

d'une balle de sureau, fixée à l'extrémité d'une petite tige conductrice d'ivoire, qui est mobile autour de son point de suspension. Le support du pendule étant lui-même conducteur, la divergence de l'électromètre augmente avec la charge du collecteur, et par conséquent avec son potentiel, sans cependant lui être proportionnel. — Or, si l'on met une machine en activité, dans des conditions telles qu'il ne puisse y avoir aucune *déperdition*, on constate que, après quelques tours de plateau, la divergence de l'électromètre cesse de croître. A partir de cet instant, les pointes ne paraissent plus lumineuses dans l'obscurité, elles ne laissent donc plus écouler d'électricité négative. La force électrique est alors devenue nulle en tous les points du collecteur, qui est arrivé à son potentiel maximum, ou à sa *limite de charge*.

En réalité, plusieurs causes tendent à rendre cette limite moins reculée qu'elle ne serait dans les conditions précédentes : telle est surtout la déperdition de l'électricité des conducteurs, par l'air et par les supports. Lorsque l'air est humide, on cherche à diminuer la déperdition, en plaçant des fourneaux sous les conducteurs, et en essayant les pieds de verre avec un linge chaud et sec. — L'électricité développée sur le plateau se perd aussi, dans le temps que met chacun de ses points pour parvenir d'une paire de coussins à la mâchoire suivante : pour atténuer cette cause de déperdition, on place, sur ce trajet, des quarts de cercles D, D', formés chacun de deux feuillets de taffetas de soie, dans l'intervalle desquels passe le plateau.

682. Détermination expérimentale du débit et du potentiel maximum d'une machine de Ramsden. — Pour évaluer approximativement le *débit* d'une machine, on fait communiquer les coussins avec le sol, et l'on fixe à quelques centimètres du collecteur une sphère métallique reliée au sol; quand la machine est arrivée à une période d'activité régulière, on compte les étincelles qui jaillissent pendant une minute. — On constate ainsi que, pour une même machine, le débit est sensiblement proportionnel à la vitesse de rotation du plateau, ainsi qu'on pouvait le prévoir. — Il est surtout considérable avec les machines à grand plateau, et d'autant plus grand, pour un même plateau, que les coussins sont plus longs.

En modifiant les conditions dans lesquelles s'exerce le frottement, Pécelet est arrivé à des résultats dont on peut déduire des conclusions particulièrement importantes, quant à la cause même de la production de l'électricité. — Il a constaté que le débit est *indépendant de la pression* exercée par les coussins sur le plateau : on peut remplacer les ressorts qui appliquent les coussins contre le verre, par des ressorts plus forts ou plus doux; le débit n'est pas modifié. Ce résultat prouve que la production de l'électricité est *indépendante de la grandeur du frottement*. Il paraît démontré, en effet, que la cause de la production de l'électricité est, comme le pensait Volta, le *contact de deux*

corps hétérogènes, le verre et le coussin; le contact suffit pour établir entre ces deux corps une différence de potentiel en faveur du verre; comme le coussin est au potentiel zéro, le verre est porté à un potentiel positif. — En outre, si l'on substitue, aux coussins de la machine, d'autres coussins plus larges, mais de même nature et de même longueur, on constate que, pour la même vitesse de rotation du plateau, le nombre des étincelles demeure le même : la grandeur du potentiel auquel est porté le verre ne dépend donc pas de la durée du contact du verre avec le coussin; la différence de potentiel s'établit donc *instantanément*. — Mais le débit dépend de la *nature du verre* et de la *nature du frottoir*. Le plus souvent, on enduit les frottoirs d'or mussif (bisulfure d'étain).

Quant au *potentiel maximum* que puisse acquérir une machine déterminée, on en obtiendra une évaluation approximative, en se fondant sur ce fait d'expérience, que deux conducteurs, approchés progressivement l'un de l'autre, peuvent donner une étincelle à une distance d'autant plus grande que leur différence de potentiel est elle-même plus grande. — Dès lors, on mettra la machine en activité sans lui faire fournir aucun débit extérieur. On reconnaîtra qu'elle est arrivée à sa limite de charge, lorsque la divergence de l'électromètre de Henley cessera de croître; on approchera alors progressivement du collecteur une sphère métallique reliée au sol, et l'on mesurera la longueur de la *plus grande étincelle* qui puisse jaillir. La sphère étant ici au potentiel zéro, cette longueur donnera une mesure grossière du potentiel du collecteur (*).

683. Électrophore. — L'électrophore (fig. 462) est une sorte de machine électrique, d'une extrême simplicité. Il se compose : 1° d'un disque ou *gâteau* de résine B, coulé dans un moule de bois ou de métal; 2° d'un plateau d'un diamètre plus petit, en métal ou en bois couvert d'une feuille d'étain, et muni d'un manche de verre.

