aucune résistance et le réservoir se videra instantanément.

Cela équivaut à réunir les bornes de la pile avec un conducteur qui ne présente aucune résistance. La pile donne immédiatement toute son énergie en se déchargeant en quelques secondes : nous avons donc réalisé un court circuit.



- Fig. I3 -

L'expression court-circuit peut être employée pour les éléments du circuit autres que les générateurs.

On peut dire, par exemple, qu'une résistance ou un condensateur sont en court circuit lorsque leurs extrémités sont réunies par un conducteur de résistance négligeable.

Dans ces conditions, le fonctionnement normal ne peut exister et le court circuit présente toujours une condition anormale que l'on doit éviter.

#### FUSIBLES :

Lorsqu'il existe un court circuit, le courant fourni par le générateur augmente à des valeurs plus élevées que lors d'un fonctionnement normal.

Pour éviter que le générateur ne puisse être abimé par d'éventuels court circuits, qui peuvent se manifester dans le circuit d'utilisation, on prévoit toujours à la sortie du générateur des dispositifs spéciaux de sécurité appelés FUSIBLES.

Si nous faisons passer, à travers un conducteur, un courant d'intensité supérieure à celle tolérée, il s'échauffe jusqu'à devenir incandescent puis il fond.

Si, donc, dans un point quelconque du circuit nous mettons en série un conducteur spécial calculé pour qu'il fonde lorsqu'il est traversé par une intensité de courant excessive, nous aurons ainsi empêché les échauffements successifs provoqués par un courant trop élevé. La fusion du conducteur interrompt la continuité du circuit en travaillant comme un interrupteur.

Supposons que nous ayons une pile raccordée à une ligne, à travers les fusibles " $F_1$ " et " $F_2$ " calculés de telle façon que le maximum qu'ils puissent supporter soit de 3 ampères au plus (Fig. I6).

Ceci veut dire que si l'intensité du courant est supérieure à cette valeur, les fusibles fondent et interrompent le circuit.

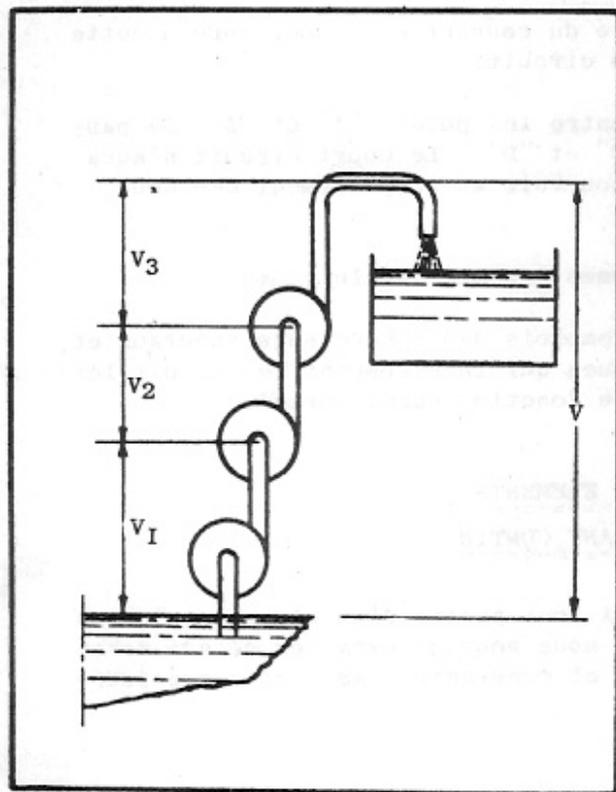
S'il survient un court circuit entre les points "A" et "B", le passage du courant sera arrêté par la fusion de "C" et "D". Le court circuit n'aura occasionné aucun dommage ; on devra seulement pourvoir au remplacement des deux fusibles.

Le conducteur le plus employé comme fusible est le plomb.

Pour des intensités élevées, on emploie des conducteurs spéciaux et, mieux encore, des interrupteurs électromagnétiques qui interrompent le circuit lorsque le courant s'élève au dessus de la valeur de fonctionnement normal.

