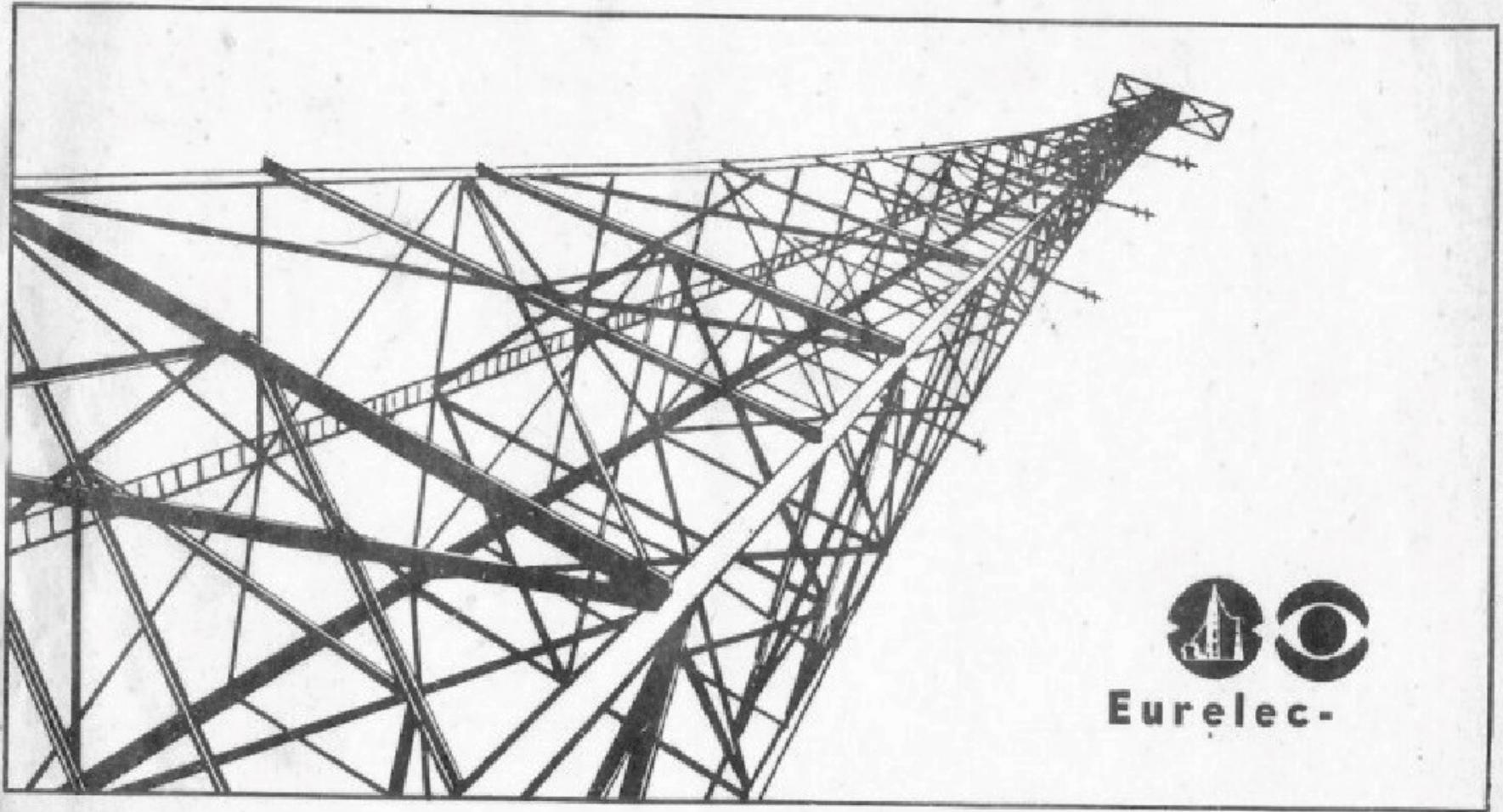


PRELIMINAIRE



Eurelec-

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

Avant de commencer l'étude proprement dite de la radioélectricité il est nécessaire d'avoir quelques notions sur la constitution de la matière, sur la physique et sur l'électrotechnique, en général.

Ces leçons préliminaires ont précisément pour but de vous fournir ces notions et de vous mieux préparer à suivre le développement de votre cours.

1- THEORIE ELECTRONIQUE DE LA MATIERE -

1.1- Matière.

On appelle matière tout ce qui occupe un espace et a un poids propre ; même si elle n'est pas visible, c'est toujours de la matière. Elle se présente sous trois états différents :

- Solide, liquide ou gazeux.

Par exemple : le fer est solide, l'eau est liquide, l'air est gazeux

Parfois un CORPS, c'est-à-dire une part définie de matière, peut se présenter successivement sous ses trois états.

Un cas typique est donné par l'eau qui peut se trouver à l'état solide sous forme de glace, à l'état naturel comme liquide, ou à l'état gazeux sous forme de vapeur.

1.2- Molécule.

Quand on divise un corps quelconque en parties toujours plus petites on arrive jusqu'à une parcelle infinie mais qui conserve toutes les caractéristiques du corps auquel elle appartient.

Cette parcelle, infiniment petite, se nomme MOLECULE.

Ainsi, la molécule de l'eau est la parcelle infinitésimale de l'eau qui en a toutes les caractéristiques sans altération aucune.

La molécule d'une substance est toujours différente de la molécule d'une autre substance : par exemple la molécule de l'eau est différente de celle de l'oxygène ou de celle du fer.

Par conséquent, dans la nature, il y a beaucoup de types de molécules : une pour chaque substance qui existe.

1.3- Atomes.

La molécule d'un corps quelconque peut être elle-même divisée en plusieurs parties, mais celles-ci présentent alors des caractéristiques différentes de la molécule dont elles dérivent. Ces parties qui constituent la molécule, se nomment ATOMES.

Nous avons vu que la parcelle la plus petite de l'eau était la molécule d'eau. Si nous réussissons à diviser la molécule de l'eau, nous trouvons : une partie d'oxygène et deux parties d'hydrogène. C'est-à-dire un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène.

Nous disons que l'eau est un corps COMPOSE, formé de deux corps SIMPLÉS : l'oxygène (symbole : O) et l'hydrogène (symbole : H).

Dans la nature, il existe 102 types de corps simples nommés aussi ELEMENTS : chaque élément est formé par des atomes d'un type bien déterminé et l'on a ainsi 102 types d'atomes (Fig. 1-).

Les multiples combinaisons de ces éléments donnent tous les types de molécules qui existent dans la nature et par là toutes les substances.

1.4- Constitution de l'atome.

Le nom atome, qui dérive du Grec, signifie indivisible.

1 - Hydrogène	H	26 - Fer	Fe	52 - Tellure	Te	78 - Platine	Pt
2 - Hélium	He	27 - Cobalt	Co	53 - Iode	I	79 - Or	Au
3 - Lithium	Li	28 - Nickel	Ni	54 - Xénon	Xe	80 - Mercure	Hg
4 - Beryllium	Be	29 - Cuivre	Cu	55 - Caesium	Cs	81 - Thallium	Tl
5 - Bore	B	30 - Zinc	Zn	56 - Baryum	Ba	82 - Plomb	Pb
6 - Carbone	C	31 - Gallium	Ga	57 - Lanthane	La	83 - Bismuth	Bi
7 - Azote	N	32 - Germanium	Ge	58 - Cérium	Ce	84 - Polonium	Po
8 - Oxygène	O	33 - Arsenic	As	59 - Praséodyme	Pr	85 - Astate	At
9 - Fluor	F	34 - Sélénium	Se	60 - Néodyme	Nd	86 - Radon	Rn
10 - Néon	Ne	35 - Brome	Br	61 - Prométhéum	Pm	87 - Francium	Fr
11 - Sodium	Na	36 - Krypton	Kr	62 - Samarium	Sm	88 - Radium	Ra
12 - Magnésium	Mg	37 - Rubidium	Rb	63 - Europium	Eu	89 - Actinium	Ac
13 - Aluminium	Al	38 - Strontium	Sr	64 - Gadolinium	Gd	90 - Thorium	Th
14 - Silicium	Si	39 - Yttrium	Y	65 - Terbium	Tb	91 - Protoactinium	Pa
15 - Phosphore	P	40 - Zirconium	Zr	66 - Dysprosium	Dy	92 - Uranium	U
16 - Soufre	S	41 - Niobium	Nb	67 - Holmium	Ho	93 - Neptunium	Np
17 - Chlore	Cl	42 - Molybdène	Mo	68 - Erbium	Er	94 - Plutonium	Pu
18 - Argon	A	43 - Technétium	Tc	69 - Thulium	Tm	95 - Americium	Am
19 - Potassium	K	44 - Ruthénium	Ru	70 - Ytterbium	Yb	96 - Curium	Cm
20 - Calcium	Ca	45 - Rhodium	Rh	71 - Lutécium	Lu	97 - Berkélium	Bk
21 - Scandium	Sc	46 - Palladium	Pd	72 - Hafnium	Hf	98 - Californium	Cf
22 - Titane	Ti	47 - Argent	Ag	73 - Tantale	Ta	99 - Einsteinium	Es
23 - Vanadium	V	48 - Cadmium	Cd	74 - Tungstène	W	100 - Fermium	Fm
24 - Chrome	Cr	49 - Indium	In	75 - Rhénium	Re	101 - Mendélévium	Md
25 - Manganèse	Mn	50 - Etain	Sn	76 - Osmium	Os	102 - Nobélium	No
		51 - Antimoine	Sb	77 - Iridium	Ir		

- Fig. 1 -

Jusqu'à la fin du siècle dernier, on croyait que l'atome était la plus petite partie de la matière, et qu'il était impossible de la diviser : or l'atome est une parcelle insécable de matière.

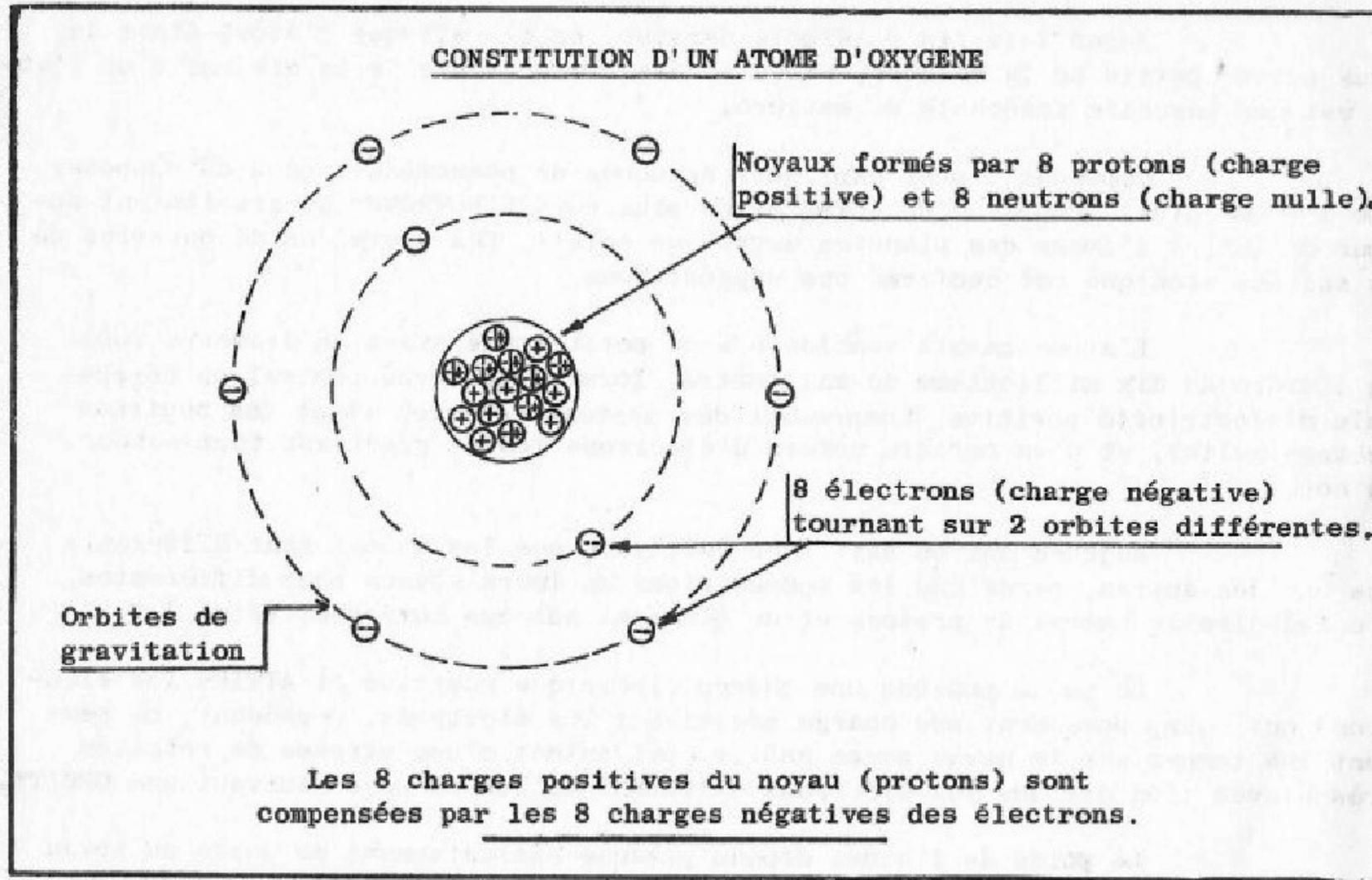
Cependant, pour expliquer beaucoup de phénomènes, on a dû supposer que l'atome était composé d'un NOYAU et de plusieurs ELECTRONS qui gravitaient autour de lui, à l'image des planètes autour du soleil. Les nouvelles découvertes de la science atomique ont confirmé ces suppositions.

L'atome paraît semblable à un petit monde ayant un diamètre total de l'ordre du dix millionième de millimètre, formé d'un noyau central ou corpuscule d'électricité positive, comprenant des protons (charges +) et des neutrons (charge nulle), et d'un certain nombre d'électrons isolés gravitant tout autour du noyau.

Aujourd'hui on sait avec certitude que les atomes sont différents les uns des autres, parce que les compositions de leurs noyaux sont différentes, c'est-à-dire le nombre de protons et de neutrons qui les composent (Fig. 2-).

Le noyau possède une charge électrique positive et ATTIRE les électrons qui, eux, possèdent une charge négative ; les électrons, cependant, ne peuvent PAS tomber sur le noyau parce qu'ils sont animés d'une vitesse de rotation très élevée : on dit que les électrons GRAVITENT autour du noyau suivant une ORBITE.

Le poids de l'atome dépend presque exclusivement du poids du noyau qui a des dimensions beaucoup plus grandes que celles des électrons.



- Fig. 2 -

Le noyau est composé lui-même d'autres parcelles strictement liées entre elles, appelées PROTONS et NEUTRONS.

Les protons ont des charges électriques positives mais les neutrons n'ont pas de charge électrique.

1.5- Etat électrique d'un corps.

Habituellement, l'atome est neutre, c'est-à-dire que les charges positives du noyau neutralisent les charges négatives des électrons.

Si quelque phénomène réussit à troubler cet état neutre de l'atome en ajoutant ou en enlevant des électrons, l'atome prend respectivement une charge électrique négative ou positive : c'est alors que le corps, constitué par des atomes ainsi chargés, devient le siège d'une activité électrique.

Un atome qui sera privé d'un ou de plusieurs électrons exercera une attraction positive et cherchera à retrouver sa condition d'équilibre initial en attirant des électrons.

Il en sera inversement pour l'atome auquel auront été ajoutés des électrons.

En rapprochant deux atomes, l'un avec une charge positive et l'autre avec une charge négative, on aura un déplacement d'électrons du second vers le premier, jusqu'à l'établissement d'un équilibre électrique entre les deux atomes.

Ce déplacement de charges électriques négatives infinitésimales (c'est-à-dire des électrons), est le plus simple phénomène électrique que l'on puisse considérer et constitue la base fondamentale de l'étude de l'électricité.

2- FORCE, TRAVAIL, PUISSANCE -

Considérons un corps quelconque qui présente des caractéristiques physiques bien définies, par exemple une pierre, posée sur une table.

Si nous désirons déplacer cette pierre sur la surface de la table, nous devons lui appliquer une FORCE c'est-à-dire que nous devons exercer sur elle une action.

La grandeur et la direction de la force appliquée à la pierre dépendent du but que l'on veut atteindre, et des difficultés que l'on peut rencontrer pour déplacer la pierre. La force est mesurée en kilogrammes (kg.).

En maintenant appliquée cette force, la pierre se déplace de façon continue sur la surface de la table ; en multipliant la valeur de la force (kg.) par le déplacement effectué (mètre), on obtient la valeur du TRAVAIL effectué pour déplacer la pierre (kilogrammètre : kgm.).

Ce travail peut être exécuté dans un temps plus ou moins court.

Pour connaître la valeur de la PUISSANCE employée, on doit donc diviser le travail par le temps employé pour son exécution (kilogrammètre par seconde = kgm./sec.).

Si nous faisons tomber notre pierre du bord de la table par terre, nous pouvons faire en sorte que la pierre accomplisse un travail en comprimant, par exemple, un ressort.

On appelle ENERGIE d'un corps l'aptitude qu'il a à accomplir un travail.

La pierre qui tombe de la table fournit une partie de l'énergie qu'elle possède pour le simple motif qu'elle se trouve dans une position élevée : on dit qu'elle a une ENERGIE POTENTIELLE. De même un ressort comprimé possède une énergie potentielle qu'on peut utiliser lorsque le ressort s'allonge.

Dans les deux cas décrits, il s'agit toujours d'une forme d'ENERGIE MECANIQUE.

