



THEORIE

COURS DE BASE
ELECTRONIQUE

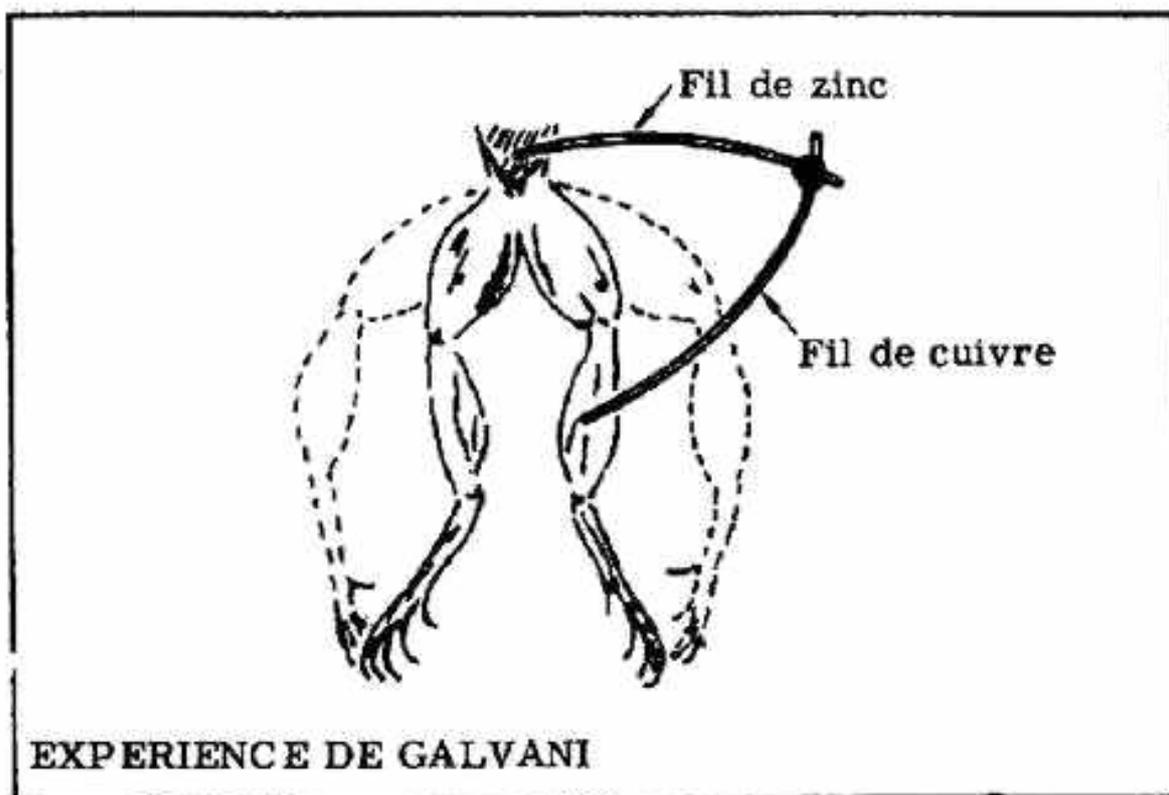
1 - LA PILE DE VOLTA

Comme nous l'avons vu au terme de la leçon précédente, pour faire passer continuellement un courant électrique à travers un conducteur, il faut utiliser un générateur électrique.

L'Italien *Alexandre Volta* (1745 - 1827) professeur à l'université de Pavie, réalisa le premier un générateur électrique qu'il appela *PILE*, parce qu'il était formé d'une série de petites rondelles de cuivre, de tissu mouillé avec de l'eau qui contenait de l'acide sulfurique, et de zinc, disposées l'une sur l'autre dans l'ordre indiqué, pour constituer une pile de petites rondelles.

Cette réalisation fut le fruit des études et des expériences accomplies à la suite d'une controverse avec le professeur de l'université de Bologne *Louis Galvani* (1737 - 1793). Celui-ci, au cours de ses expériences, avait constaté que, en touchant avec les extrémités d'un fil métallique les nerfs lombaires et les muscles de la jambe d'une grenouille morte depuis peu et écorchée, on obtenait des contractions, qui devenaient plus intenses si le fil était fait de deux métaux différents réunis à l'une de leurs extrémités, comme on le voit sur la *figure 1*.

La controverse eut pour origine le fait que, tandis que *Galvani* pensait que les contractions de la grenouille étaient dues à l'électricité du système nerveux de la grenouille, *Volta*, parce qu'il avait constaté que les contractions étaient plus intenses quand on utilisait un fil fait de deux métaux différents, soutenait que l'électricité était produite par le contact entre ces deux métaux.



EXPERIENCE DE GALVANI

Figure 1

En réalité, ces deux savants avaient raison, car le phénomène est dû aux deux causes qu'ils avaient indiquées, mais pour nous il est intéressant de savoir que *Volta* put démontrer que, *en mettant en contact deux métaux différents, on obtient effectivement de l'électricité, car l'un d'eux se charge positivement et l'autre négativement.*

Le fait est dû au passage d'un certain nombre d'électrons d'un métal à l'autre ; le métal qui reçoit les électrons se charge négativement, tandis que le métal qui les cède se charge positivement.

Le passage des électrons d'un métal à l'autre est dû à la disposition différente des atomes de chaque métal, ce qui permet à un certain nombre d'électrons libres d'un des métaux de pouvoir se répandre entre les atomes de l'autre.

A l'époque de *Volta* on ne connaissait pas encore l'existence des électrons et on pensait que l'électricité était due au déplacement de charges électriques positives, comme on l'a déjà expliqué en parlant du sens conventionnel du courant ; on retint donc que, en mettant en contact deux métaux différents, on provoquait le passage d'un certain nombre de charges positives d'un métal à l'autre, et que celui qui recevait les charges se chargeait positivement.

Nous avons choisi le sens conventionnel du courant, par conséquent nous devons accepter aussi cette interprétation du phénomène, basée sur l'existence de charges positives, pour éviter de tomber dans une contradiction : nous retiendrons donc que, *quand on met en contact deux métaux différents, l'un se charge positivement et l'autre négativement parce qu'un certain nombre de charges positives passent de l'un à l'autre.*

Nous avons déjà dit dans la leçon précédente qu'entre le métal chargé positivement et celui qui est chargé négativement, il y a une différence de potentiel, ou une tension, qui dans ce cas est appelé *TENSION DE CONTACT*, parce qu'elle se manifeste quand on met en contact deux métaux différents ; *la manifestation d'une tension par contact entre deux métaux différents s'appelle l'EFFET VOLTA.*

En faisant des essais avec différents métaux, *Volta* constata que chacun d'eux se charge positivement ou négativement suivant le métal avec lequel on le met en contact et il découvrit que les métaux peuvent être rangés dans un certain ordre, qui est le suivant pour les métaux les plus communs : zinc, plomb, étain, fer, cuivre, platine.

D'après cet ordre, chaque métal se charge positivement quand il est mis en contact avec un des métaux qui le suivent, tandis qu'il se charge négativement quand il est mis en contact avec un des métaux qui le précèdent.

Par exemple, le fer se charge positivement s'il est mis en contact avec le cuivre ou avec le platine qui le suivent, tandis qu'il se charge négativement

tivement s'il est mis en contact avec le zinc, ou le plomb, ou bien l'étain qui le précèdent.

Arrêtons-nous un instant pour étudier en particulier le contact zinc-cuivre, qui a une importance fondamentale pour la pile de Volta.

Si l'on met en contact les extrémités d'une petite barre de zinc et d'une petite barre de cuivre, comme sur la *figure 2 - a*, le zinc se charge positivement, selon l'ordre établi par *Volta*, car il précède le cuivre qui se charge donc négativement : sur la *figure 2 - a* ceci est indiqué par les signes + et - qui correspondent aux petites barres.

Dans le zinc il y a donc des charges positives en surplus, en nombre égal à celles qui manquent dans le cuivre ; les petites barres sont donc dans les mêmes conditions que les deux sphères chargées d'électricité qu'on a étudiées dans les leçons précédentes et on pourrait par conséquent retenir que, en reliant les extrémités des petites barres avec un fil de cuivre, comme sur la *figure 2 - b*, on obtient un courant électrique.

Selon le sens conventionnel, les charges positives qui constituent ce courant devraient partir de la petite barre de zinc positive, traverser le fil de cuivre, dans le sens indiqué par la flèche dessinée sur la *figure 2 - b*, et arriver sur la petite barre de cuivre négative ; contrairement à ce qui se produisait pour les sphères électrisées de la leçon précédente, le courant devrait circuler continuellement, car les charges positives, à mesure qu'elles atteignent la petite barre de cuivre, devraient passer de nouveau à la petite barre de zinc et recommencer à parcourir le circuit.

Mais il faut tenir compte du fait qu'aux points où le fil est relié aux petites barres, deux autres contacts se créent, et précisément un contact cuivre-zinc à l'extrémité gauche, et un contact cuivre-cuivre à l'extrémité droite, comme sur la *figure 2 - c*.

Alors que le contact cuivre-cuivre n'a aucune influence, car il se produit entre deux métaux identiques, le contact cuivre-zinc, lui, donne

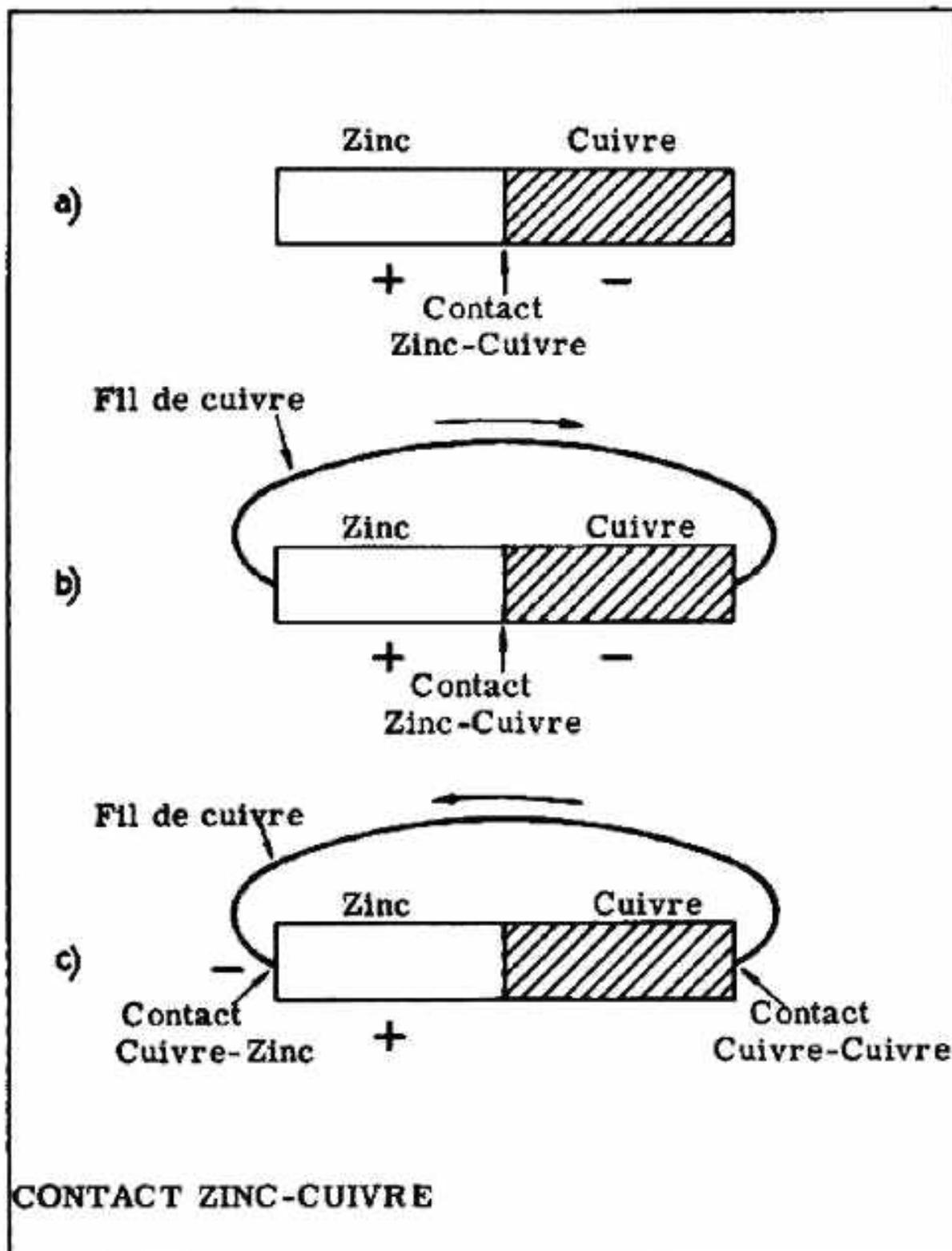


Figure 2

naissance à une nouvelle tension de contact, car dans ce cas aussi les charges positives passent du fil de cuivre, qui devient négatif, à la petite barre de zinc, qui devient positive, comme l'indiquent les signes + et - de la *figure 2 - c*.