### 3- COMPORTEMENT DE QUELQUES ELEMENTS DANS LES CIRCUITS A COURANT CONTINU

Connaissant quelques éléments qui font partie d'un circuit, c'est-à-dire la résistance, le condensateur et la self, nous pouvons examiner ce qui arrive lorsqu'on leur applique une tension continue et constante comme celle que fournit, par exemple, une pile.



- Fig. 14 -

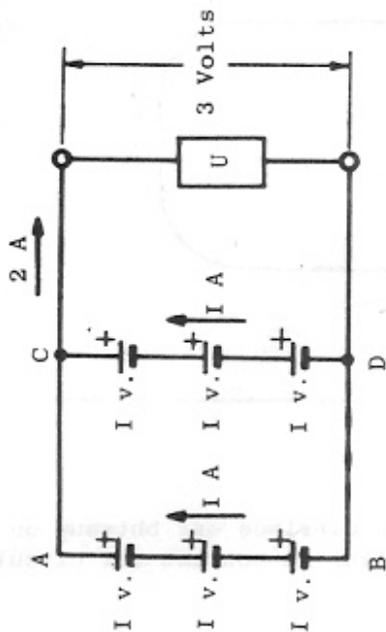
### 3.1- Effet de la tension continue sur la résistance.

Fabriquons une résistance avec un fil issu d'un matériau qui ait une résistivité élevée (c'est-à-dire résistance élevée) en ses dimensions. On peut choisir par exemple un fil de nickel chromé qui, à longueur et diamètre égaux à celui d'un fil de cuivre, présente une plus grande résistance totale.

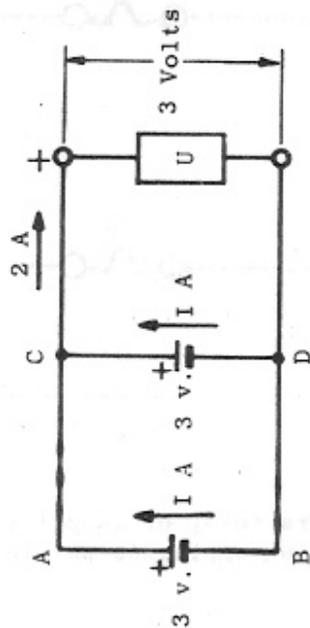
Raccordons maintenant le fil qui forme notre résistance aux bornes d'une pile.

Dès que l'on procède au branchement, un courant commence à circuler dans le fil, et ce courant continue à circuler, toujours dans le même sens et avec une même intensité, jusqu'à ce que l'on interrompe le circuit en enlevant la résistance

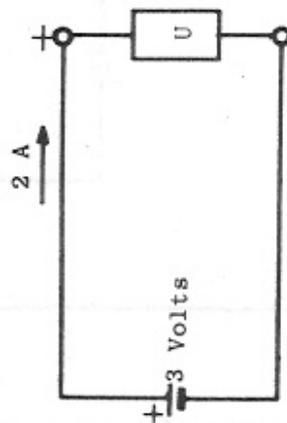
La valeur du courant qui circule se calcule avec la loi d'Ohm que