On peut, au contraire, utiliser l'ENERGIE THERMIQUE en brûlant du charbon ou du bois dans une chaudière et en produisant de la vapeur qui fera à son tour fonctionner des machines appropriées.

Il en est de même pour le moteur classique à explosions qui fonctionne

en utilisant l'énergie thermique fournie par le mélange détonant d'air et d'essence introduit dans des cylindres sous pression. Parmi les autres formes d'énergie, nous pouvons citer :

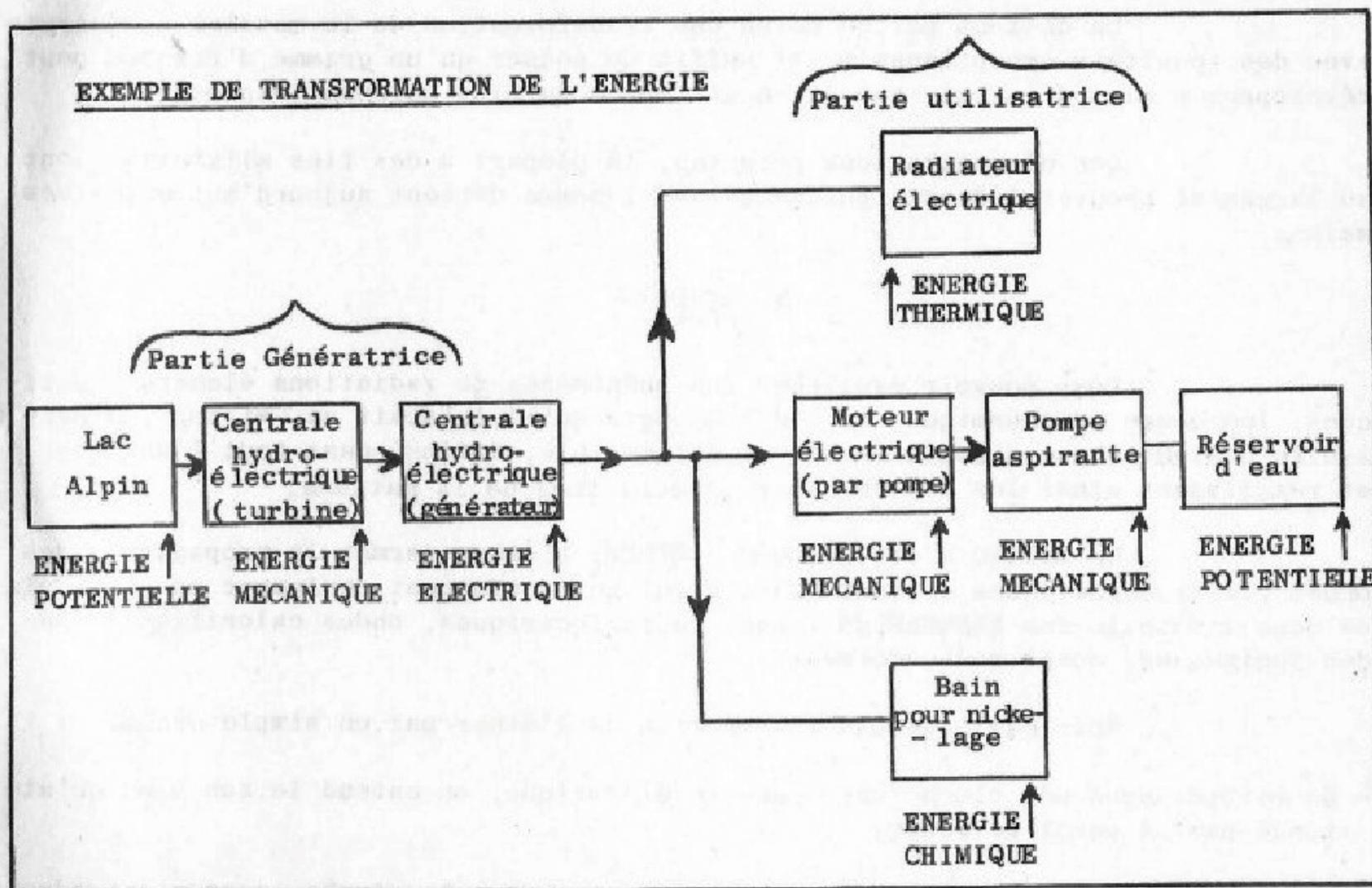
- l'ENERGIE CHIMIQUE
- l'ENERGIE LUMINEUSE
- l'ENERGIE ATOMIQUE et
- l'ENERGIE ELECTRIQUE.

Toutes ces formes d'énergie sont presque toujours étroitement liées entre elles par des transformations successives et on peut facilement passer de l'une à l'autre (Fig. 3-).

La forme d'énergie qui nous intéresse plus particulièrement est l'énergie électrique ; c'est encore celle qui peut le mieux se transformer et s'utiliser ; ce sont ces deux raisons qui lui ont permis de connaître un tel développement.

Une forme d'énergie que l'homme a pu récemment domestiquer, est l'énergie atomique ; les merveilleuses possibilités de développement que l'on peut concevoir, dès maintenant, même par intuition, font prévoir, à coup sûr, que cette énergie prendra une place prédominante dans la vie de l'homme au cours des prochaines années.

L'énergie atomique s'obtient en rompant avec des moyens appropriés l'équilibre existant au sein même de l'atome, de telle façon qu'il éclate et qu'il libère ainsi son énergie potentielle.



- Fig. 3 -

On obtient par ce moyen une transformation de la matière en énergie avec des résultats exceptionnels. Il suffit de penser qu'un gramme d'Uranium peut développer autant d'énergie que dix-neuf tonnes du plus puissant explosif.

Des démonstrations récentes, la plupart à des fins militaires, ont su largement prouver l'énorme puissance que l'homme détient aujourd'hui entre ses mains.

3- ETHER -

Pour pouvoir expliquer les phénomènes de radiations électromagnétiques, lumineuse ou thermique, on a dû supposer qu'il existait un "milieu", c'est-à-dire quelque chose d'impondérable et d'invisible, diffusé dans tout l'univers et remplissant ainsi les espaces intermoléculaires de la matière.

Ce milieu a été dénommé : ETHER. L'éther permet la propagation des ondes électromagnétiques de toute nature qui se distinguent seulement par leur place dans l'échelle des FREQUENCES (ondes radioélectriques, ondes calorifiques, ondes lumineuses, ondes radioactives).

Nous expliquerons la fonction de l'éther par un simple exemple :

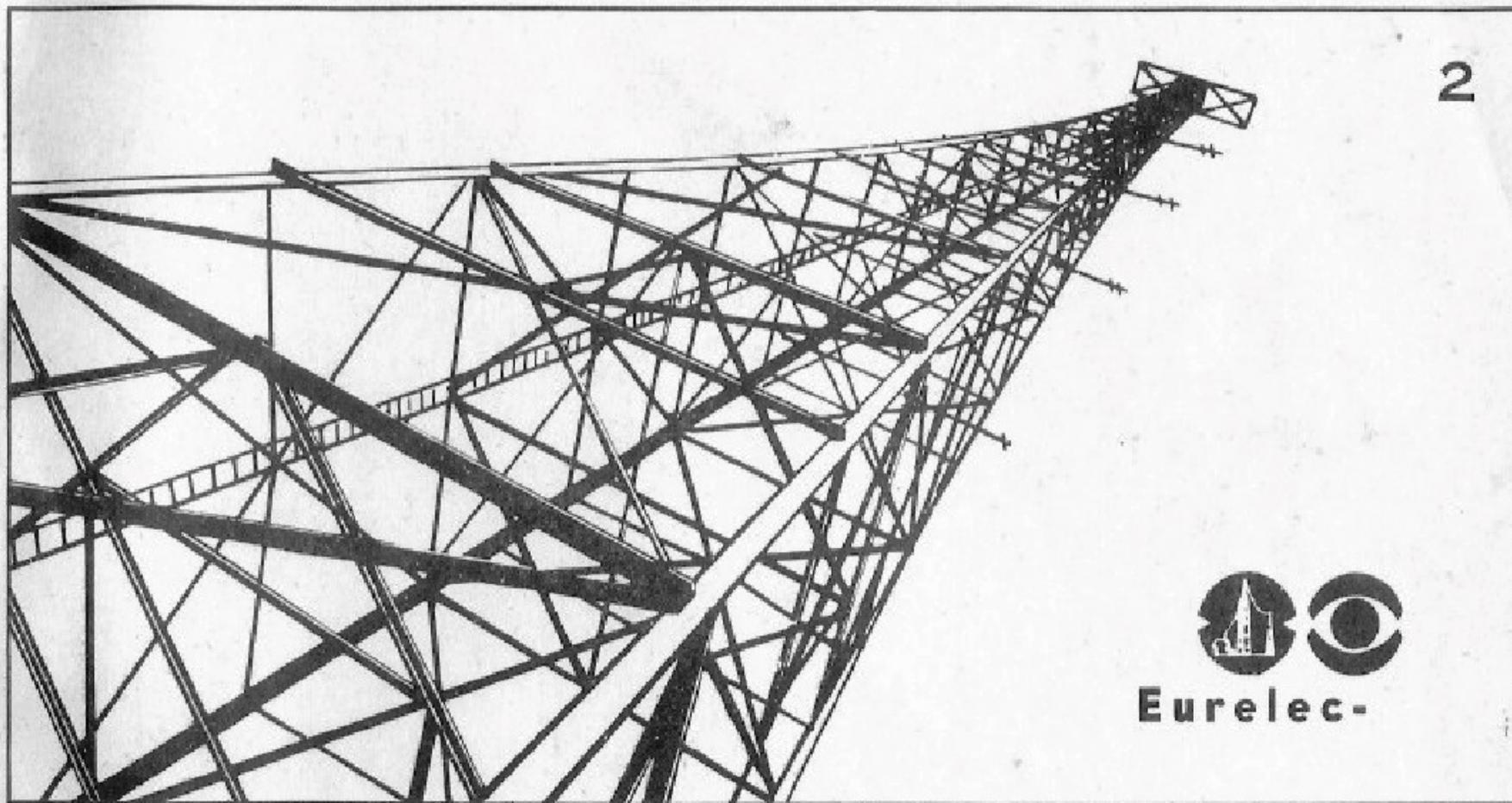
- En mettant sous une cloche une sonnerie électrique, on entend le son bien qu'atténué par la paroi de verre.

Si maintenant nous faisons le vide dans la cloche, nous n'entendrons plus rien.

Ceci veut dire que le son, pour se transmettre et arriver jusqu'à notre oreille, a besoin de l'air comme support de propagation : dans ce cas, donc le milieu qui permet la transmission est l'air.

Mettons maintenant à la place de la sonnerie une lampe allumée. Même en faisant le vide, la lumière est transmise et arrive à notre œil. Ceci veut dire que la lumière, et toutes les radiations électromagnétiques et thermiques, pour être transmises, ont besoin d'un milieu différent de l'air, et que ce milieu existe, même s'il est difficilement identifiable.

PRELIMINAIRE



2


Eurelec-

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

- BREVE HISTOIRE DE L'ELECTRICITE -

Plus de 2.000 ans se sont écoulés depuis que le docteur grec THALES DE MILET observa certains phénomènes inusuels, sans réussir à les expliquer : il s'agissait de simples phénomènes électriques qui marquèrent la naissance de la nouvelle science.

L'illustre savant avait remarqué qu'en frottant l'extrémité d'un bâton d'ambre avec un chiffon de laine il pouvait attirer des petites parcelles de substances très légères et sèches.

Cette expérience est encore la plus simple pour déterminer l'état électrique d'un corps ; comme ambre en grec se nomme "électron", la cause qui provoque ces phénomènes fut nommée électricité.

Bien des années passèrent avant que fut étudiée rationnellement la science de l'électricité.

Au 18ème siècle, commencèrent les études méthodiques sur les phénomènes électriques naturels, et, parmi les savants de cette époque, nous citerons :

- BENJAMIN FRANKLIN, l'inventeur du paratonnerre.
- GALVANI, qui avec ses expériences sur l'électricité dynamique permit à VOLTA la création du premier générateur électrique qui eut de réelles applications pratiques.

Bientôt de nombreux expérimentateurs contribuèrent à rendre compréhensibles la plupart des lois qui gouvernent les phénomènes électriques, et plusieurs noms illustres se sont ajoutés aux précédents. Citons parmi eux :

- OHM qui formula la loi fondamentale sur les courants électriques.
- AMPERE qui étudia quelques-uns des effets des courants électriques.
- COULOMB un autre grand physicien français au nom duquel est liée une loi importante.
- FARADAY qui étudia entre autre l'électrolyse.
- JOULE, KIRCHHOFF, LENZ, HOPKINSON, et plus récemment THOMSON.

A ces hommes, nous devons la naissance et le développement de l'électrotechnique.

En souvenir de leurs efforts et de leurs mérites, leurs noms ont été donnés aux lois qu'ils ont établies ainsi qu'aux unités de mesures couramment employées en radioélectricité.

1- ELECTROSTATIQUE -

1.1- Charge électrique.

Nous avons déjà dit qu'un corps présente un état électrique quand ses atomes ont un nombre d'électrons périphériques, supérieur ou inférieur au nombre normal de la classification (par exemple : 8 pour l'atome d'oxygène).

On dit que le corps est CHARGE NEGATIVEMENT si les électrons sont en PLUS, et qu'il est CHARGE POSITIVEMENT si les électrons sont en MOINS.

Il est possible d'obtenir ces conditions électriques dans certains corps, comme par exemple l'ambre, la bakélite ou le verre, simplement en frottant le corps avec un chiffon sec ; on pourra également y parvenir par d'autres méthodes plus scientifiques que nous examinerons par la suite.

Ce déséquilibre est seulement passager parce que le corps cherche à attirer d'autres électrons (ou à les libérer s'ils sont en plus) des autres corps présents, avec lesquels il peut entrer en contact.

Si on met en contact deux corps, l'un chargé négativement et l'autre positivement, à quantité égale, on aura un passage d'électrons d'un corps à l'autre, et l'on retrouvera l'équilibre dans les deux corps.

A l'état neutre, l'état de charge se communiquera du premier corps au deuxième et on obtiendra une stabilité de charge entre les deux corps.

Quand un corps électrique est approché d'un autre corps, lui-même à l'état neutre, ou bien présentant une charge de signe contraire, on notera, sans qu'il y ait contact préalable, que les deux corps s'attirent avec une certaine force : LE MOINS ATTIRE LE PLUS ; LE PLUS ATTIRE LE MOINS.

Cette force dépend des conditions de charge et de la distance respective des deux corps.

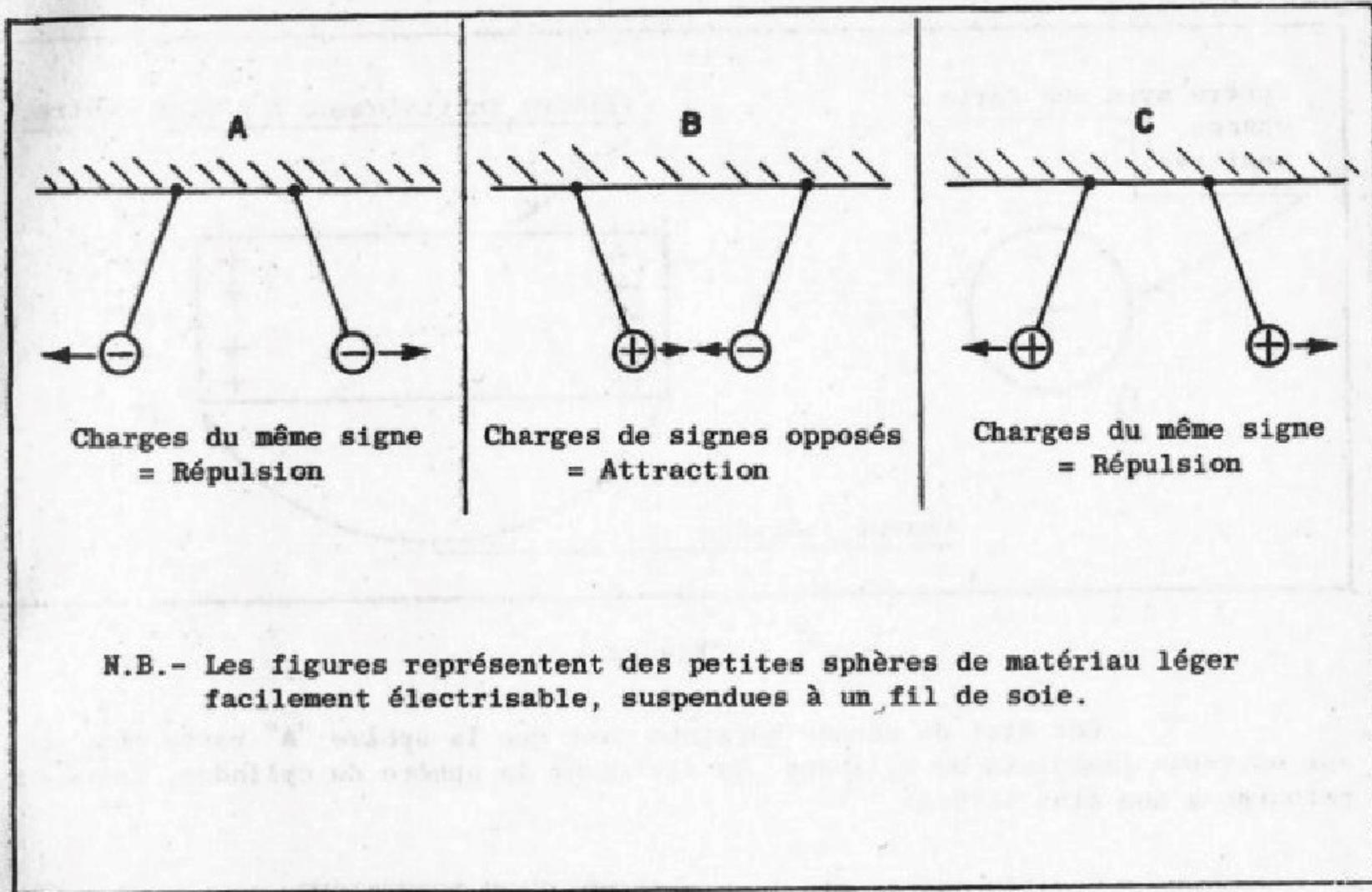
Si, pourtant, nous rapprochons deux corps, possédant une charge électrique de même signe, on remarquera qu'il y a répulsion et non attraction (Fig. 1-).