Cette nouvelle tension a la même valeur que celle produite par le contact zinc-cuivre entre les deux petites barres, bien que ce dernier contact soit plus étendu que celui qui existe entre le fil de cuivre et la petite barre de zinc : *Volta* démontre en effet que la valeur de la tension produite par le contact entre deux métaux ne dépend pas de la surface du contact, mais uniquement de la nature différente des métaux.

La nouvelle tension de contact devrait donc faire circuler dans le circuit un courant de même intensité que le précédent, mais dirigé en sens contraire. En effet, en étudiant les signes + et - sur la *figure 2 - c*, on voit que les charges positives qui constituent ce courant devraient partir de la petite barre de zinc positive, traverser d'abord la petite barre de cuivre, puis le fil de cuivre négatif, pour arriver enfin à la petite barre de zinc et recommencer à parcourir le circuit.

Ce courant circulerait donc dans le fil de cuivre dans le sens indiqué par la flèche de la *figure 2 - c*, sens qui est bien opposé à celui de la *figure 2 - b*.

Dans le circuit on devrait donc avoir deux courants circulant en sens contraire et ayant la même intensité ; mais ces deux courants s'annulent l'un l'autre et par conséquent il ne passe aucun courant dans le circuit.

Au fond, l'impossibilité de faire circuler un courant dans le circuit de la *figure 2* est due à la présence des deux contacts cuivre-zinc qui produisent deux tensions égales, car chacune s'oppose au passage du courant produit par l'autre.

Nous pouvons comparer ces deux tensions à deux hommes qui poussent un wagon, l'un dans un sens et l'autre dans le sens opposé, et qui

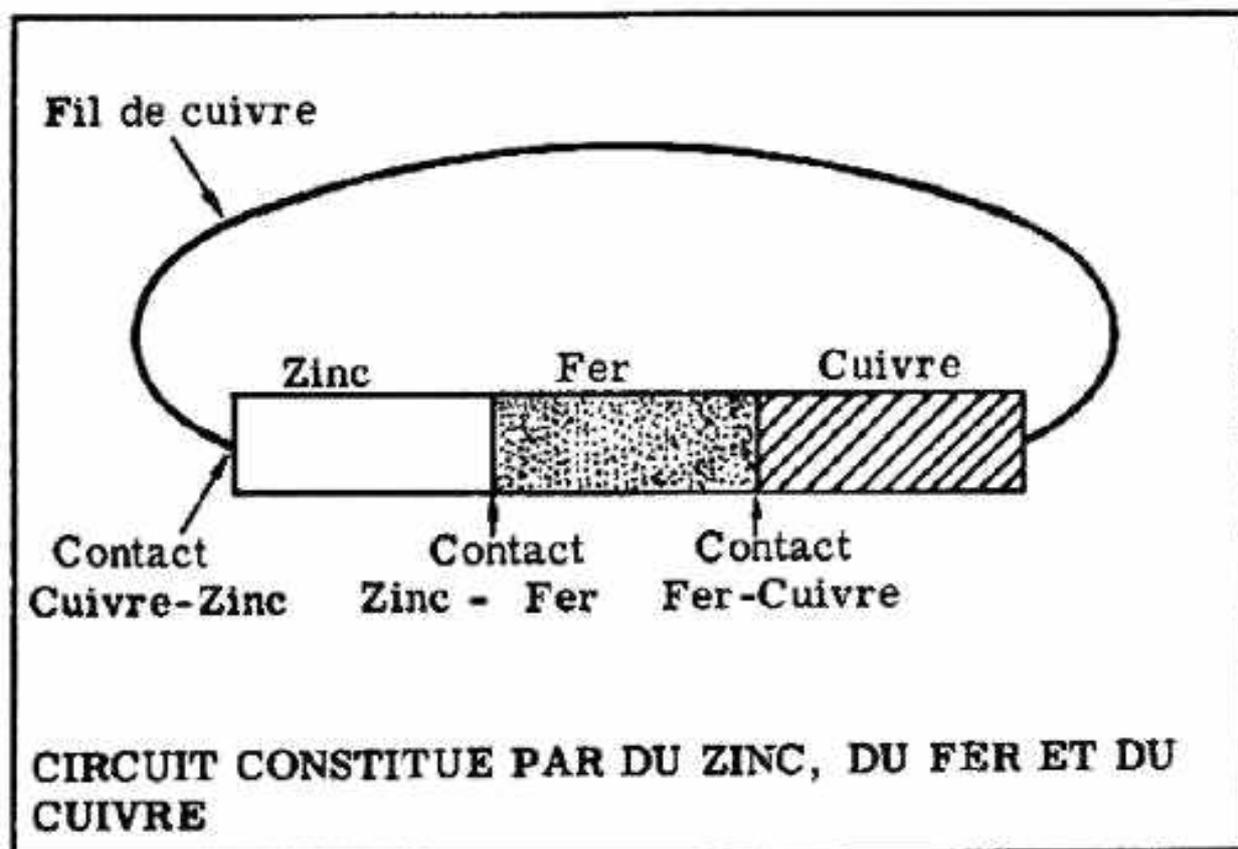


Figure 3

ne réussissent pas à le faire bouger parce qu'ils exercent tous les deux la même poussée.

Pour surmonter cette difficulté, on peut penser à éliminer un de ces contacts cuivre-zinc, par exemple celui entre les deux petites barres, en mettant entre elles une troisième petite barre d'un métal différent, par exemple de fer : dans ce cas le circuit devient celui de la *figure 3*, sur laquelle, en plus du contact cuivre-zinc, on a un contact zinc-fer, et un contact fer-cuivre.

Cette disposition ne permet pas non plus de faire circuler un courant dans le circuit, à cause d'un autre fait, constaté aussi par *Volta*.

En mettant en contact plusieurs métaux différents (comme sur la

figure 4 - a), la tension que l'on obtient entre le premier métal et le dernier est égale à celle qu'on obtiendrait en mettant ces métaux directement en contact entre eux (comme sur la figure 4 - b). Ce qui signifie que les deux tensions produites par les contacts zinc-fer et fer-cuivre de la figure 4 - a équivalent à l'unique tension produite par le contact zinc-cuivre de la figure 4 - b.

On comprend donc que le circuit de la figure 3 soit équivalent au circuit de la figure 2, dans lequel, comme nous l'avons vu, il ne peut circuler aucun courant.

Tout ceci reste vrai quel que soit le métal placé entre le zinc et le cuivre, et même si plusieurs métaux différents sont interposés ; *Volta* essaya donc de mettre entre le zinc et le cuivre un conducteur qui ne soit pas un métal, c'est-à-dire une solution électrolytique, et il constata que celle-ci se comportait différemment.

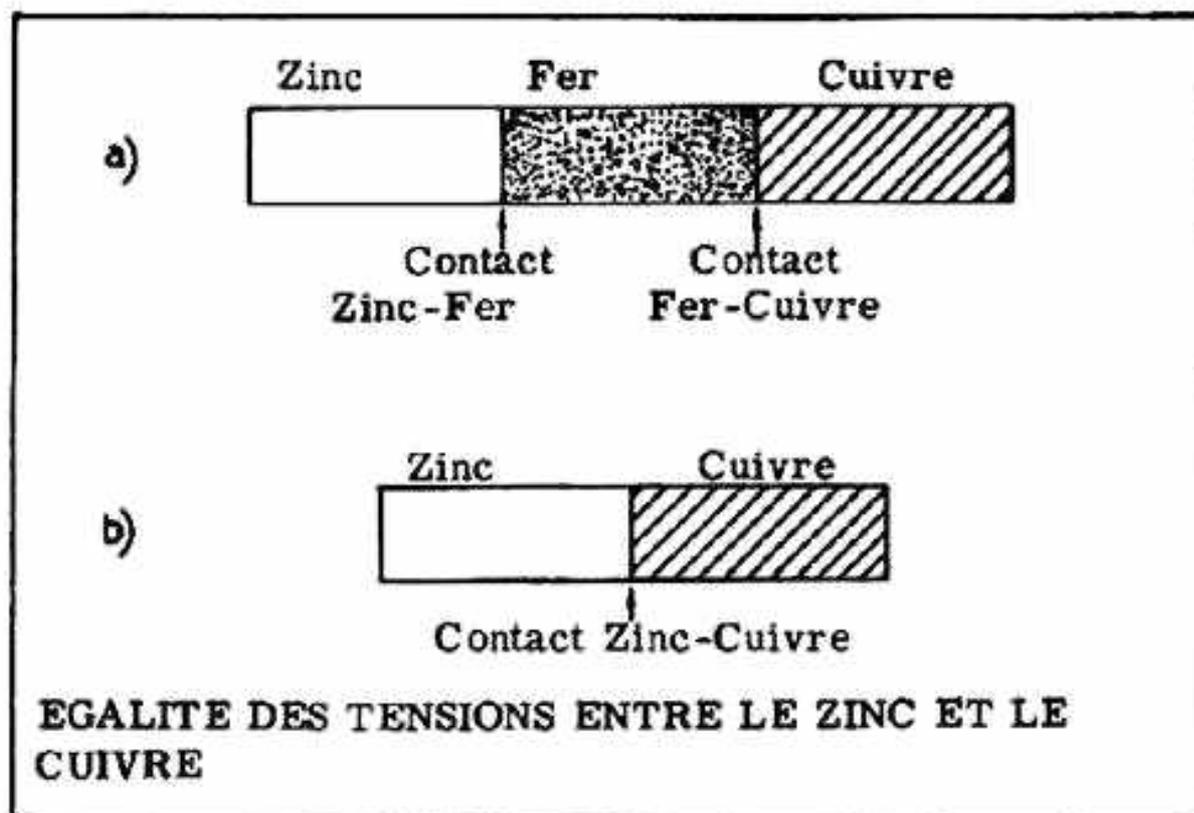


Figure 4

C'est précisément à cause de ce comportement différent que *Volta* appela les métaux des "conducteurs de première espèce", et les solutions électrolytiques "des conducteurs de deuxième espèce" ; cette dénomination n'est plus utilisée aujourd'hui, car actuellement on parle de *CONDUCTEURS METALLIQUES* et de *CONDUCTEURS ELECTROLYTIQUES*.

Volta plongea donc une électrode de zinc et une électrode de cuivre dans de l'eau contenant de l'acide sulfurique en solution, et il constata qu'entre les deux électrodes on obtenait une tension différente de celle obtenue directement en mettant en contact le zinc et le cuivre ; plus précisément, aux contacts solution zinc et solution cuivre on a deux tensions qui sont au total inférieures à celle produite par le contact direct entre le zinc et le cuivre, à la différence de ce qui se produisait pour les tensions dues aux contacts zinc-fer et fer-cuivre de la *figure 4 - a*.

