

XI. La théorie de la machine électrique repose sur l'électrisation par le frottement et par influence. Le plateau de verre s'électrise par le frottement, et les conducteurs par influence. L'électrophore repose également sur ces deux modes d'électrisation.

XII. On donne le nom d'*électroscopes* à des instruments qui servent à constater la présence de très-petites quantités d'électricité et la nature de cette électricité. Tels sont le pendule électrique, l'électroscope ordinaire ou à feuilles d'or et l'électroscope à cadran ou de Henley.

CHAPITRE XVIII.

Électricité condensée ou dissimulée. — Appareils condensateurs. — Bouteille de Leyde et batteries électriques. — Électromètre condensateur. — Effets produits par le passage de l'électricité. — Électricité atmosphérique. Foudre; paratonnerres.

Électricité condensée ou dissimulée.

229. *Condensation de l'électricité.* — On désigne sous ce nom l'accumulation des deux fluides positif et négatif, mis en présence l'un de l'autre sur deux plateaux conducteurs, entre lesquels est une lame mince de verre ou de toute autre substance isolante.

Théorie. — Soient (fig. 460) deux lames métalliques C et C' séparées par une lame de verre plus grande AB. Supposons que la lame conductrice C soit mise en communication avec une source constante d'électricité, par exemple avec la machine électrique, et que l'autre lame C' communique avec le sol au moyen d'une chaîne métallique. La lame C se chargera d'abord d'une quantité *maximum* d'électricité positive variant selon l'étendue de sa surface et l'énergie de la source. Mais cette électricité positive agissant aussitôt par influence, à travers la lame de verre, sur l'électricité neutre de la lame conductrice C', en décomposera une partie, attirera vers elle, c'est-à-dire sur la face interne de la lame C', en contact avec le verre, l'électricité négative et repoussera dans le sol le fluide positif. Or, cette électricité négative ainsi attirée et fixée tout entière sur la face interne de la lame C' par le fluide positif de la lame C,

cessera d'être libre; sa tension extérieure sera *complètement* détruite et son action neutralisée : on dit alors qu'elle est *dissimulée*. Mais ce même fluide négatif réagissant à son tour, à travers la lame de verre, sur le fluide positif de la lame métallique C, tendra à le neutraliser ou, pour mieux dire, à le dissimuler de la même façon. La neutralisation serait complète et les deux fluides se combineraient si la distance qui les sépare était nulle; mais, en raison de l'épaisseur de la lame de verre, *une partie* seulement du fluide positif de la lame C sera attirée et fixée sur sa face interne; cette partie cessera d'être libre et

passera, comme le fluide négatif de la lame C', à l'état d'électricité dissimulée. La lame C n'aura donc plus sa charge *maximum*, et pourra dès lors recevoir de la source une nouvelle quantité d'électricité positive, laquelle agira comme la première sur une autre portion du fluide neutre de la lame C', et ainsi de suite, jusqu'à ce que la somme des excès de fluide positif libre qui restent chaque fois sur la lame C soit égale à la quantité *maximum* qu'elle prendrait si elle était seule et soustraite à l'influence de la lame C'.

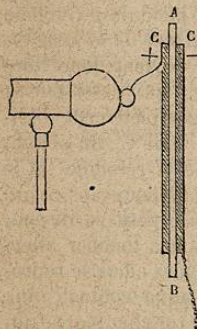


Fig. 160.

250. *Condensateur.* — L'appareil que nous venons de décrire se nomme *condensateur*, parce qu'il sert à accumuler ou à *condenser*, en les dissimulant, de grandes quantités d'électricité. Les deux lames métalliques C et C' sont des feuilles minces d'étain, simplement collées sur chaque surface d'un carreau de verre plus grand, de manière à laisser autour d'elles un rebord d'environ cinq à six centimètres de largeur. Nous venons de voir quelle est la limite de la charge électrique que cet instrument peut recevoir. Cette charge sera d'autant plus grande que la surface des lames sera plus étendue, la source électrique plus intense, et l'épaisseur de la lame isolante plus petite. Toutefois, si cette lame était trop faible, elle pourrait être brisée par la force d'attraction des deux électricités contraires, qui alors se combineraient en donnant naissance à une forte étincelle.

Décharge du condensateur. — On peut décharger le condensateur de deux manières : *successivement* ou *instantanément*.

