

# PILES & ACCUMULATEURS

## I. — PILE DE VOLTA

Vue : Vue et portrait.



A la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, un médecin italien nommé Galvani, recherchant le principe de la vie par l'électricité, parvint à faire agiter les pattes d'une grenouille en réunissant les nerfs lombaires et les muscles du batracien au moyen d'un arc métallique formé de deux branches, l'une en fer, l'autre en cuivre.

Une discussion plutôt aigre s'engagea entre lui et un professeur de Pavie, nommé Volta, sur l'explication de cette expérience.

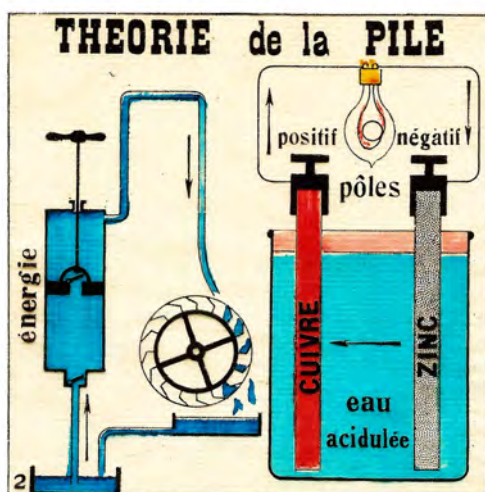
Afin d'étayer ses idées, Volta inventa sa fameuse pile de ronds en zinc, cuivre et drap mouillé, dont il donna une théorie fautive ; mais les effets qu'il sut en tirer, la nouveauté des courants électriques inconnus jusqu'à cette

époque, lui consacra une gloire que justifiait d'ailleurs son grand labeur.

La Science, cependant, appela indifféremment courant voltaïque ou courant galvanique le véhicule nouveau de l'énergie électrique, et le nom de Galvani est resté comme racine de nombreux phénomènes électriques, tels que galvanomètres, galvanoplastie.

## II. — THÉORIE DE LA PILE

Vue : Comparaison avec une pompe.



Bien qu'ils ne ressemblent plus à la pile de Volta, on a continué à donner le nom de piles aux appareils qui transforment en courant électrique les actions chimiques.

Dans la pile de Volta, un élément de pile est constitué par une rondelle de zinc, de drap mouillé, et une rondelle de cuivre.

Dans les piles modernes, un élément de pile est constitué aussi en principe par deux lames zinc cuivre séparées par de l'eau acidulée.

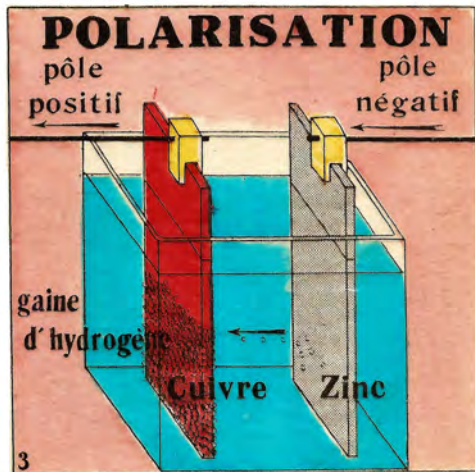
C'est Volta lui-même qui a trouvé le premier élément de pile ainsi disposé.

Lorsque l'on réunit par un fil le cuivre au zinc, conventionnellement, le courant va du cuivre au zinc, et le jeu de la pile ressemble à celui d'une pompe qui puiserait de l'eau à un niveau fixe inférieur pour la remonter à un niveau fixe supérieur. Le travail de la pompe serait produit par les actions chimiques et le courant dans le fil extérieur restituerait ce travail sous forme d'énergie mécanique, calorifique ou lumineuse.

Bien remarquer que le courant partant du cuivre pour revenir au cuivre traverse deux sortes de résistances : la résistance du fil du circuit extérieur, et la résistance intérieure de la pile elle-même.