Dans ces conditions, si on relie les deux électrodes avec un fil de cuivre, comme sur la *figure 5*, la tension qui se manifeste au contact entre

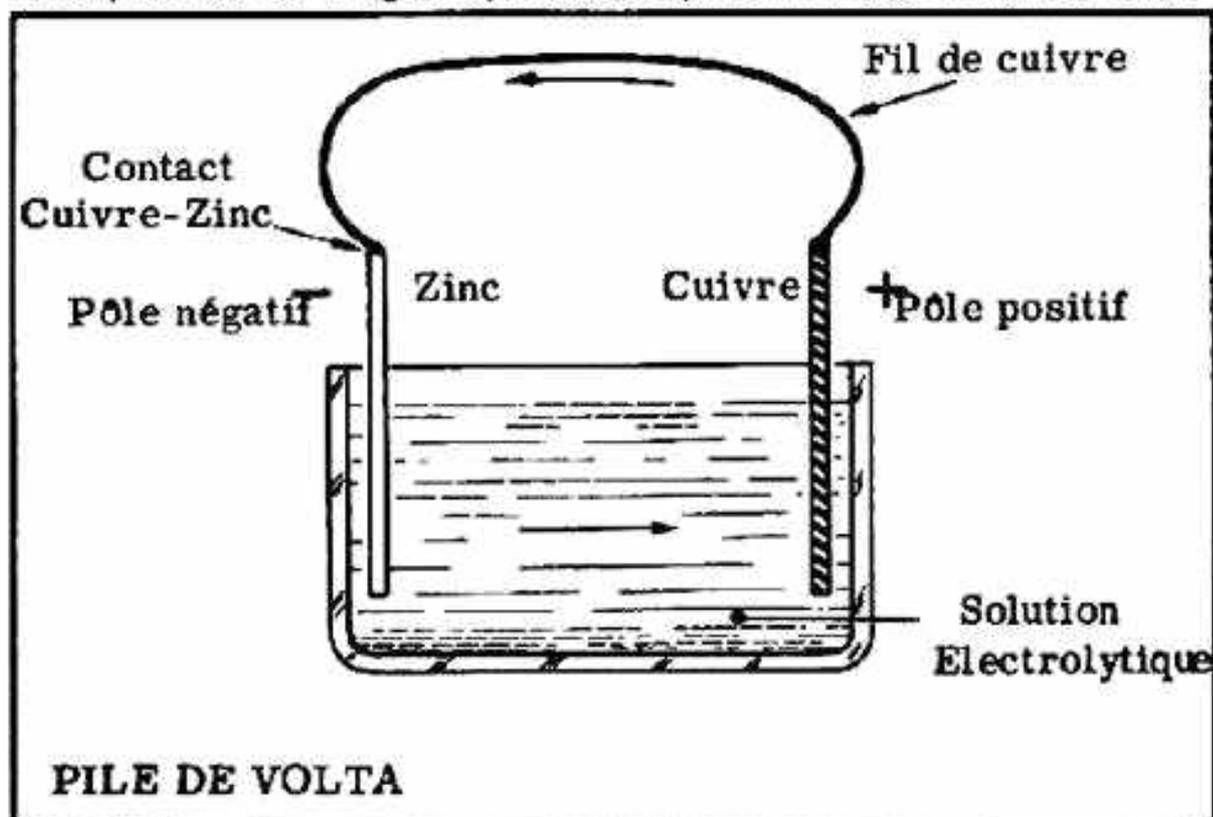


Figure 5

le fil de cuivre et l'électrode de zinc est maintenant en mesure de faire circuler un courant dans le circuit, car il n'y a plus d'autre tension égale qui s'oppose à son passage.

La *figure 5* représente la pile de Volta dans sa forme la plus simple; la première pile construite par *Volta* était formée d'une série de rondelles superposées, mais cette disposition présentait quelques inconvénients pratiques; c'est pourquoi *Volta* lui-même modifia ensuite sa pile et la réalisa comme celle de la *figure 5*.

Le fil de cuivre qui unit les deux électrodes représente le circuit extérieur de la pile, où est utilisé le courant fourni par la pile; nous verrons plus tard que dans la pratique le circuit extérieur n'est jamais constitué par ce simple fil, que nous avons utilisé jusque-là pour que ce soit plus simple.

Dans le circuit extérieur à la pile, le courant se dirige de l'électrode de cuivre vers l'électrode de zinc, comme l'indique la flèche dessinée sous le fil sur la figure 5 et puisque, comme nous l'avons vu dans la leçon précédente, le courant qui traverse un conducteur métallique se dirige du + vers le -, on appelle POLE POSITIF de la pile, l'électrode de cuivre d'où part le courant et POLE NEGATIF de la pile, l'électrode de zinc sur laquelle le courant arrive après avoir traversé le fil de cuivre.

Comme ce courant doit accomplir un parcours fermé sur lui-même, il retourne au point de départ, c'est-à-dire à l'électrode de cuivre, en traversant la solution électrolytique du zinc vers le cuivre, comme l'indique la flèche dessinée sur la *figure 5* dans la solution même.

Il faut se souvenir que le passage du courant dans les solutions est dû aux ions qui proviennent de la dissociation électrolytique; dans le cas de la pile, la dissociation de l'acide sulfurique produit, entre autres, des ions d'hydrogène, car chaque molécule d'acide contient deux atomes de cet élément.

Ces ions d'hydrogène participent au passage du courant et se déposent sur l'électrode où ils arrivent; ils y forment une couche très mince

qui est isolante, et qui empêche donc très vite un passage ultérieur du courant : le phénomène est appelé *POLARISATION* de la pile et, à cause de lui, le courant ne peut circuler dans le circuit que pendant un temps très court.

La méthode la plus utilisée pour éliminer ce défaut et permettre à la pile de fonctionner plus longtemps consiste à disposer autour des électrodes des substances avides d'hydrogène, qui, en se combinant chimiquement avec lui, l'empêchent de se déposer sur les électrodes et de donner naissance à la polarisation de la pile ; de telles substances sont appelées *DEPOLARISANTS*.

Il faut cependant noter que, même avec un dépolarisant, une pile ne peut pas fournir du courant indéfiniment, parce que les réactions chimiques qui se produisent à cause des autres ions de la solution qui arrivent sur les électrodes altèrent progressivement ces électrodes : par conséquent, après un certain nombre d'heures de fonctionnement, la tension se réduit sensiblement ; on dit alors que la pile est *EPUISÉE*.

Récapitulons : *une pile est formée de quatre éléments essentiels : les deux électrodes faites de métaux différents, la solution électrolytique, et la substance dépolarisante.*

On retrouve encore ces quatre éléments dans les piles utilisées actuellement (comme celle, par exemple, qui est utilisée pour les montages des leçons pratiques) ; mais les piles actuelles ont été perfectionnées par l'emploi de matériaux mieux adaptés pour obtenir des tensions plus élevées et des durées plus longues.

La *DURÉE* de la pile est le nombre d'heures durant lesquelles la pile est en mesure de fournir le courant nécessaire à l'alimentation du circuit extérieur.

On a aussi amélioré les piles, en éliminant le danger de renverser la solution, qui a été immobilisée au moyen de substances poreuses qui ne réagissent pas avec elle et qui n'empêchent pas le mouvement de ses ions. Ces piles sont appelées pour cela des *PILES SECHES*.

Les piles actuelles fournissent généralement une tension de 1,5 V, qui est très faible, si nous la comparons aux tensions des installations domestiques et industrielles, dont les valeurs atteignent jusqu'à 220 V pour les premières, et 500 V pour les secondes ; quand on a besoin de tensions supérieures à 1,5 V, on peut utiliser plusieurs piles en les reliant entre elles, comme nous le verrons plus tard.

Nous vous rappelons que la lettre **V** écrite après les nombres 1,5, 220, et 500 est le symbole qu'on utilise pour indiquer les volts, conformément au tableau de la leçon précédente : les inscriptions 1,5 V, 220 V et 500 V se lisent "1,5 volt", "220 volts", "500 volts".

2 - RESISTANCE ET RESISTANCES

Dans la leçon précédente, en étudiant comment se produit le passage du courant dans un conducteur métallique, nous avons vu que les électrons libres doivent se déplacer entre les atomes qui forment le conducteur, et qui occupent des positions fixes bien déterminées.

Les électrons libres qui se déplacent d'une extrémité à l'autre du conducteur sont donc gênés dans leur mouvement par la présence des atomes qu'ils rencontrent le long de leur parcours, et qu'ils doivent éviter pour pouvoir avancer.

De la même façon, quand nous marchons à travers une foule, nous sommes gênés par les personnes arrêtées que nous sommes obligés d'éviter pour pouvoir continuer.

Dans les conducteurs électrolytiques il se produit un phénomène analogue, car les ions qui s'y déplacent doivent s'ouvrir la route entre les molécules de la solution ; nous nous occuperons particulièrement des conducteurs métalliques, qui sont employés dans les circuits radio, mais ce qui sera dit à leur sujet est aussi valable pour les conducteurs électrolytiques.

2 - 1 - RESISTANCE ET RESISTIVITE

Dans un conducteur le courant ne peut donc pas passer librement, parce que le conducteur oppose un certain obstacle au mouvement des charges électriques qui le constituent ; rien n'est changé si, au lieu des électrons et des ions, nous considérons le déplacement des charges positives qui correspondent au sens conventionnel du courant.

L'obstacle opposé par un conducteur au passage du courant s'appelle la RESISTANCE ELECTRIQUE du conducteur.

Nous pouvons aussi étendre l'idée de la résistance électrique aux isolants, en imaginant que ceux-ci opposent au déplacement des charges une résistance tellement grande qu'ils empêchent totalement le passage du courant.

Examinons maintenant de quels éléments la résistance électrique dépend, et comment on peut la calculer pour un conducteur déterminé.

Il est évident que la résistance rencontrée par un certain nombre de charges qui parcourent un conducteur est d'autant plus grande que le conducteur est plus long, car le nombre d'atomes rencontrés par les charges le long de leur chemin est plus grand.

D'autre part, les mêmes charges se déplacent d'autant plus facilement que la section du conducteur est plus grande, car elles ont un plus grand espace pour circuler.

Donc, la résistance électrique d'un conducteur dépend d'abord des dimensions géométriques du conducteur, c'est-à-dire de sa longueur et de sa section : *en augmentant la longueur d'un conducteur, on augmente sa résistance, tandis qu'en augmentant sa section, on diminue sa résistance.*

La résistance dépend aussi de la matière particulière qui constitue le conducteur : en effet, des conducteurs différents qui ont les mêmes di-

mensions géométriques mais qui sont constitués par des matières différentes (par exemple, un de fer, un de cuivre, etc...) présentant des résistances différentes.

Pour évaluer la résistance que chaque matière peut offrir au courant, on a décidé d'étudier la résistance offerte par un conducteur de cette matière qui a une section d'un centimètre carré et une longueur d'un centimètre.

Ce conducteur a évidemment la forme d'un cube dont l'arête mesure un centimètre, comme sur la *figure 6* ; la résistance opposée par ce cube, entre deux de ses faces opposées, a été appelée *RESISTANCE SPECIFIQUE* ou *RESISTIVITE*.

La résistivité de chaque matière, déterminée expérimentalement avec des appareillages spéciaux, est indiquée dans des tables spéciales ;

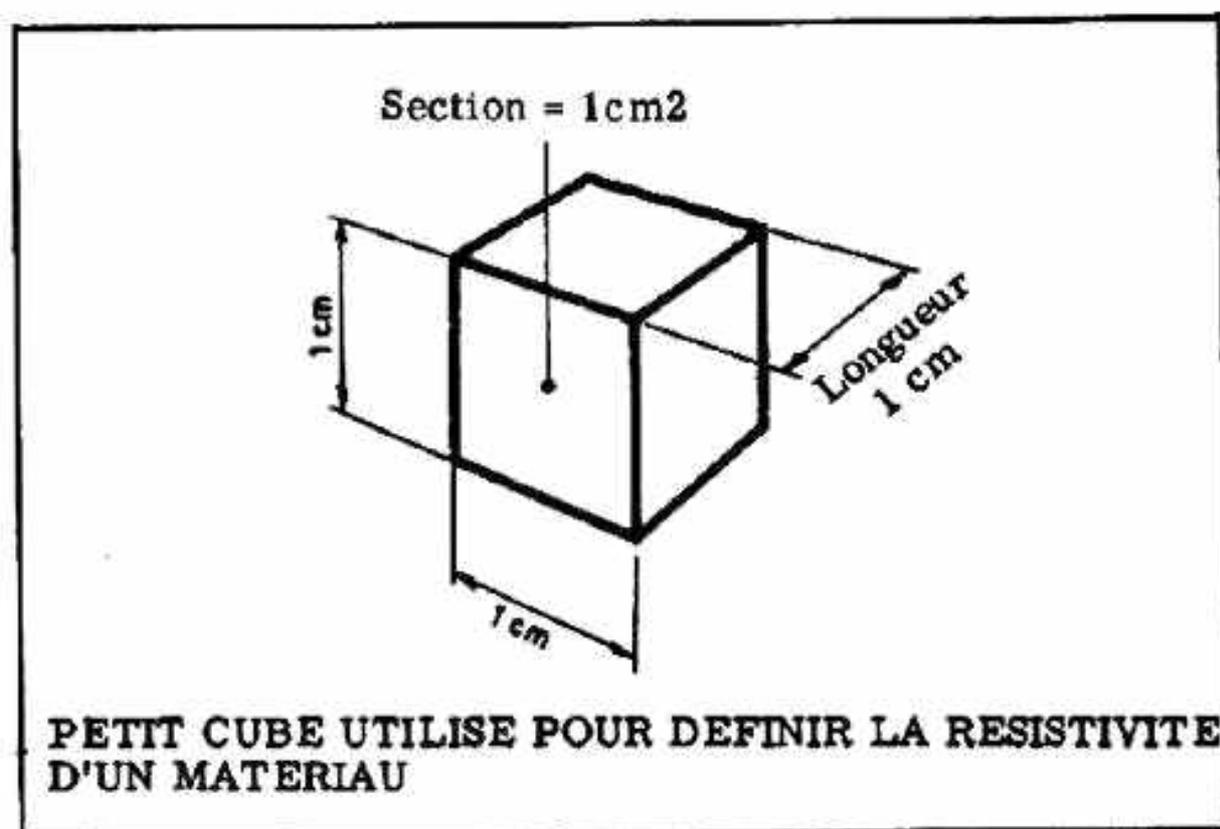


Figure 6

dans un des prochains fascicules vous trouverez une table donnant les valeurs de la résistivité des matières les plus courantes.

