

ont pu fournir jusqu'à présent sous le même poids.
« La consommation est représentée par les chiffres suivants :

Zinc	1 463 grammes.
Bichromate de potasse	2 400 —
Acide sulfurique	7 200 —

« Ces chiffres permettent de calculer facilement quel

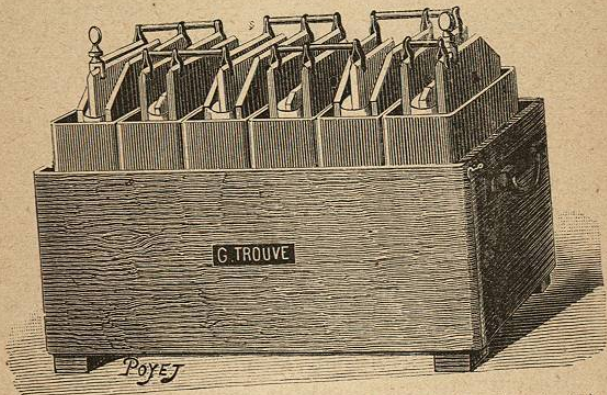


Fig. 76. — Pile Trouve à faible débit (bichromate de potasse).

est le prix du cheval-heure d'énergie électrique disponible, lorsqu'on se place dans les conditions moyennes de débit dont les résultats sont consignés ci-dessus. »

Nous avons également disposé notre pile au bichromate pour fonctionner à deux liquides et à petit débit. Dans ce cas, elle est munie de vases poreux dans lesquels plongent les zincs.

La composition de la solution est la suivante :

Bichromate.	1 kg.
Eau	5 —
Acide	1,800

et dans le vase poreux avec le zinc : eau acidulée au $\frac{1}{10}$.

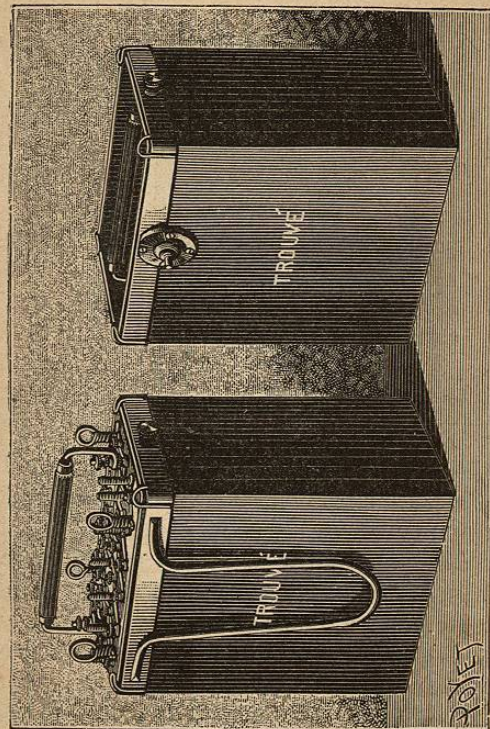


Fig. 77 et 78. — Batterie universelle automatique Trouvé représentée en fonction et au repos.

La série est complétée par une batterie universelle

automatique (fig. 77 et 78) d'un transport et d'un maniement des plus faciles. C'est un générateur d'électricité destiné aux expériences de laboratoire et à certains traitements à domicile. Elle pèse à peine 3 kilogrammes. Peu encombrante et malgré son poids relativement faible elle permet d'opérer avec une

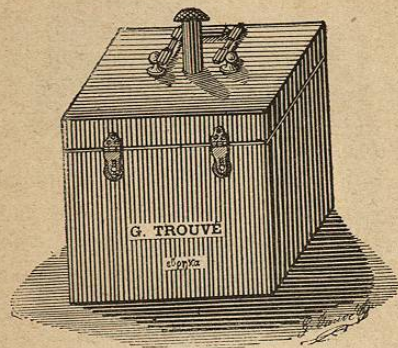


Fig. 79. — Batterie Trouvé à pédale sans sa tapisserie.

grande sûreté et de mettre en jeu les polyscopes et les photophores électriques ou encore les appareils d'éclairage pour l'étude des ferments et la micrographie. Elle est utilisée au Collège de France par M. Berthelot pour sa bombe calorimétrique. Un modèle fort luxueux (fig. 79) en a même été créé qui, bien que destiné plus spécialement aux cabinets des médecins-dentistes, ne sera pas sans rendre quelques services dans d'autres circonstances. Cette dernière disposition a l'avantage, et c'est à noter, d'éviter au sujet la vue de tout instrument inconnu, suspect par consé-

quent, et de lui enlever ainsi une frayeur à laquelle, bien souvent, il n'est que trop porté.