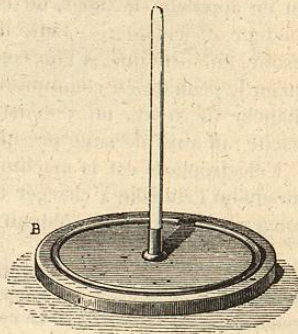


Fig. 462. — Électrophore.

On charge d'électricité négative le gâteau de résine, en le frottant avec une peau de chat bien sèche; puis on y place le plateau métallique, qui s'électrise par influence : il se développe de l'électricité négative

(*) Il est à remarquer que la longueur de la plus grande étincelle que puisse fournir le collecteur ne peut jamais dépasser la distance des coussins aux mâchoires. En effet, si le collecteur pouvait être amené au potentiel qui correspond à cette longueur d'étincelle, une étincelle éclaterait entre les mâchoires, qui sont au potentiel du collecteur, et les coussins qui sont au potentiel zéro : la machine se déchargerait donc d'elle-même.

sur sa face supérieure MM' (fig. 463), et de l'électricité positive induite sur sa face inférieure; cette électricité n'est pas sensiblement neutralisée par l'électricité négative de la résine, parce que la résine n'est pas conductrice, et que d'ailleurs le gâteau offre toujours des aspérités, ne permettant le contact que par un très petit nombre de points. Si l'on approche le doigt de la face supérieure du plateau, on obtient une petite étincelle, due à la combinaison de l'électricité négative de cette face avec l'électricité positive de la main, et le plateau reste chargé d'électricité positive, qui est maintenue sur sa face inférieure. — Si maintenant on soulève le plateau, en le prenant par la manche de verre,

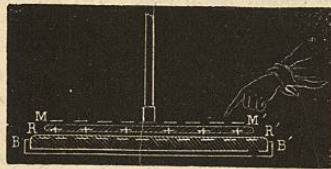


Fig. 463.

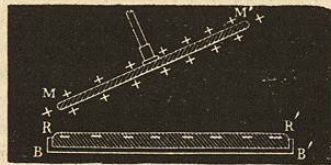


Fig. 464.

et qu'on l'éloigne de la résine (fig. 464), l'électricité positive qu'il contient se répand sur ses deux faces: il peut donner une étincelle quand on en approche le doigt, ou communiquer son électricité à un conducteur quelconque. — Cette manœuvre n'a d'ailleurs rien enlevé à la résine, en sorte que, si l'on replace le plateau métallique sur la résine, qu'on le remette en communication avec le sol et qu'on l'enlève par le manche de verre, on y constate un nouveau développement d'électricité; et ainsi de suite presque indéfiniment.

L'électrophore est la machine électrique des laboratoires de chimie; lorsqu'on l'emploie à charger une bouteille de Leyde, on peut, en prolongeant la manœuvre, obtenir des effets assez intenses.

684. Rôle du moule conducteur. — Le gâteau de résine peut conserver son électricité pendant un temps très long, si l'air est sec, et si le moule conducteur est relié au sol. La couche superficielle d'électricité négative agit à la longue par influence sur les couches intérieures de la résine; chaque tranche du gâteau présente alors les deux électricités positive et négative superposées (fig. 465). Il se produit aussi un phénomène d'influence dans le moule conducteur: l'électricité positive est attirée, et l'électricité négative est repoussée dans le sol. — On comprend alors que, sous l'action de la charge positive du moule, les deux électricités doivent demeurer séparées dans chaque tranche

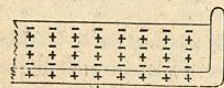


Fig. 465.

de la résine; d'autre part, la charge négative de la surface supérieure, en raison de l'attraction qu'elle subit, pénètre à une certaine profondeur, et ne peut que difficilement se perdre dans l'air.

685. Machine électrique de Holtz. — Pour faire fonctionner l'électrophore, on vient de voir qu'il n'est nécessaire de développer, dans la résine, par frottement, qu'une quantité limitée d'électricité. Les dépla-

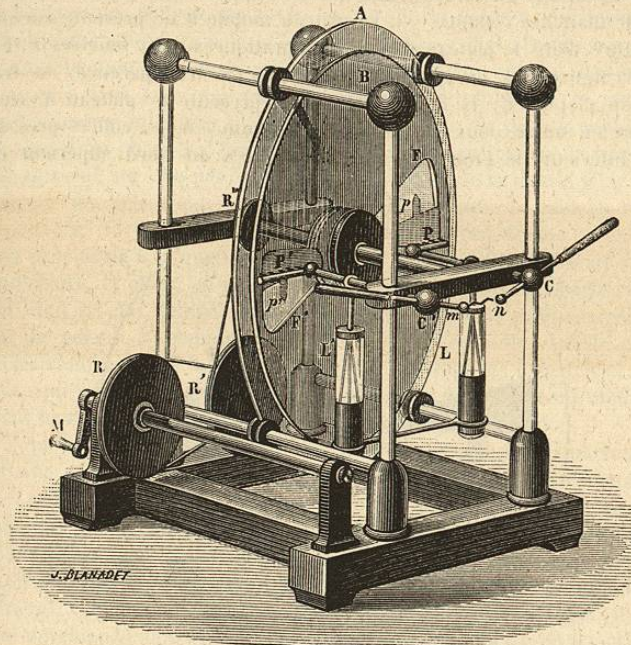


Fig. 466. — Machine électrique de Holtz.