Connaissant la résistivité d'une matière donnée, on peut calculer la résistance d'un conducteur constitué par cette matière d'après ses dimensions géométriques.

Pour voir comment se fait ce calcul, supposons que nous voulions déterminer la résistance d'un conducteur de fer ayant la forme et les dimensions indiquées par la *figure 7 - a*.

Imaginons qu'on divise le conducteur en quatre parties, comme sur la *figure 7 - b*, et qu'on obtienne ainsi quatre petites barres qui ont chacune une section d'un centimètre carré ; imaginons ensuite qu'on divise l'une de ces petites barres en huit petits cubes comme sur la *figure 7 - c*.

Chacun de ces huit petits cubes constitue un conducteur qui a une section d'un centimètre carré et une longueur d'un centimètre ; c'est justement le petit cube étudié sur la *figure 6* pour définir la résistivité du matériau.

La résistance offerte au courant par chaque cube est donc connue car elle n'est autre que la résistance spécifique ou résistivité du fer, qu'on peut lire sur une table des résistivités.

Remarquons maintenant que le courant traverse l'un après l'autre les huit petits cubes qui proviennent de la division de la petite barre ; ce courant rencontre donc une résistance huit fois supérieure à la résistivité que lui offre chaque petit cube.

Comme le nombre de petits cubes est égal au nombre de centimètres qui expriment la longueur de la petite barre, nous pouvons dire que la résistance de la petite barre s'obtient en multipliant la résistivité par sa longueur exprimée en centimètres.

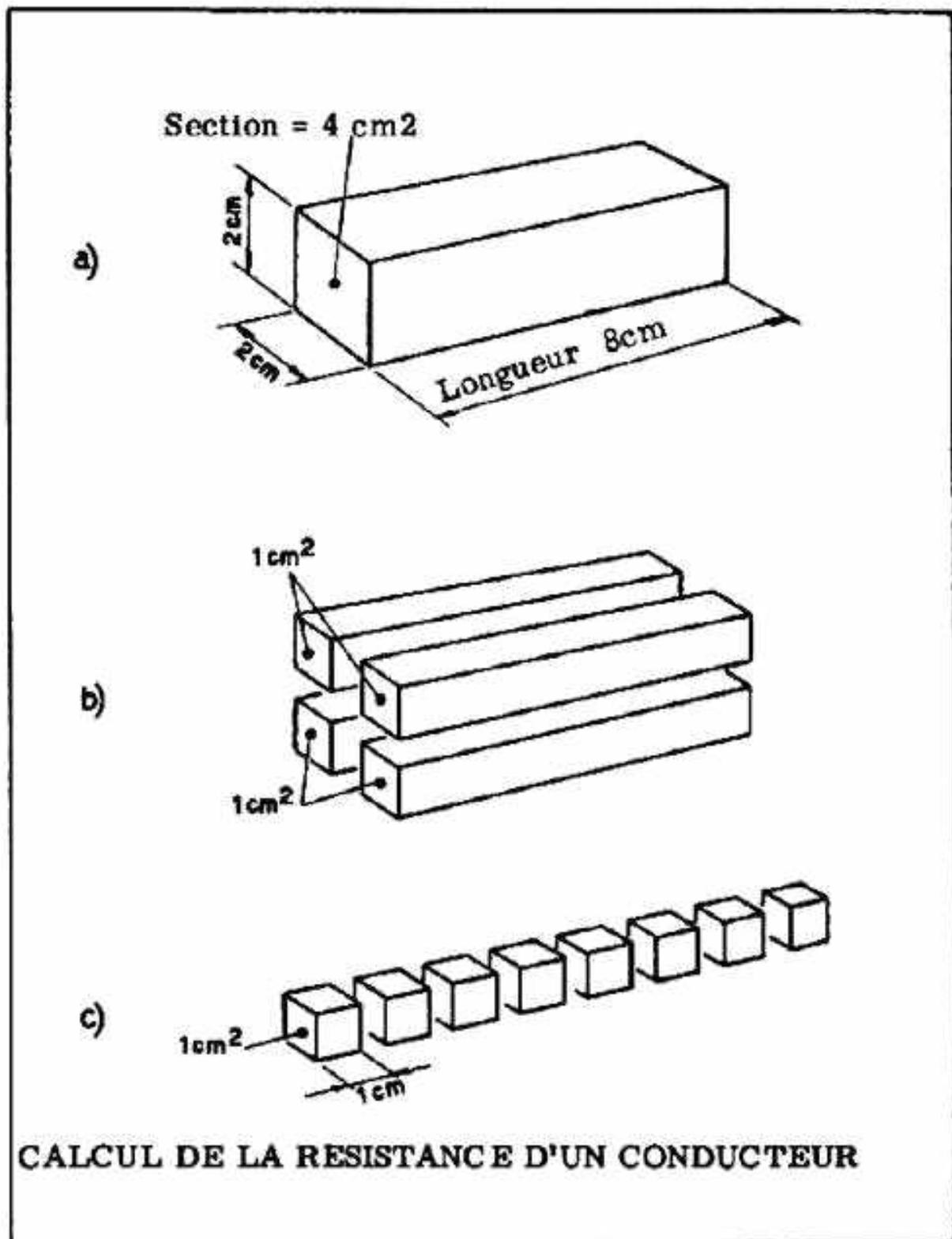


Figure 7

Enfin le courant traverse non pas une seule petite barre de 1 cm^2 de section, mais les quatre petites barres de la *figure 7 - b* qui proviennent de la division du conducteur ; le courant passe donc à travers une section quatre fois plus grande, c'est-à-dire de quatre centimètres carré : par conséquent, la résistance offerte au courant par le conducteur entier de la *figure 7 - a* est quatre fois plus petite que celle qu'on a calculée pour une seule petite barre.

Comme le nombre des petites barres est égal au nombre de centimètres carré qui expriment la section du conducteur entier, nous pouvons dire que la résistance de celui-ci est obtenue en divisant la résistivité d'une petite barre par la section du conducteur exprimée en centimètre carré.

Donc, pour trouver la résistance du conducteur, nous avons multiplié la résistivité du matériau qui le constitue par sa longueur et nous l'avons divisée par sa section ; ce procédé est valable en général, quelle que soit la forme du conducteur ; nous pouvons donc conclure que *la résistance d'un conducteur s'obtient en multipliant la résistivité par sa longueur et en la divisant par sa section.*

2-2 - CONDUCTANCE ET CONDUCTIVITE

Jusqu'à maintenant nous avons étudié les conducteurs du point de vue de la résistance qu'ils offrent au passage du courant ; mais dans certains cas il est plus commode de penser aux conducteurs comme à des éléments qui servent à conduire le courant d'un point à un autre ; d'ailleurs, leur nom même de conducteurs indique cette propriété.

La propriété d'un conducteur de conduire plus ou moins bien le courant s'appelle la CONDUCTANCE ELECTRIQUE : un conducteur a une conductance d'autant plus grande qu'il se laisse plus facilement traverser par le courant.

Evidemment, *la conductance est l'inverse de la résistance* ; en effet, si un conducteur a une résistance très faible, il conduit très bien le

courant et a donc une conductance élevée ; inversement, les isolants, qui ont une résistance très élevée, et qui ne conduisent pratiquement pas le courant, ont une conductance extrêmement faible.

De même qu'on a défini une résistance spécifique ou résistivité, de même on peut définir une *CONDUCTANCE SPECIFIQUE* ou *CONDUCTIVITE*, qui est l'inverse de la résistivité ; la conductivité d'un matériau est la conductance présentée par le cube de la *figure 6* déjà utilisé pour définir la résistivité.

Parfois la conductivité est aussi appelée *CONDUCTIBILITE* ; mais dans notre Cours ce terme ne sera pas utilisé, parce qu'il est impropre.

Nous pouvons donc appeler conducteurs tous les éléments qui ont la propriété de se laisser traverser facilement par le courant, qui ont donc une conductivité élevée, et qui offrent par conséquent une résistance négligeable au courant : tels sont, par exemple, les fils de cuivre qu'on utilise pour faire les liaisons dans les circuits radio.

Mais dans les circuits il est souvent nécessaire d'opposer au courant une résistance plus ou moins élevée ; on obtient ceci au moyen d'éléments spéciaux faits avec un matériau qui a une résistivité suffisamment élevée.

Ces éléments ne peuvent plus être considérés comme des conducteurs, car leur but spécifique n'est pas de conduire le courant, mais de lui offrir une résistance déterminée ; pour cette raison ils sont appelés des *RESISTANCES* et chacun d'eux est caractérisé par la résistance qu'il est en mesure d'opposer au courant.

Notez qu'on n'a pas jugé nécessaire d'utiliser deux mots différents pour désigner la "résistance" grandeur électrique et la "résistance" composant doué d'une résistance électrique. Ceci peut prêter à quelques confusions auxquelles vous ferez bien de faire attention à partir du chapitre suivant.

Dans les leçons pratiques, les divers types de résistances employés dans les circuits radio seront décrits en détail.

Voyons maintenant quelles sont les unités de mesure employées pour mesurer les nouvelles grandeurs électriques dont nous venons de parler.

La résistance électrique se mesure en OHM ; la résistivité se mesure en OHM-METRE (on lit "ohm mètre") ; la conductance se mesure en SIEMENS, et la conductivité en SIEMENS/METRE (on lit "siemens par mètre").

Ces unités utilisent le mètre (ohm mètre et siemens/mètre) et non plus le centimètre, qui est un sous-multiple, dont nous nous sommes servis précédemment parce qu'il était plus commode pour mesurer la longueur de l'arête du cube.

Ces quatre grandeurs sont rassemblées dans le tableau de la figure 8, avec leurs unités de mesure et leurs symboles ; les lettres Ω , ρ et Υ qui apparaissent dans ce tableau sont des lettres grecques, et elles se lisent oméga (Ω), rô (ρ), et gamma (Υ).

De ces quatre grandeurs, la plus importante est la résistance, que l'on peut mesurer directement comme nous le verrons plus tard ; pour indiquer la résistance des "résistances," on utilise aussi très fréquemment le *KILOHM*, qui vaut 1000 ohms et le *MEGOHM*, qui vaut 1.000.000 d'ohms.

3 - LA LOI D'OHM

On a maintenant défini toutes les grandeurs relatives à un circuit électrique, c'est-à-dire : la tension, le courant, et la résistance ; nous sommes donc capables d'examiner un circuit complet et de voir quel rapport ces trois grandeurs ont avec son fonctionnement.

GRANDEUR ELECTRIQUE	SYMBOLE	UNITE DE MESURE	SYMBOLE
Résistance	R	Ohm	Ω
Résistivité	ρ	Ohm-mètre	$\Omega \text{ m}$
Conductance	G	Siemens	S
Conductivité	γ	Siemens/mètre	S/m

Figure 8

Commençons par le circuit très simple de la *figure 9 - a*, constitué par une résistance (composant) reliée à une pile ; nous utilisons une résistance pour que le circuit ait une résistance (grandeur) bien déterminée.

Les composants du circuit sont dessinés dans leur aspect réel ; mais pour examiner ces circuits électriques, on utilise normalement leur schéma électrique, dans lequel les différents composants sont représentés par des symboles graphiques qui rendent le dessin plus simple, ce qui est tout à l'avantage de la clarté.

La *figure 9 - b* indique les symboles graphiques utilisés pour représenter les éléments qui constituent le circuit ; le schéma électrique est dessiné sur la *figure 9 - c*.