Cette force de répulsion dépend également des conditions de charge des deux corps et de leur distance. DEUX MOINS SE REPOUSSENT ; DEUX PLUS SE REPOUSSENT.

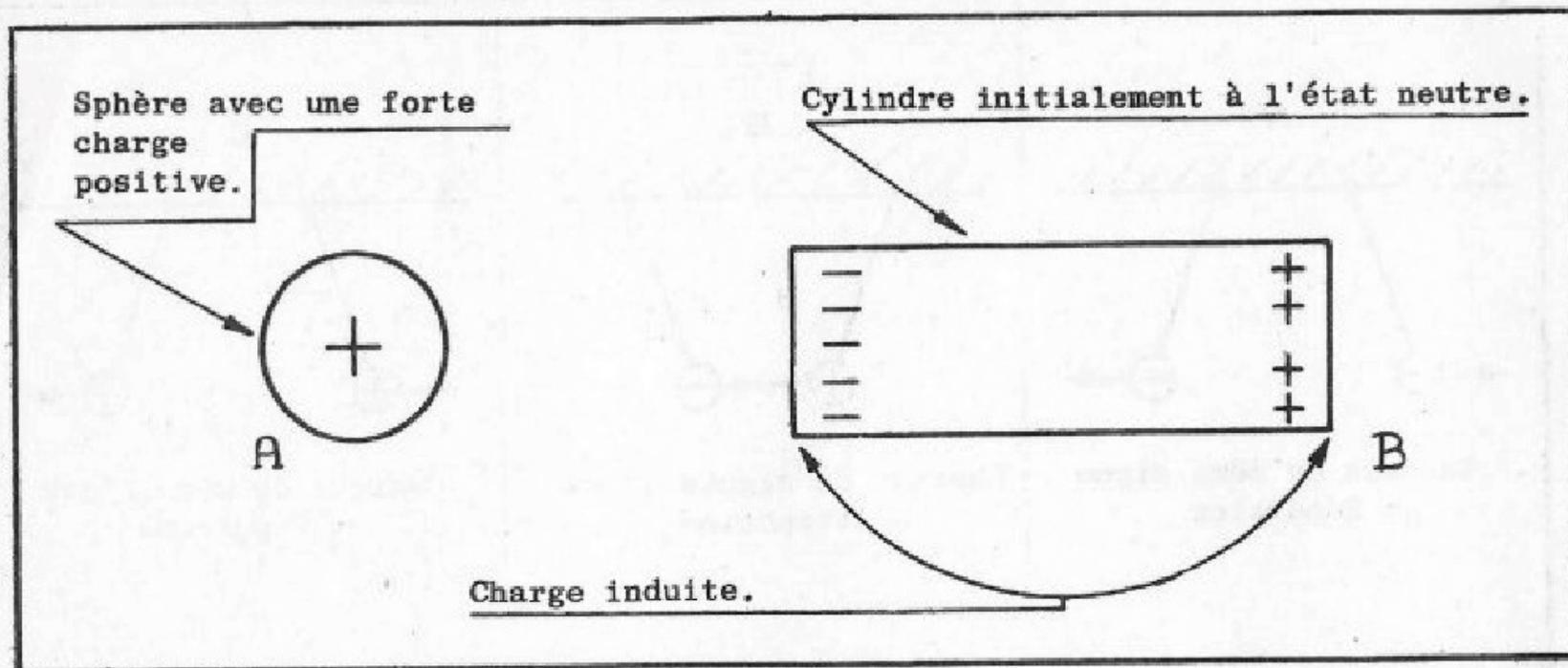
1.2- Induction électrique.

Si nous mettons une sphère "A" (Fig. 2-) chargée positivement à proximité d'un cylindre métallique "B" initialement à l'état neutre, nous observons que sur le cylindre se manifeste un état électrique.

Sur l'extrémité du cylindre la plus proche de la sphère s'accumulent les charges négatives ; sur l'autre extrémité, s'accumulent les charges positives.



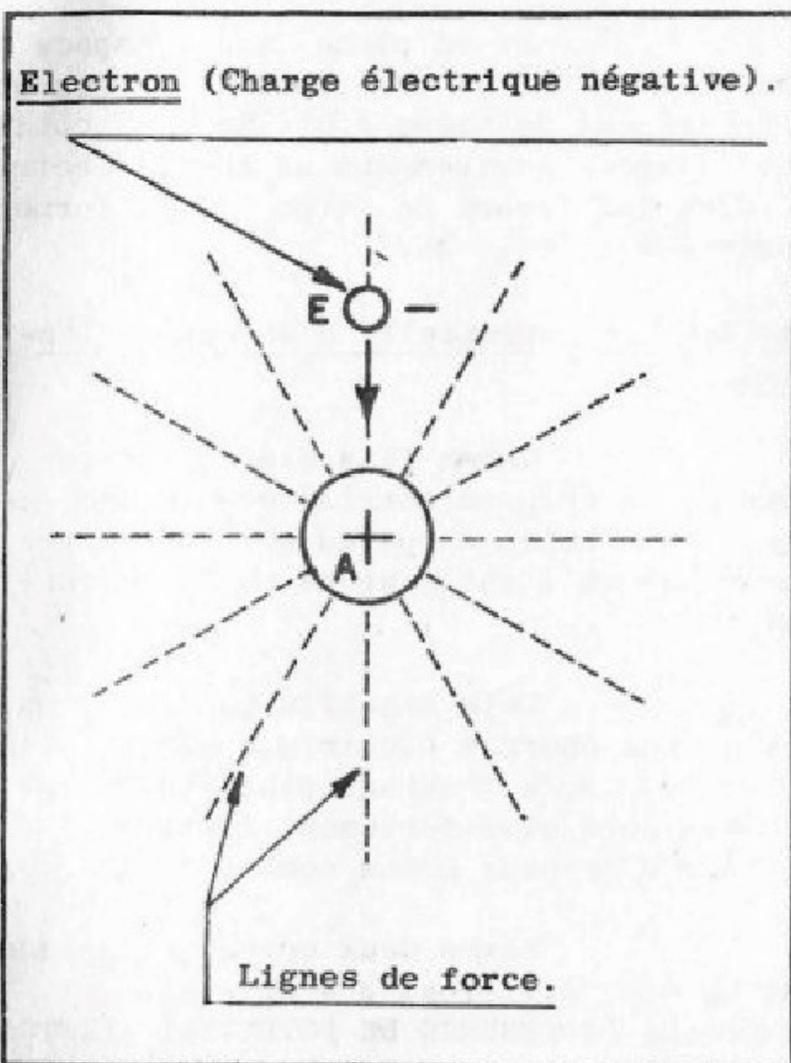
- Fig. 1 -



- Fig. 2 -

Cet état de choses persiste tant que la sphère "A" reste chargée aux environs immédiats du cylindre. En éloignant la sphère du cylindre, celui-ci retourne à son état initial.

Ce phénomène porte le nom d'INDUCTION ELECTRIQUE.



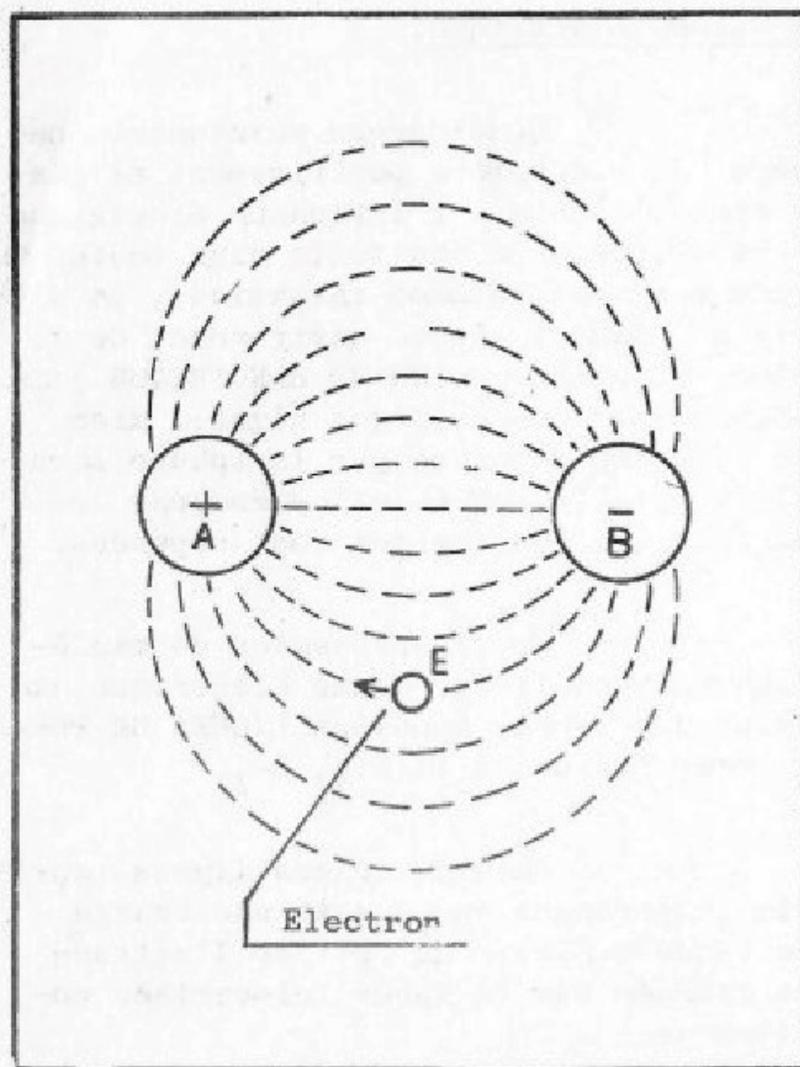
- Fig. 3 -

1.3- Champ Electrique.

Considérons maintenant une sphère "A" électrisée positivement et placée dans l'espace : l'influence électrique de cette sphère se manifeste dans toutes les directions avec la même intensité ; on dit alors que dans l'espace environnant de la sphère, il existe un **CHAMP ELECTRIQUE** ; une charge électrique de signe négatif mise dans le champ engendré par la sphère sera attirée vers la sphère elle-même par le seul fait que les charges sont opposées.

Pour représenter de manière conventionnelle ce champ électrique, on dessine des lignes appelées **LIGNES DE FORCE**, comme indiqué à la Fig. 3-.

Chacune de ces lignes représente le parcours que ferait une charge électrique négative du fait de l'attraction exercée par la sphère électrisée positivement.



- Fig. 4 -

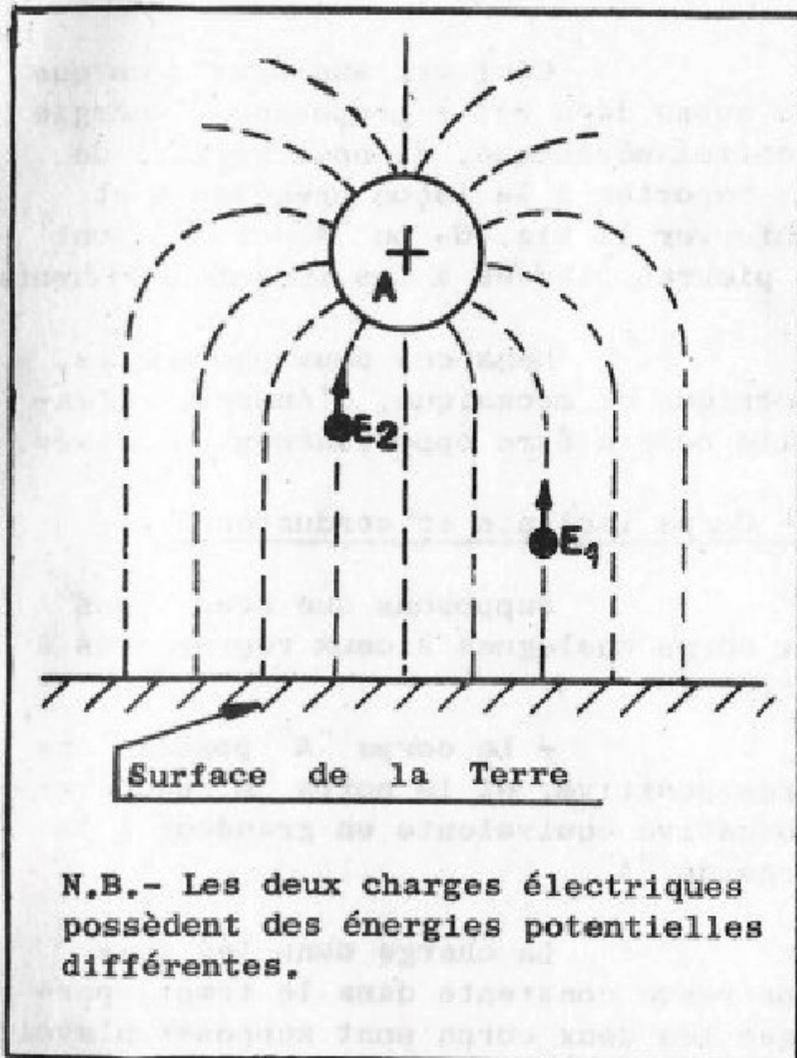
Si on place dans l'espace deux sphères "A" et "B", dont les états de charge soient de signe contraire, on obtient dans l'espace environnant un champ électrique dont les lignes de force ont la forme dessinée à la Fig. 4-.

1.4- Energie potentielle d'un corps électrisé.

Comme il a été dit précédemment, un corps électrisé exerce une action sur un autre corps ou sur une charge électrique en l'attirant ou en la repoussant.

Cela signifie que le corps possède une énergie électrique potentielle propre, qui sera d'autant plus élevée que le corps sera plus fortement électrisé (porteur d'un plus grand nombre de charges).

Entre deux corps qui présentent un état différent d'électricité il existe une DIFFERENCE DE POTENTIEL ELECTRIQUE, ou, comme l'on dit habituellement une



- Fig. 5 -

certaine TENSION ELECTRIQUE.

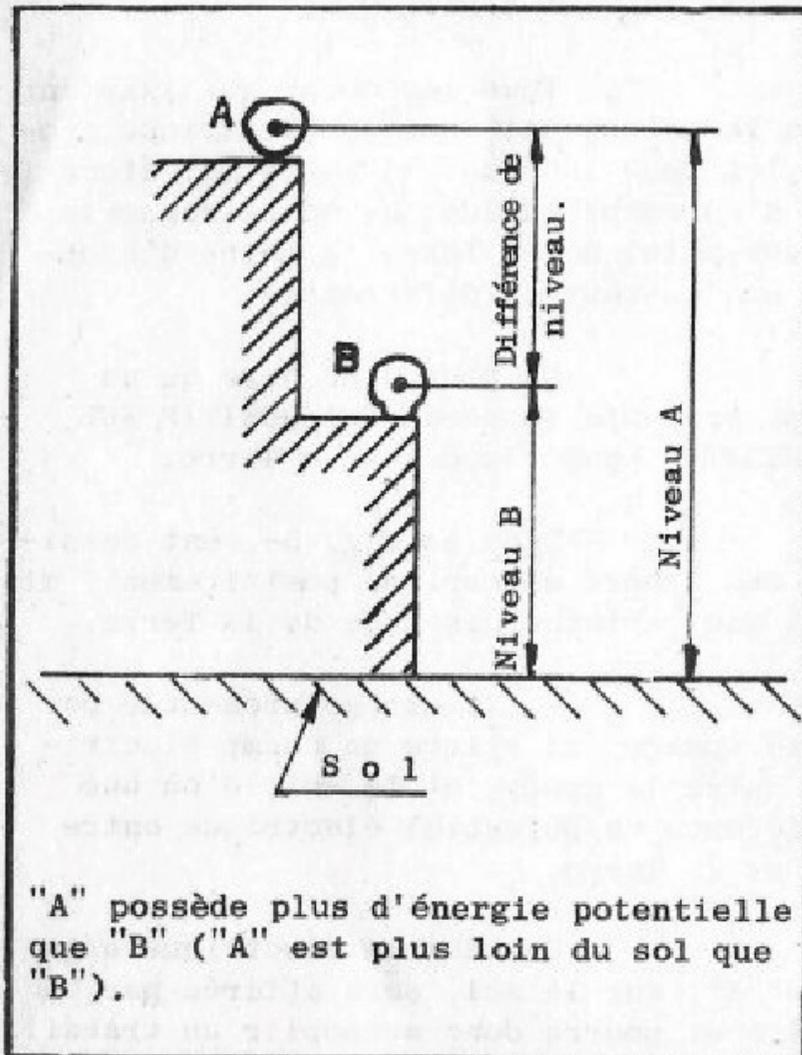
Tous les corps qui existent dans la nature ont un état électrique propre, et pour indiquer le potentiel électrique d'un corps quelconque on se rapporte au potentiel de la Terre (à moins d'adopter une convention différente).

On peut donc dire qu'un corps présente un potentiel POSITIF, NUL ou NEGATIF, par rapport à la Terre.

Dans la Fig. 5-, est dessinée une sphère électrisée positivement, mise à une certaine distance de la Terre.

