

oxydables, et qui dans les actions chimiques donnent les effets les plus énergiques, sont aussi celles qui dans le frottement dégagent le plus d'électricité. M. Ed. Becquerel admet que l'état moléculaire des corps frottés influe beaucoup sur les résultats obtenus. En effet, il a constaté par l'expérience que les corps en poudre et doux au toucher, comme l'or mussif, le talc, la plombagine, la farine, la fleur de soufre, le charbon de coke, développent beaucoup d'électricité par le frottement. Mais ne serait-ce point parce que, pendant le frottement, l'état de poudre impalpable, auquel ces corps sont réduits, les rend plus propres à se prêter aux actions chimiques en présence de l'oxygène de l'air ?

Depuis peu d'années, M. Steiner, à Francfort-sur-le-Mein, a remis en usage d'anciens frottoirs, qui paraissent dus à van Marum, en 1788, et qui donnent aux machines une tension électrique bien supérieure à celle qu'on obtient avec les coussins de crin. Ces frottoirs, représentés dans la figure 488, consistent en une plaque de bois bien plane et pressée sur le plateau par un double ressort, ou par deux vis de pression qu'on règle à volonté, ce qui est préférable. Cette plaque de bois est recouverte, dans toute son étendue, de quatre morceaux d'une étoffe de laine aussi épaisse que celle des couvertures de lit. Sur le premier morceau est appliquée une feuille d'étain qui se replie en dessous pour passer entre le premier morceau de laine et le second, puis entre le second et le troisième, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'elle atteigne la planchette où elle est mise en communication avec une feuille de papier doré appliquée derrière la planchette, et communiquant avec le sol à l'aide de feuilles d'étain et de chaînes métalliques fixées aux montants qui portent les coussins.

Le tout est recouvert d'une étoffe de coton croisée, clouée sur le contour de la planchette. Cette étoffe de coton étant enduite légèrement de suif, on la recouvre d'un amalgame d'étain, zinc, bismuth et mercure, amalgame dont M. Steiner n'a pas fait connaître les proportions. Sur l'étoffe de coton est ensuite appliqué un morceau de fort taffetas, cousu au coton en haut et en bas, et aussi latéralement, mais d'un côté seulement ; de l'autre, il se prolonge, dans le sens de la rotation du plateau, de 6 centimètres environ, de manière à recouvrir en partie le plateau. Enfin, sur le taffetas est un enduit de suif, puis une couche du même amalgame qui est déjà sur le coton. C'est la couche d'amalgame appliquée sur le taffetas qui frotte contre le plateau et l'électrise positivement, tandis que l'amalgame, s'électrisant négativement, transmet son électricité à l'amalgame du coton, puis à la feuille d'étain et au sol.

M. Steiner a observé que la couleur du taffetas n'est pas sans

influence sur le dégagement de l'électricité. C'est le taffetas jaune qui fournit le plus d'électricité ; puis le vert, le bleu, le rouge, et le blanc ; ensuite le brun et le violet, et enfin le noir, qui ne donne rien.

Les frottoirs que nous venons de décrire dégagent, surtout par un temps sec, une quantité d'électricité remarquable. Avec des machines à plateau de 80 centimètres de diamètre, de fortes étincelles partent constamment des coussins jusqu'aux peignes, en suivant le contour du plateau, ce qui est dû probablement à l'arête vive de celui-ci, et à l'amalgame qui reste adhérent à cette arête. Le seul inconvénient, de ces frottoirs, c'est que le taffetas s'encrasse promptement et demande alors à être renouvelé, sinon l'effet est très-affaibli.

Afin d'éviter la déperdition de l'électricité du plateau par l'air, on fixe quelquefois, aux montants de bois, deux quarts de cercle de taffetas gommé, qui enveloppent le verre sur ses deux faces, l'un à droite du coussin *a*, et l'autre en bas, dans la partie opposée. Ces taffetas ne sont pas représentés dans le dessin. On a constaté que c'est la soie jaune, mince et huilée, qui donne les meilleurs effets ; il importe que les taffetas ne soient gommés que d'un seul côté, celui qui n'est pas appliqué sur le verre ; enfin, il faut encore qu'il y ait contact parfait entre l'étoffe et le plateau de verre.