cements successifs qu'on imprime ensuite au plateau mobile suffisent pour lui faire acquérir, par influence, des quantités presque indéfinies d'électricité, à la condition qu'on lui enlève, à chaque fois, l'électricité qu'il a acquise. — Il en est de même dans toutes les machines à influence, et c'est là ce qui les distingue des machines à frottement, telles que la machine de Ramsden.

La machine électrique de Holtz, sous sa forme la plus simple (fig. 466), présente deux plateaux de verre circulaires A, B, parallèles entre eux, et très voisins. L'un A est un plateau fixe, qui est assujéti entre des cales de bois, maintenues par des tiges de verre; l'autre plateau B, d'un diamètre un peu plus petit, est mobile autour d'un axe passant par son centre; la rotation se produit au moyen de la manivelle M et des roues R, R', R'', reliées entre elles par des cordes sans fin. En regard de la face antérieure du plateau B, sont disposés deux peignes

métalliques, P, P', placés sur un même diamètre horizontal, et communiquant avec des conducteurs métalliques C, C'; ces conducteurs sont terminés par des boules m, n, dont on peut régler à volonté la distance en faisant glisser les tiges qui les supportent, et qui sont munies de manches isolants. — Le plateau mobile B ne présente aucune ouverture. Dans le plateau fixe A, sont pratiquées deux fenêtres F, F' : dans la figure 466, on aperçoit ces fenêtres par transparence, au travers du plateau B; la figure 467, qui représente le plateau A seul, montre en outre deux bandes de carton mince b, b', collées près du bord inférieur de l'une des fenêtres et près du bord supérieur de

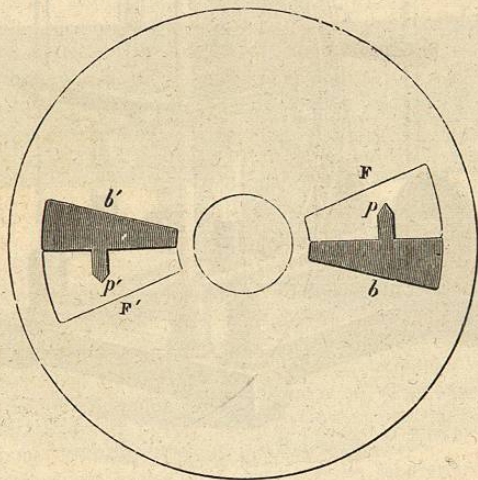


Fig. 467. — Plateau fixe de la machine de Holtz.

l'autre; elles sont terminées chacune par une pointe de carton, p, p'. — Pour mettre la machine en activité, on touche l'une des bandes de carton, b par exemple, avec une plaque de caoutchouc électrisée négativement : c'est ce qu'on appelle *amorcer* la machine. Cela fait, on amène au contact les boules m et n des conducteurs, et l'on met en mouvement le plateau B, en sens inverse des pointes p et p'. Après lui avoir fait faire quelques tours, on éloigne m de n, à quelques centimètres, et l'on obtient, en continuant à faire tourner le plateau A, une série continue de fortes étincelles entre les deux boules, pendant un temps presque indéfini, si l'air est bien sec. — Si l'on amène les deux boules à une distance telle que les étincelles ne puissent plus jaillir de l'une à l'autre, on peut se servir de l'un des conducteurs pour charger d'électricité un corps quelconque.

Voici comment on peut se rendre compte de cette production con-

tinue d'électricité. — La bande b, une fois chargée d'électricité négative par la plaque de caoutchouc, agit par influence, au travers du plateau mobile B, sur le peigne voisin P (fig. 466); par les pointes de ce peigne, s'écoule de l'électricité positive qui se porte sur la face antérieure du plateau mobile B, tandis que la boule n, qui termine le conducteur auquel ce peigne est fixé, se charge d'électricité négative : comme le mouvement du plateau mobile amène ensuite des parties nouvelles dans la région où cette action se produit, elle se continue avec la même intensité. D'autre part, les points du plateau mobile qui se sont ainsi chargés d'électricité positive arrivent devant la bande b'; ils agissent sur elle par influence, et, à cause de la pointe p', y développent de l'électricité positive; en même temps, le plateau mobile reçoit, sur sa face postérieure, une quantité d'électricité négative à peu près égale à la quantité d'électricité positive que contenait sa face antérieure, et alors, en raison de sa minceur, il se comporte comme s'il était à l'état neutre. Mais la bande b', électrisée positivement, agit sur le peigne P comme b agissait sur P, c'est-à-dire qu'elle charge d'électricité positive le conducteur correspondant m; l'électricité négative, qui s'écoule par le peigne, est recueillie par le plateau mobile, et vient agir à son tour sur la bande b, et ainsi de suite (*).