L'agencement intérieur de cet appareil est le même que ci-dessus; seulement, la mise en fonction ne se fait plus avec la main, mais avec le pied. Une élégante tapisserie recouvre la boîte et lui donne l'ap-

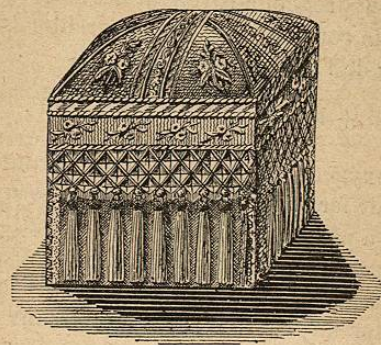


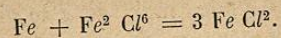
Fig. 80. — Batterie Trouvé à pédale recouverte de sa tapisserie.

arence d'un pouffe ordinaire de salon (fig. 80) et les rhéophores sont dissimulés dans une élégante cordelière.

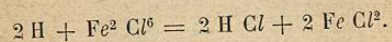
La batterie à pédale peut servir aussi à la galvanocaustie et à l'éclairage des polyscopes et photophores Trouvé.

Pile au chlorure de fer. — Cette pile, due à M. Figuiet, ancien professeur à la Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux est très économique, car le fer est bien moins cher que le zinc.

Un grand vase de verre cylindrique contient une solution concentrée de perchlorure de fer dans lequel plonge une lame de fer et une lame de charbon platiné. Le fer se dissout dans le chlorure :

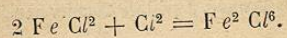


Quant à l'hydrogène provenant de l'électrolyse du liquide par le courant il réduit le perchlorure de fer pour former de l'acide chlorhydrique :



Enfin, l'oxygène se porte sur le fer, forme avec lui de l'oxyde de fer soluble dans l'acide chlorhydrique. Ainsi il n'y a pas ou il y a peu de polarisation.

Si l'on possède un laboratoire, on retransforme facilement le chlorure de fer en perchlorure en faisant barboter un courant de chlore dans la solution :

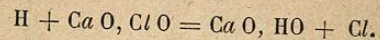


La même matière peut donc servir indéfiniment. Cette pile fournit d'ailleurs des courants intenses.

Pile au chlorure de chaux : f. e. m. = 1,6 volt. Elle a été trouvée en 1879 par M. Niaudet. Elle est préférable à celle de Leclanché tant au point de vue de l'énergie et de la constance qu'à celui de l'économie. Elle possède comme lui l'avantage de ne point s'user à circuit ouvert.

Dans un vase extérieur on met une solution de sel marin à 24 p. 100 dans laquelle plonge un bâton de

zinc. L'électrode positive est composée d'un charbon de cornue qui, pour éviter la polarisation, est tassé dans un mélange de chlorure de chaux du commerce (chlorure et hypochlorite) et de fragments de charbon placés dans un vase poreux. L'hypochlorite est le dépolarisateur :



On évite l'odeur du chlore en fermant l'élément avec un bouchon.

Piles secondaires ou accumulateurs.

Le contre-courant qui surgit dans les piles dès que celles-ci entrent en fonction et qu'on a nommé courant de polarisation n'est pas resté entre les mains des physiciens à l'état d'énergie de résistance.

Depuis longtemps ils avaient remarqué que les dépôts gazeux sur les électrodes des voltamètres (fig. 81) engendraient spontanément un nouveau courant dès que le courant direct ou primaire cessant le circuit était fermé.

Mais jusqu'à Planté cette remarque n'avait point donné de résultats pratiques, et il faut avouer que les accumulateurs ne se sont que bien peu améliorés depuis ce physicien.