La machine électrique de Ramsden, disposée comme le montre la figure 488, donne nécessairement de l'électricité positive ; mais on peut aussi lui faire donner de l'électricité négative. Pour cela, on isole les quatre pieds de la table sur des supports épais de verre ou de résine, puis on fait communiquer les conducteurs *C* avec le sol. Tournant ensuite le plateau, l'électricité positive des conducteurs se perd dans le sol, tandis que l'électricité négative des coussins se répand dans les montants qui soutiennent le plateau et dans la table. Si l'on approche alors la main des montants, et surtout des bandes d'étain *O*, on en tire des étincelles.

637. **Tension maximum, électromètre à cadran.**— Même lorsqu'on observe toutes les conditions que nous venons de faire connaître, la tension de la machine électrique a une limite qui ne peut être dépassée, quels que soient la vitesse de rotation du plateau et le temps pendant lequel on le tourne. Abstraction faite de toute déperdition, cette limite est atteinte lorsque la tension sur les conducteurs fait équilibre à l'action par influence de l'électricité du plateau. Mais pratiquement la charge de la machine ne s'élève jamais jusqu'à cette limite, à cause des déperditions qui se produisent : 1° par l'air et la vapeur d'eau qu'il contient ; 2° par les supports ; 3° par la recombinaison d'une portion des deux électricités des coussins et du plateau.

On a déjà examiné les deux premières causes de déperdition (626); pour se rendre compte de la troisième, il suffit d'observer que la tension électrique croissant avec la vitesse de rotation, il vient un moment où elle l'emporte sur la résistance que présente la non-conductibilité du verre. A partir de cet instant, une portion des deux électricités développées par le frottement sur le plateau et sur les coussins se recompose pour donner du fluide neutre.

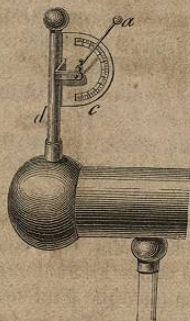


Fig. 489.

Pour éviter cette cause continue de déperdition, il importe de faire communiquer les coussins avec le sol le plus intimement possible, afin que leur électricité, s'écoulant dans la terre, ne vienne pas neutraliser celle du plateau. C'est dans ce but que sont collées le long des montants de bois de la machine, des feuilles d'étain O (fig. 488), qui descendent des coussins jusqu'à la chaîne D. Quant à celle-ci, elle doit plonger dans l'eau d'un puits, ou communiquer avec un pied d'arbre, ou, s'il est possible, avec une des colonnes de fonte qui supportent les becs de gaz.

La tension de l'électricité sur les machines électriques se mesure avec l'électromètre à cadran, ou électromètre de Henley. On nomme ainsi un petit pendule électrique consistant en une tige de bois *d* à laquelle est fixé un cadran d'ivoire *c* (fig. 489). Au centre de ce dernier est un petit axe autour duquel tourne une aiguille de fanon de baleine terminée par une boule de moelle de sureau *a*. L'instrument étant vissé sur l'un des conducteurs, comme le montre le dessin, à mesure que la machine se charge, l'aiguille diverge et cesse de monter quand le maximum de tension est atteint. Si l'on cesse alors de tourner le plateau, l'aiguille retombe rapidement dans l'air humide; mais dans l'air sec elle ne retombe que lentement, ce qui indique que la déperdition est faible.

638. **Conducteurs secondaires.** — On nomme *conducteurs secondaires*, de gros cylindres de cuivre, de fer-blanc, ou de bois recouvert d'étain, qu'on isole à l'aide de pieds de verre ou en les suspendant à des cordons de soie, et qu'on met ensuite en communication avec les conducteurs de la machine électrique. La surface sur laquelle s'accumule l'électricité se trouvant ainsi augmentée, la tension ne croît pas, mais la quantité d'électricité recueillie augmente, à tension égale, proportionnellement à la surface. En effet, lorsqu'on décharge alors la machine en la faisant communi-

quer avec le sol, on en tire des étincelles beaucoup plus intenses et produisant un vif éclat dans l'air.