### III. — POLARISATION

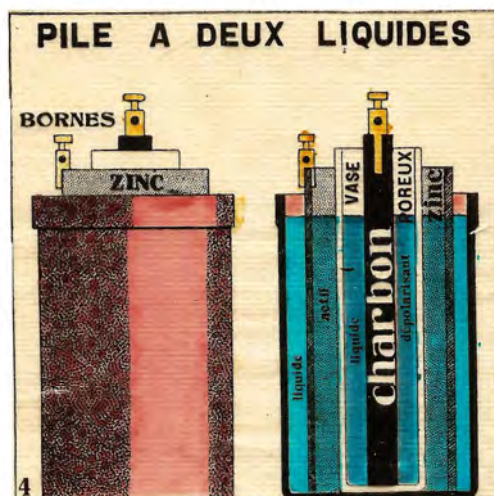
Vue : Théorie.



Pendant la réaction, il se forme de l'hydrogène qui, entourant le cuivre, finit par empêcher les réactions. On dit que la pile se polarise.

### IV. — DÉPOLARISATION

Vue : Pile à deux liquides.



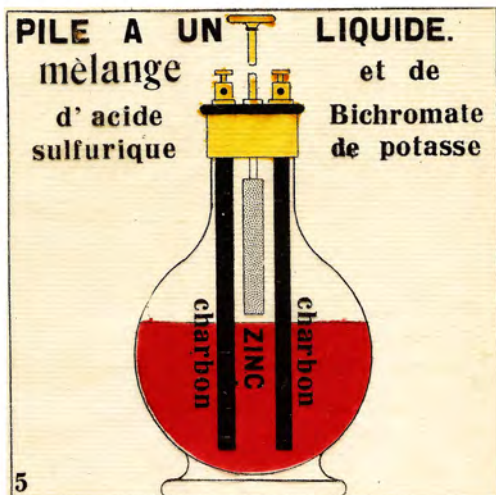
Pour qu'un élément de pile dure longtemps, il faut donc " manger " l'hydrogène formé ; on le mange par de l'oxygène qui, avec l'hydrogène, donne de l'eau ; on apporte cet oxygène nécessaire dans la pile au moyen d'un corps qui en cède facilement, et que l'on appelle dépolarisant.

Ce corps est placé autour du cuivre dans un vase poreux. L'hydrogène formé sur le zinc par l'action du liquide acide, se dirige vers le cuivre sous l'influence du courant, trouve le dépolarisant et la pile marche indéfiniment.

Le dépolarisant peut être solide. Exemple : l'oxyde de manganèse.

## V. — PILE A UN LIQUIDE

Vue : Pile au bichromate de potasse.

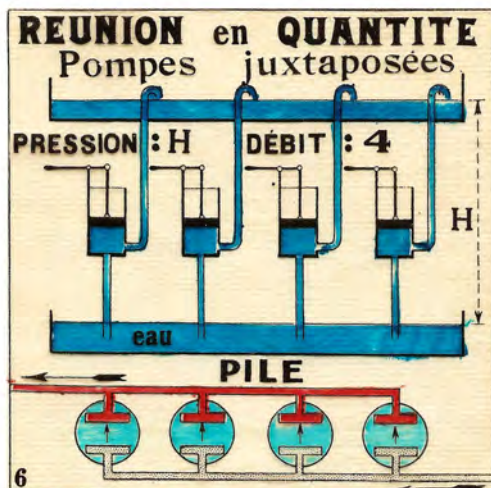


Quelquefois on mélange directement le dépolarisant à l'eau acidulée, comme par exemple dans la pile si employée au bichromate de potasse, et dont le pôle positif est formé par un charbon de cornue.

Le nombre des types de piles est considérable, les décrire serait sortir du cadre de cette leçon.

## VI. — RÉUNION EN QUANTITÉ

Vue : Comparaison hydraulique.