L'élément Planté (fig. 82) se compose de deux lames C, C' de plomb, longues et roulées en spirales, mais isolées l'une de l'autre par deux ou trois rubans

de caoutchouc. Elles sont immergées dans un vase de verre contenant de l'eau acidulée et communiquent à deux *prises de courant* MH et M'G ou électrodes en cuivre réservées sur le couvercle bien mas-

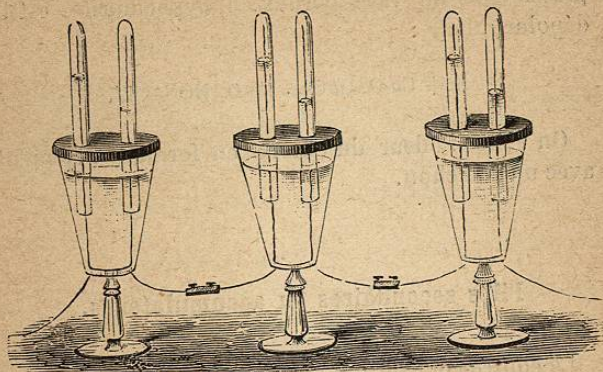


Fig. 81. — Pile secondaire à gaz.

tiqué et percé de quelques trous pour le libre échappement des gaz.

A l'origine, M. Gaston Planté disposait les lames des éléments parallèlement. En 1863, nous eûmes l'honneur de faire sa connaissance, et construisimes pour lui un petit accumulateur dont nous avions enroulé les lames sur elles-mêmes, afin de condenser sous le plus petit volume le maximum d'énergie. C'est le principe de notre accumulateur de poche. Depuis lors, M. G. Planté semblait préférer l'enroulement à la disposition parallèle, du moins pour les accumulateurs transportables.

Si l'on réunit chacun des électrodes aux pôles d'une

batterie primaire, le liquide acidulé des éléments Planté sera décomposé et l'hydrogène et l'oxygène se

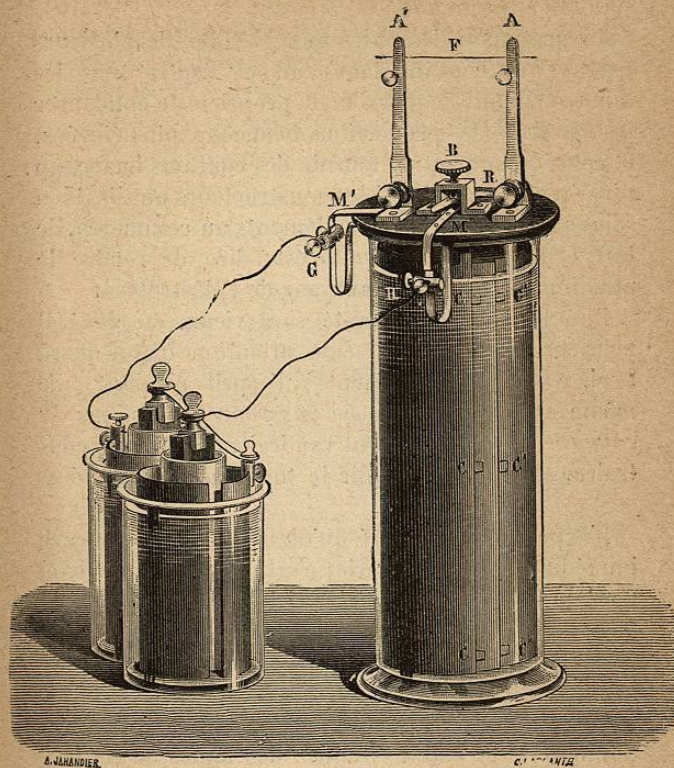


Fig. 82. — Élément secondaire Planté en charge.

porteront respectivement sur l'une et l'autre plaque de plomb jusqu'à ce que la force électromotrice de la nouvelle batterie devienne égale à celle de la première.

Interrompant alors la communication et réunissant les électrodes de la batterie Planté par un conducteur, on obtiendra un nouveau courant.