639. **Machine électrique de Nairne.** — Avec la machine électrique qui vient d'être décrite, on ne peut recueillir qu'une seule électricité. Nairne, en Angleterre, a imaginé, dans le but d'élec-

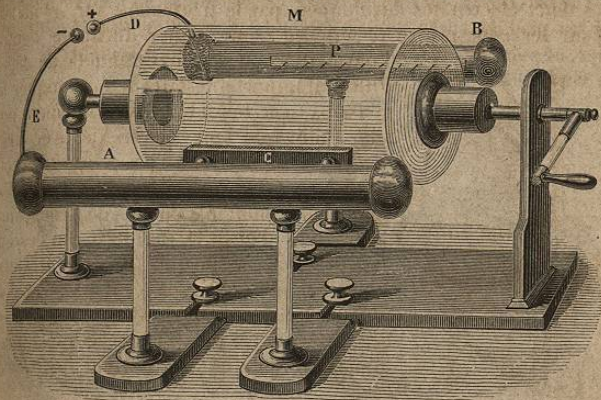


Fig. 490 (h = 70).

triser les malades, une machine électrique qui porte son nom, et au moyen de laquelle on recueille à la fois les deux électricités. Cette machine se compose de deux conducteurs isolés, ne communiquant pas entre eux (fig. 490). L'un porte un frottoir de cuir *C*, rembourré de crin, et l'autre un peigne *P*, muni de plusieurs pointes. Entre ces deux conducteurs est un manchon de verre *M*, qu'on tourne avec une manivelle, et qui d'un côté touche le frottoir, et de l'autre passe très-près des pointes.

Lorsqu'on tourne le manchon de verre, le frottoir *C* et le conducteur *A* s'électrisent négativement, et le verre positivement. Or, celui-ci, en rasant les pointes du conducteur *B*, décompose son fluide naturel et soutire le fluide négatif, d'où il résulte que ce conducteur reste électrisé positivement. Deux tiges courbes *D* et *E* se terminent par deux boules de cuivre assez rapprochées pour qu'il en parte constamment une série d'étincelles provenant de la re-composition des deux électricités des conducteurs.

640. **Machine de van Marum.** — Van Marum a construit une machine électrique à l'aide de laquelle on obtient, à volonté, l'une ou l'autre électricité. Cette machine, représentée dans les figures 491 et 492, se compose d'une roue de verre *P*, tournant entre quatre

coussins *c*, fixés à des boules de cuivre isolées sur des pieds de verre. En avant de la roue est un arc de cuivre *a*, à deux branches, supporté par le pied qui porte l'arbre de la roue, et pouvant être placé verticalement (fig. 491), ou horizontalement (fig. 492). Enfin, de l'autre côté de la roue est une grosse boule de cuivre *A*, isolée sur un pied de verre, et à laquelle est fixé un arc *d* pareil au premier, et pouvant, comme lui, être dirigé horizontalement (fig. 491), ou verticalement (fig. 492).

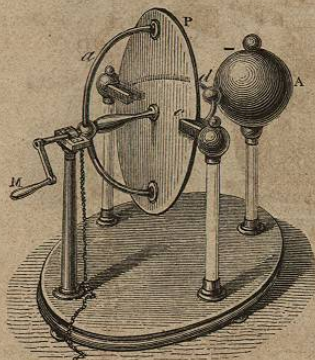


Fig. 491.

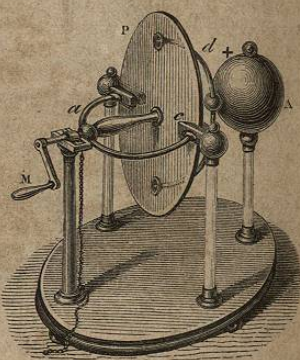


Fig. 492.

Lorsque les deux arcs *a* et *d* sont disposés comme le montre la figure 491, les deux branches de l'arc *d* touchent les coussins; mais celles de l'arc *a* approchent seulement très-près de la roue de verre sans la toucher. Par conséquent, si, à l'aide de la manivelle *M*, on fait tourner la roue, les coussins, qui s'électrisent négativement, cèdent leur électricité à l'arc *d* et à la boule *A*, qui se trouve alors chargée d'électricité négative. Quant à l'électricité positive du plateau *P*, elle agit par influence sur l'arc *a*, et soutire du sol du fluide négatif qui la ramène à l'état neutre.