Pour augmenter la force des étincelles que donne la machine, on adjoint généralement, aux deux conducteurs, deux petites bouteilles de Leyde L, L' (fig. 466), qui jouent le rôle de *condensateurs*, ou accumulateurs de l'électricité. Chacune d'elles est suspendue à l'un des conducteurs, et elles communiquent entre elles par leurs surfaces extérieures. — Nous verrons plus loin comment fonctionnent, en général, ces appareils condensateurs. Il suffira de dire ici que l'électricité développée dans chacun des conducteurs, par le jeu de la machine, s'accumule progressivement dans chacune des bouteilles, et les décharges ne se produisent qu'aux moments où les bouteilles sont chargées jusqu'à refus. — Les étincelles sont alors moins fréquentes, mais elles ont plus de volume et plus d'éclat.

686. Débit et potentiel maximum de la machine de Holtz. — Dans cette machine, les armatures intérieures des bouteilles L' et L sont respectivement les collecteurs de l'électricité positive et de l'électricité négative. Quoique ces bouteilles soient de petites dimensions, leur capacité électrique est plus grande que celle du collecteur de la machine de Ramsden. — Si l'on veut

(*) On construit aussi des machines *doubles* , formées de deux plateaux fixes, de part et d'autre desquels se trouvent deux plateaux mobiles, montés sur un même axe de rotation : les peignes se recourbent alors, en forme de mâchoires, comme dans la machine de Ramsden, de manière à présenter leurs pointes aux faces extérieures des deux plateaux mobiles. — Outre l'avantage que présentent ces machines, de fournir, en un même temps, deux fois plus d'électricité que les machines simples, l'expérience montre qu'elles ont aussi l'avantage de *rester amorcées* beaucoup plus longtemps, quand on cesse de faire tourner les plateaux mobiles.

faire en sorte que la machine ne débite que l'une des deux électricités, on relie l'un des pôles, m ou n , au sol.

Le *débit* est proportionnel à la vitesse de rotation, et à la surface du plateau qui passe à la fois entre les peignes et les bandes de papier. Comme il n'y a pas de frottement, on peut donner au plateau mobile une vitesse de rotation bien plus considérable qu'à celui de la machine de Ramsden.

Le *potentiel maximum* peut encore se mesurer par la longueur de la plus grande étincelle que l'on peut obtenir entre les deux boules m et n . La longueur de l'étincelle est limitée par la distance des deux peignes.

687. Réversibilité de la machine de Holtz. — Transport de l'énergie.

— Quand la machine de Holtz est amorcée, et quand les deux conducteurs m et n sont au contact, il suffit d'un faible effort pour faire tourner le plateau; l'effort devient sensiblement plus grand, lorsqu'on sépare les deux conducteurs de manière à en faire jaillir de longues étincelles. Le *travail mécanique* de la force musculaire qui met le plateau en mouvement est alors, comme dans toute machine, équivalent à l'*énergie* dépensée dans les étincelles électriques, sous forme de vibrations calorifiques et de vibrations sonores.

Inversement, il est à prévoir que, si, sans agir sur la manivelle, on fournit, d'une manière continue, de l'électricité positive à l'un des deux pôles d'une machine de Holtz, et de l'électricité négative à l'autre pôle, les phénomènes d'influence que nous avons analysés (685) se succéderont en ordre inverse, et il en résultera une rotation continue du plateau. On pourra utiliser ce mouvement, par exemple, pour soulever un poids; alors l'énergie communiquée à la machine, sous la forme d'électricité, sera équivalente au travail résistant du poids soulevé. — C'est ce résultat que l'on exprime en disant que la machine de Holtz est *réversible*.

Enfin, les électricités positive et négative que l'on fournit ainsi aux deux pôles de la machine peuvent être empruntées à une autre machine de Holtz.

— Si l'on accouple l'une à l'autre deux machines, en reliant leurs pôles positifs par un fil métallique, et leurs pôles négatifs par un autre fil, quand on amorcera l'une des machines et qu'on fera tourner son plateau, on verra l'autre machine se mettre en mouvement, et l'on pourra lui faire accomplir un travail. — C'est un mode de *transport de l'énergie*, comme nous en verrons d'autres exemples avec des machines électriques d'un autre genre.