Vu la charge présentée par cette sphère, il existe un champ électrique entre la sphère et le sol, d'où une différence de potentiel électrique entre "A" et la Terre.

Une charge électrique négative "E", sur le sol, sera attirée par la sphère et pourra donc accomplir un travail.



- Fig. 6 -

Ceci est analogue à ce que nous avons déjà dit à propos de l'énergie potentiel mécanique. Il nous suffira de nous reporter à la leçon précédente et d'observer la Fig. 6- ou "A" et "B" sont des pierres placées à des niveaux différents.

Dans ces deux phénomènes, électrique et mécanique, l'énergie potentielle pourra être opportunément utilisée.

1.5- Corps isolants et conducteurs.

Supposons que nous ayons deux corps analogues à ceux représentés à la Fig. 4- :

- Le corps "A" possède une charge positive, et le corps "B" une charge négative équivalente en grandeur à la charge de "A".

La charge dans les deux corps reste constante dans le temps, parce que les deux corps sont supposés n'avoir aucun contact, ni entre eux ni avec d'autres corps.

En reliant "A" et "B" par un fil métallique (fer, cuivre, argent) tous les électrons qui sont en plus en "B" iront en "A" à travers le fil métallique, et ce mouvement d'électrons s'arrêtera quand sera établi l'équilibre électrique, c'est-à-dire dans un temps très court atteint lorsque "A" et "B" auront le même nombre d'électrons.

Pour relier les deux corps, nous avons utilisé un fil métallique. Si on avait employé une baguette de verre, il n'y aurait eu aucun passage d'électrons, et les deux corps seraient restés dans les mêmes conditions initiales.

En d'autres termes, on peut dire que les métaux sont de BONS CONDUCTEURS d'électricité, alors que le verre est un MAUVAIS CONDUCTEUR, c'est-à-dire un ISOLANT.

D'après la théorie électronique, ce comportement différent entre bons et mauvais conducteurs est dû au fait que les atomes, qui forment les métaux, ont des électrons périphériques beaucoup plus nombreux que les isolants et que ces électrons sont moins étroitement liés à leur noyau.

A l'inverse, les atomes qui forment le verre et les autres matériaux isolants n'ont pas beaucoup d'électrons périphériques, et sur ceux-ci, le noyau exerce une forte attraction.

Les corps isolants ne peuvent donc pas être utilisés pour transporter l'électricité, cependant que les bons conducteurs d'électricité transportent dans toutes les directions la charge reçue en un point quelconque.

En reliant "A" et "B" par un fil métallique (fer, cuivre, argent) tous les électrons qui sont en plus en "B" iront en "A" à travers le fil métallique, et ce mouvement d'électrons s'arrêtera quand sera établi l'équilibre électrique, c'est-à-dire dans un temps très court atteint lorsque "A" et "B" auront le même nombre d'électrons.

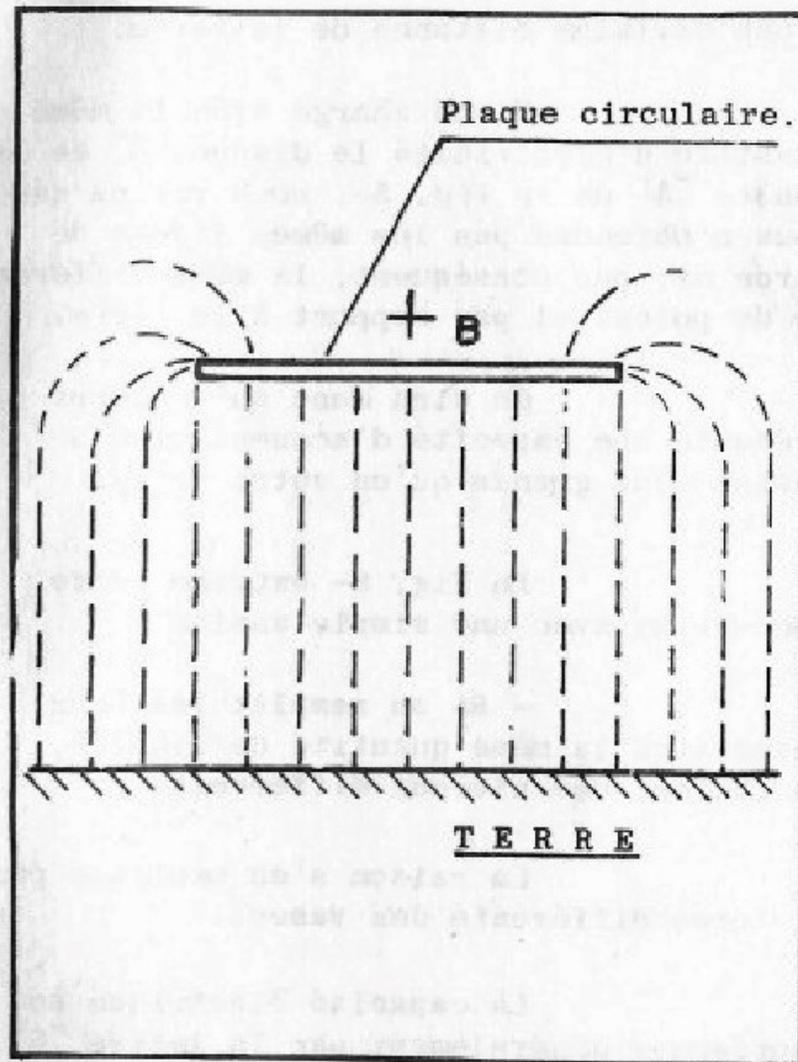
Pour relier les deux corps, nous avons utilisé un fil métallique. Si on avait employé une baguette de verre, il n'y aurait eu aucun passage d'électrons, et les deux corps seraient restés dans les mêmes conditions initiales.

En d'autres termes, on peut dire que les métaux sont de BONS CONDUCTEURS d'électricité, alors que le verre est un MAUVAIS CONDUCTEUR, c'est-à-dire un ISOLANT.

D'après la théorie électronique, ce comportement différent entre bons et mauvais conducteurs est dû au fait que les atomes, qui forment les métaux, ont des électrons périphériques beaucoup plus nombreux que les isolants et que ces électrons sont moins étroitement liés à leur noyau.

A l'inverse, les atomes qui forment le verre et les autres matériaux isolants n'ont pas beaucoup d'électrons périphériques, et sur ceux-ci, le noyau exerce une forte attraction.

Les corps isolants ne peuvent donc pas être utilisés pour transporter l'électricité, cependant que les bons conducteurs d'électricité transportent dans toutes les directions la charge reçue en un point quelconque.



- Fig. 7 -

De même, il n'existe pas de parfait conducteur, car le meilleur d'entre eux opposera toujours une certaine résistance au passage des charges électriques.

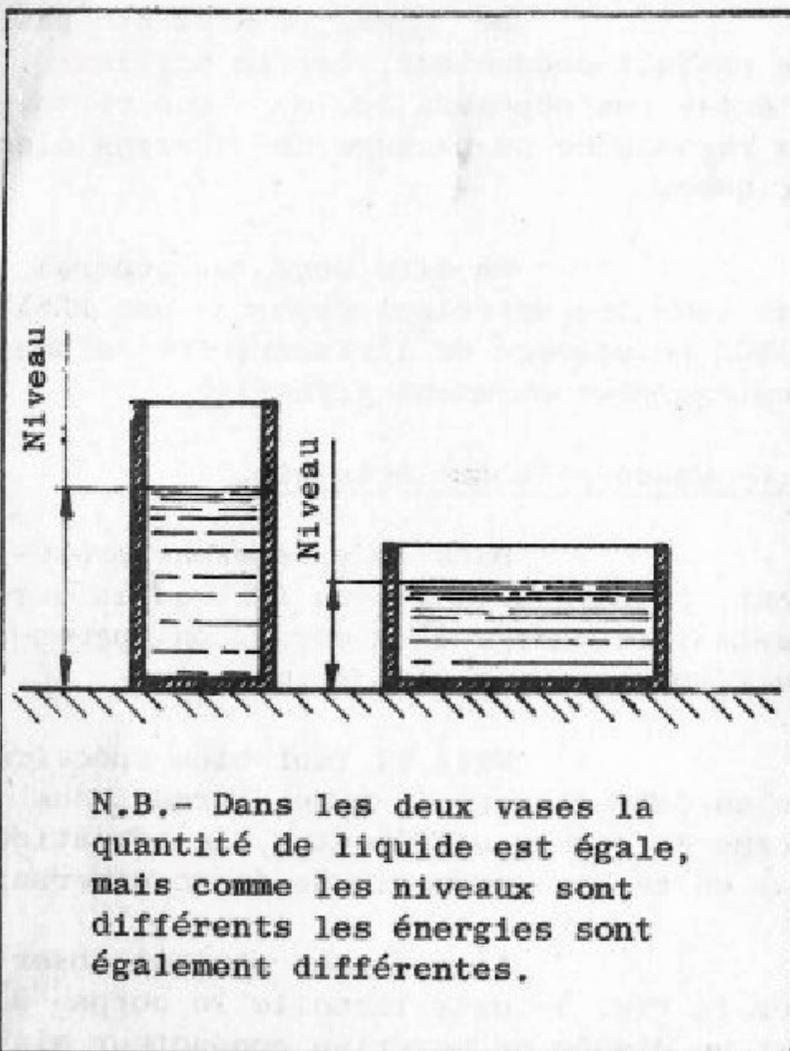
On dira donc, en général, que tous les matériaux opposent une RESISTANCE au passage de l'électricité, d'une manière plus ou moins effective.

1.6- Condensateur électrique.

Dans le paragraphe précédent, on fait allusion au fait qu'en augmentant la charge d'un corps, on augmentait son potentiel électrique.

Mais il faut bien spécifier qu'en communiquant la même charge à des corps de formes différentes, le potentiel qui en résulte augmente de façon diverse.

Ainsi, nous pouvons observer la Fig. 7- dans laquelle le corps "B" est un disque de matériau conducteur mis



- Fig. 8 -

à une certaine distance de la terre.

Si on charge avec la même quantité d'électricité le disque "B" et la sphère "A" de la Fig. 5-, nous voyons que nous n'obtenons pas les mêmes lignes de force ni, par conséquent, la même différence de potentiel par rapport à la Terre.

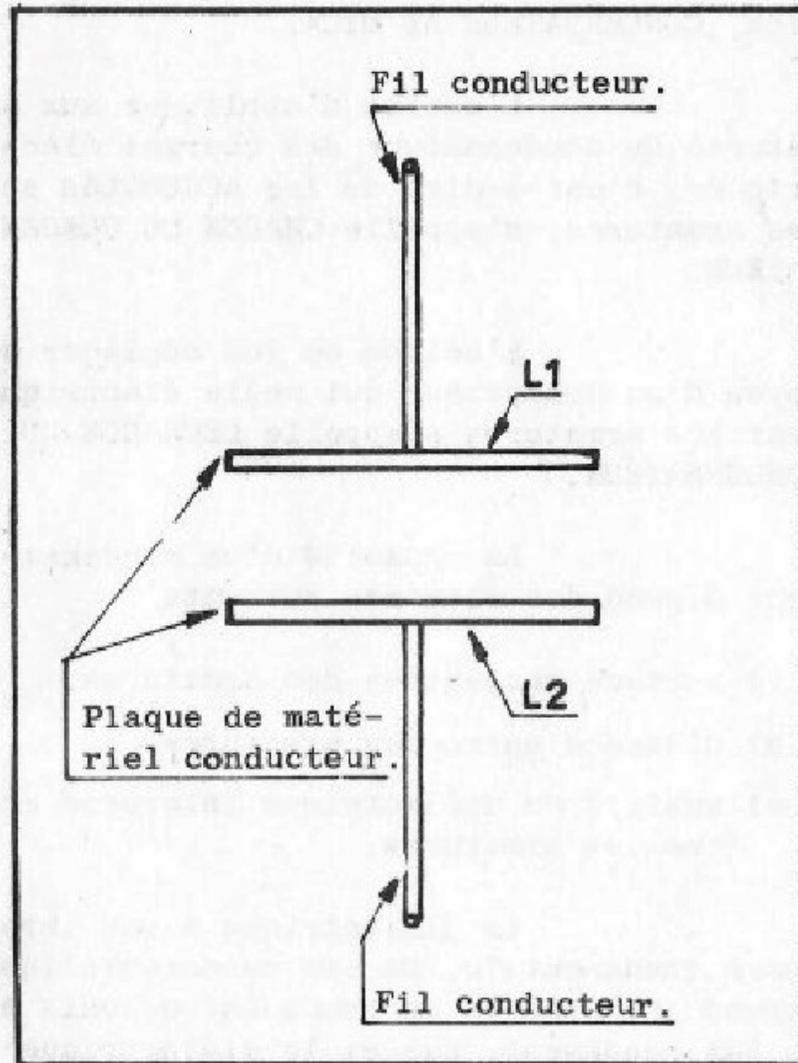
On dira donc qu'un corps présente une capacité d'accumulation de charge plus grande qu'un autre corps.

La Fig. 8- exprime cette conception avec une simple analogie :

- Si on remplit les deux vases avec la même quantité de liquide, on obtient des niveaux différents.

La raison s'en explique par la forme différente des vases.

La capacité électrique se représente généralement par la lettre "C".



- Fig. 9 -

En électricité et en radio-électricité, il est souvent nécessaire de pouvoir disposer d'éléments qui permettent d'accumuler une grande quantité d'électricité statique dans un petit encombrement.

De tels dispositifs prennent le nom de CONDENSATEURS.

La Fig. 9- représente en forme schématique l'un d'entre eux.

En comparant cette figure avec la Fig. 7- on observe que le plateau supérieur "L₁" est semblable au disque "B", et que le plateau "L₂" a remplacé la surface de la Terre.

Les deux plateaux se nomment ARMATURES DU CONDENSATEUR, et l'isolant interposé (dans notre cas de l'air sec) se nomme DIELECTRIQUE.

Un condensateur qui a pour diélectrique de l'air, se nomme CONDENSATEUR A AIR, et, si le diélectrique est du

mica, CONDENSATEUR AU MICA.

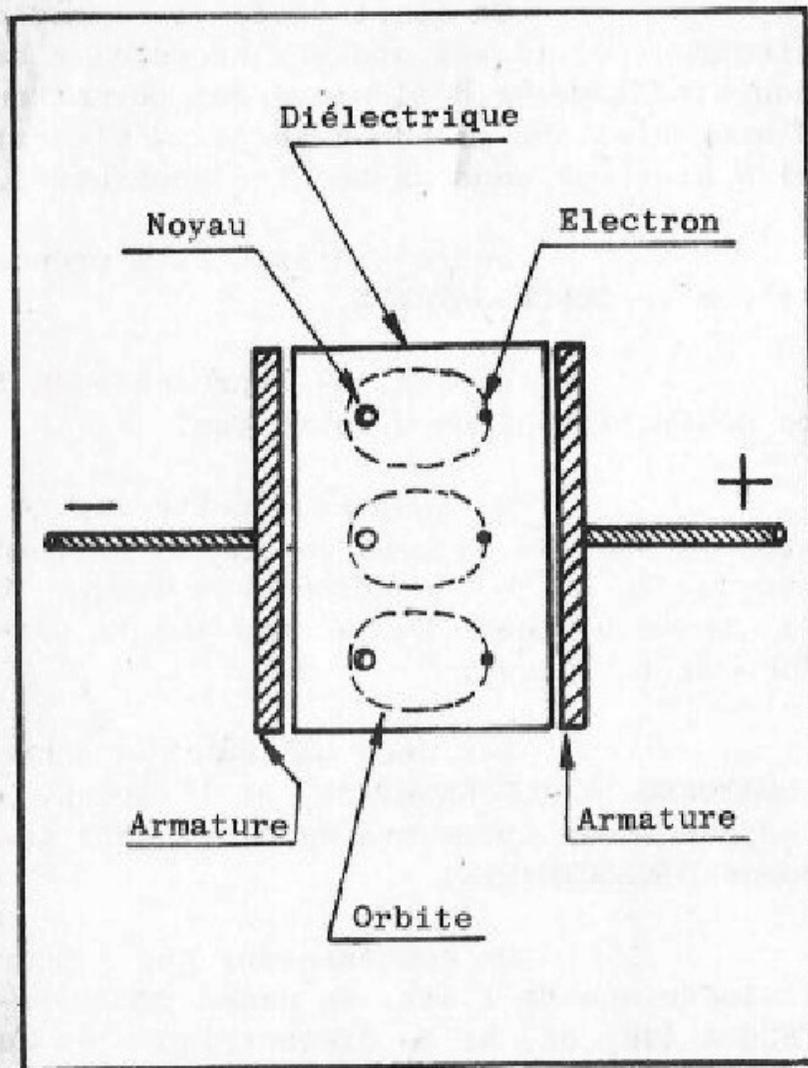
L'action d'appliquer aux armatures du condensateur des charges électriques, c'est-à-dire de les ACCUMULER sur ces armatures, s'appelle CHARGE DU CONDENSATEUR.

L'action de les déplacer au moyen d'un conducteur qui relie électriquement les armatures s'appelle DECHARGE DU CONDENSATEUR.

La capacité d'un condensateur dépend des éléments suivants :

- a) surface respective des armatures.
- b) distance entre les armatures.
- c) qualité du diélectrique interposé entre les armatures.

Le diélectrique a une importance fondamentale. De ses caractéristiques dépend la capacité du condensateur mais aussi son rendement, car si le diélectrique n'est pas un isolant parfait, les charges



- Fig. 10 -

accumulées se déplacent et le condensateur se décharge lentement. Dans le condensateur la partie la plus sollicitée est le diélectrique.