Au contraire, si les branches *a* et *d* sont disposées comme dans la figure 492, les coussins, communiquant alors avec le sol par l'arc *a*, perdent toute leur électricité, tandis que la roue, qui est électrisée positivement, agit par influence sur l'arc *d* et sur la boule *A*, en soutire le fluide négatif; en sorte que, dans ce cas, la boule *A* reste électrisée positivement.

\* 641. **Machine hydro-électrique d'Armstrong.** — La machine hydro-électrique est une machine dans laquelle le développement de l'électricité est dû au dégagement de la vapeur d'eau par de petits orifices. Cette machine a été inventée par M. Armstrong,

physicien anglais, après la découverte d'un fait nouveau qui fut observé, en 1840, près de Newcastle, sur une chaudière de machine à vapeur. Une fuite s'étant déclarée à la soupape de sûreté,

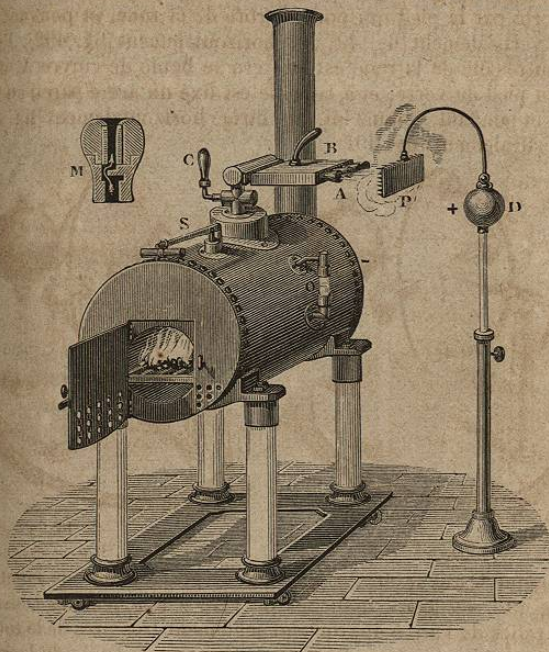


Fig. 493 (h = 2 m).

le chauffeur se trouvait avoir une main près du jet de la vapeur, et allongea l'autre pour saisir le levier de la soupape, lorsqu'il reçut, au même moment, une forte commotion, et aperçut une vive étincelle entre le levier et sa main.

Informé de ce phénomène, M. Armstrong le reproduisit sur d'autres chaudières, et reconnut que la vapeur dégagée était chargée d'électricité positive. En expérimentant sur une locomotive qu'il avait isolée, il observa qu'elle s'électrisait négativement lorsqu'on soutirait par des pointes métalliques, à la vapeur d'eau qui s'échappait dans l'atmosphère, son électricité positive, et il obtint ainsi de très-fortes étincelles. C'est alors qu'il fit construire la machine représentée ci-dessus (fig. 493).

C'est une chaudière de tôle, à foyer intérieur, isolée sur quatre

expérience pour la première fois, lorsque c'est du corps humain qu'on la fait jaillir. Pour cela on place la personne qu'il s'agit d'électriser sur un tabouret à pieds de verre, qu'on nomme *tabouret électrique*; puis cette personne ainsi isolée pose une main sur l'un des conducteurs de la machine électrique. Le corps humain conduisant bien l'électricité, à mesure que la machine se charge, le fluide se distribue sur le corps de la personne isolée en même temps que sur les conducteurs; en sorte que, si on la touche sur les mains, sur la figure ou sur les vêtements, on tire de cette personne des étincelles comme de la machine même. Tant qu'on n'approche pas la main de la personne isolée, elle n'éprouve aucune commotion, quoique fortement électrisée; seulement ses cheveux se hérissent et se dirigent vers les corps qu'on leur présente, et elle ressent comme un léger souffle sur les mains et sur la figure.