688. Machine électrique de Carré. — La machine de Carré se compose de deux plateaux (*fig. 468*), l'un P en ébonite, l'autre P' en verre; on fait tourner ces deux plateaux en sens inverse, au moyen de la manivelle R et d'une corde croisée; les transmissions de mouvement sont disposées de façon que la rotation du plateau P soit beaucoup plus rapide que celle du plateau P' . Ce dernier frotte constamment entre deux coussins F reliés au sol, de sorte qu'il reste constamment chargé d'électricité positive. En face du plateau P , et aux extrémités d'un même diamètre, se trouvent, comme dans la machine de Holtz, deux peignes M et M' , communiquant chacun avec l'un des conducteurs C et C' . — Les deux conducteurs étant amenés en contact, on met les plateaux en mouvement; dès que l'on éloigne C' de C , il se produit, entre les conducteurs, une série continue d'étincelles.

On voit, en effet, que le plateau P' , électrisé positivement, doit agir par influence, au travers du plateau P , sur le peigne inférieur M : il

repousse l'électricité positive en C' , et attire l'électricité négative dans les pointes, qui la laissent écouler sur le plateau. Les points du plateau ainsi chargés négativement arrivent en face du peigne supérieur M' ,

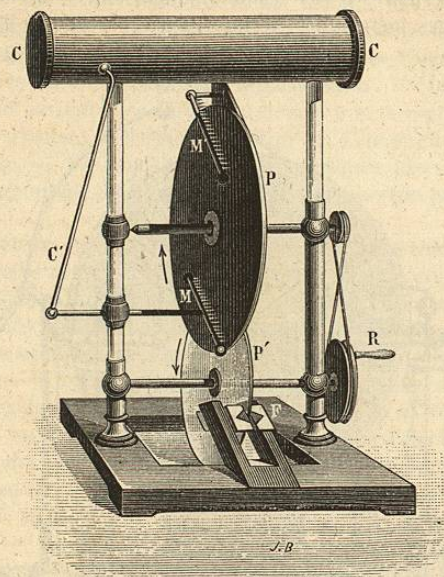


Fig. 468. — Machine électrique de Carré.

repoussent de l'électricité négative dans le conducteur C , et attirent dans les pointes l'électricité positive qui s'écoule sur le plateau lui-même. — Les conducteurs C et C' sont donc respectivement les pôles négatif et positif de la machine.

689. Machine de Wimshurst. — La machine de Wimshurst est une machine à influence, qui présente sur la machine de Holtz l'avantage de s'amorcer en partant d'une charge initiale extrêmement petite.

Elle se compose de deux plateaux de verre identiques A , B (*fig. 469*), que l'on met en mouvement en sens inverse autour du même axe géométrique, au moyen de la manivelle m et de deux cordes sans fin, dont l'une est croisée. En avant du plateau antérieur A , est disposé un conducteur aa' , muni à ses deux extrémités de petits balais métalliques qui frottent contre des bandes d'étain, en forme de secteurs, collées sur le plateau A et gaufrées en relief. En arrière du plateau postérieur B est disposé un conducteur semblable bb' , muni de balais qui frottent contre des bandes d'étain collées sur ce plateau. Les conducteurs aa' et bb' communiquent avec le sol par l'axe de rotation: ils sont disposés

symétriquement par rapport à la verticale, et font entre eux un angle d'environ 60° . Deux peignes métalliques P et P' communiquent avec les armatures intérieures C et C' de deux bouteilles de Leyde, dont les armatures extérieures D et D' communiquent entre elles et avec le sol. Enfin deux tiges métalliques, terminées par des boules M et M', com-

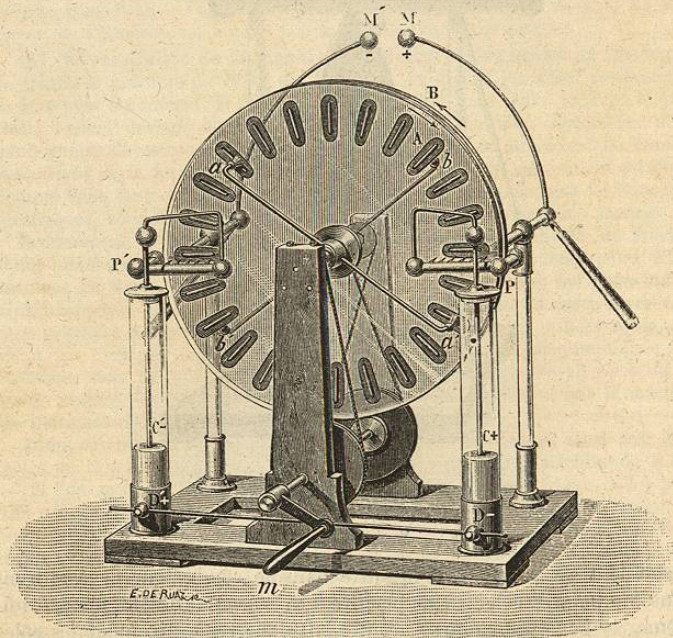


Fig. 469. — Machine électrique de Wimshurst.

muniquent respectivement avec les peignes P et P', et peuvent être, à volonté, éloignées ou rapprochées l'une de l'autre.