1° *Décharge successive.* Quand le condensateur est chargé, et qu'on a rompu ses communications avec la machine et avec le sol, la lame métallique C, qui communiquait avec la source, contient un excès d'électricité positive libre, tandis que le fluide négatif de la lame C' est complètement dissimulé. Pour rendre ce fait plus sensible, on adapte à chaque lame du condensateur un petit pendule (fig. 164). Le pendule *p* de la lame C accuse, par sa divergence, cet excès d'électricité positive libre; le pendule *p'*, au contraire, reste au repos, ce qui prouve que l'électricité négative de la lame C' est tout entière dissimulée. L'appareil étant dans cet état, si on approche alors le doigt de la lame C, on obtient une petite étincelle, le pendule *p* retombe aussitôt, et à l'instant même le pendule *p'* s'écarte de la lame C'. Une certaine quantité d'électricité négative devient donc libre sur la lame C', tandis que le fluide positif qui reste sur la

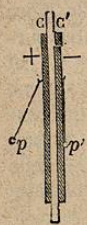


Fig. 164.

lame C se trouve à son tour complètement dissimulé. Si maintenant on touche la lame C', on obtient une seconde étincelle, le pendule *p'* retombe, et le pendule *p* de la lame C se relève de nouveau; ce qui accuse un nouvel excès d'électricité positive devenu libre sur cette lame. En continuant à toucher alternativement les deux lames, les mêmes effets se reproduiront. On enlèvera ainsi, à chaque contact, une partie du fluide dont chaque lame est chargée, ce qui donnera une longue série d'étincelles électriques, dont l'intensité ira en s'affaiblissant, jusqu'à ce que l'appareil soit complètement déchargé.

2° *Décharge instantanée.* Lorsqu'on veut décharger instantanément le condensateur, il suffit de mettre les deux lames métalliques en communication au moyen d'un corps conducteur. On se sert pour cela d'un instrument appelé *excitateur* (fig. 162). C'est un arc en laiton, composé de deux branches A et B, terminées chacune par une boule de même métal et réunies par une charnière C. Deux manches en verre M et M' servent à tenir l'instrument et à préserver l'expérimentateur de toute commotion, lorsque le condensateur est fortement chargé. Pour faire usage de l'excitateur, on applique une de ses boules sur l'une des lames du condensateur et on approche l'autre de la lame

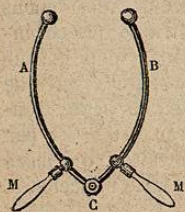


Fig. 162.

opposée. Les deux fluides contraires dont les deux lames sont chargées se combinent alors instantanément et produisent une vive étincelle. Si au lieu d'employer l'excitateur on touchait d'une main l'une des faces du condensateur et qu'on approchât l'autre main de la seconde face, l'étincelle jaillirait encore, et l'on éprouverait une violente secousse due à la recombinaison des deux fluides à travers les bras et la poitrine qui, dans ce cas, serviraient de conducteurs.

Remarque. Une première étincelle ne suffit pas toujours pour décharger complètement le condensateur. Ce qui le prouve, c'est qu'en continuant l'expérience on obtient une seconde étincelle, puis une troisième, et même un plus grand nombre dont l'intensité diminue de plus en plus. Cela provient de ce que les deux fluides condensés, positif et négatif, s'attirant avec beaucoup de force, abandonnent en partie les lames métalliques du condensateur pour se porter à la surface même du verre qui les sépare.

Appareils condensateurs. Bouteille de Leyde. Batteries électriques. Électromètre condensateur.

231. *Condensateur à plateaux.* — Ce condensateur (fig. 163) est formé d'une lame de verre circulaire A, verticalement placée, et de deux plateaux de cuivre de même forme et plus petits B et C, munis chacun d'un électromètre *a* et *b*. Ces deux plateaux sont isolés sur des pieds de verre pouvant glisser,

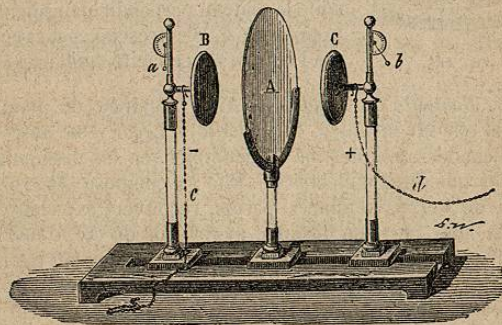


Fig. 163.

dans une rainure, sur une planchette de bois qui porte tout l'appareil. Pour charger l'instrument, on rapproche les deux plateaux jusqu'au contact de la lame de verre, puis on met l'un des plateaux, soit le plateau C, en communication avec la machine électrique au moyen d'une chaîne métallique *d*, et l'autre plateau B en communication avec le sol au moyen de la chaîne *c*.

Le condensateur étant chargé, si l'on interrompt, sans écarter les plateaux, les communications avec le sol et avec la machine, on remarque que le petit pendule *b* de l'électromètre du plateau C diverge seul, tandis que le pendule *a* de l'électromètre du plateau B reste vertical par la raison que nous venons d'indiquer. Mais si l'on écarte les plateaux, les deux pendules divergent aussitôt, car les deux électricités cessent de se dissimuler. On peut alors mesurer sur les cadrans des électromètres la charge de chaque plateau.