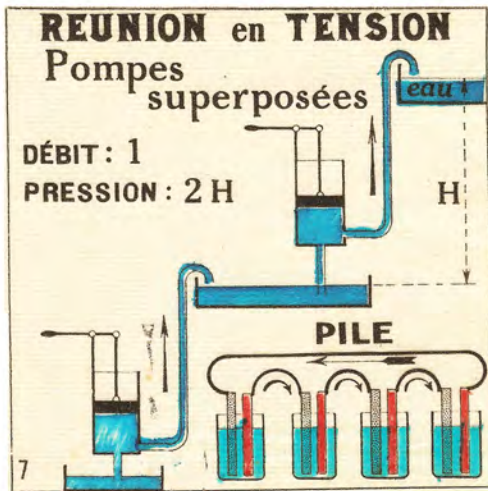
Etant donné un certain nombre d'éléments de piles, on peut les réunir de deux façons différentes, en quantité ou en tension. Réunir des éléments en quantité, c'est faire fonctionner ensemble tous les zinc d'une part, et de l'autre tous les cuivre.

L'opération est analogue à celle qui consiste à juxtaposer parallèlement des pompes qui élèveraient toute l'eau d'une même hauteur. Le débit total est évidemment dans ce cas la somme des débits de toutes les pompes ou éléments, la pression finale celle d'une pompe ou d'un élément.



## VII. — RÉUNION EN TENSION

Vue: Comparaison hydraulique.

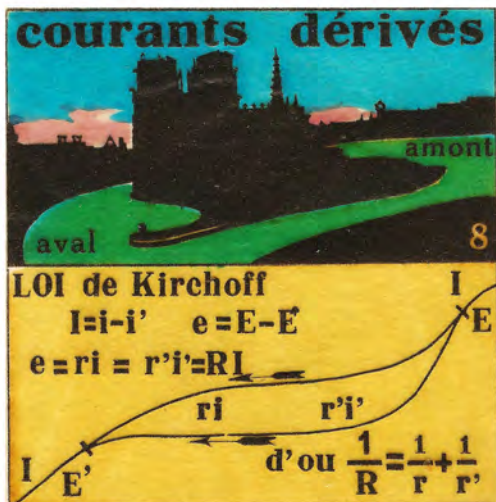


Si on réunit Zn-cuivre, zinc cuivre, etc., de N éléments de pile, on obtient la disposition en tension. Le débit total n'est que le débit ordinaire d'un élément, mais la différence de voltage entre le dernier zinc et le dernier cuivre est n fois le voltage d'un élément.

Le montage est analogue à celui qui consisterait à superposer des pompes les unes audessus des autres.

## VIII. — COURANTS DÉRIVÉS

Vue: Loi de Kirchoff.



Les deux branches d'un fleuve formant une île sont des courants dérivés.

Cette disposition s'applique en électricité.

Remarquons qu'à l'amont les deux courants ont même pression, que cette pression est encore la même à leur jonction à l'aval, mais inférieure à celle de l'amont. Remarquons, enfin, que le débit à l'amont ou à l'aval est la somme des débits des dérivations.

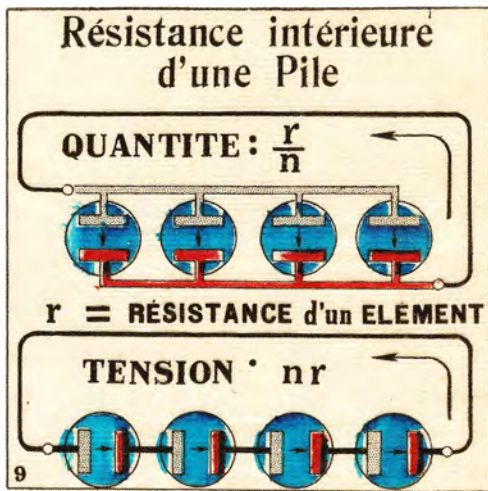
Si nous appliquons maintenant aux dérivations et au fil qui pourrait remplacer ces dérivations, la loi de Ohm, nous trouvons, comme l'indique le tableau

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r'}$$

Ainsi donc, l'inverse de la résistance du fil qui pourrait remplacer les deux dérivations est la somme des inverses des résistances de ces dérivations.