Supposons les boules M et M' en contact, et les deux plateaux en mouvement, A dans le sens des aiguilles d'une montre, B en sens inverse. Imaginons qu'il existe sur l'un des secteurs métalliques du plateau A, placé immédiatement à droite de *a*, une charge positive très faible. Quand ce secteur passe vis-à-vis de *b*, en raison de l'influence que sa charge exerce, à travers les deux plateaux de verre et la lame d'air, sur le conducteur *bb'*, le balai *b* dépose de l'électricité négative sur les secteurs de B qui arrivent successivement en contact avec lui. — Le mouvement se continuant, les secteurs de B, qui viennent d'être char-

gés négativement par *b*, arrivent vis-à-vis l'extrémité *a* du conducteur *aa'* : ils déterminent, par influence, l'apparition d'électricité positive en *a*, et d'électricité négative en *a'*. Les secteurs de B qui avaient été chargés positivement par *b'* arrivent, au même instant, vis-à-vis l'extrémité *a'* du conducteur *aa'*, et l'influence qu'ils exercent sur ce conducteur concorde avec la précédente, pour déterminer l'apparition d'électricité positive en *a* et d'électricité négative en *a'*. — Les secteurs du plateau A qui passent successivement devant *a* et devant *a'* se chargent donc successivement d'électricité positive et d'électricité négative; et ainsi de suite. — On conçoit que, après quelques tours de plateau, la petite charge initiale est ainsi progressivement accrue par ce jeu d'influence.

Or, les secteurs du plateau A, recueillant de l'électricité positive au contact du balai *a*, conservent leurs charges jusqu'à ce qu'ils arrivent devant les pointes du peigne P; là ils sont neutralisés par l'électricité négative qui s'écoule des pointes, tandis que l'électricité positive s'accumule dans le conducteur C, dont la capacité est considérable, sous un faible volume. — Dans le trajet de P en *a'*, ces mêmes secteurs sont à l'état neutre; ils deviennent négatifs au contact de *a'*, conservent leur charge de *a'* en P', et sont ensuite neutralisés par l'électricité positive qui s'écoule des pointes du peigne P', tandis que l'électricité négative s'accumule en C'. — On verrait de même que les secteurs de B sont négatifs de *b* en P', neutres de P' en *b'*, positifs de *b'* en P, et neutres de P en *b*. — En raison de ces actions successives, les conducteurs C et C' ont bientôt atteint leur limite de charge; alors les électricités positive et négative, qui sont constamment développées par influence en P et en P', se recombinaient à travers le conducteur PMMP'. Si l'on écarte les boules M et M', on obtient de puissantes étincelles, jaillissant à des intervalles rapprochés, chaque fois que les conducteurs C et C' arrivent à leur limite de charge.

Nous avons supposé qu'on avait communiqué, à l'origine, une charge très faible à l'une des bandes d'étain. En réalité, la machine, une fois qu'elle a fonctionné, reste à peu près indéfiniment amorcée. — En effet, l'un au moins des balais reste en contact avec l'une des bandes d'étain, et la laisse en communication avec le sol, par le conducteur qui le supporte. Une bande d'étain ainsi placée se comporte, par rapport au verre sur lequel elle est collée, comme se comporte, par rapport à la résine, le moule conducteur de l'électrophore. C'est ainsi que l'appareil conserve toujours une charge suffisante pour recommencer à fonctionner. — La machine de Wimshurst présente encore sur la machine de Holtz l'avantage de fonctionner même par les temps humides.

Avec deux machines de Wimshurst, accouplées comme il a été dit (687), on peut effectuer, comme avec deux machines de Holtz, l'expérience du transport de l'énergie.

VII. — CONDENSATION DE L'ÉLECTRICITÉ. — APPAREILS CONDENSATEURS.

690. Expérience fondamentale. — Lorsqu'un plateau métallique isolé A, placé loin de tout autre conducteur, est mis en communication, par une longue tige métallique *m*, avec une machine électrique en activité, l'équilibre s'établit quand le plateau est arrivé au potentiel constant *V* auquel la source fournit l'électricité positive : un pendule fixé à ce plateau diverge d'un angle α , en rapport avec la densité électrique sur les points voisins. — Approchons maintenant du plateau A, un plateau semblable B (fig. 470), relié au sol par une chaîne métallique S, et, pour éviter qu'une étincelle éclate entre les deux plateaux, séparons-les par une lame de verre C. L'équilibre établi précédemment ne peut plus subsister : sur le corps induit B, il doit se développer de l'électricité

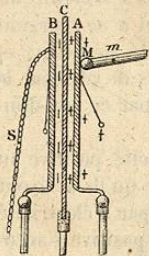


Fig. 470.

négative, et une égale quantité d'électricité positive doit être repoussée dans le sol. En même temps, il doit se produire en A, vis-à-vis de B, une accumulation de l'électricité positive du système inducteur constitué par le plateau A, la tige *m* et le collecteur de la machine. — Or l'expérience montre que, lorsqu'un nouvel état d'équilibre est établi, un pendule fixé sur la face externe du plateau B ne diverge pas (fig. 470) : la charge négative du plateau B est donc tout entière sur sa face interne. — D'autre part, le pendule de la face externe du plateau A présente le même angle d'écart α que dans le premier état d'équilibre; la distribution de l'électricité sur la face externe de A est donc restée la même; d'où l'on conclut que la plus grande partie de la nouvelle charge positive de A est située sur sa face interne. — En résumé, la charge totale de B et la plus grande partie de la charge de A sont alors dissimulées à l'observateur, par leur attraction réciproque; on ne constate la présence d'électricité libre que sur la face externe du plateau relié à la machine.