On peut encore électriser une personne isolée sur le tabouret à pieds de verre en la battant avec une peau de chat; elle attire alors la pendule électrique et donne des étincelles à l'approche de la main. Si la personne qui tient la peau de chat monte elle-même sur un second tabouret isolant, les deux expérimentateurs sont électrisés, l'un positivement, l'autre négativement (619).

C'est Dufay, physicien français, qui, le premier, en 1734, tira une étincelle du corps humain.

644. **Carillon électrique, appareil pour la grêle.** — Le *carillon électrique* est un petit ap-

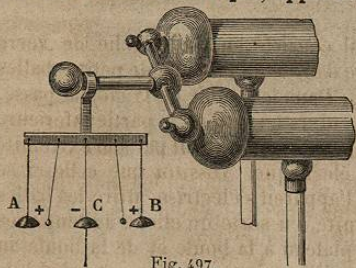


Fig. 497.

pareil qui se compose de trois timbres suspendus à une tringle horizontale en communication avec la machine électrique (fig. 497). Les timbres A et B pendent par des chaînes métalliques qui établissent la communication avec la tringle, tandis que le timbre du milieu pend par un fil de soie qui l'isole de la machine, mais il communique avec le sol au moyen d'une chaîne métallique. Enfin, entre le timbre du milieu et les deux autres, sont deux petites boules de cuivre suspendues à des fils de soie. Lorsqu'on charge la machine, les timbres A et B, s'électrisant positivement, attirent les boules de cuivre et les repoussent dès qu'il y a eu contact. Or, celles-ci se trouvant alors électrisées positivement, elles se portent vers le timbre C, qui, quoique en communication avec le sol, est chargé d'électricité négative par l'effet de l'influence des deux autres. Aussitôt après le

contact, les boules sont donc repoussées vers les timbres A et B, et exécutent ainsi un mouvement de va-et-vient rapide et des chocs successifs qui font résonner les trois timbres tout le temps que la machine est chargée.

Pour expliquer comment les grêlons peuvent souvent atteindre un volume très-considérable avant de tomber, Volta a imaginé un appareil fondé, comme le précédent, sur les attractions et les répul-

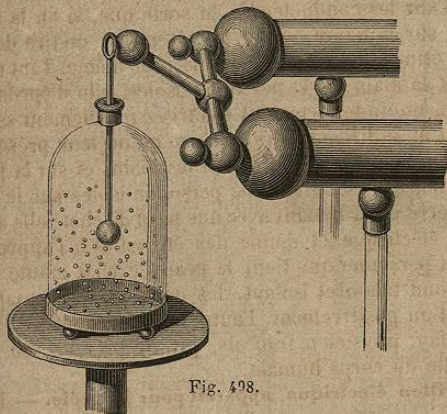


Fig. 498.

sions électriques. Cet appareil consiste en une cloche de verre placée sur un plateau de cuivre dans lequel on met de petites balles de moelle de sureau (fig. 498). Dans le goulot de la cloche passe, à frottement doux, une tige de cuivre terminée à la partie inférieure par une boule de même métal, et communiquant par son extrémité supérieure avec la machine électrique. Aussitôt que celle-ci se charge, la boule qui est dans l'appareil s'électrise, attire les balles de sureau et les repousse ensuite, en sorte qu'elles s'agitent avec une grande vitesse, allant du plateau à la boule et de la boule au plateau, et édant à ce dernier l'électricité qu'elles ont prise à la boule. Se fondant sur cette expérience, Volta admettait que, lorsque les grêlons se trouvent placés entre deux nuages chargés d'électricités contraires, ils vont ainsi successivement de l'un à l'autre, et condensent alors, à leur surface, la vapeur d'eau ambiante, qui, en se congelant, leur fait acquérir le volume qu'on observe quelquefois; mais cette théorie, qui est insuffisante pour rendre compte de la grosseur des grêlons, n'est point admise aujourd'hui.