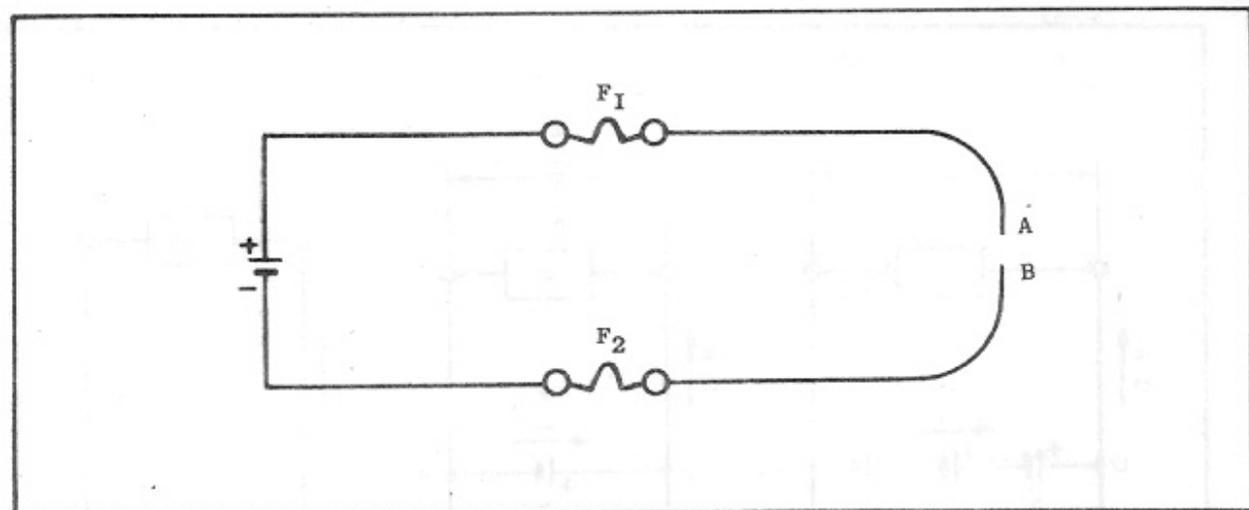
-Fig. 15 A-



-Fig. 15 B-



-Fig. 15 C-



- Fig. 16 -

nous avons déjà vue plusieurs fois, et la puissance dissipée est obtenue en multipliant la valeur de la tension appliquée par la valeur du courant qui circule dans la résistance.

### 3.2- Effet de la tension continue sur l'inductance.

Nous pouvons former une inductance en prenant des fils de cuivre et

en les enroulant autour d'un noyau de fer, c'est-à-dire qu'il s'agit de construire un solénoïde normal avec un noyau auquel nous donnons le nom d'inductance (ou self) pour rappeler que nous utilisons l'effet d'auto-induction qu'il présente.

Il pourrait être aussi sans noyau de fer mais, dans ce cas, nous aurions un effet d'auto induction moins important.

Branchons cette inductance aux bornes d'une pile. Au moment où nous effectuons le raccordement, un courant commence à circuler dans l'inducteur, et ce courant augmente jusqu'à atteindre une valeur normale.

Cependant, dans le bref instant où le courant passe de zéro à la valeur normale, on assiste à un effet d'auto induction en contraste avec la variation du courant. Le passage du courant de zéro à la valeur normale ne se produit pas instantanément (comme dans le cas de la résistance) mais plus lentement et comme avec difficulté. Quand le courant a atteint sa plus grande valeur, il devient alors constant puisque la tension appliquée est constante, et il n'y a plus aucun effet d'autoinduction.

Le courant dans la bobine de la self, dans des conditions normales, dépend seulement de la résistance du fil de cuivre qui constitue la bobine elle-même, et le courant peut atteindre des intensités très élevées, parce que, dans un inducteur de bonne qualité, la résistance électrique est toujours petite.

Théoriquement, les inducteurs ne devraient jamais avoir aucune résistance.

Dès l'instant où l'on interrompt le courant dans la self, il se manifeste à nouveau de l'auto-induction à cause de la variation du courant qui passe de la valeur normale à zéro. Cet effet est appelé : L'EXTRACOURANT ou COURANT DE RUPTURE.

### 3.3- Effet de la tension continue sur le condensateur.

Prenons un condensateur formé par deux lames, entre lesquelles est disposé un isolant spécial, et raccordons-le à une pile.

Dès l'instant où on effectue le branchement, on a un courant qui est appelé COURANT DE CHARGE DU CONDENSATEUR. Il a une valeur initiale très forte puis, à mesure que le condensateur se charge, il diminue jusqu'à se réduire à zéro lorsque le condensateur est complètement chargé. Le condensateur étant complètement chargé, la tension de la pile reste appliquée au condensateur, mais le courant est nul.

Une augmentation de tension peut provoquer, pour un bref instant, une nouvelle circulation de courant ; dès qu'on rejoint la nouvelle condition de charge du condensateur, qui correspond à la plus grande tension appliquée, le courant de - vient de nouveau nul.