Pour faire apparaître les électricités accumulées sur les faces internes des plateaux A et B, il suffit d'écarter ces deux plateaux l'un de l'autre (fig. 471) : on voit aussitôt les deux pendules diverger très fortement. — Le plateau A, en particulier, avait donc acquis, dans ces conditions, une charge beaucoup plus grande que lorsqu'il était éloigné de tout autre conducteur : c'est le phénomène qu'on désigne sous le nom de condensation.

En réalité, la présence du conducteur B, relié au sol, doit être considérée comme ayant pour effet d'accroître la capacité du conducteur A. — En effet, lorsque le plateau A était éloigné de tout autre conducteur, il acquerrait, pour arriver au potentiel *V* de la source, une charge *q* :

sa capacité *c* était déterminée par la relation $q = cV$. Lorsque ce même plateau est en présence du plateau B relié au sol, il acquiert, pour arriver au même potentiel *V*, une charge *Q*; sa capacité *C* est alors déterminée par la relation $Q = CV$. Puisque la charge *Q* est plus grande que *q*, il en faut conclure que la nouvelle capacité *C* est plus grande que *c*.

L'appareil qui vient d'être décrit, et qui fut imaginé par *Æpinus* en 1760, est un condensateur à plateau. — Un condensateur, en général, est formé de deux conducteurs séparés par une substance isolante (air, verre, soufre, mica, etc.);

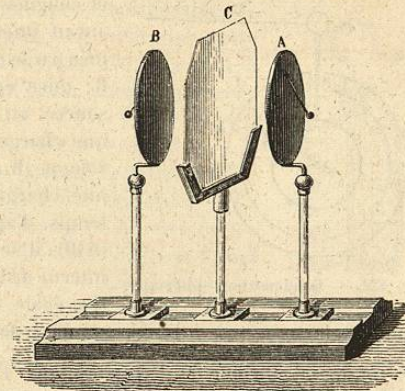


Fig. 471. — Condensateur à lame de verre.

l'un de ces conducteurs, mis en communication avec une source électrique, prend le nom de *collecteur*; l'autre, relié au sol, prend le nom de *condenseur*. — Lorsque le condenseur enveloppe complètement le collecteur, le condensateur est dit *fermé*; le collecteur et le condenseur prennent les noms d'*armature intérieure* et *armature extérieure*. — Chaque condensateur est caractérisé par sa *capacité électrique*, c'est-à-dire par la capacité du collecteur, en supposant toujours le condenseur relié au sol.

691. Force condensante. — On appelle *force condensante* d'un condensateur déterminé, le rapport de la charge *Q* qu'une source électrique peut communiquer au collecteur quand il fait partie du condensateur, à la charge *q* que cette même source donnerait au collecteur pris isolément. Or on a

$$\frac{Q}{q} = \frac{CV}{cV} = \frac{C}{c};$$

la force condensante est donc encore exprimée par le rapport de la capacité du collecteur lorsqu'il fait partie du condensateur, à celle de ce même collecteur pris isolément.

Quand le collecteur et le condenseur ont des formes quelconques, le calcul des capacités *C* et *c* est généralement compliqué. Il est particulièrement simple, comme on va le voir, pour un condensateur fermé, dont les armatures sont des sphères concentriques.

692. Condensateur sphérique à lame d'air. — Soit une sphère conductrice A, de rayon *R*, et une enveloppe sphérique conductrice B, de

rayon intérieur $R' = R + e$, e étant l'épaisseur de la couche d'air qui les sépare (fig. 472). — D'après ce qu'on a vu (667), la sphère A, seule et éloignée de tout autre conducteur,

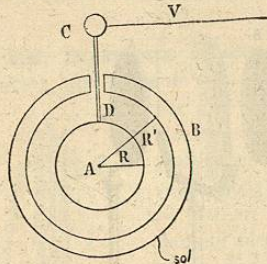


Fig. 472. — Condensateur sphérique.