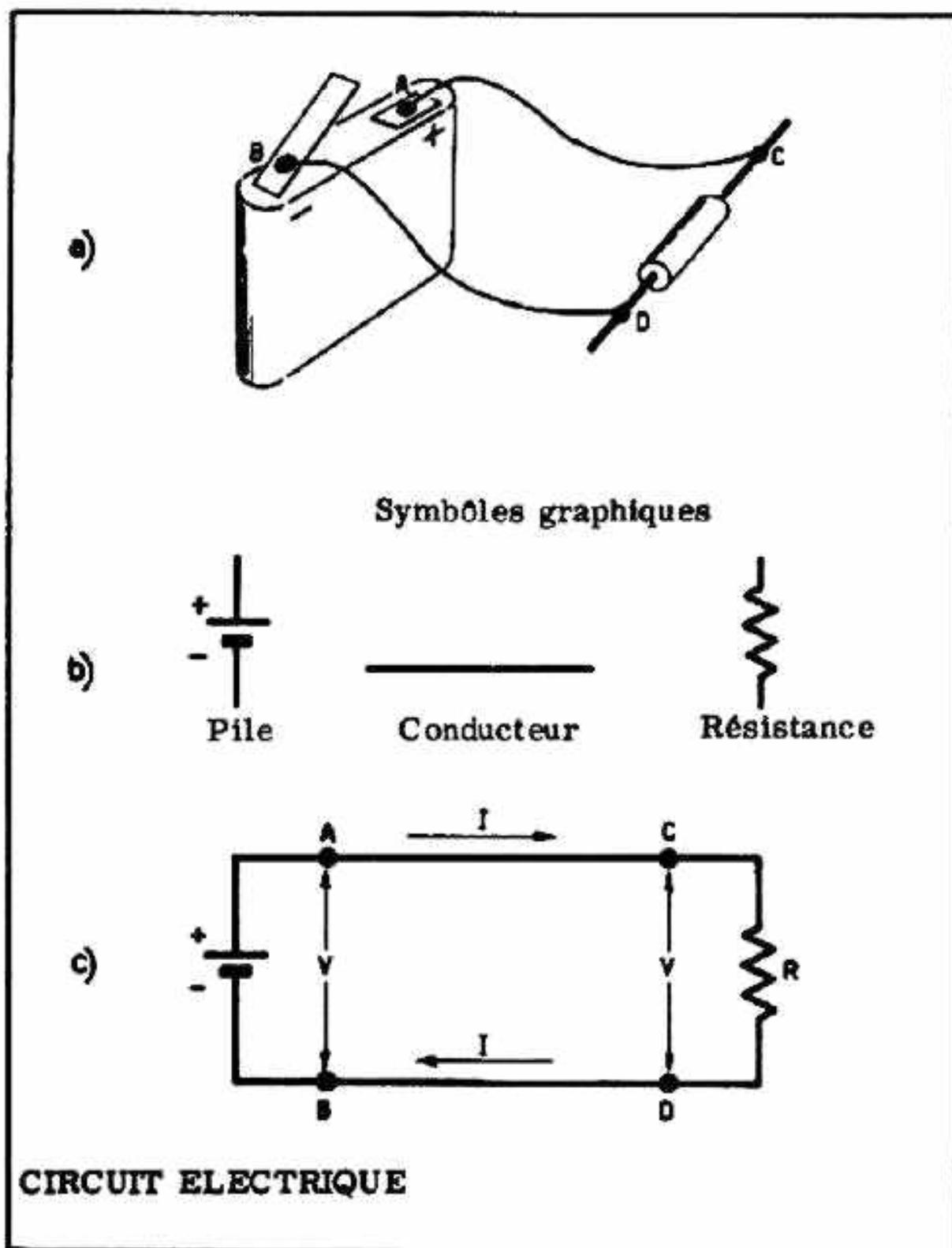


Figure 9

Par les lettres A, B, C, D, on représente les points où les deux conducteurs qui relient la résistance à la pile sont soudés aux extrémités de ces deux éléments ; la partie du schéma à gauche des points A et B représente le circuit intérieur de la pile, tandis que la partie à droite de ces deux points représente le circuit extérieur à la pile, constitué par les conducteurs et la résistance (composant).

Sur le schéma, on peut indiquer clairement toutes les grandeurs qu'il est intéressant d'étudier.

La tension qu'on obtient aux extrémités de la pile, c'est-à-dire entre les points A et B, est indiquée par le symbole V inscrit entre les deux flèches qui mettent en évidence ces deux points A et B.

Cette même tension est encore indiquée entre les points C et D, c'est-à-dire aux extrémités de la résistance, car le point C est relié directement au point A et a donc le même potentiel électrique que lui, de même que le point D a le même potentiel que le point B ; entre les points C et D il y a donc la même différence de potentiel, c'est-à-dire la même tension, qu'entre les points A et B.

La résistance (grandeur) du circuit extérieur à la pile est indiquée par son symbole R , qui est écrit à côté de la résistance (composant) car nous négligeons la résistance des conducteurs qui est très petite et nous ne tenons compte que de la résistance (grandeur) de la résistance (composant).

Enfin, l'intensité du courant est indiquée par le symbole I et par la flèche qui montre la direction dans laquelle le courant se dirige selon le sens conventionnel : nous voyons donc clairement que le courant part du pôle positif de la pile, parcourt le conducteur de A à C, traverse la résistance, et enfin retourne au pôle négatif de la pile en parcourant l'autre conducteur de D à B.

Comme ce courant circule dans le circuit grâce à la tension qui existe aux extrémités de la pile, mais est "freiné" par la résistance qui lui

est offerte par la résistance (composant), on comprend que son intensité doit dépendre et de la tension de la pile et de la valeur de la résistance. Autrement dit, il doit y avoir une relation qui lie entre elles ces trois grandeurs : tension, intensité du courant, et résistance.

Cette relation a été découverte par le physicien allemand *Georges Simon Ohm* (1787 - 1854) et la *LOI D'OHM* porte son nom ; l'unité de mesure de la résistance porte aussi le nom de ce physicien, comme nous l'avons déjà vu.

Ohm put énoncer sa loi à la suite de nombreuses expériences et de mesures minutieuses ; pour se faire une idée du procédé qu'il adopta, on peut faire quelques remarques simples.

Comme la tension de la pile est la cause qui détermine la circulation du courant dans le circuit, si on augmente la tension, on augmente aussi l'intensité du courant ; on peut facilement vérifier ce fait en reliant successivement au circuit des piles qui donnent des tensions toujours plus élevées et en mesurant l'intensité du courant que chacune d'elles fait circuler.

On peut déjà constater que *quand on augmente la tension on augmente aussi l'intensité du courant* ; mais on peut aller plus loin.

En effet, si on divise la tension de chaque pile par l'intensité du courant qu'elle fait circuler, on trouve toujours la même valeur ; cette valeur ne varie donc pas, bien qu'on fasse varier la tension et par conséquent l'intensité du courant aussi.

Or, dans notre circuit, nous avons fait varier la tension et l'intensité du courant. La seule grandeur que nous n'avons pas fait varier est la résistance, puisque nous avons toujours conservé la résistance (composant). On peut donc penser que cette grandeur constante est égale au résultat, lui-même constant, de la division de la tension par l'intensité du courant.

Ohm put constater qu'il en était bien ainsi et il énonça sa loi de la façon suivante : *on obtient la résistance en divisant la tension par l'intensité du courant.*

Mais pour faire varier le courant qui circule dans le circuit, nous pouvons faire varier la résistance au lieu de la tension : en effet, comme la résistance est un obstacle à la circulation du courant, si on l'augmente on doit diminuer le courant, car il rencontre un obstacle plus grand.

On peut facilement vérifier ce fait, en conservant la même pile, et en remplaçant au contraire la résistance par d'autres composants qui ont une résistance de plus en plus grande : on mesure l'intensité du courant dans chaque cas, et on peut constater que si la résistance augmente, le courant diminue.

Mais on peut aller encore plus loin : en effet, si on multiplie dans chaque cas la résistance par l'intensité du courant, on trouve toujours la même valeur, qui ne varie donc pas, bien qu'on fasse varier la résistance, et l'intensité du courant.

Dans ce cas, des trois grandeurs (tension, intensité du courant et résistance) la seule qui n'ait pas varié est la tension, car la même pile a toujours été reliée au circuit ; nous pouvons donc penser que la valeur trouvée en multipliant la résistance par l'intensité du courant est bien la valeur de la tension de la pile.

Dans ce cas encore, *Ohm* constata que ceci était vrai et il put énoncer sa loi de cette deuxième façon : *on obtient la tension en multipliant la résistance par l'intensité du courant.*

Résumons : pour faire varier le courant, nous avons changé d'abord la tension seule, puis la résistance seule. Voyons maintenant ce qui arrive si nous faisons varier la tension et la résistance simultanément et de la même façon, c'est-à-dire par exemple, en doublant ou triplant, etc... l'une et l'autre grandeur.

En faisant cela, si nous divisons la tension par la résistance, nous trouvons toujours la même valeur ; d'autre part on peut constater que le courant qui circule dans le circuit conserve toujours la même intensité ; nous pouvons donc penser que la valeur trouvée en divisant la tension par la résistance est justement celle de l'intensité du courant, puisqu'aucune de ces deux valeurs ne varie.

Dans ce cas encore, *Ohm* constata que cette conclusion était exacte et il énonça sa loi d'une troisième façon : *on obtient l'intensité du courant en divisant la tension par la résistance.*

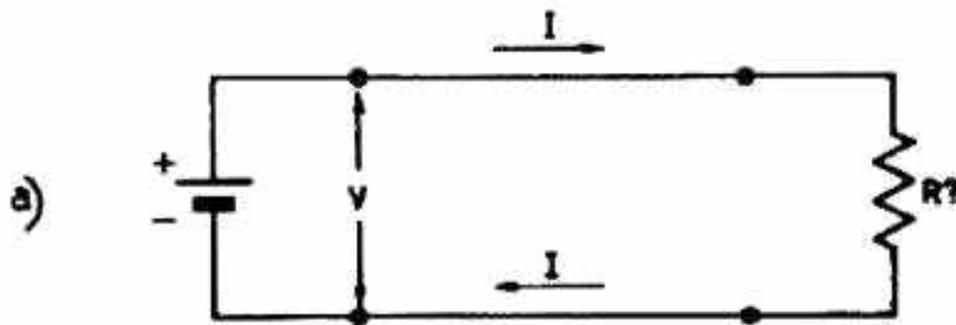
Vous ne devez pas penser qu'il y a trois lois d'Ohm : la loi d'Ohm est unique, mais comme elle lie entre elles trois grandeurs électriques (tension, intensité du courant, et résistance) elle peut se présenter sous trois formes différentes, selon la grandeur que l'on fait dépendre des autres.

La loi d'Ohm permet donc de calculer l'une des trois grandeurs en connaissant les deux autres. Pour bien vous rendre compte de ceci, regardez la *figure 10*, sur laquelle sont représentés les trois cas dans lesquels la loi d'Ohm peut être utilisée sous trois formes différentes.

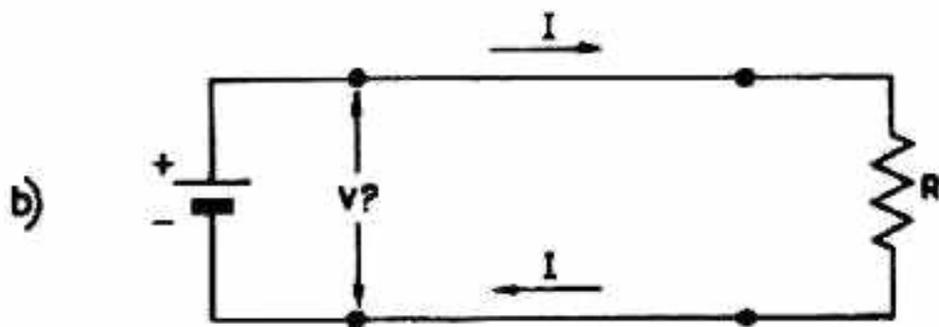
Il peut se produire que l'on veuille calculer la résistance d'un circuit auquel est reliée une pile, qui donne une certaine tension, et qui fait circuler un courant connu (*figure 10 - a*) : dans ce cas on calcule la résistance en divisant la tension par l'intensité du courant.

On peut au contraire vouloir calculer la tension que doit avoir une pile pour faire circuler un courant déterminé dans un circuit de résistance connue (*figure 10 - b*) : dans ce cas on calcule la tension en multipliant la résistance par l'intensité du courant.

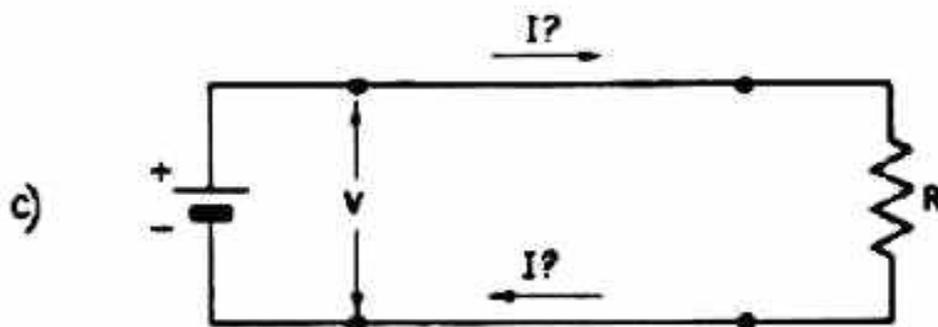
On peut enfin vouloir calculer le courant qui circule dans un circuit de résistance connue auquel est reliée une pile qui donne une tension connue (*figure 10 - c*) : dans ce cas on calcule l'intensité du courant en di-



Résistance = Tension : Intensité



Tension = Résistance x Intensité



Intensité = Tension : Résistance

LA LOI D'OHM SOUS SES TROIS FORMES

Figure 10

visant la tension par la résistance.