Examinons en effet la Fig. 10- dans laquelle est représenté un condensateur qui possède un diélectrique solide (par exemple du mica) :

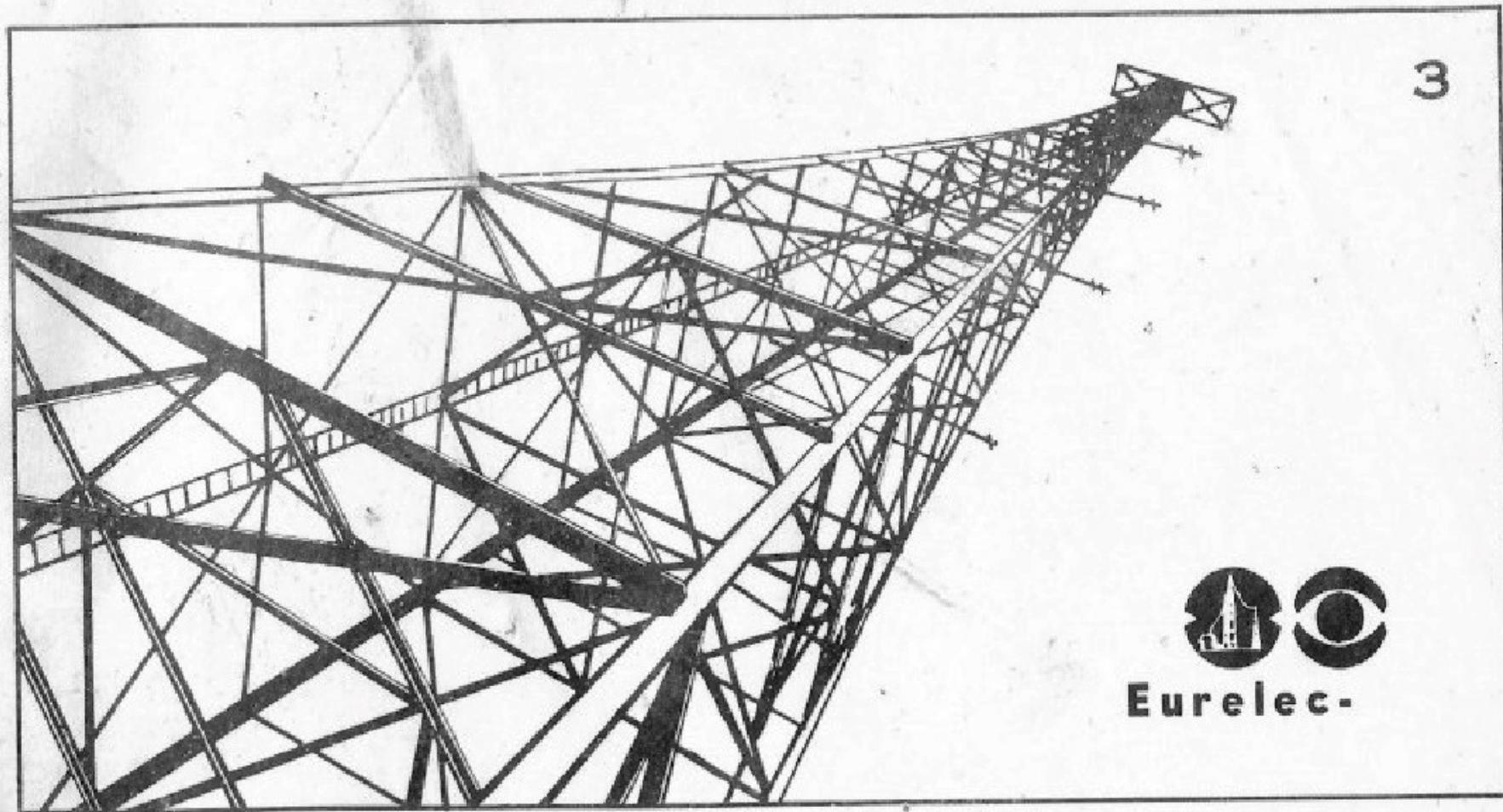
- On voit sur la figure que par suite de la différence de potentiel qui existe entre les deux armatures -condensateur chargé- les électrons périphériques du diélectrique attirés par l'armature positive sont obligés de décrire des orbites très allongées.

Mais ces électrons n'arrivent pas à rejoindre l'armature parce qu'ils sont étroitement liés à leurs propres noyaux. Plus est intense la charge accumulée par le condensateur, plus les orbites des électrons seront allongées.

Il peut même arriver lorsque la charge est très élevée que les électrons puissent abandonner leur noyau et atteindre l'armature positive ; on assiste alors à la destruction du pouvoir isolant du diélectrique, à la décharge du condensateur, et à sa propre destruction. Il y a le même phénomène lorsque le diélectrique est mauvais isolant, et par conséquent n'oppose qu'une faible résistance au déplacement des électrons.

Il existe donc des limites à la charge d'un condensateur, et ces limites dépendent principalement de la qualité du diélectrique. Les caractéristiques des condensateurs, du point de vue de leur réalisation pratique, seront longuement décrites dans plusieurs leçons du cours.

PRELIMINAIRE



3



COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

1- ELECTRICITE DYNAMIQUE -

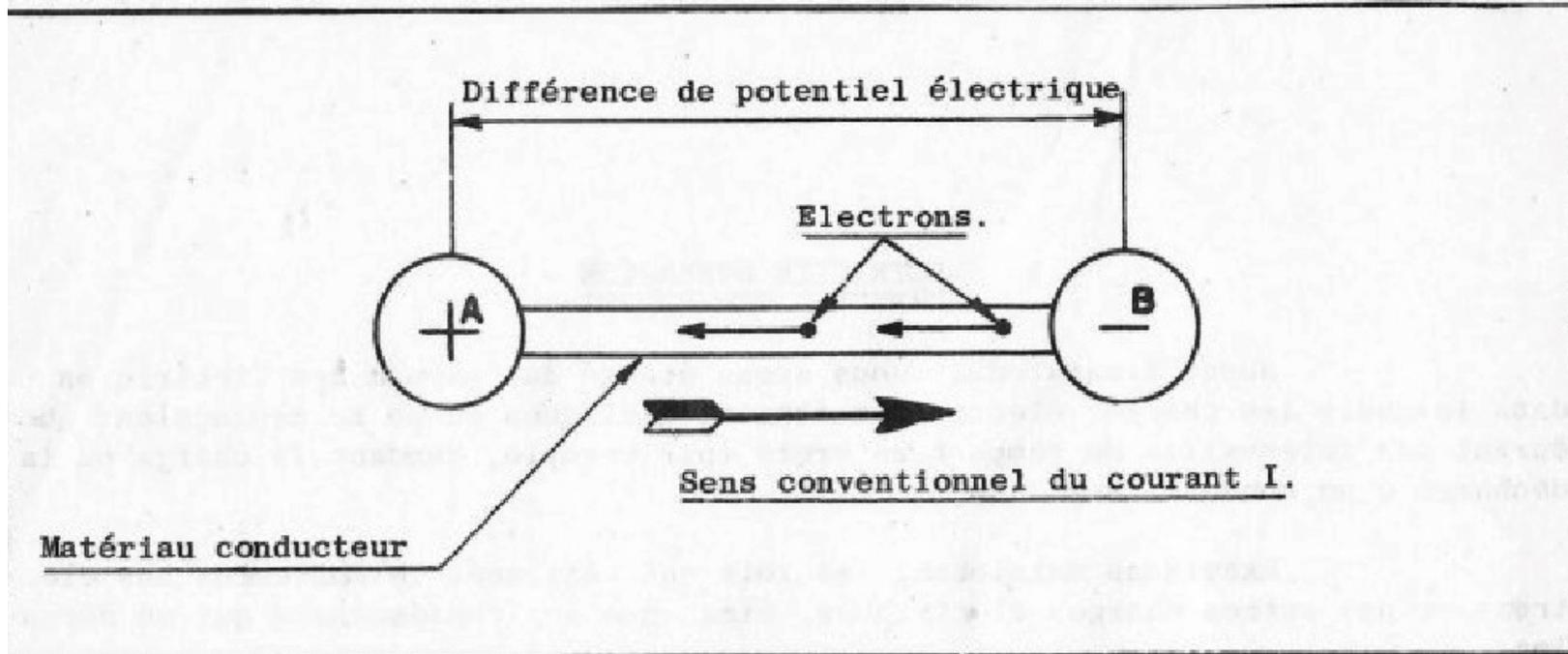
Jusqu'à maintenant nous avons étudié des phénomènes électriques dans lesquels les charges électriques étaient statiques ou ne se déplaçaient que durant des intervalles de temps très brefs (par exemple, pendant la charge ou la décharge d'un condensateur).

Examinons maintenant les lois qui régissent le mouvement des électrons et des autres charges électriques, ainsi que les conséquences qui en découlent.

1.1- Courant électrique.

Supposons que nous ayons deux corps, chargés positivement et négativement, comme dans la Fig. 1-.

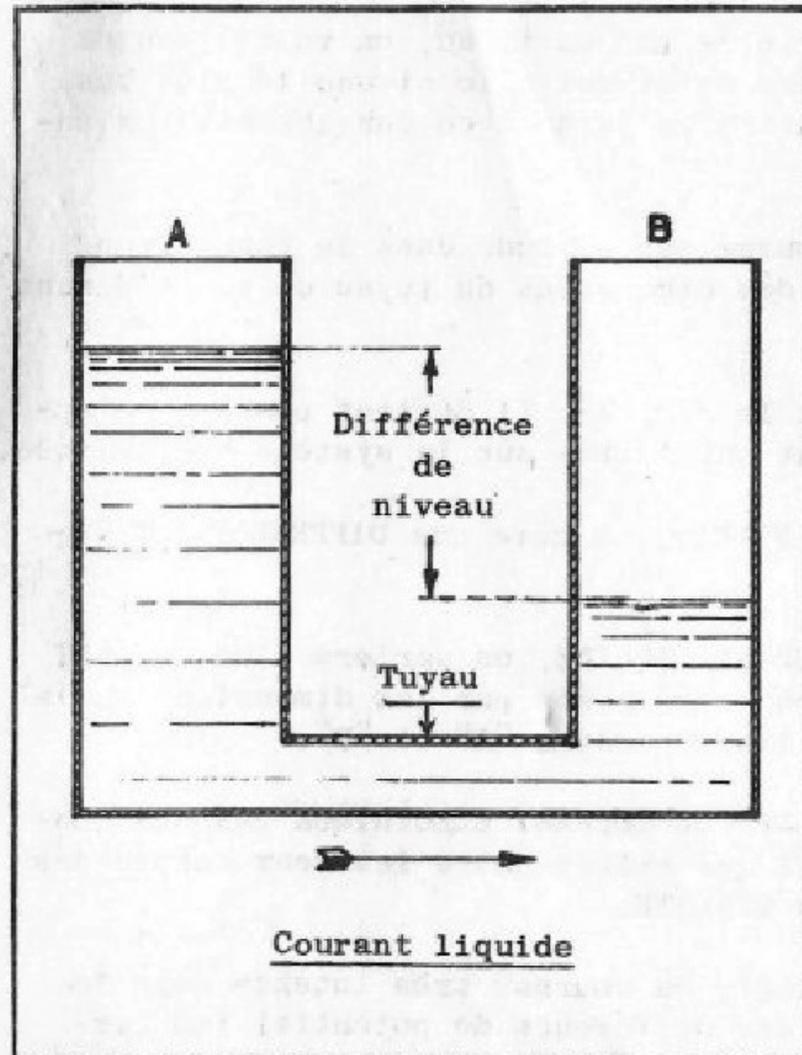
Si nous relierons les deux corps par un fil conducteur d'électricité les électrons qui sont en trop en "B" passeront à travers le matériau conducteur et se dirigeront en "A". A ce mouvement de charges électriques, on donne le nom de COURANT ELECTRIQUE.



- Fig. 1 -

Dans ce cas, les charges électriques qui se déplacent du moins ("B") vers le plus ("A") sont négatives : ce sont les électrons.

Par une vieille habitude qui remonte aux temps où la théorie électronique de la matière n'était pas encore parfaitement connue, on considère comme POSITIF le courant lorsqu'il va du corps positif au corps négatif : autrement dit on admettait que le courant électrique se déplaçait dans les conducteurs EXTERIEURS d'un circuit depuis le pôle + jusqu'au pôle -.



- Fig. 2 -

Le mouvement des électrons, attirés par la polarité +, s'effectue du pôle - vers le pôle + et est donc contraire au sens CONVENTIONNEL du courant.

Il est important de nous rappeler cette particularité que, dans l'étude des circuits radioélectriques, on devra déterminer le sens des courants de circulation, et par là même, le mouvement des électrons : le sens CONVENTIONNEL (du pôle + vers pôle -) correspondant au déplacement de l'électricité positive n'est donc PAS en contradiction avec le sens ELECTRONIQUE (du pôle - vers pôle +) qui, lui, correspond au déplacement de l'électricité négative.

Pour représenter le courant électrique on peut donner un exemple pratique dessiné à la Fig. 2-.

Deux réservoirs "A" et "B" contiennent de l'eau en quantité différente et, par conséquent, les niveaux sont respectivement différents.

En raccordant les deux réservoirs par un tuyau, on voit l'eau du réservoir au niveau le plus élevé couler vers celui qui a le niveau le plus bas. Le mouvement de liquide de "A" vers "B" continuera jusqu'à ce que les niveaux entre les deux réservoirs soient égaux.

La quantité de liquide qui passe par seconde dans le tube dépend de la différence de niveau des réservoirs, des dimensions du tuyau de raccordement et des caractéristiques du liquide.

En comparant la Fig. 1- avec la Fig. 2-, il devient possible d'appliquer au système électrique les considérations faites sur le système hydraulique.

Au lieu d'une DIFFERENCE DE NIVEAU, on aura une DIFFERENCE DE POTENTIEL.

Au lieu de considérer un COURANT LIQUIDE, on parlera d'un COURANT ELECTRIQUE, et les dimensions du tuyau seront remplacées par les dimensions et la qualité du matériau conducteur qui sert de liaison entre "A" et "B".

Nous pouvons dire que la VALEUR DU COURANT ELECTRIQUE DANS LE CONDUCTEUR dépend de la DIFFERENCE DE POTENTIEL qui existe entre les deux corps, des DIMENSIONS DU CONDUCTEUR lui-même, et de SA QUALITE.

En d'autres termes, pour obtenir un courant très intense dans le conducteur, il est nécessaire qu'il existe une différence de potentiel (ou tension) élevée entre les deux corps, et que la résistance électrique du conducteur

soit de faible valeur (donc qu'il soit bon conducteur). Pour obtenir cette condition, on peut agir de deux façons :

- ou adopter un conducteur de très grandes dimensions
- ou utiliser un matériau qui soit très bon conducteur de l'électricité.

Il est évident que le résultat sera encore meilleur si on satisfait simultanément aux deux conditions.

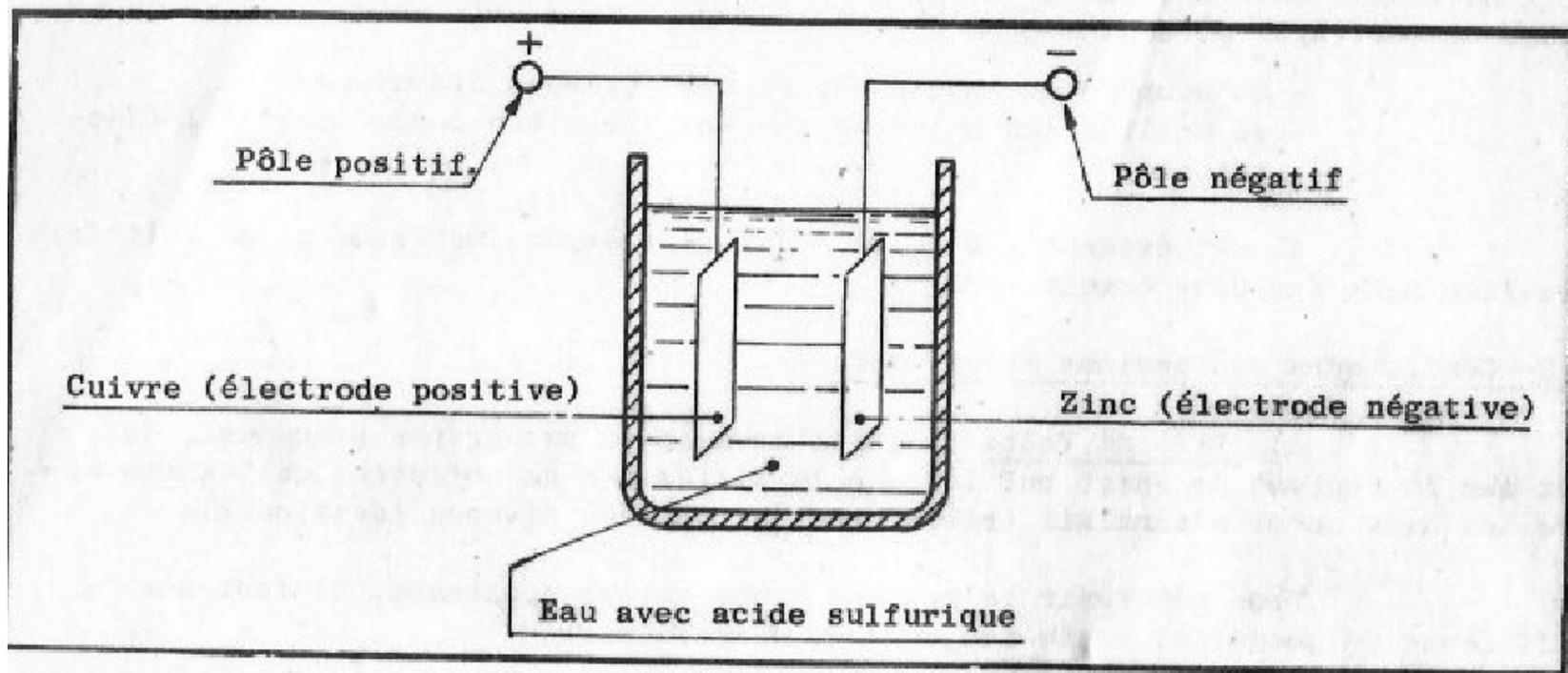
1.2- Générateurs de tensions électriques.

a)- Pile de Volta : dans l'exemple du paragraphe précédent, on a dit que le courant devenait nul lorsque la différence de potentiel qui existe entre les deux corps s'annulait (réservoirs qui ont des niveaux identiques).