aurait une capacité électrique c exprimée par le même nombre que son rayon R ; mise en communication avec une source au potentiel V , elle prendrait une charge $q = RV$. Entourée de l'enveloppe B reliée au sol, elle acquiert une charge plus grande Q ; en même temps, d'après le théorème de Faraday (640), il se développe, sur la surface interne de l'enveloppe, une charge négative égale $-Q$. Or le potentiel en un point quelconque pris à l'intérieur de A doit être égal à V ; il est égal à la somme algébrique de deux potentiels : l'un $\frac{Q}{R}$, dû à la couche sphérique positive $+Q$, de rayon R ; l'autre $\frac{-Q}{R+e}$, dû à la couche sphérique négative, de rayon $R+e$. On doit donc avoir $V = \frac{Q}{R} - \frac{Q}{R+e}$, d'où $Q = \frac{VR(R+e)}{e}$. — La capacité électrique du collecteur, lorsqu'il fait partie du condensateur, est donc $C = \frac{R(R+e)}{e}$; et par conséquent la force condensante $\frac{C}{e}$ a pour valeur $\frac{R+e}{e}$.

Si le rayon R est très grand par rapport à e , on a sensiblement

$$C = \frac{R^2}{e} = \frac{4\pi R^2}{4\pi e} = \frac{S}{4\pi e},$$

en désignant par S la surface $4\pi R^2$ du condensateur.

On voit donc que la capacité d'un condensateur sphérique est sensiblement proportionnelle à la surface de l'armature intérieure, et en raison inverse de l'épaisseur de la lame d'air, quand celle-ci est très petite par rapport aux dimensions du condensateur.

On démontre que ce résultat subsiste pour tous les condensateurs fermés dans lesquels les surfaces des deux armatures sont, en tous leurs points, parallèles et peu distantes. — Il est encore sensiblement exact pour un condensateur à plateaux, quand l'épaisseur de la lame isolante est très faible par rapport au diamètre des plateaux.

693. Condensateur à lame de verre. — Bouteille de Leyde. — Batteries. — Lorsqu'on veut charger un condensateur à lame d'air, de forme quelconque, au moyen d'une machine à potentiel élevé, pouvant

donner une longue étincelle, on est obligé de maintenir les deux armatures à une distance e plus grande que la longueur de cette étincelle la force condensante est alors peu considérable. — Dans le condensateur d'Épinus, on interpose entre les plateaux une lame de verre C (fig. 470), vernie à la gomme laque, qui, à épaisseur égale, offre à l'étincelle une résistance plus grande que celle de l'air : on peut ainsi placer les plateaux à une distance moindre.

De tous les condensateurs à lame de verre, le plus fréquemment employé est la bouteille de Leyde. — La lame isolante est la paroi CC d'un flacon de verre mince (fig. 475). Le collecteur, ou armature intérieure, est constitué par des feuilles d'or ou de clinquant A , ou par tout autre conducteur s'appliquant sur la surface interne de la bouteille; au milieu, est une tige de métal terminée en pointe à sa partie inférieure, et maintenue par un bouchon verni à la gomme laque. Le condenseur, ou armature extérieure, est constitué par une feuille d'étain B , collée sur la bouteille, et s'élevant jusqu'au voisinage de sa partie supérieure.

Pour charger la bouteille, on la prend ordinairement à la main, par la panse, ce qui met en communication l'armature extérieure avec le sol (fig. 474); et l'on fait communiquer la tige avec une machine électrique (*). — On peut aussi, pour obtenir des charges peu considérables, toucher un certain nombre de fois l'armature intérieure avec le plateau d'un électrophore, que l'on replace sur la résine après chaque contact.

La bouteille de Leyde pouvant être considérée comme un condensateur fermé, la charge négative induite de la panse est égale à la charge positive inductrice de l'armature intérieure (640).

Les batteries électriques (fig. 475) sont des réunions de grosses bouteilles de Leyde, ou jarres, dont on fait communiquer toutes les armatures intérieures par des tiges métalliques qui convergent en D . Elles

(*) C'est à Leyde, en 1746, que furent observés, pour la première fois, les effets d'un semblable condensateur. — On rapporte que Cunéus, élève de Muschenbroeck, ayant eu l'idée d'électriser de l'eau, placée dans un vase de verre, prit le vase à la main, et fit plonger dans le liquide une pointe métallique, communiquant avec une machine électrique. En approchant alors l'autre main de la tige, il éprouva une commotion incomparablement plus forte qu'il ne l'avait prévu d'après la puissance de la machine. On voit que, dans cette expérience, le collecteur était représenté par la tige et par le liquide; la lame isolante, par le verre; le condenseur, par la main qui tenait le vase.

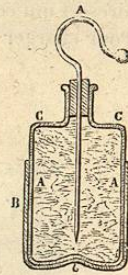
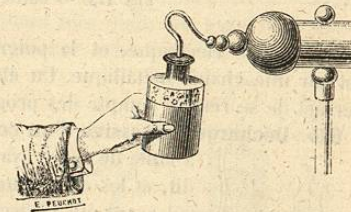


Fig. 475.

Fig. 474.
Charge de la bouteille de Leyde.