Ces exemples nous font comprendre la grande utilité de la loi d'Ohm pour les calculs pratiques : souvenez-vous donc bien de la *figure 10* sur laquelle sont réunis tous les cas qui peuvent se présenter (la grandeur à calculer dans chaque cas est suivie d'un point d'interrogation).

Nous allons tout de suite constater l'utilité de la loi d'Ohm en l'appliquant au cas des liaisons en série et en parallèle.

Mais auparavant nous ferons une petite parenthèse. La première grandeur caractéristique d'un courant électrique que nous ayons vue est son intensité ; nous avons donc parlé fréquemment de "l'intensité du courant électrique", ou, plus brièvement, de "l'intensité du courant". Dans la suite, pour abrégé encore, nous dirons simplement "l'intensité" ou même, quand cela ne prête pas à confusion, "le courant".

4 - LIAISONS EN SERIE ET EN PARALLELE

Dans les circuits électriques les éléments composants peuvent être reliés entre eux de manières différentes selon les nécessités ; nous allons examiner les différents types de liaisons et leurs propriétés particulières, soit pour les résistances, soit pour les piles.

2 - 1 - LIAISONS DES RESISTANCES

Sur les lampes d'éclairage, on trouve, indiqués par le constructeur, la tension nominale, c'est-à-dire la tension qu'il faut leur appliquer pour les allumer normalement, et le courant nominal, qui est le courant qui parcourt la lampe dans ces conditions.

Supposons que l'on ait une lampe avec une tension nominale de 4 V et avec un courant nominal de 0,1 A (nous vous rappelons que la lettre A

est le symbole de l'ampère, unité de mesure du courant).

Pour allumer normalement cette lampe il faut donc la relier à une pile qui donne une tension de 4 V ; imaginons pourtant que l'on ne possède qu'une pile qui donne une tension de 6 V, et que l'on veuille l'utiliser pour allumer la lampe.

Evidemment nous ne pouvons pas relier directement la lampe à la pile, car sa tension étant supérieure à celle dont la lampe a besoin, il y passerait un courant trop intense qui pourrait provoquer la fusion du filament : dans ces conditions la lampe "brûle", comme on dit généralement.

Pour éviter cet inconvénient, il faut réduire le courant qui traverse la lampe ; ceci se passe comme nous l'avons vu, quand on augmente la résistance du circuit.

Dans ce but, on peut ajouter dans le circuit une "résistance", qui est justement un composant qui a pour fonction d'opposer au courant une résistance déterminée ; dans ce cas le circuit se présente comme sur le schéma de la *figure 11* ; sur ce schéma vous pouvez remarquer le symbole graphique utilisé pour représenter la lampe.

Maintenant il y a deux résistances ; pour les distinguer entre elles, nous utilisons le symbole R1 pour celle de la "résistance", et le symbole R2 pour celle de la lampe.

La résistance du circuit est plus grande que celle qu'on aurait si dans le circuit il n'y avait que la lampe, car le courant, en plus de l'obstacle de la lampe, rencontre aussi l'obstacle opposé par la "résistance", qu'il doit traverser avant d'arriver à la lampe.

Quand deux ou plusieurs éléments d'un circuit sont traversés successivement par le même courant, comme dans ce cas, on dit qu'ils sont RELIES EN SERIE ou plus simplement qu'ils sont EN SERIE.

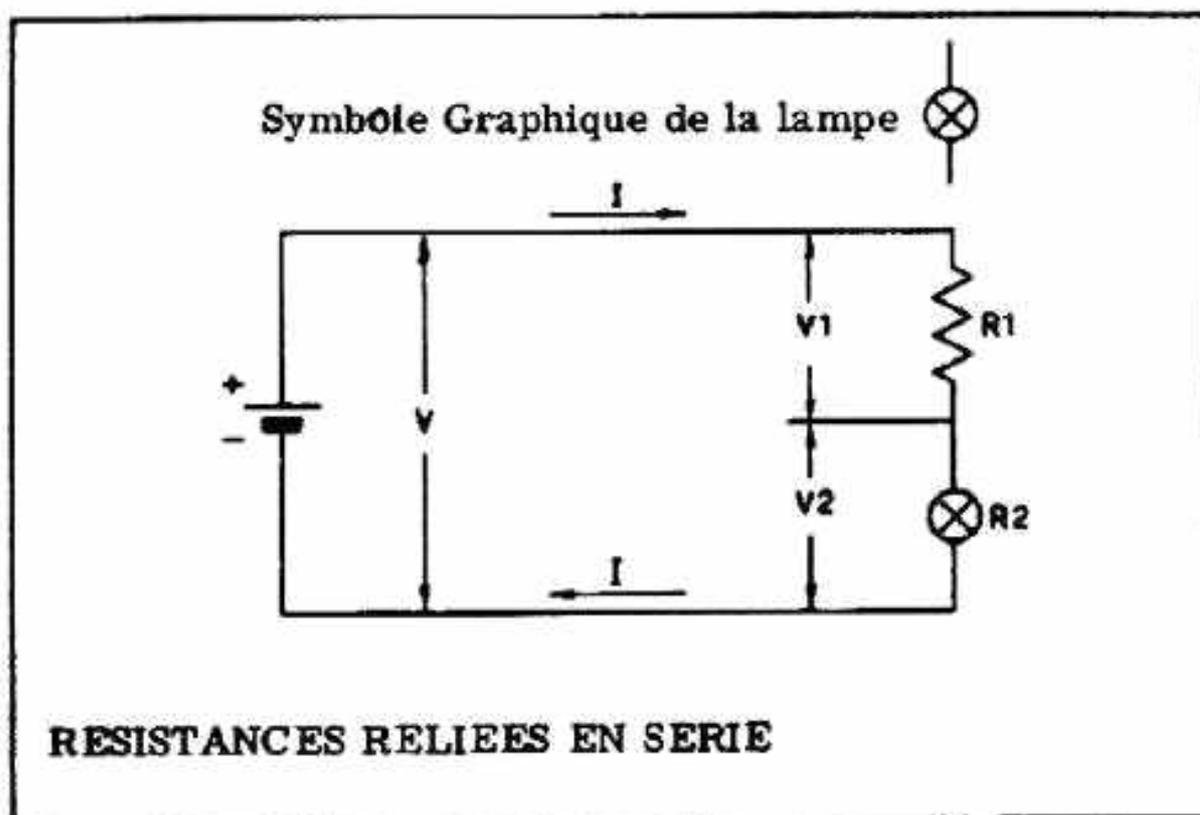


Figure 11

Le fait que le courant qui circule dans ces éléments soit le même pour tous est une caractéristique spécifique des liaisons en série : souvenez-vous donc que *plusieurs éléments reliés en série sont tous parcourus par le même courant*.

Nous avons vu aussi que le courant rencontre en plus, outre la résistance de la "résistance", la résistance qui lui est opposée par la lampe: la résistance que le circuit de la *figure 11* oppose au total au courant est donc donnée par la somme des résistances opposées par la "résistance" et par la lampe.

Souvenez-vous donc que *la résistance opposée au total par plusieurs résistances reliées en série s'obtient en faisant la somme de toutes*

les résistances.

Etudions maintenant ce qui se passe pour la tension ; dans ce but étudions de nouveau le circuit de la *figure 9* : dans ce circuit, la tension produite par la pile se retrouve toute aux extrémités de la "résistance", car la seule résistance présente dans le circuit lui est due.

Dans le circuit de la *figure 11*, il y a au contraire deux résistances et donc il devra y avoir une tension aux extrémités de chacune d'elles ; en effet, s'il y a une résistance parcourue par un courant, il doit y avoir aussi une tension à ses extrémités, qui détermine le passage du courant.

Dans ce cas la tension fournie par la pile doit donc se diviser entre les deux résistances présentes dans le circuit, et nous cherchons justement à obtenir que cette division se produise de façon à ce qu'aux extrémités de la lampe il y ait la bonne tension ; comme cette tension est de 4 V, tandis que la pile donne 6 V, nous devons faire en sorte qu'aux extrémités de la "résistance" il y ait les 2 volts fournis en trop par la pile.

Pour obtenir ceci il faut utiliser une résistance déterminée, que nous pouvons calculer par la loi d'Ohm si nous connaissons le courant qui la traverse : nous connaissons ce courant car c'est le même que celui qui traverse la lampe reliée en série et qui a une intensité de 0,1 A.

Maintenant que nous connaissons la tension aux extrémités de la résistance (2 V), et le courant qui la traverse (0,1 A), nous pouvons calculer sa résistance en utilisant la loi d'Ohm sous la forme de la *figure 10 - a*, c'est-à-dire en divisant la tension par le courant ; nous obtenons ainsi $2:0,1 = 20\Omega$ (je vous rappelle que la lettre grecque Ω est le symbole de l'ohm, unité de mesure de la résistance).

Nous avons vu ainsi une première application pratique des résistances : en effet, la résistance R1 de la *figure 11* a été utilisée pour réduire la tension appliquée à la lampe de manière à pouvoir l'alimenter régulière-

ment, alors que la tension que l'on a à sa disposition est supérieure. Pour cette raison, la tension de 2 V qu'on a dans ce cas aux extrémités de la résistance R1 est appelée *CHUTE DE TENSION*, comme si la résistance faisait "tomber" une partie de la tension de la pile et permettait ainsi d'appliquer à la lampe la bonne tension.

Les résistances sont largement employées dans les appareils radio pour produire ces chutes de tension ; en effet, très souvent on doit appliquer aux tubes électroniques des tensions plus basses que celles qu'on a à sa disposition ; on a donc recours aux résistances, qui dans ce cas prennent le nom de *RESISTANCES CHUTRICES*.

Un deuxième type de liaison est utilisé pour les résistances, c'est la *LIAISON EN PARALLELE*, montrée sur la *figure 12*, où figurent les résistances de deux lampes, indiquées dans ce cas par les symboles R1 et R2.

Remarquons d'abord que les deux lampes ont chacune une extrémité reliée au pôle positif de la pile, et l'autre extrémité reliée au pôle négatif : la même tension sera donc appliquée aux deux lampes : la tension de la pile.

Les lampes que nous utilisons chez nous pour nous éclairer, sont reliées ainsi : chacune d'elles est reliée aux deux fils de la ligne de distribution, donc la même tension est appliquée à chacune.

Ce fait est une caractéristique spécifique des liaisons en parallèle : souvenez-vous donc qu'*aux extrémités de plusieurs éléments reliés en parallèle, on a la même tension*.

Pour les liaisons en parallèle on peut parler de la conductance plutôt que de la résistance, en se souvenant que l'une est l'inverse de l'autre.