## IX. — RÉSISTANCE INTÉRIEURE D'UNE PILE

Vue : Disposition en quantité ou tension.



Nous avons vu qu'un élément de pile offrait une résistance intérieure au passage du courant. Lorsque l'on associe en quantité ou en tension plusieurs éléments, la résistance intérieure totale de la pile est plus faible ou plus grande que la résistance intérieure d'un seul élément.

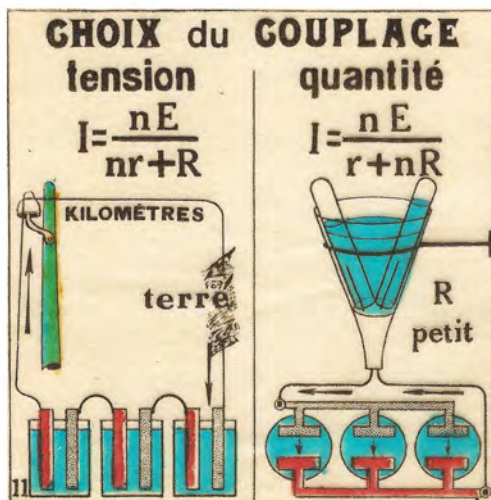
1° Supposons les éléments réunis en quantité, les éléments peuvent être considérés comme des dérivations, et si leur nombre est  $n$  on a  $\frac{1}{R} = \frac{n}{r}$  d'où  $R = \frac{r}{n}$

La résistance intérieure totale est plus petite que la résistance intérieure d'un élément.

2° Supposons les éléments réunis en tension, le courant doit traverser successivement toutes les résistances intérieures des éléments, la résistance totale est donc plus grande que la résistance intérieure d'un élément et l'on a  $R = nr$ .

## X. — CHOIX DU COUPLAGE

Vue : Ligne télégraphique et voltamètre.



Il n'est pas indifférent de coupler les éléments d'une pile d'une manière quelconque. Nous examinerons deux cas, celui où le courant produit par la pile doit parcourir un long fil, c'est-à-dire vaincre une résistance très grande devant la résistance intérieure d'un élément de la pile, et celui où le courant ne doit traverser qu'une résistance comparable à celle de la résistance intérieure d'un élément comme celle d'un voltamètre par exemple.

Lorsque les  $n$  éléments de pile sont en tension, le voltage aux bornes extrêmes est  $nE$ , et la loi d'Ohm donne  $nE = I(nr + R)$  d'où  $I = \frac{nE}{nr + R}$

Lorsque les  $n$  éléments de pile sont en quantité, on a  $I = \frac{E}{\left(\frac{n}{r} + R\right)}$  d'où  $I = \frac{E}{\frac{n}{r} + R}$

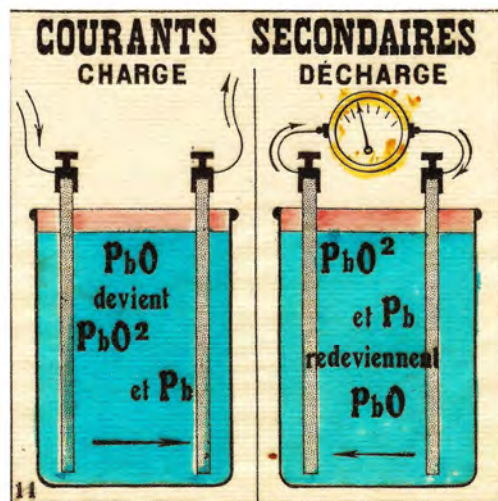
Si  $R$  est très grand (exemple 1000 Ohms) et  $r$  (0,10 Ohms)  $nr$  est négligeable devant  $R$ , le couplage en tension donne  $I = \frac{nE}{R}$  ; en quantité  $I = \frac{E}{R}$ . Il vaut donc mieux coupler en tension.