En interrompant le circuit, il ne se manifeste aucun phénomène et le condensateur reste chargé. A ses extrémités il existe la même tension que fournit la pile, et, en lui, est emmagasinée une quantité d'électricité qui dépend de la tension appliquée et de la valeur de sa capacité.

Tant que le condensateur reste chargé, en fermant ou en ouvrant le circuit, on n'a aucun courant.

3.4- Effet de la tension continue appliquée à plusieurs éléments branchés de façon mixte (Série/Parallèle).

En branchant plusieurs éléments de façon mixte et en leur appliquant une tension continue, on notera en général qu'à l'instant même où l'on procède à leur raccordement, la valeur du courant change selon des lois complexes.

Après un bref instant initial, il s'établit une condition de fonctionnement normal qui se maintient jusqu'à l'instant où le circuit s'ouvre. L'évolution du courant pendant l'instant initial et sa valeur dans les conditions normales de fonctionnement sont liées à la façon dont sont raccordés les différents éléments : ils seront étudiés chaque fois que s'en présentera la nécessité.

-----

- EXERCICES DE REVISION SUR LA 1ère LECON THEORIQUE -

- 1- Ecrire la loi d'Ohm sous ses différentes formes.
- 2- Quelles sont les unités de mesure des grandeurs qui apparaissent dans la loi d'Ohm ?
- 3- Ecrire la loi de Joule sous ses différentes formes.
- 4- Quelles sont les unités de mesure des grandeurs qui apparaissent dans la loi de Joule ?
- 5- Qu'est-ce que la puissance électrique ? Quelle est son unité de mesure ?
- 6- Qu'est-ce qu'on entend par charge ?
- 7- Qu'est-ce qu'on entend par circuit ouvert ou fermé ?
- 8- Quelle est la différence entre le branchement en série et celui en parallèle ?
- 9- Qu'est-ce qui arrive si on "grille" une lampe disposée en série avec d'autres ?
- 10- Comment s'appellent les branchements dans lesquels les éléments sont disposés partie en série et partie en parallèle ?
- 11- Qu'est-ce que signifie court-circuit ?
- 12- Quelles sont les précautions que l'on adopte contre les court-circuits ?
- 13- Résumez les effets d'une tension continue sur une résistance, une inductance, un condensateur.

-----

- REPONSES AUX EXERCICES PRELIMINAIRES -

- 1- La molécule
- 2- L'atome
- 3- C'est un des constituants du noyau d'un atome ; c'est une particule pesante chargée positivement.
- 4- Parcelle pratiquement sans masse, chargée d'électricité négative qui constitue la plus petite charge électrique qui existe.
- 5- C'est le travail qu'on a fait ou qui peut être fait par un système déterminé.
- 6- C'est un milieu hypothétique qui remplit tout l'univers et sert de support aux ondes électromagnétiques.
- 7- Lorsque le nombre des électrons est supérieur ou inférieur au nombre des protons, dans le premier cas, le corps est chargé négativement ; dans le second cas, positivement.

- 8- Etudie la distribution statique des potentiels des corps qui possèdent un état électrique.
- 9- L'ensemble des points de l'espace dans lesquels s'explique une action sur une charge électrique.
- 10- Quand l'un d'eux forme un champ électrique.
- 11- Un mouvement d'électrons dans un corps conducteur.
- 12- Un appareil apte à déterminer une différence de potentiel entre deux corps.
- 13 - Effets mécaniques, thermiques, physiologiques et magnétiques.
- 14- C'est un corps capable de créer un champ magnétique.
- 15- Un noyau de fer a rejoint la saturation lorsqu'en augmentant le champ, l'induction magnétique n'augmente plus.
- 16- On crée une différence de tension aux extrémités du conducteur.
- 17- C'est un conducteur enroulé en spirale de façon à pouvoir créer un champ magnétique.
- 18- C'est la quantité d'une grandeur prise comme échantillon.
- 19- Le volt est l'unité de mesure de tension.  
Le  $K\Omega$ , multiple de l'unité de mesure de résistance, vaut 1.000 ohms.

-----