645. **Tourniquet électrique, insufflation.** — On nomme *tourniquet électrique*, un petit appareil composé de cinq ou six rayons

métalliques recourbés tous dans le même sens, terminés en pointe et fixés à une chape commune, mobile sur un pivot (fig. 499). Cet appareil étant posé sur la machine électrique, aussitôt que celle-ci se charge, les rayons et la chape prennent un mouvement de rotation rapide dans la direction opposée

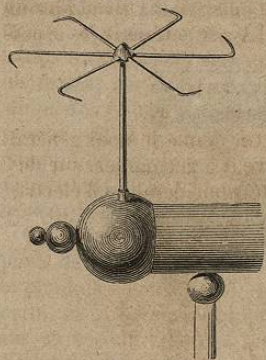


Fig. 499.

aux pointes. Ce mouvement n'est point un effet de réaction comparable à celui du tourniquet hydraulique (84), comme l'ont admis plusieurs physiciens : c'est un effet de répulsion entre l'électricité des pointes et celle qu'elles communiquent à l'air. Le fluide électrique, s'accumulant vers les pointes, s'écoule dans l'air, et comme celui-ci se trouve chargé de la même électricité que les pointes, il les repousse en même temps qu'il en est repoussé lui-même. On recon-

naît, en effet, que le tourniquet n'entre point en mouvement dans le vide, et si l'on approche la main tandis qu'il tourne dans l'air, on ressent un souffle léger dû au déplacement de l'air électrisé.

Quand l'électricité s'écoule ainsi par une pointe, l'air électrisé est assez fortement repoussé pour donner naissance à un courant

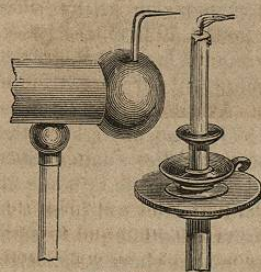


Fig. 500.

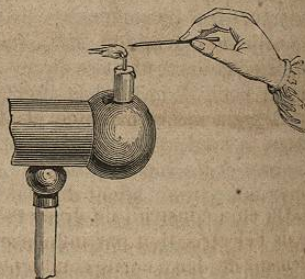


Fig. 501.

qui non-seulement est sensible à la main, mais souffle et peut même éteindre la flamme d'une bougie, du moins avec une puissante machine électrique. La figure 500 montre comment se dispose cette expérience. On obtient encore le même effet en posant la bougie sur l'un des conducteurs et en lui présentant une pointe métallique qu'on tient à la main (fig. 501). Le courant provient, dans ce der-

nier cas, du fluide contraire qui se dégage de la pointe par l'influence de la machine.

## CHAPITRE IV.

## CONDENSATION DE L'ÉLECTRICITÉ.

646. **Condensateurs, leur théorie.** — On donne le nom général de *condensateurs* à des appareils qui servent à accumuler, sur des surfaces relativement petites, des quantités considérables d'électri-

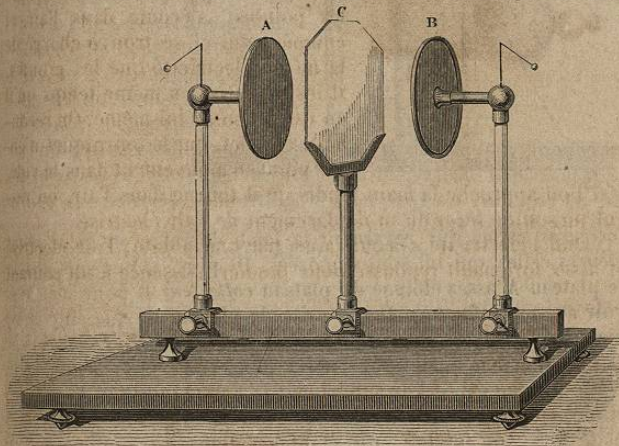


Fig. 502.

cié. On en a construit de diverses sortes, tous fondés sur le principe de l'électrisation par influence (628), et se composant essentiellement de deux corps conducteurs séparés par un corps non conducteur. Nous décrirons d'abord le *condensateur d'Æpinus*.

Cet appareil se compose de deux plateaux circulaires de cuivre A et B (fig. 502), et d'une lame de verre C qui les sépare. Ces plateaux, munis chacun d'un petit pendule électrique, sont isolés sur deux colonnes de verre, et les pieds de celles-ci peuvent être déplacés le long d'une règle de cuivre qui leur sert de support, de manière à écarter ou à rapprocher à volonté les deux plateaux. Lorsqu'on veut accumuler les deux électricités sur les plateaux,