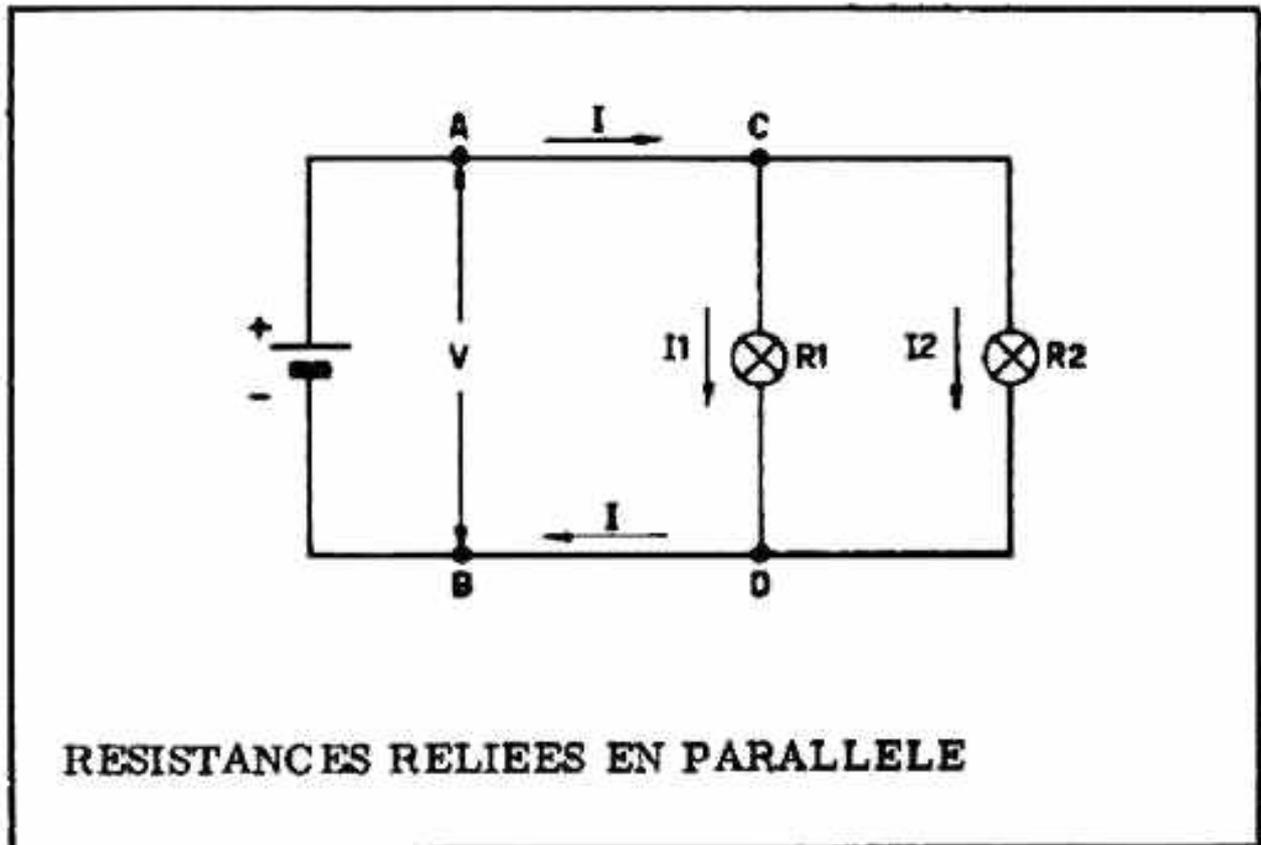


Figure 12

Si nous supposons, dans un premier temps, qu'il n'y a qu'une seule lampe dans le circuit, celui-ci aura une conductance déterminée ; quand, à la première lampe, on relie en parallèle la deuxième, le circuit présente en plus la conductance de la deuxième, c'est-à-dire que sa conductance totale augmente, et le circuit peut donc permettre le passage d'un courant plus fort.

De ceci nous pouvons déduire que *plusieurs résistances reliées en parallèle présentent une conductance totale qu'on obtient en faisant la somme des conductances de toutes les résistances.*

Dans les liaisons en parallèle il faut surtout examiner comment se comporte le courant ; nous voyons sur la *figure 12* que le courant I , qui sort du pôle positif de la pile, se divise au point C en deux courants indi-

qués par les symboles I_1 et I_2 ; chacun de ces courants traverse une lampe, et ils se réunissent ensuite de nouveau l'un à l'autre au point D, où on retrouve le courant I qui va au pôle négatif de la pile.

Evidemment, on obtient le courant I fourni au total par la pile en faisant la somme des courants qui traversent chaque lampe.

Les tubes électroniques utilisés dans les appareils radio sont reliés en parallèle à leur "alimentation" par l'intermédiaire de leurs résistances chutrices ; mais nous aurons l'occasion de revenir sur ce type de liaison plus loin dans le Cours.

4 - 2 - LIAISONS DES PILES

Après avoir vu ce qui se produit dans le circuit extérieur des piles, selon le type de liaison adopté pour les résistances, nous allons examiner maintenant le circuit intérieur des piles.

Le courant qui retourne au pôle négatif de la pile, après avoir parcouru le circuit extérieur, doit traverser la solution électrolytique à l'intérieur de la pile pour se porter sur le pôle positif, d'où il recommence à parcourir le circuit extérieur.

Comme nous l'avons dit plus haut, les solutions électrolytiques offrent aussi une résistance au courant ; par conséquent, ce même courant fourni par la pile rencontrera une résistance en la traversant au cours de sa circulation dans la solution électrolytique.

Comme cette résistance n'appartient pas au circuit extérieur à la pile, mais qu'elle se trouve à l'intérieur de la pile, elle est appelée *RESISTANCE INTERNE* de la pile.

A propos du circuit de la *figure 9*, nous avons dit que la partie à gauche des points A et B représente le circuit intérieur de la pile ; dans cette par-

tie du circuit on peut représenter la résistance interne de la pile en utilisant le symbole graphique adopté pour les résistances, comme sur la *figure 13*.

A côté du symbole graphique, nous avons placé une lettre minuscule r , que nous utiliserons toujours dorénavant pour indiquer la résistance interne.

Considérons donc la résistance interne de la pile comme une résistance placée en série avec la pile, puisqu'elle est traversée par le courant fourni par la pile : de cette façon on peut voir facilement quel effet la résistance interne produit sur la tension.

La résistance qui représente cette résistance interne se comporte comme la résistance R_1 de la *figure 11*, c'est-à-dire qu'elle produit une chute de tension ; dans ce cas, comme la résistance est à l'intérieur de la pile, la chute de tension se produit aussi à l'intérieur de la pile.

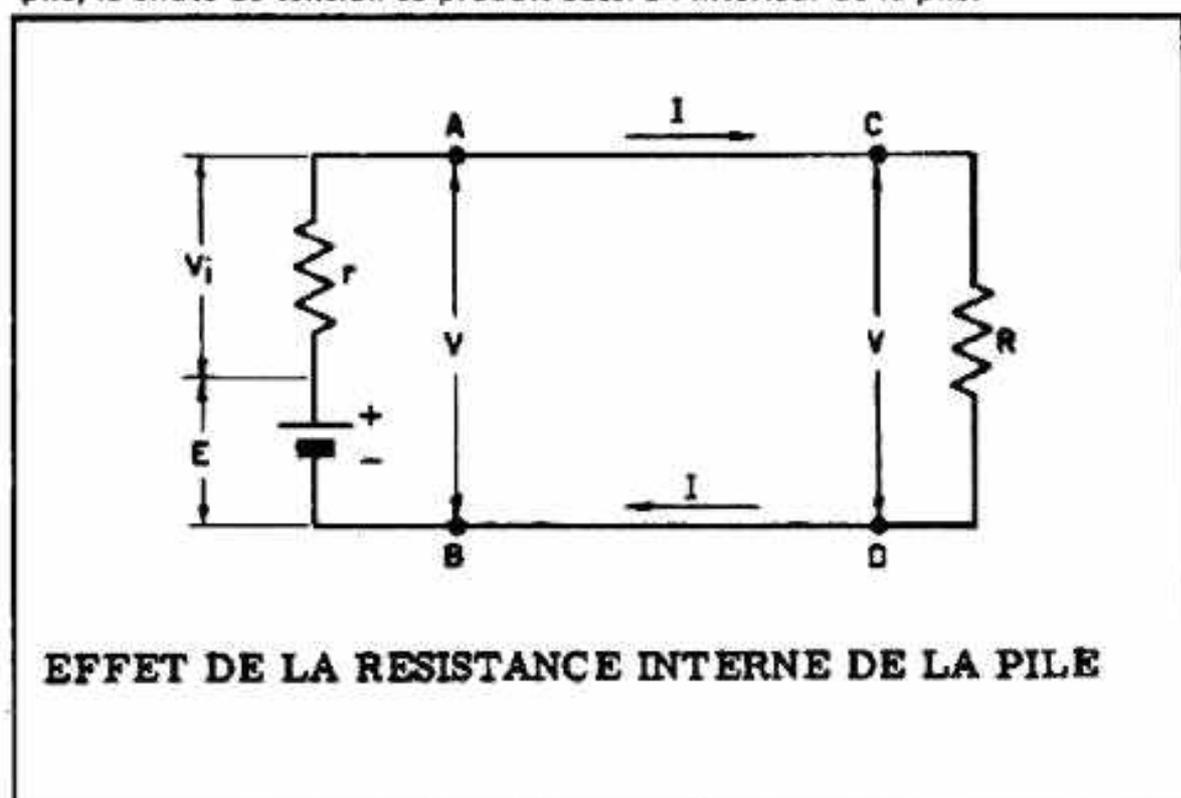


Figure 13

Pour cette raison, la tension aux extrémités de la résistance r est indiquée sur la *figure 13* par le symbole V_i (la lettre i sert à rappeler qu'il s'agit d'une tension intérieure à la pile).

Donc, à cause de cette chute, la tension qu'on obtient à l'extérieur de la pile entre ses pôles (sur la *figure 13* entre les points A et B) n'est pas la tension entière produite par la pile, mais elle est diminuée de la chute de tension intérieure.

Selon la loi d'Ohm, la tension que l'on a aux extrémités de la résistance interne s'obtient en multipliant la résistance par le courant et elle est donc d'autant plus grande que le courant est plus fort.

Nous voyons donc que la chute de tension intérieure à la pile augmente quand le courant fourni par la pile au circuit extérieur augmente.

Il n'y a que quand la pile n'est reliée à aucun circuit extérieur, et donc qu'elle ne fournit pas de courant, que la chute de tension intérieure est nulle : dans ces conditions, entre les pôles de la pile on a effectivement la tension entière fournie par la pile.

Cette tension s'appelle la *FORCE ELECTROMOTRICE* de la pile, et on l'indique par le symbole E comme sur la *figure 13*.

Donc souvenez-vous que *la force électromotrice d'une pile est la tension entre ses pôles quand la pile ne fournit pas de courant.*

Evidemment, la force électromotrice se mesure en volt comme la tension.

Dans de nombreux cas la résistance interne d'une pile est très inférieure à la résistance du circuit extérieur, et on peut donc la négliger sans commettre une erreur appréciable ; dans ce cas on considère donc que la tension fournie par la pile est égale à la force électromotrice (dorénavant,

au lieu d'écrire "force électromotrice" nous utiliserons son abréviation : "f. é. m.").

Etudions maintenant les liaisons que l'on peut effectuer entre plusieurs piles ; ce sont les mêmes que celles que nous avons déjà vues pour les résistances.

Sur la *figure 14* est dessinée la liaison en série de deux piles, qui s'effectue en reliant le pôle positif de l'une au pôle négatif de l'autre.

Comme chaque pile a une f. é. m. de 1,5 V, entre les points B et A il y a une différence de potentiel de 1,5 V, comme entre les points C et B.

Autrement dit, le point B a un potentiel supérieur de 1,5 V à celui du point A, tandis que le point C a lui aussi un potentiel supérieur de 1,5 V à celui du point B.

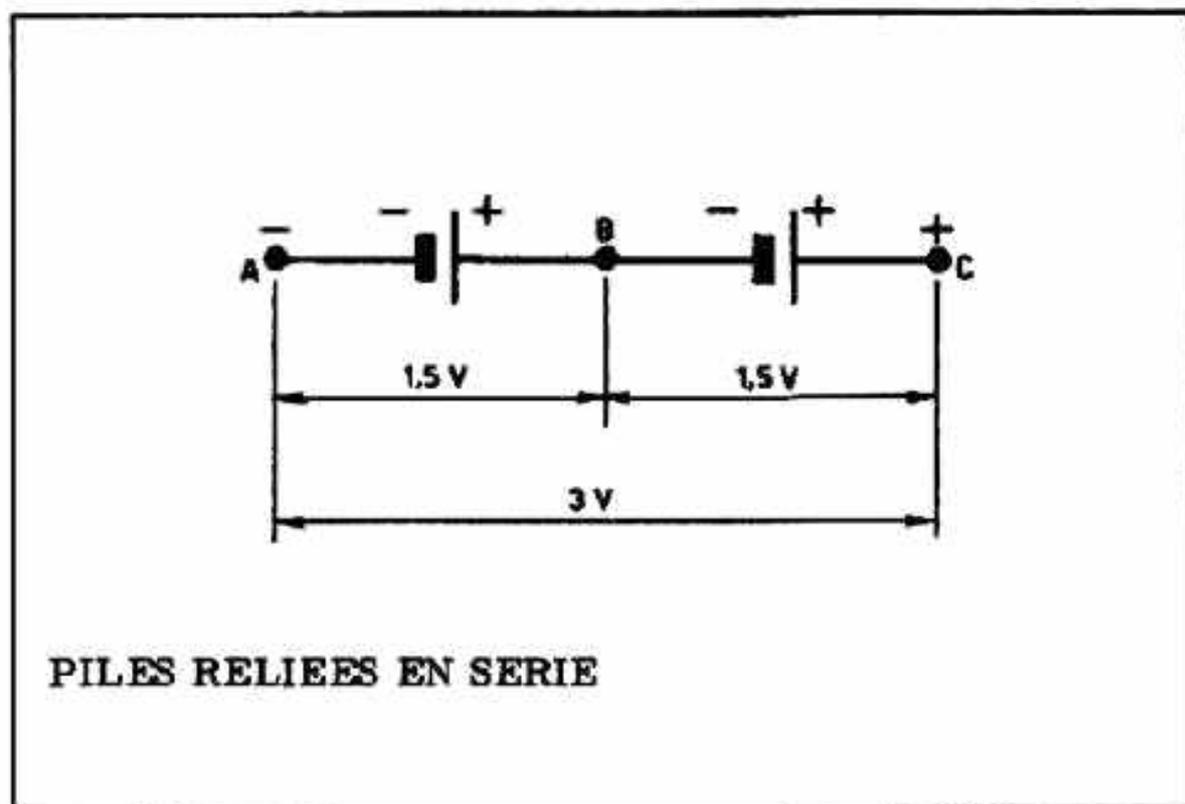


Figure 14

Mais si le potentiel du point C est supérieur de 1,5 V au potentiel du point B et si celui-ci à son tour est supérieur de 1,5 V à celui du point A, le potentiel du point C est supérieur de 3 V à celui du point A.