Si  $R$  est au contraire de même ordre que  $r$ , on a : Tension  $I = \frac{E}{R}$  quantité  $I = \frac{nE}{R}$  Il vaut mieux coupler en quantité.



## XI.— COURANTS SECONDAIRES

Vue : Théorie de l'accumulateur.



C'est Planté qui découvrit la propriété du plomb utilisée encore aujourd'hui pour construire les accumulateurs (1860).

Dans un vase contenant de l'eau acidulée, plaçons deux lames de plomb en faisons-y passer le courant d'une pile. L'oxygène se portera au pôle positif, l'hydrogène au pôle négatif. Mais alors, chose curieuse, nous ne constaterons aucun dégagement de gaz.

Voici pourquoi. Les lames de plomb sont toujours recouvertes d'une mince couche d'oxyde de plomb, PbO. L'hydrogène ramène cet oxyde à l'état de plomb, qui reste sur la plaque à l'état pulvérulent (gris noir), sur l'autre lame il y a suroxydation du plomb qui devient PbO<sub>2</sub>.

Ce n'est que lorsque ces transformations chimiques sont terminées que les gaz apparaissent.

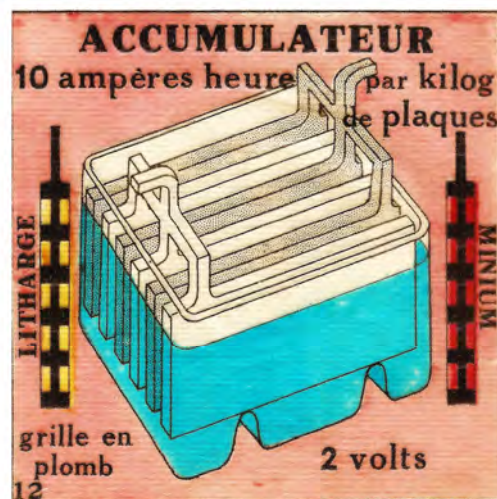
Si, à ce moment, on supprime le courant et que l'on rejoinne des deux lames à un instrument de mesure, on remarque que le fil extérieur est traversé par un courant de sens inverse au premier courant : c'est qu'alors le plomb pulvérulent a tendance à brûler au sein du liquide. Comme le ferait une lame de zinc.

La lame de plomb joue le rôle d'un pôle négatif, il se reforme de l'oxyde de PbO, et la lame recouverte de PbO<sub>2</sub> redevient aussi, par suite de l'hydrogène qui se dégage sur elle, du PbO.

Le courant inverse du premier est appelé secondaire, et l'élément ainsi formé s'appelle accumulateur.

## XII.— ACCUMULATEURS

Vue : Disposition des plaques.



Planté avait déjà remarqué qu'en chargeant et en déchargeant plusieurs fois un accumulateur, la durée du courant inverse était de plus en plus longue et tenait à la plus ou moins grande quantité de plomb pulvérulent qui s'était formée. En 1880, l'électricien Faure parvint à supprimer ces charges et décharges préalables nécessaires pour obtenir un courant inverse d'une certaine durée : il imagina de déposer mécaniquement sur les lames de plomb construites un peu comme des gaufrettes, de la matière active. Les plaques positives portent du minium, et les plaques négatives de la litarge qui, après la charge, donnent de l'oxyde puce sur les premières et du plomb pulvérulent sur les secondes.

On appelle capacité d'un accumulateur la quantité d'électricité qu'il peut fournir à la décharge. C'est en moyenne 10 ampères heure par kilogramme de plomb.

Au début de la décharge le courant a un voltage supérieur à deux volts. On l'utilise jusqu'à ce que le voltage baisse à 1 volt 7.

Enfin, ajoutons que l'on couple les accumulateurs absolument comme les piles en tension ou en quantité.