Pour maintenir le courant à une valeur constante, il faut que la différence de potentiel reste toujours de même valeur.

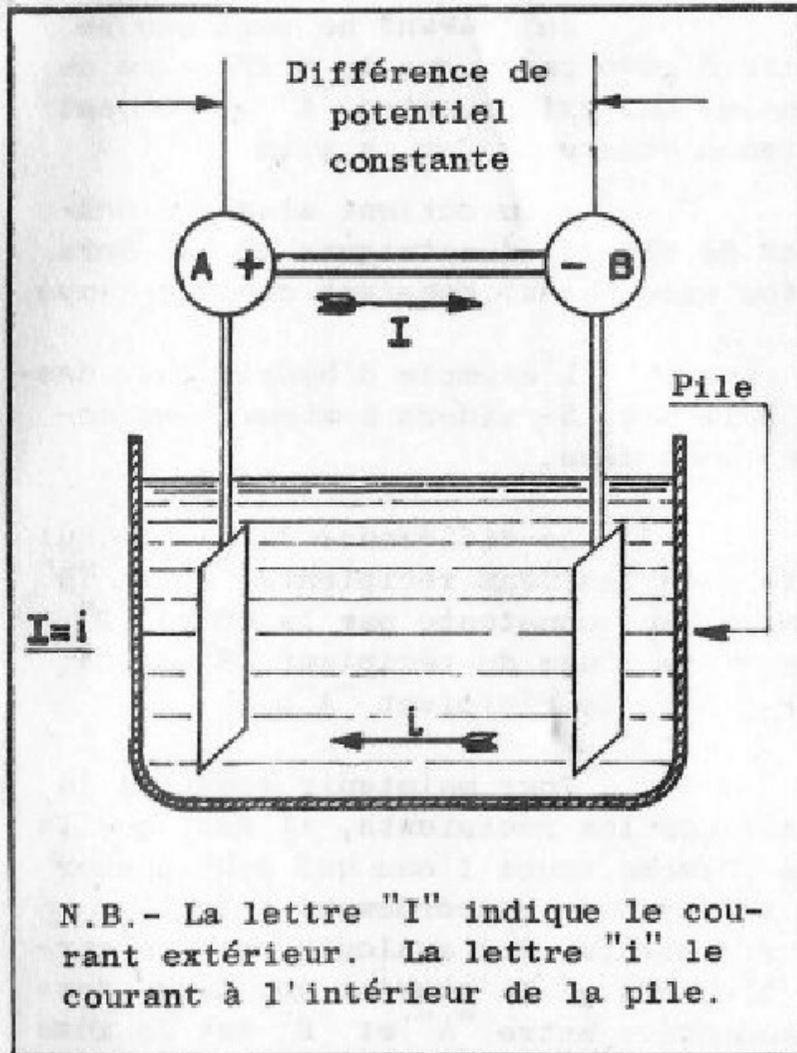
On pourrait y parvenir par exemple en rechargeant le corps "A", en l'électrisant par frottement. En pratique, ce n'est pas possible, parce que la quantité d'électricité produite de cette manière est absolument insuffisante pour maintenir la circulation d'un courant appréciable. On doit alors recourir à des moyens plus efficaces ; l'un d'entre eux est présenté par la PILE ELECTROCHIMIQUE dont l'invention est due à Alexandre VOLTA.

La pile de Volta fut le premier GENERATEUR D'ENERGIE ELECTRIQUE qui ait eu des applications pratiques ; elle transforme l'ENERGIE CHIMIQUE en ENERGIE ELECTRIQUE.



- Fig. 3 -

Dans sa forme la plus simple, la pile est constituée par un récipient en verre qui contient un mélange d'eau et d'acide sulfurique ; dans le récipient sont immergées deux plaques, l'une de cuivre et l'autre de zinc (Fig. 3-).



- Fig. 4 -

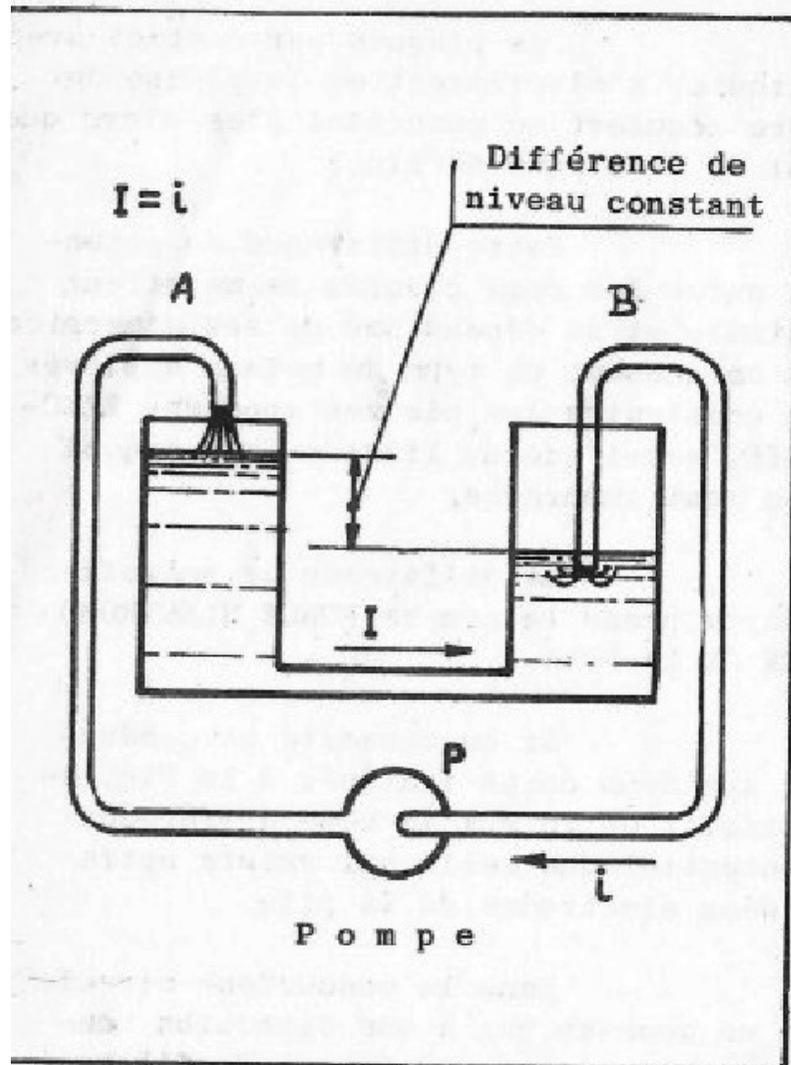
Les plaques par contact avec le liquide s'électrisent et la plaque de cuivre acquiert un potentiel plus élevé que celui de la plaque de zinc.

Cette différence de potentiel entre les deux plaques se maintient constante et ne dépend pas de ses dimensions, mais uniquement du type de métaux employés pour construire les plaques appelées ELECTRODES, ainsi que du liquide dans lequel elles sont immergées.

La différence de potentiel produite prend le nom de FORCE ELECTROMOTRICE DE LA PILE.

Si on connecte ce générateur aux deux corps indiqués à la Fig. 4- on établit entre eux la même différence de potentiel que celle qui existe entre les deux électrodes de la pile.

Dans le conducteur circule donc un courant qui a une direction conventionnellement indiquée par la flèche.



- Fig. 5 -

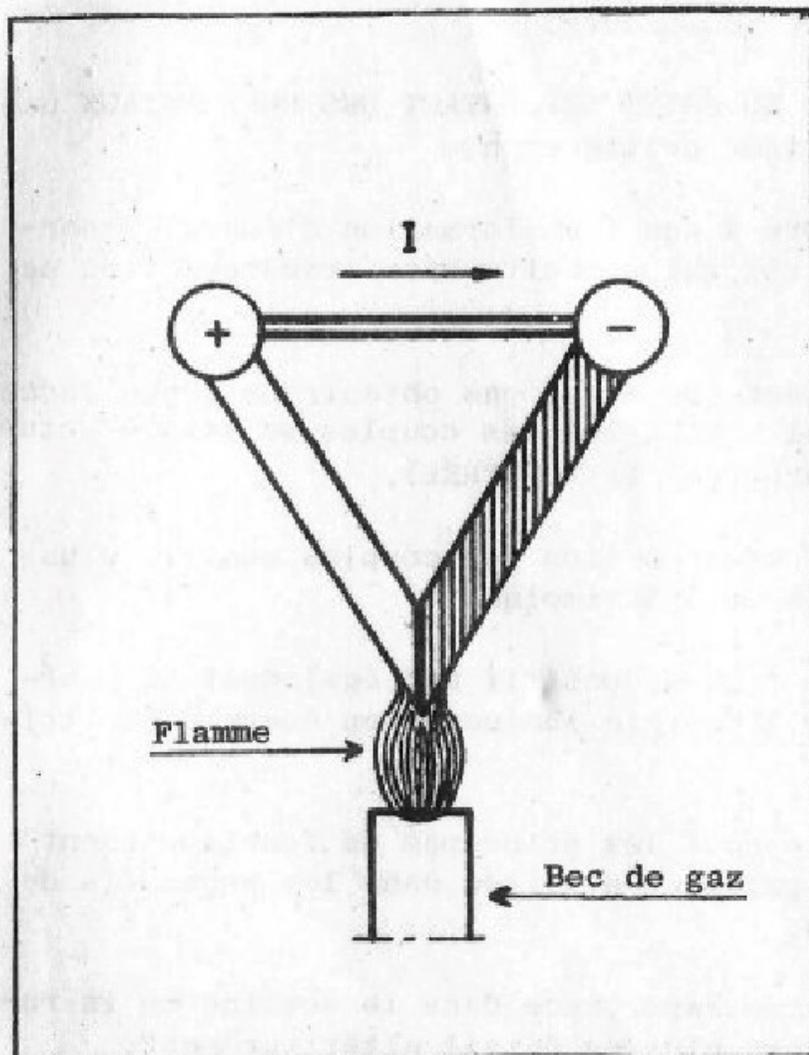
Le courant ne peut pas se réduire à zéro parce que la différence de potentiel qui existe entre "A" et "B" est maintenue constante par la pile :

- On obtient alors un mouvement de charges électriques de "A" vers "B" (ou vice versa) constant dans le temps.

L'exemple d'hydraulique dessiné à la Fig. 5- aidera à mieux comprendre ce phénomène.

La différence de niveau qui existe dans les deux récipients "A" et "B" est maintenue constante par la pompe "P" qui absorbe l'eau du récipient "B" et la reverse dans le récipient "A".

Pour maintenir constant le niveau dans les récipients, il faut que la pompe absorbe toute l'eau qui peut passer dans le tuyau de raccordement entre les deux récipients. Par analogie avec le circuit électrique, le courant qui passe dans le conducteur entre "A" et "B" est le même que celui qui passe à travers la pile.



- Fig. 6 -

Il est important de noter que LE COURANT EST EGAL A LUI-MEME EN TOUS LES POINTS DU PARCOURS.

Mais le type de pile que l'on a dessinée présente un certain défaut : après une période d'usage, la pile cesse de fonctionner même si tous ses éléments sont en bon état ; la raison en est la suivante :

- Le zinc attaqué par l'acide provoque la formation de petites bulles d'hydrogène. Ces bulles attirées par la plaque de cuivre forment sur cette dernière, une couche gazeuse qui empêche un fonctionnement normal.

Ce phénomène, nommé POLARISATION, a été réduit à de modestes proportions, dans d'autres types de piles plus perfectionnées, comme par exemple les types Daniel ou Leclanché.

b)- Couple thermoélectrique.

On peut obtenir un autre générateur d'électricité en soudant deux métaux différents,

l'un avec l'autre, et en chauffant le point de soudure.

De cette façon, il apparaît AU POINT DE CONTACT DES DEUX METAUX une différence de potentiel qui peut être utilisée pratiquement.

Dans ce générateur on assiste à une transformation d'énergie thermique en énergie électrique, et le dispositif qui produit cette transformation se nomme COUPLE THERMOELECTRIQUE (Fig. 6-).

Avec cette méthode, on ne peut cependant pas obtenir de façon industrielle de grandes différences de potentiel ; l'emploi des couples se limite actuellement aux instruments de mesure des températures (PYROMETRES).

Les métaux employés dans la construction des couples sont le plus souvent le fer et le constantan, le bismuth et l'antimoine.

c)- Cellule photoélectrique : ce dispositif est également un générateur d'énergie électrique. Il transforme l'énergie lumineuse en énergie électrique.

Il en existe plusieurs types dont les principes de fonctionnement sont différents. Ces appareils sont principalement utilisés dans les appareils de mesure et certains équipements industriels.

Ces dispositifs ont une grande importance dans le domaine de la radioélectricité, et nous aurons à les examiner plus en détail ultérieurement.

De très récents progrès ont permis de réaliser de véritables générateurs d'énergie, comme les PILES SOLAIRES qui alimentent les appareillages complexes des satellites artificiels.

1.3- Effets du courant électrique.

Quand, dans un conducteur quelconque circule un courant électrique, il se manifeste autour de ce conducteur et dans le matériau lui-même plusieurs effets, dont les plus importants sont les suivants :

- a)- Effet thermique
- b)- Effet électrodynamique
- c)- Effet magnétique
- d)- Effet chimique.

Examinons ces divers phénomènes produits par le courant et les applications les plus importantes qui en découlent.

a)- Effet thermique : si on fait circuler dans un conducteur (par exemple un fil de cuivre ou de métal quelconque) un courant électrique, nous pouvons noter qu'au bout d'un certain temps la température du conducteur n'est plus égale à celle qu'il avait avant le passage du courant, mais est plus élevée.

Ceci veut dire que le PASSAGE DU COURANT DANS LE CONDUCTEUR DEVELOPPE DE LA CHALEUR. Cet effet a été étudié par le physicien anglais JOULE, qui a déterminé que la quantité de chaleur développée par le courant dans un conducteur

dépend de l'intensité et du temps pendant lequel le courant circule dans le conducteur ainsi que de la résistance du conducteur lui-même.

Cette loi importante permet aussi de calculer le travail que peut fournir un courant électrique, car toute l'énergie dont dispose le courant électrique se transforme en chaleur.

Les applications de l'EFFET THERMIQUE, ou EFFET JOULE, sont multiples :

- Avec le courant électrique, on réalise un chauffage efficace (par exemple des radiateurs d'appartement) sans avoir les inconvénients de la fumée ou des combustibles utilisés.

En outre l'installation requise est très simple parce qu'elle est constituée de simples fils métalliques dans lesquels circule un courant très intense.

Une autre application importante de l'effet thermique est donnée par la LAMPE A INCANDESCENCE, c'est-à-dire la classique ampoule d'éclairage.

Celle-ci est constituée d'une enceinte en verre dans laquelle on a fait le vide, et à l'intérieur de laquelle est disposé un filament métallique très mince. Le courant électrique, en passant dans le filament, le chauffe jusqu'à ce qu'il devienne incandescent et lumineux : il y a bien là un effet thermique dont nous utilisons accessoirement l'action de lumière.

Mais parfois, l'effet thermique représente une perte indésirable d'énergie, au détriment du rendement ; cela arrive, par exemple, dans les lignes de distribution d'énergie électrique à distance, qui doivent être constituées par des fils conducteurs de très bonne qualité et de section notable : pour qu'ainsi la résistance électrique soit de faible valeur et n'introduise qu'un minimum de perte par effets Joule.

b)- Effet électrodynamique : le courant électrique est issu d'un mouvement ordonné de charges électriques ; chacune de ces charges forme autour d'elle un champ électrique et, tout autour du conducteur dans lequel circule le courant, il existe un champ électrique qui, à tout moment, sera la somme de toutes les actions produites par les charges électriques.

Ce champ variera comme l'intensité du courant.

L'action de ce champ électrique se manifeste sur les corps environnants d'une façon analogue à celle que nous avons étudiée en électricité statique.

c)- Effet chimique : si l'on fait circuler le courant électrique dans un liquide qui soit bon conducteur de l'électricité, on constatera qu'au passage du courant électrique correspond une transformation chimique du liquide.

Cette expérimentation peut être faite très simplement en immergeant dans un récipient plein d'eau légèrement acidulée, deux lames métalliques connectées aux bornes d'une pile.

Le passage du courant électrique déterminera la décomposition de

l'eau en ses deux éléments constituants, à savoir :

- l'Hydrogène,
- l'Oxygène.

Ces deux gaz monteront, sous forme de bulles, à la surface du liquide.

Ce phénomène se nomme ELECTROLYSE et le liquide s'appelle ELECTROLYTE.

De même les lames de métal immergées dans le liquide s'appelleront ELECTRODES :

- l'Electrode positive sera l'ANODE,
- l'Electrode négative sera la CATHODE.

En choisissant les types d'Electrodes et d'Electrolyse, on peut faire en sorte que les produits de l'Electrolyse se déposent sur les Electrodes ou même se combinent avec elles, ce qui permet des applications industrielles très importantes.

On peut citer, par exemple, tous les procédés de nickelage, argenture, cadmiage, ainsi que la galvanoplastie, avec laquelle on obtient des reproductions d'objets par un dépôt métallique produit par électrolyse.