252. *Condensateur à taffetas*. — On fait quelquefois usage d'un condensateur composé (fig. 164) d'un disque en bois *ab*, recouvert d'une lame de taffetas vernissé *tt'*, sur laquelle est placé un plateau en cuivre jaune *cc'*, d'un plus petit diamètre et muni d'un manche en verre M. Cet instrument ne peut recevoir d'aussi grandes quantités d'électricité que le condensateur à lame de verre; mais il peut rendre sensible l'électricité dégagée par une source électrique assez faible. Pour cela, on met le disque *ab* en communication avec le sol, et le plateau métallique *cc'* en contact avec la source. On soulève ensuite le plateau perpendiculairement, et on le présente à l'électroscope pour reconnaître l'espèce d'électricité dont il est chargé.

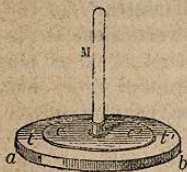


Fig. 164.

253. *Bouteille de Leyde*. — Ainsi nommée du nom de la ville où elle fut inventée, la *bouteille de Leyde* n'est autre chose qu'un condensateur destiné à accumuler, en les dissimulant, de grandes quantités d'électricité. Elle se compose (fig. 165) d'un flacon de verre, à minces parois, recouvert extérieurement, jusqu'à une certaine distance au-dessous du col, d'une feuille d'étain nommée *armature extérieure*, et contenant intérieurement des feuilles d'or ou de clinquant, qui forment l'*armature intérieure*. Une tige métallique traversant à frottement dur le bouchon de liège qui ferme le goulot plonge au milieu des

feuilles d'or ou de clinquant qui remplissent la bouteille, et se prolonge au dehors par une extrémité recourbée en forme de crochet et terminée par un bouton.



Fig. 165.

On charge la bouteille de Leyde en tenant d'une main l'une de ses armatures (ordinairement l'armature extérieure) et en mettant l'autre armature en communication avec la machine électrique. Cette dernière armature reçoit alors de l'électricité positive, tandis que l'autre s'électrise négativement par influence. On peut encore charger à la fois plusieurs bouteilles de Leyde en les suspendant les unes au-dessous des autres au conducteur de la machine électrique, de manière que l'armature extérieure de la première communique avec l'armature intérieure de la seconde, et ainsi de suite jusqu'à la dernière, dont l'armature extérieure doit communiquer avec le sol. Cette méthode a reçu le nom de charge *par cascade*.

Théorie de la bouteille de Leyde. — La théorie de la bouteille de Leyde est identiquement la même que celle du condensateur (229). L'armature intérieure, en communication avec la source électrique, représente la lame C, et l'armature extérieure la lame C' (fig. 160). On peut la décharger soit instantanément, au moyen de l'excitateur, soit lentement, en touchant tour à tour chacune de ses armatures. Dans la décharge instantanée, la première étincelle ne suffit pas toujours pour ramener la bouteille à l'état naturel. Cela prouve que les deux fluides positif et négatif abandonnent en partie les armatures pour se porter, comme dans le condensateur ordinaire, sur les faces du verre qui les sépare.

On démontre ce fait au moyen d'une bouteille de Leyde à armatures mobiles, composée (fig. 166) d'un vase en fer-blanc ou en cuivre A, dans lequel entre un autre vase en verre B, qui reçoit lui-même un troisième vase métallique C terminé par une tige à crochet. Après avoir électrisé cet appareil comme une bouteille de Leyde ordinaire, on le pose sur un gâteau de résine pour l'isoler; puis on enlève successivement les trois pièces qui le composent. On reconnaît alors que les deux armatures A et



Fig. 166.

C sont à peine électrisées; et cependant, si on remet le tout en place, même après avoir ramené les deux armatures à l'état naturel, on obtient une étincelle presque aussi forte que si l'appareil n'eût pas été touché. Il est donc évident que l'électricité condensée était restée presque tout entière adhérente aux deux surfaces du vase en verre.

254. *Batteries électriques.* — On appelle *batterie électrique* (fig. 167) la réunion de plusieurs bouteilles de Leyde placées dans une même caisse en bois. Les armatures extérieures communiquent entre elles au moyen d'une lame d'étain qui revêt le fond de la caisse, tandis que les armatures intérieures sont unies par des tiges métalliques.

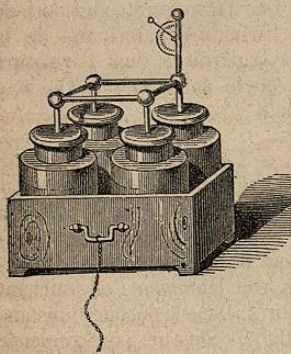


Fig. 167.