La pratique a démontré qu'à la suite de plusieurs passages du courant dans l'un et l'autre sens les lames de plomb acquéraient la propriété de condenser les gaz dans des proportions beaucoup plus élevées, et conséquemment de fournir des courants beaucoup plus énergiques. Aussi les constructeurs ont-ils bien soin, avant de livrer leurs éléments au commerce, de les *former* ou *éduquer*, c'est-à-dire de rendre le plomb plus perméable aux gaz de l'électrolyse.

Plus les éléments Planté sont vieux, en général meilleurs ils sont. La seule attention qu'on devra avoir constamment présente à l'esprit pendant une même charge, c'est de ne pas renverser le sens du courant primaire. Autant vaudrait, dans le cas contraire, essayer de remplir le tonneau des Danaïdes.

L'expérience a montré qu'on a intérêt à décharger immédiatement la batterie; c'est qu'au repos celle-ci perd progressivement l'électricité accumulée et de telle sorte qu'au bout d'un certain temps on ne recueillerait aux bornes qu'une quantité d'électricité insignifiante.

La quantité d'électricité emmagasinée est proportionnelle à la masse éduquée des lames de plomb. Lorsque la formation de l'élément est bien faite, 1 kilogramme de plomb immobilise une énergie de 4 000 kilogrammètres environ.

La durée de la décharge varie selon la résistance du circuit extérieur : elle augmente et diminue avec

elle. Quant à la force électromotrice elle diminue au fur et à mesure de la décharge : elle tombe de 2,53 volts à 1,95 vols : l'amplitude de la variation n'est pas, ainsi qu'on le voit, trop considérable.

Un des avantages les plus saillants des accumulateurs c'est le pouvoir qu'ils possèdent de se charger en quantité pour se décharger en tension.

En vue d'obtenir ce résultat, Planté avait adapté

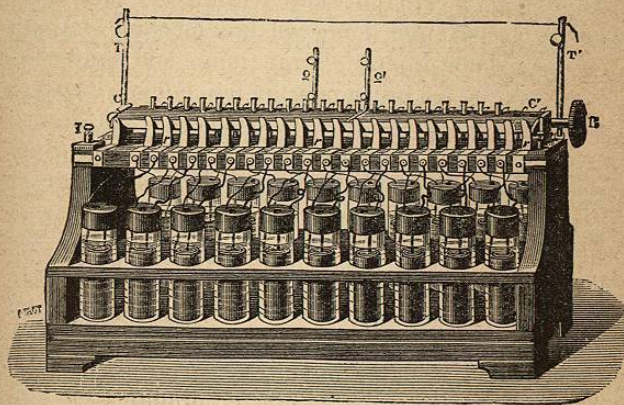


Fig. 83. — Batteries d'éléments secondaires Planté.

à sa batterie (fig. 83) un commutateur ingénieux CC'. C'est un arbre isolant sur lequel sont appliqués en longueur deux rubans métalliques diamétralement opposés, et isolés l'un de l'autre électriquement; à 90° de ces rubans sont disposés des boutons de contact. La manœuvre s'opère à la main à l'aide de la tête de vis B. Par leur contact avec les rubans, toutes les lames *r, r'* de même nom communiquent électri-

quement entre elles et les éléments sont réunis en surfaces; en basculant le commutateur d'un quart de tour, les lames de noms contraires sont mises successivement en relations par l'entremise des boutons du commutateur : les éléments sont montés en tension.

Planté avait adjoint à sa batterie fameuse de 800 couples secondaires un commutateur semblable. Il obtenait de cette puissante batterie des effets analogues à ceux que donnerait une machine statique où une grande intensité serait jointe à la haute tension. Avec ce bel instrument qu'il a nommé *batterie rhéostatique*, il est d'ailleurs parvenu à assimiler complètement l'électricité dynamique à l'électricité statique. Le courant continu des éléments est dirigé pendant la période de charge commandée par le commutateur sur des condensateurs qui sont isolés entre eux pendant cette durée. Pendant la décharge les condensateurs sont réunis en tout ou partie en tension. Dans ces conditions, les effets sont admirables et d'une haute importance pour l'étude des phénomènes de l'orage. Planté a reproduit avec cette machine toutes les expériences de Franklin, mais les étincelles qu'il obtenait n'avaient pas moins de 5 centimètres de longueur : il est même arrivé à produire l'*électricité en boule* dont l'existence était regardée comme chimérique par la science officielle.