Ainsi le raffinage des métaux emploie largement l'électrolyse, et permet d'acquérir des produits avec un degré de pureté élevé.

1.4- Accumulateurs.

C'est à partir de l'étude des réactions chimiques qui se produisent sur les électrodes, phénomène d'électrolyse, que l'on a découvert le moyen d'accumuler l'énergie électrique sous forme d'énergie chimique, en quantité suffisamment importante pour être utilisable pratiquement.

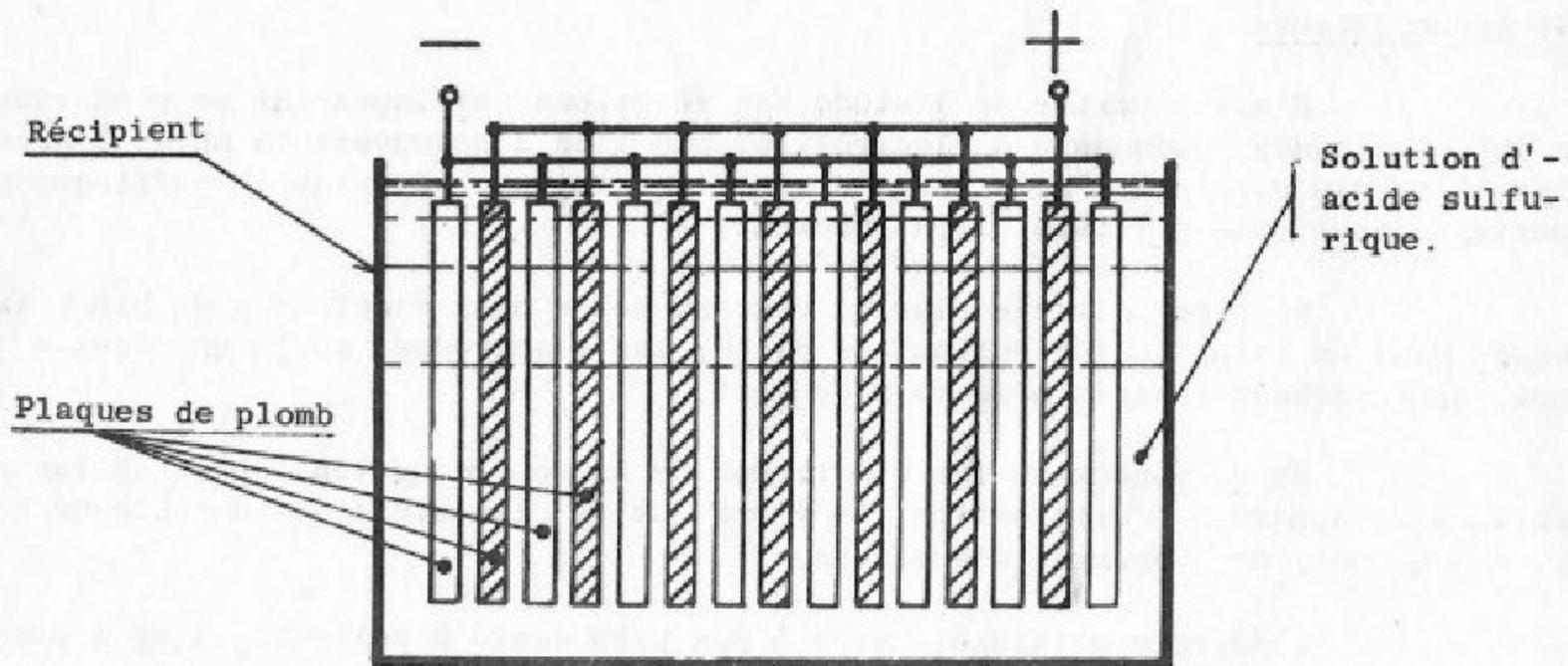
Si l'on fait circuler un courant entre deux électrodes de plomb immergées dans un bain d'acide sulfurique dilué, les électrodes, après un certain temps, apparaissent transformées chimiquement.

En déconnectant les électrodes de la source de tension et en les raccordant à un appareil d'utilisation, on verra que le dispositif est capable de fournir, à son tour, de l'énergie électrique.

L'énergie utilisable sera à peu près égale à celle que l'on a précédemment fournie lors de la charge, à une fraction près, qui sera perdue au cours des deux transformations chimiques.

L'appareil que l'on vient de définir s'appelle ACCUMULATEUR (Fig. 7-) et ses emplois sont multiples.

Pour obtenir le maximum de rendement, il est nécessaire de donner



Accumulateur au plomb.

aux électrodes des formes particulières, de façon à avoir le maximum de surface active et également à favoriser les réactions qui se produisent pendant la charge et la décharge de l'accumulateur.

Les accumulateurs souvent utilisés dans l'industrie sont du type cadmium-nickel : l'électrode négative est en oxyde de cadmium, l'électrode positive du nickel comprimé, l'électrolyte est une solution d'eau et de soude caustique.

Les avantages de ce type d'accumulateurs sont surtout leur robustesse et leur durée de vie, mais le rendement est moindre et le prix élevé.

2- MAGNETISME -

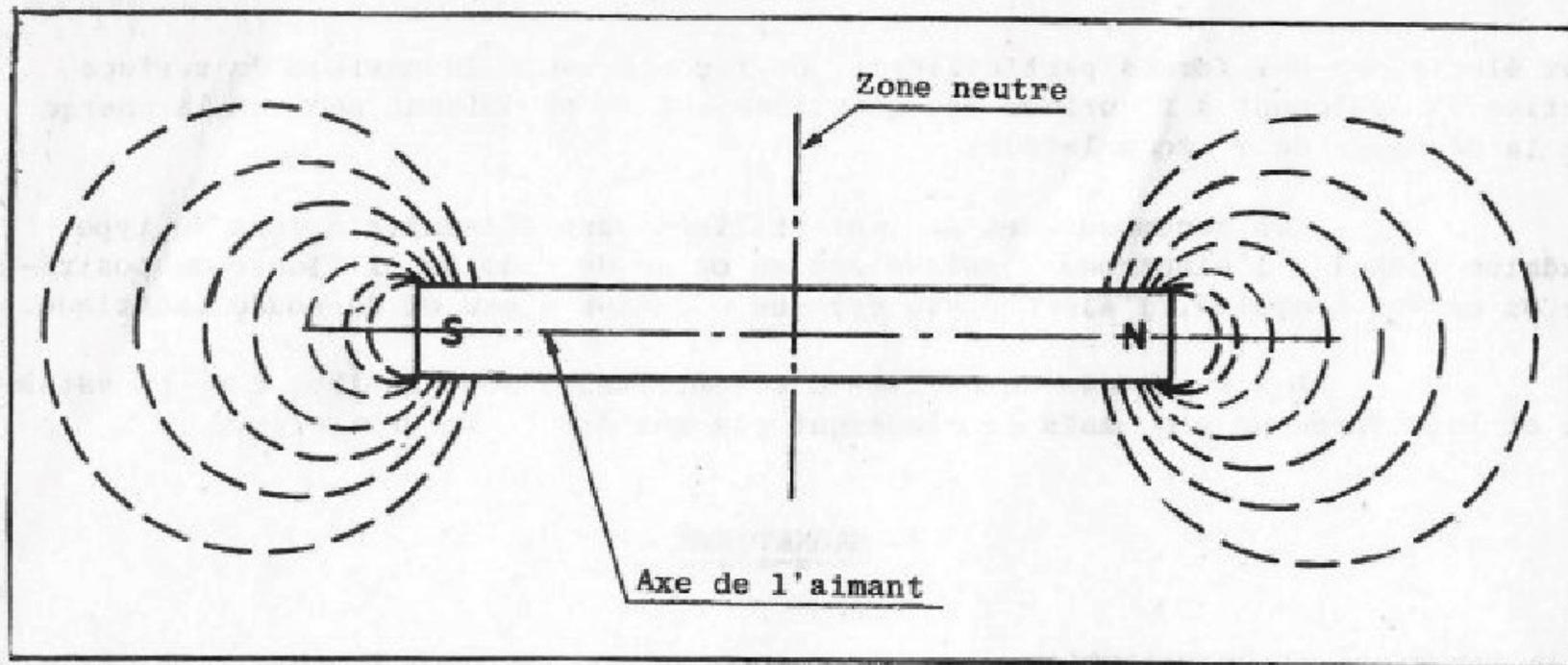
2.1- Aimant et sa constitution.

Le mot "AIMANT" indique un corps qui a le pouvoir d'attirer le fer ; il existe dans la nature et est connu depuis fort longtemps.

Il est extrait à partir d'un minerai de fer appelé MAGNETITE.

Le magnétite est l'unique matériau présentant spontanément le phénomène de magnétisation, c'est-à-dire le pouvoir d'attirer le fer.

Mais il existe aussi des matériaux qui peuvent recevoir et conserver

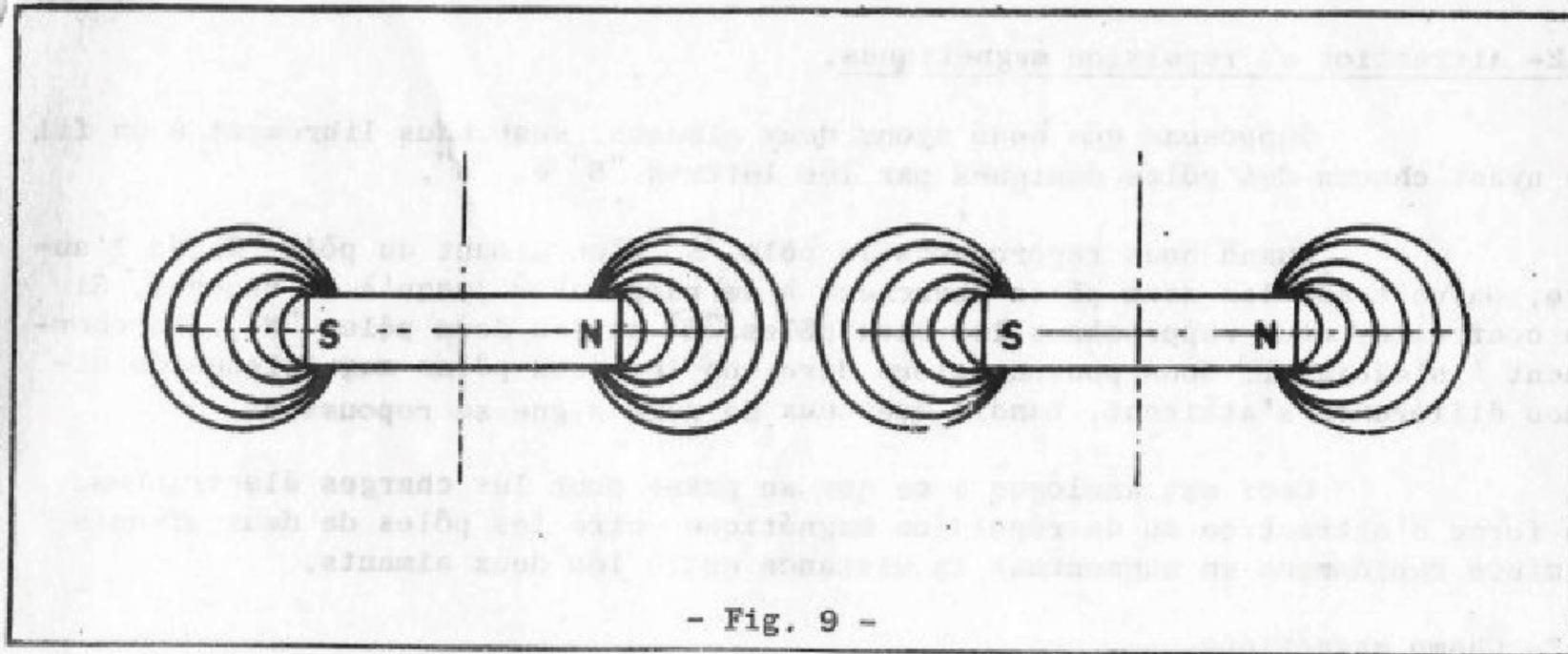


- Fig. 8 -

le pouvoir d'attirer le fer. Il s'agit habituellement des dérivés du fer :

- acier,
- acier au cobalt,
- oxyde de fer, etc. ...

Les aimants obtenus avec ces matériaux sont appelés AIMANTS ARTIFICIELS et peuvent présenter des formes diverses suivant l'emploi auquel ils sont destinés. Le type le plus simple d'aimant a la forme d'une barre (Fig. 8-). Les deux extrémités, indiquées avec un "N" et un "S" sur la figure, s'appellent POLES DE L'AIMANT et sont les points où se trouve concentrée la force magnétique la



- Fig. 9 -

plus grande. Nous pouvons le constater facilement en rapprochant l'aimant d'un peu de limaille de fer ; toutes les parcelles de fer se rassemblent comme il est indiqué à la Fig. 8-. Le milieu de la barre ne possède pas de magnétisme. C'est une ZONE NEUTRE.

Il est important de noter qu'il ne peut pas exister d'aimant avec un seul pôle. En coupant un aimant en deux parties, nous aurons deux autres aimants qui chacun, présenteront deux pôles (Fig. 9-).

2.2- Attraction et répulsion magnétiques.

Supposons que nous ayons deux aimants, suspendus librement à un fil et ayant chacun des pôles désignés par les lettres "S" et "N".

Quand nous rapprochons le pôle "N" d'un aimant du pôle "S" de l'autre, on voit que les deux pôles cherchent à se rapprocher jusqu'à se toucher. Si au contraire, nous rapprochons les deux pôles "S" ou les deux pôles "N", ils cherchent à s'éloigner. Nous pouvons alors dire que les deux pôles magnétiques de signes différents s'attirent, tandis que ceux de même signe se repoussent.

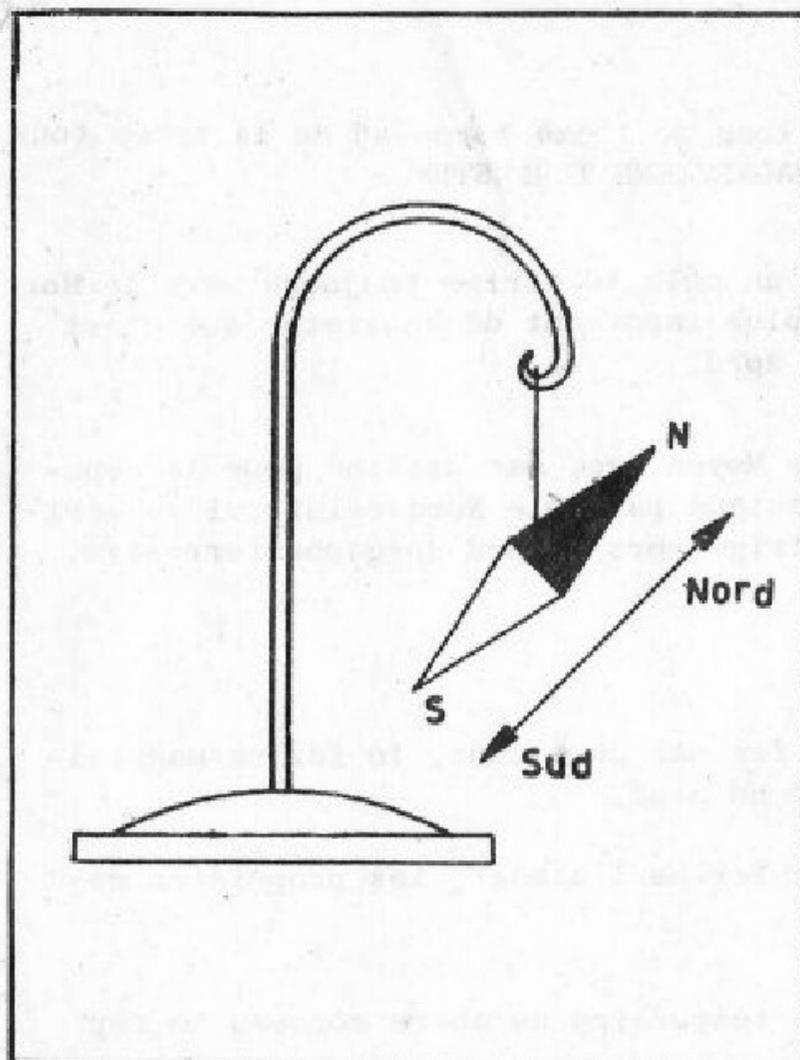
Ceci est analogue à ce qui se passe pour les charges électriques. La force d'attraction ou de répulsion magnétique entre les pôles de deux aimants diminue rapidement en augmentant la distance entre les deux aimants.

2.3- Champ magnétique.

L'espace dans lequel se fait sentir la force d'attraction ou de répulsion d'un aimant magnétique (fer) se nomme CHAMP MAGNETIQUE. En théorie, cet espace est infini. En pratique, ce champ se limite à la zone dans laquelle les effets magnétiques se font sentir.

2.4- Lignes de force magnétique.

Ce que l'on a dit à propos du champ électrique est valable pour le champ magnétique : il est représenté par des lignes dont chacune représente le parcours que ferait une parcelle magnétisée du fait de l'attraction exercée par l'aimant qui constitue le champ lui-même.



- Fig. 10 -

2.5- Flux magnétique.

L'ensemble de toutes les lignes de force magnétique qui existent dans un espace déterminé du champ magnétique se nomme FLUX MAGNETIQUE.

2.6- Magnétisme terrestre.

La terre se comporte comme un immense aimant par rapport à tous les aimants qui existent sur la terre.

On peut le vérifier en suspendant par son centre, un aimant à un fil, comme indiqué à la Fig. 10-. Nous constaterons que l'aiguille ne s'aligne pas dans une direction quelconque, mais prend une direction bien déterminée. Déplaçons l'aimant de cette position privilégiée, puis libérons-le : nous pouvons voir que la nouvelle position de repos est identique à la précédente.