Entre les points C et A, c'est-à-dire aux extrémités des deux piles, il y a donc une différence de potentiel de 3 V, qui correspond à la somme des différences de potentiel que l'on a entre les pôles de chaque pile. Nous pouvons donc conclure qu'en mettant en série plusieurs piles on obtient une f. é. m. totale égale à la somme des f. é. m. de chaque pile.

On a donc recours à la liaison en série des piles quand on a besoin d'une tension plus grande que celle que peut fournir une seule pile : dans ce cas, l'ensemble des piles reliées en série s'appelle une **BATTERIE DE PILES** ou par abréviation une **BATTERIE**.

La "pile" que vous utilisez dans les montages des leçons pratiques est en réalité une batterie. Elle a une f. é. m. de 4,5 V parce qu'elle est formée de trois piles en série qui ont chacune une f. é. m. de 1,5 V.

En ce qui concerne la résistance interne, il est évident, après tout ce qui a été dit pour les résistances, qu'une batterie a une résistance interne égale à la somme des résistances internes de toutes les piles qui la composent ; enfin, toutes les piles qui sont en série sont traversées par le même courant, comme cela se passe dans toutes les liaisons de ce genre.

En ce qui concerne le courant, il faut savoir qu'une pile ne doit jamais fournir un courant d'intensité supérieure à une valeur déterminée, qui dépend de ses caractéristiques de construction, car sinon on assisterait à sa détérioration très rapide.

C'est pour cela que le circuit extérieur d'une pile n'est jamais constitué par un simple fil de cuivre : en effet, à cause de la très faible résistance du fil, la pile serait obligée de fournir un courant d'intensité très élevée qui la détériorerait très vite.

Dans ce cas, on dit que la pile est en *COURT-CIRCUIT* ; pour la bonne conservation des piles, il faut donc éviter de les mettre en court-circuit, en reliant directement leurs pôles par un simple conducteur de résistance négligeable.

Quand on veut fournir à un circuit un courant plus fort que celui qui peut être fourni par une seule pile, on utilise plusieurs piles reliées entre elles en parallèle comme sur la *figure 15*.

D'après cette figure, on voit que *le courant total fourni par plusieurs piles en parallèle est égal à la somme des courants fournis par chaque pile*.

Naturellement, pour que cela se produise, il faut que toutes les piles aient leurs pôles positifs reliés ensemble d'un côté, et tous leurs pôles négatifs reliés ensemble de l'autre, comme sur la *figure 15* : de cette fa-

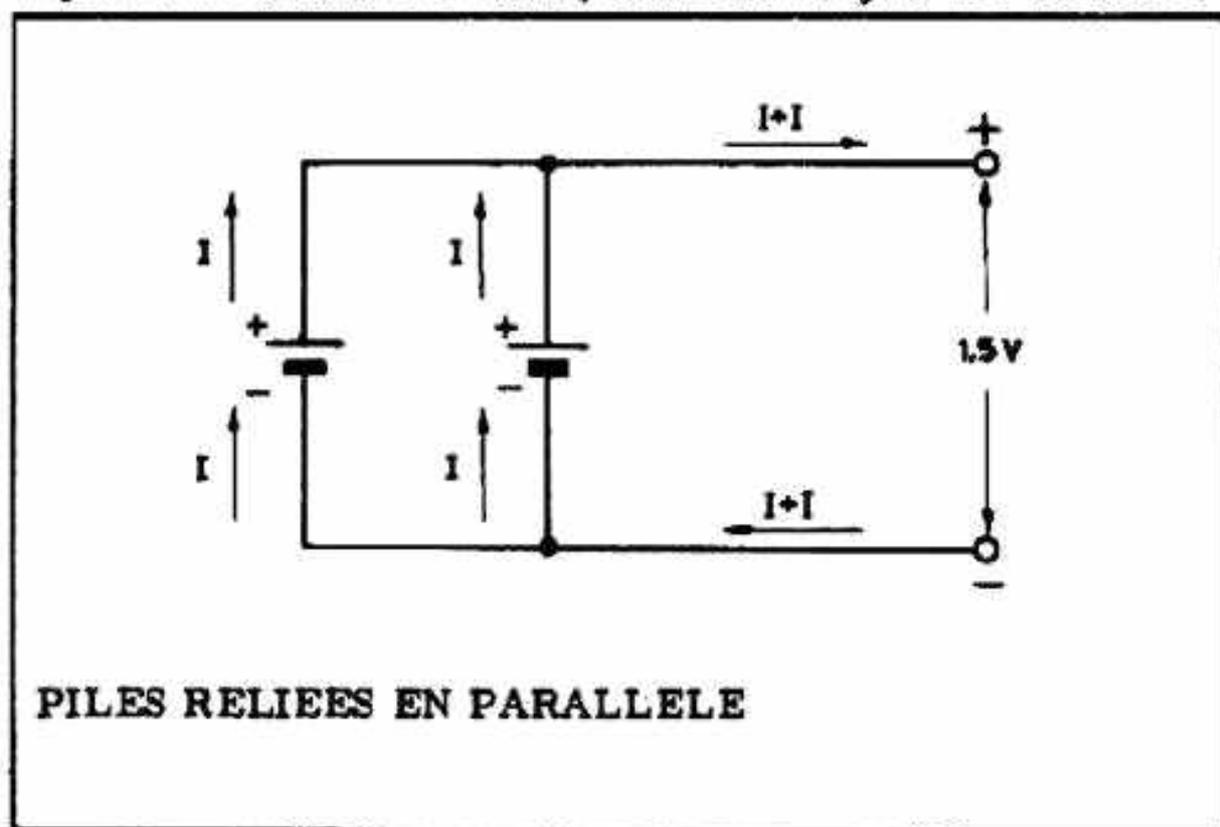


Figure 15

çon, aux extrémités des piles en parallèle, on a évidemment la même f. é. m. que celle fournie par une seule pile, caractéristique qui est commune à toutes les liaisons en parallèle.

Maintenant que nous avons examiné les différentes liaisons qu'on utilise dans les circuits électriques, dans la prochaine leçon nous pourrons terminer ce sujet en étudiant l'énergie relative à ces circuits ; nous parlerons aussi d'un autre composant très largement employé dans les circuits radio : le *CONDENSATEUR*.

NOTIONS A RETENIR

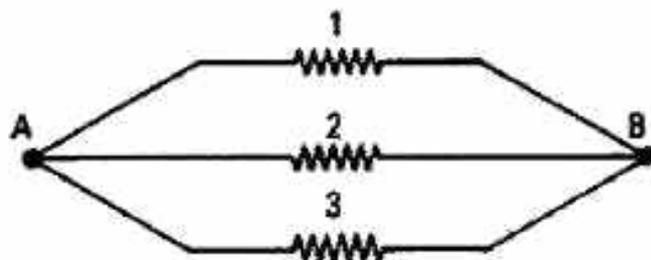
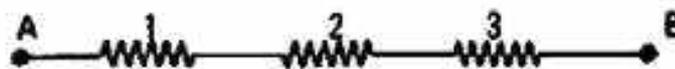
- L'obstacle opposé par un conducteur au passage du courant, s'appelle la RESISTANCE ELECTRIQUE.
- Il ne faut pas confondre la RESISTANCE ELECTRIQUE (on dit le plus souvent plus simplement la RESISTANCE) qui est une GRANDEUR ELECTRIQUE s'exprimant en OHMS, avec la RESISTANCE, qui est un composant présentant une RESISTANCE ELECTRIQUE de valeur donnée.
- La Loi d'OHM peut s'énoncer de trois façons.
 - a) On obtient LA RESISTANCE en divisant la TENSION par l'INTENSITE, soit $R = U/I$
 - b) On obtient LA TENSION en multipliant la RESISTANCE par L'INTENSITE, soit $U = R \cdot I$.
 - c) On obtient l'INTENSITE en divisant la TENSION par la RESISTANCE, soit $I = U/R$.

Dans ces trois formules nous avons :

U = TENSION
 R = RESISTANCE
 I = INTENSITE

On peut monter plusieurs résistances, soit en parallèle soit en SERIE.

Les formules pour le calcul de la résistance équivalente de plusieurs résistances montées en SERIE ou en PARALLELE, vous seront données avec des exemples d'applications, dans le formulaire 2 du groupe 8.

Montage parallèle
de trois résistancesMontage série de
trois résistances

- On peut obtenir 9 Volts par exemple, en branchant en SERIE deux PILES de 4,5 Volts, ou 13,5 Volts en branchant en SERIE trois piles de 4,5 Volts - etc...
- Si une pile de 4,5 Volts par exemple peut alimenter pendant 4 heures une ampoule d'une puissance donnée, cette même ampoule pourra être alimentée pendant 8 heures à l'aide de deux PILES, branchées en PARALLELE.

CONCLUSION : Dans le branchement SERIE DES PILES, les TENSIONS s'ajoutent mais la réserve totale d'énergie reste celle d'une seule pile.

Au contraire, dans le branchement PARALLELE, la TENSION reste celle d'une seule PILE, mais les réserves d'énergie s'ajoutent.

Cette réserve d'énergie, c'est-à-dire la capacité de la pile, s'exprime en Ampère-Heure (intensité théorique que peut délivrer la pile en 1 heure avant d'être épuisée).

Pour une batterie d'accumulateurs de voiture, on trouve couramment 12 Volts 40 A-H et pour une pile ordinaire 4,5 Volts 1,5 A-H, mais ATTENTION ces caractéristiques ne sont exactes, qu'à condition d'utiliser

les batteries et les piles par **INTERMITTENCE** et que l'intensité fournie soit égale au maximum au 20^{ème} de la capacité totale.

Ainsi, une pile de 4,5 Volts 1,5 A-H peut fournir un courant de $1,5/20 = 75$ mA pendant 20 heures.



EXERCICE DE REVISION SUR LA THEORIE 3

- 1 - Qu'entend-on par tension de contact ?**
- 2 - Combien y-a-t-il d'éléments essentiels dans une pile, et quels sont-ils ?**
- 3 - Qu'est-ce que la résistance électrique d'un conducteur ?**
- 4 - Comment calcule-t-on la résistance d'un conducteur ?**
- 5 - Qu'entend-on par conductance électrique ?**
- 6 - Quelles sont les unités de mesure de la résistivité et de la conductivité ?**
- 7 - Quel est l'énoncé des trois formes différentes de la loi d'Ohm ?**
- 8 - Quelles sont les caractéristiques spécifiques des liaisons en série, et des liaisons en parallèle ?**
- 9 - Qu'est-ce que la f. é. m. d'une pile ?**
- 10 - A quoi servent les liaisons des piles en série et en parallèle ?**



REPNSES A L'EXERCICE DE REVISION SUR LA THEORIE 2

- 1 - Les corps dont les atomes ont l'orbite externe très incomplète sont des conducteurs.
- 2 - Le courant électrique dans les solides est constitué par des électrons qui se déplacent tous dans le même sens.
- 3 - L'effet thermique du courant électrique consiste dans l'échauffement du conducteur produit par le courant qui le traverse.
- 4 - Le courant électrique dans les liquides est dû aux ions, qui peuvent se déplacer entre les molécules des liquides.
- 5 - Les ions négatifs s'appellent aussi des anions, car ils se dirigent vers l'anode, et les ions positifs s'appellent aussi des cations, parce qu'ils se dirigent vers la cathode.
- 6 - Le courant ionique diffère du courant électronique dans la nature des particules qui le constituent ; ces particules sont, en effet, des ions, c'est-à-dire des atomes qui ont une charge positive ou négative ; ces ions se déplacent dans des sens opposés, et donnent lieu à un transport de matière.
- 7 - Le sens conventionnel du courant est le sens dans lequel se déplacerait le courant s'il était constitué par des charges positives.
- 8 - L'intensité du courant dans un conducteur est la quantité d'électricité qui, chaque seconde, traverse une section déterminée du conducteur.
- 9 - L'unité de mesure de l'intensité du courant est l'ampère.
- 10 - Le passage du courant est déterminé par la différence de potentiel électrique.
- 11 - Le potentiel et la tension se mesurent en volt.