Gaston Planté dont nous nous honorerons à jamais d'avoir été l'ami était la modestie même. Il n'a jamais recherché les honneurs qui étaient si bien dus à ses beaux travaux et à sa noble vie toute de labeur, ces honneurs qui ont tant tardé à venir pour lui,

dont même il n'a vu que l'aurore, et dont l'impartiale postérité entoure de plus en plus sa mémoire.

Du premier coup, Planté semble avoir porté à la perfection dont elle paraît susceptible l'œuvre qu'il a créée. Depuis qu'il n'est plus, ses successeurs ne l'ont pas dépassé. On a sans doute obtenu des formations plus rapides, mais cet avantage a toujours été compensé par une infériorité en rendement des éléments nouveaux. Il faut dire cependant que l'industrie préférera toujours recourir à ceux-ci dont l'éducation ne demande pas plus de quelques jours quand celle des anciens exige plusieurs mois : M. Faure, en recouvrant de minium les lames, est celui qui, sous ce rapport, a ouvert la voie. Planté avait prévu ces inévitables perfectionnements pratiques, et nul doute que si la mort ne l'avait abattu dans toute la force de l'âge, il n'eût donné lui-même avec richesse les perfectionnements que lui dictait son génie créateur.

Comme auteur, Planté énonçait avec une rare clarté ce qu'il concevait si nettement. Son magistral traité : *Recherches sur l'Électricité* est un modèle de ce style scientifique, clair et concis, que notre illustre Pasteur manie avec tant de dextérité et qu'il illustre de la glorieuse façon que l'on connaît; Cl. Bernard, lui aussi, était un maître du genre.

Pour la pratique très courante nous avons combiné et construit un petit accumulateur de poche (fig. 84) qui pourra remplacer en certains cas notre pile de poche de la figure 68. Comme il comprend deux éléments secondaires en tension, la différence de potentiel aux deux bornes est de 4 volts.

L'enveloppe est hermétiquement close et il n'y a à redouter aucun épanchement.

La puissance de ce petit accumulateur est plus grande qu'on ne serait spontanément porté à le

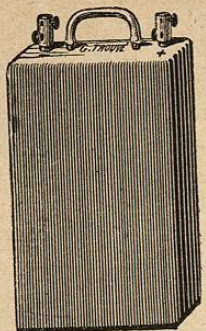


Fig. 84. — Accumulateur de poche Trouvé.

croire. C'est ainsi que six accumulateurs de ce modèle réduit, enfermés dans le flambeau d'Ascanio à l'Opéra, suffisent pour l'illuminer avec éclat, à chaque représentation pendant vingt minutes. L'Opéra possédant une installation électrique spéciale, il y avait une petite économie à remplacer là la pile primaire par l'accumulateur. On pourra trouver quelque léger avantage à agir de même dans des circonstances analogues.

Pour l'éclairage des polyscopes, par exemple, on composera la batterie simple (fig. 140) ou double (fig. 141), indifféremment avec des éléments de bichromate de potasse ou avec des éléments du genre Planté.

3° Piles thermo-électriques.

Leur faible intensité et leur force électromotrice presque insignifiante les excluent des applications cou-

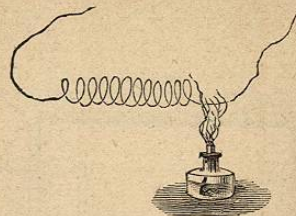


Fig. 85. — Production d'électricité au moyen de la chaleur.

rantes. Les physiologistes ne les emploient que dans des cas extrêmement rares, le plus souvent pour

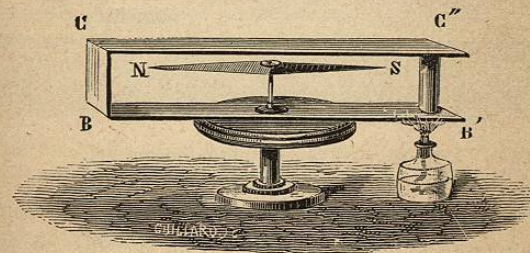


Fig. 86. — Expérience de Seebeck.

connaître la température des couches profondes de l'économie.

L'expérience montre que si l'on chauffe en un