L'aimant dirige toujours un de ses pôles vers le Nord de la Terre et

l'autre vers le Sud.

Cette force, qui oriente le long de l'axe Nord-Sud de la terre tous les aimants libres d'osciller, s'appelle "MAGNETISME TERRESTRE".

Il est important de noter qu'un pôle se dirige toujours vers le Nord et l'autre vers le Sud, mais il est encore plus important de constater que c'est toujours le même pôle qui se dirige vers le Nord.

Ce phénomène, connu depuis le Moyen Age, est utilisé pour la construction de la boussole, dans laquelle on désigne par Pôle Nord celui qui se dirige vers le Nord, et Pôle Sud celui qui se dirige vers le Sud du globe terrestre.

1.7- Induction magnétique.

Si on applique un morceau de fer sur un aimant, le fer se magnétise à son tour et se comporte comme un aimant naturel.

Si l'on éloigne le morceau de fer de l'aimant, les propriétés magnétiques du fer disparaissent rapidement.

Le phénomène de magnétisation temporaire de notre morceau de fer se nomme INDUCTION MAGNETIQUE.

Par ailleurs, il faut noter qu'une substance ferromagnétique placée dans un champ magnétique apporte, par sa propre magnétisation, une perturbation dans le tracé initial des lignes de force.

Ces dernières ont tendance à se concentrer dans le morceau de fer, et le flux, à chaque section, devient beaucoup plus dense qu'à travers une section comparable d'air (Fig. 11-).

Le flux à l'intérieur du fer se nommera FLUX D'INDUCTION et se rapportera au nombre de lignes de force qui traversent la section du fer placé dans le champ magnétique.

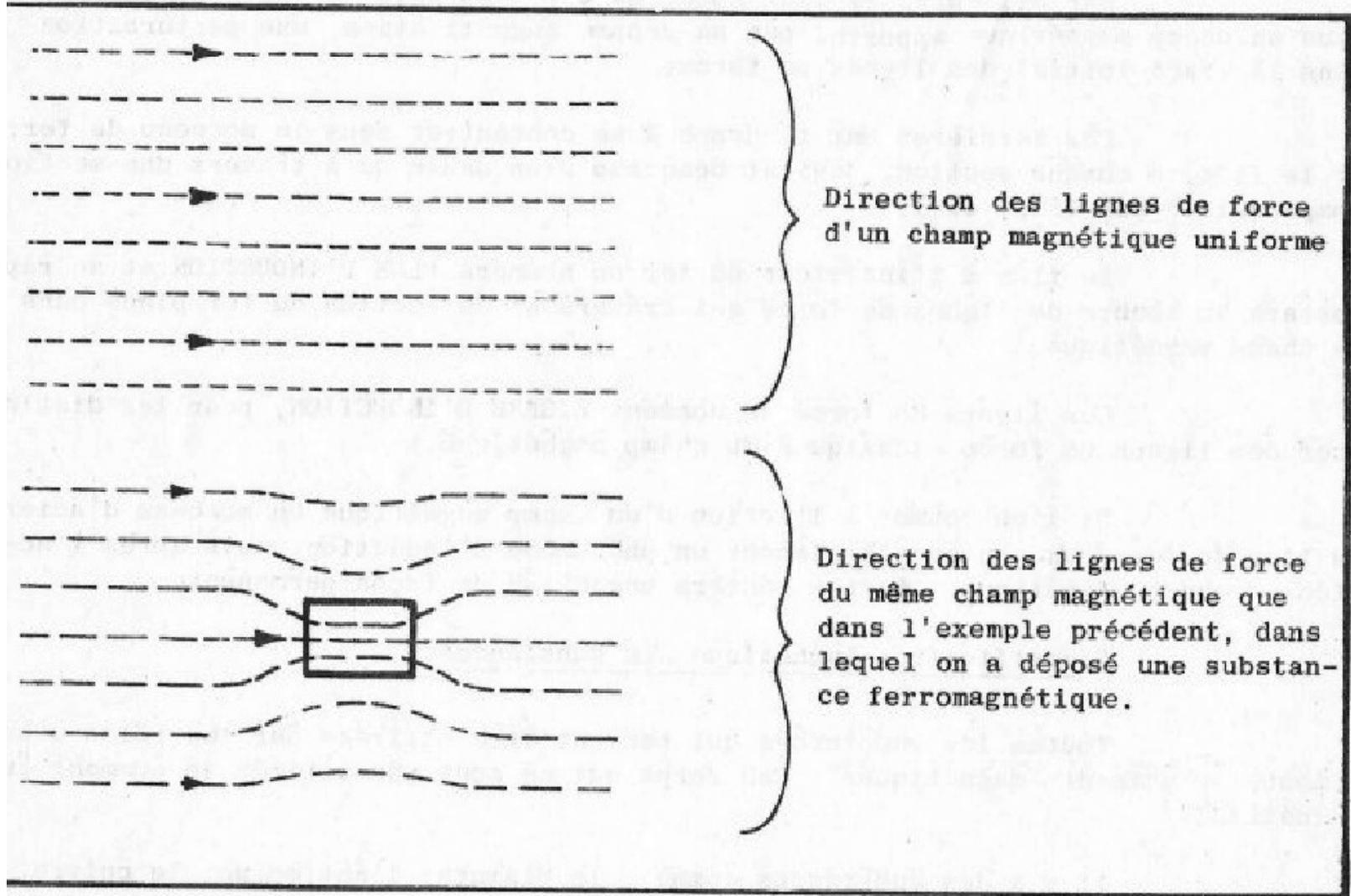
Ces lignes de force se nomment LIGNES D'INDUCTION, pour les distinguer des lignes de force classiques du champ magnétique.

Si l'on soumet à l'action d'un champ magnétique un morceau d'acier au lieu de fer doux, on aura également un phénomène d'induction, mais après l'action du champ magnétique, l'acier restera magnétisé de façon permanente.

Classification magnétique des substances.

Toutes les substances qui peuvent être attirées par les pôles d'un aimant, se nomment "magnétiques" Les corps qui ne sont pas attirés se nomment "non magnétiques"

Il y a des substances comme : le bismuth, l'antimoine, le cuivre,



- Fig. 11 -

le zinc, le soufre, le mercure, l'or, l'eau, le quartz, qui, si on les place entre les pôles d'un aimant, se magnétisent faiblement, dans un sens opposé à celui des lignes de force du champ magnétique.

Ces substances se nomment **DIAMAGNATIQUES**.

D'autres substances comme : l'air, l'oxygène, le manganèse, le chrome, l'aluminium, etc. ..., se magnétisent faiblement, dans les mêmes conditions, mais dans la même direction que les lignes de force.

Ces substances se nomment **PARAMAGNETIQUES**.

Le fer, l'acier, le nickel, le cobalt sont des substances paramagnétiques, mais elles se discernent des autres parce qu'elles sont particulièrement sensibles à la magnétisation : on les appelle pour cette raison des substances **FERROMAGNETIQUES**.

2.8- Perméabilité.

Nous avons vu, en expliquant le phénomène de l'induction, que le flux magnétique s'accumulait à l'intérieur du fer : la Fig. 11- nous l'a montré.

Cette accumulation signifie que, du point de vue flux magnétique, le fer **EST PLUS PERMEABLE QUE L'AIR**, c'est-à-dire que le fer offre une résistance inférieure à celle opposée par l'air au passage du flux magnétique. Mais la valeur de la perméabilité n'est pas constante ; elle change avec le flux qui passe à travers

le fer placé dans le champ magnétique ; elle dépend en outre du type de fer employé, et aussi de sa température.

2.9- Saturation.

Si on place un morceau de fer dans un champ magnétique dont l'intensité augmente toujours, on note que le flux d'induction à l'intérieur du fer augmente jusqu'à une certaine valeur, puis reste constant.

On dit que le fer a rejoint la condition de SATURATION.

2.10- Hystérésis.

Si on place un morceau de fer dans un champ magnétique dont l'intensité varie rapidement d'un minimum à un maximum et change également de direction, on peut observer que le flux d'induction à l'intérieur du fer suit les variations du champ, mais avec un certain retard.

Ce phénomène est nommé HYSTERESIS, d'un mot qui signifie précisément retard.

2.11- Magnétisme résiduel.

Nous avons vu que lorsque le champ magnétique auquel sont soumis les corps vient à disparaître, les corps se comportent de la même manière : en effet, un corps reste plus ou moins magnétisé.

Le fer pur perd presque complètement son magnétisme, mais l'acier et tous les autres composés le conservent en général beaucoup plus longtemps.

On appelle MAGNETISME RESIDUEL celui qui subsiste encore dans le matériau lorsque l'action du champ magnétique est finie.

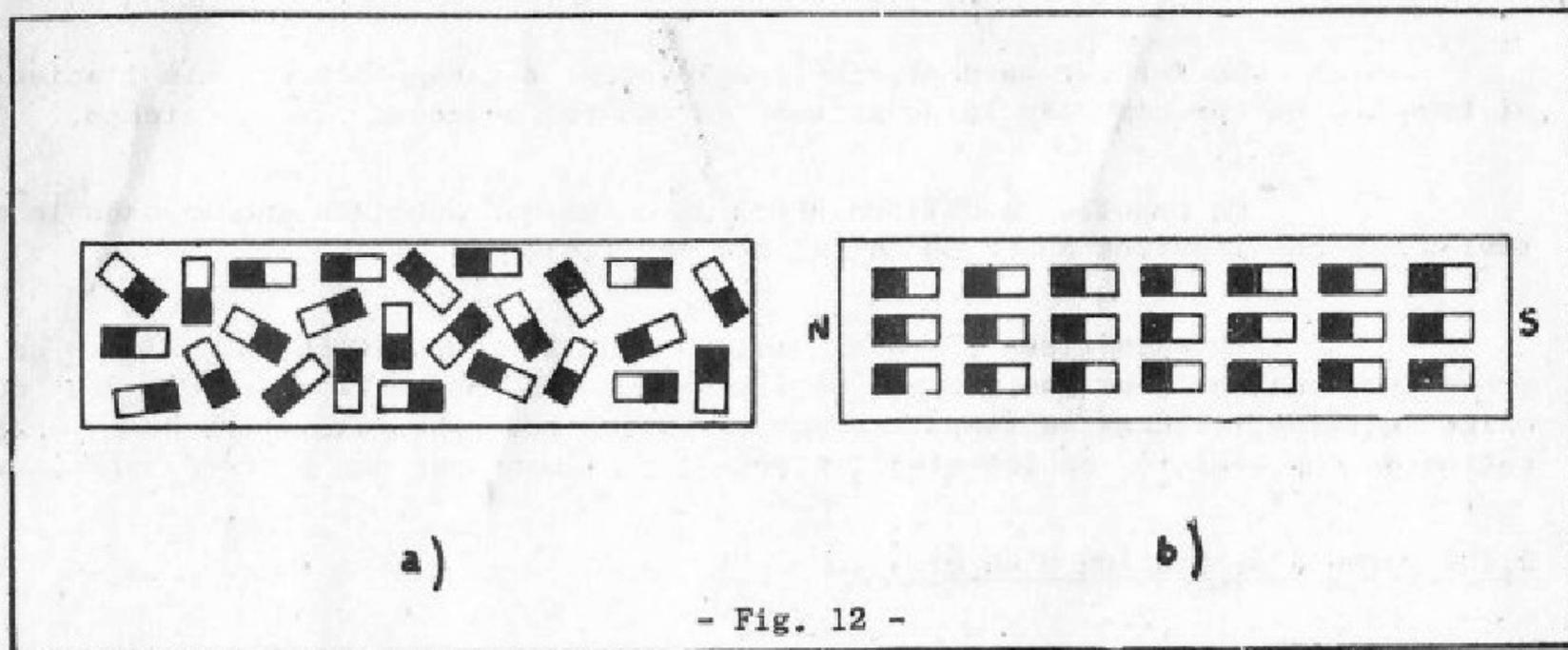
Le magnétisme résiduel diminue avec le temps. C'est d'ailleurs un grave inconvénient pour les aimants utilisés dans les appareils de mesure dont on exige une fidélité dans le temps : c'est la raison pour laquelle, lors de la fabrication de ces aimants, on les vieillit artificiellement par des procédés spéciaux.

2.12- Force d'attraction d'un aimant.

On appelle force d'attraction d'un aimant, celle qui s'exerce sur une substance ferromagnétique. Cette force varie avec les dimensions, la forme de l'aimant et la qualité du matériau qui le compose.

2.13- Théorie moléculaire du magnétisme.

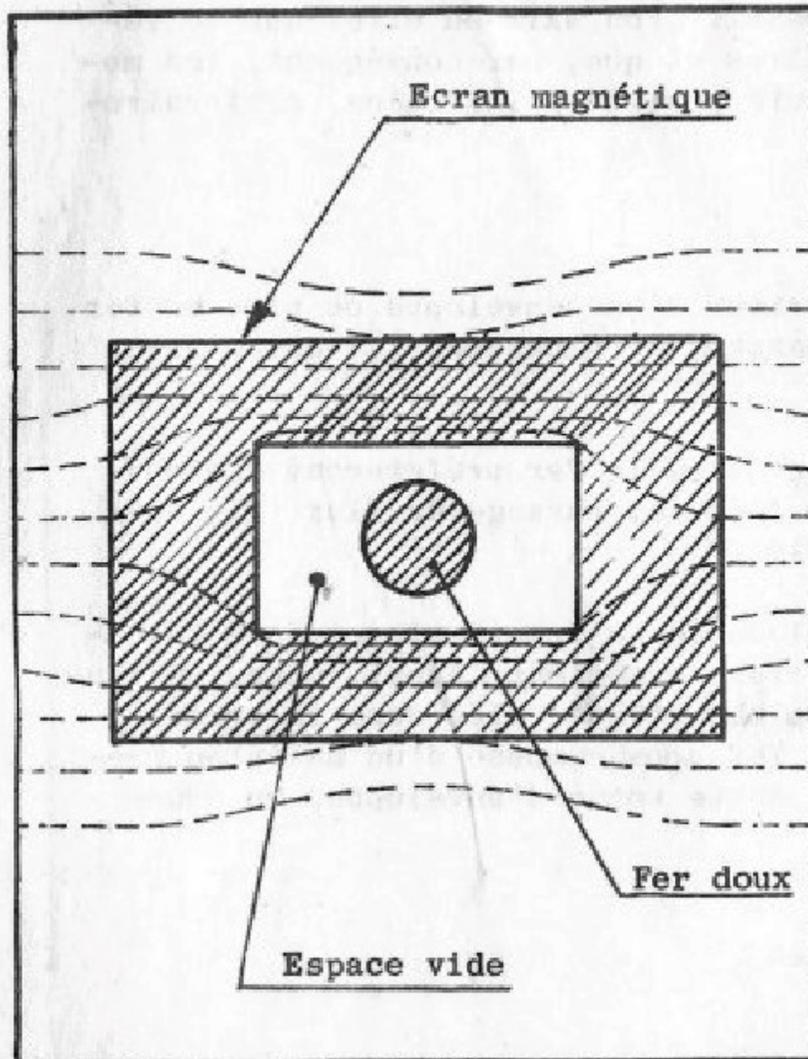
Les théories pour expliquer le phénomène de la magnétisation sont nombreuses, mais celle universellement acceptée est la théorie moléculaire de Weber. Selon cette théorie, on suppose que les molécules sont elles-mêmes de petits aimants.



Ces aimants élémentaires, qui constituent le morceau de fer que nous avons examiné, sont orientés de façon désordonnée et on ne constate, par conséquent, aucun effet de magnétisation à l'extérieur du matériau (Fig. 12a-).

Si nous soumettons ce morceau de fer à l'action d'un champ magnétique toutes les molécules s'orientent dans la même direction et toutes exercent donc une action dans le même sens.

A l'extérieur du corps, on recueille un magnétisme égal à la somme de toutes les actions exercées par les molécules (Fig. 12b-).



Si l'action externe du champ magnétique vient à cesser, les molécules reviennent à leur situation initiale en recombinaison des espaces intermoléculaires et la magnétisation du morceau de fer disparaît.

Par contre, lorsque l'action du champ extérieur sur un morceau d'acier vient à disparaître, les molécules ne peuvent pas revenir facilement à leur position initiale, parce que l'espace intermoléculaire est beaucoup plus petit : les molécules restent donc en ordre, et l'état de magnétisation se maintient.

On obtient ainsi un aimant artificiel.

Quand toutes les molécules sont parfaitement orientées, on a rejoint l'état de saturation ; une augmentation ultérieure du champ extérieur ne produira plus aucune variation de l'état magnétique du corps. La théorie exposée ci-dessus explique aussi pourquoi, en chauffant

n corps déjà magnétisé, la magnétisation disparaît ; on sait en effet que le réchauffement augmente les espaces intermoléculaires et que, par conséquent, les molécules peuvent plus facilement retourner à leurs positions initiales, arbitrairement désordonnées.

.14- Ecrans magnétiques.

Imaginons d'introduire à l'intérieur d'une enveloppe un bloc de fer doux sans qu'il y ait contact entre les deux masses, et plongeons le tout dans un champ magnétique.

Les lignes de force qui pénètrent dans le fer préféreront contourner la cavité qui présente une résistance importante au passage du flux (Fig. 13-) lors que le matériau lui-même restera perméable.

Par conséquent, si un corps quelconque se trouve plongé dans la cavité, il ne subira pas l'action du champ magnétique extérieur. Ainsi, quand on voudra soustraire un corps de l'influence du champ magnétique extérieur, on prendra la précaution de l'entourer d'une enveloppe en fer doux composé d'un matériau présentant une perméabilité magnétique élevée ; à cette sorte d'enveloppe, on donne le nom d'ECRAN MAGNETIQUE.