Les batteries électriques produisent les mêmes effets que la bouteille de Leyde, mais beaucoup plus intenses. On les charge en faisant communiquer leur armature intérieure avec la machine électrique, et leur armature extérieure avec le sol au moyen d'une chaîne métallique attachée à l'une des deux poignées de la caisse. La charge électrique est indiquée par un petit électromètre à cadran fixé à l'une des jarres. Pour les décharger, on fait communiquer les deux armatures au moyen de l'excitateur à manches isolants, en ayant soin de toucher d'abord l'armature extérieure, et en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter la commotion, qui pourrait entraîner des accidents graves et même donner la mort si la batterie était puissante et fortement chargée.

Les bouteilles dont se composent les batteries sont, en général, plus grandes que les bouteilles de Leyde ordinaires : elles portent le nom de *jarres*. Leur goulot est beaucoup plus large, ce qui permet de remplacer les feuilles d'or ou de clinquant par une feuille d'étain collée intérieurement. La tige qui traverse le bouchon est droite et se termine inférieurement par une chaîne métallique qui la fait communiquer avec la feuille d'étain formant l'armature intérieure.

255. *Électromètre condensateur.* — Cet instrument, imaginé par Volta, sert à mettre en évidence, dans les corps, les plus faibles traces d'électricité. Il se compose (fig. 168) d'un électroscope ordinaire à feuilles d'or E, dont le bouton extérieur est remplacé par un disque *condensateur* P en cuivre, recouvert d'une couche très-mince de vernis à la gomme laque. Sur ce plateau est placé un autre disque métallique D de même diamètre, nommé *plateau collecteur*; sa face inférieure est également recouverte de gomme laque, et il porte un manche isolant en verre M. Les deux plateaux superposés, et séparés par la couche isolante de gomme laque qui revêt leurs faces contiguës, forment un condensateur d'une extrême sensibilité. Pour se servir de l'appareil, on met le corps électrisé en contact avec le plateau supérieur et on touche avec le doigt le plateau inférieur. L'électricité du corps décompose alors par influence l'électricité neutre du disque inférieur, repousse dans le sol le fluide de même nom et attire le fluide de nom contraire.



Fig. 168.

Les deux fluides s'accablent donc sur les deux plateaux, comme dans le condensateur ordinaire, et comme ils sont dissimulés par leur attraction réciproque à travers la couche de gomme laque qui les sépare, les lames d'or de l'électroscope ne divergent pas. Mais si l'on retire d'abord le doigt qui était en contact avec le plateau inférieur, et si on enlève ensuite le plateau supérieur, les deux fluides n'étant plus en présence deviennent libres, et l'électricité du plateau inférieur se distribuant à la fois sur la tige et sur les lames d'or, celles-ci s'écartent aussitôt.

Remarque. On reconnaît l'espèce d'électricité dont le corps était chargé, comme dans l'électroscope ordinaire, en approchant du disque inférieur un bâton de verre ou de résine électrisé, et en voyant si la divergence des lames augmente ou diminue. Il ne faut pas oublier toutefois que l'électricité qui fait actuellement diverger les lames est de nom contraire de celle que possédait le corps. Pour qu'elle fût de même nom, il faudrait faire l'expérience en sens inverse, c'est-à-dire mettre le corps en contact avec le plateau inférieur et poser le doigt sur le plateau supérieur.

Effets produits par le passage de l'électricité.

256. *Effets produits par le passage de l'électricité.* — Ces effets peuvent se diviser en trois classes : les effets physiques, les effets chimiques et les effets physiologiques.

1° *Effets physiques.* Ce sont la fusion, la volatilisation des métaux, l'inflammation de l'éther, de l'alcool, de la poudre à canon, certaines actions mécaniques, telles que l'expansion subite des gaz, la rupture, la perforation des substances peu conductrices; enfin la production de la lumière.

Lorsqu'on approche d'une machine électrique suffisamment chargée un corps conducteur communiquant avec le sol, on obtient une étincelle dont la forme et l'éclat varient suivant la distance. Si cette distance est très-faible, l'étincelle est rectiligne; à une longueur de trois à quatre centimètres, elle devient sinueuse; pour une distance plus grande, elle prend la forme d'un zig-zag à angles brusques ou d'un trait brillant irrégulièrement sinueux, d'où s'échappent de fines ramifications en forme d'aigrettes. Dans de l'air très-raréfié, l'étincelle électrique se change en une lueur purpurine, de forme ovoïde, et d'autant plus faible que l'air est plus raréfié. Dans le vide barométrique, le passage de l'électricité se manifeste par une lueur verdâtre dont la couleur est attribuée aux vapeurs mercurielles que contient toujours cet espace. Il n'est pas prouvé que l'électricité puisse traverser le vide absolu.

2° *Effets chimiques.* Ce sont tantôt des combinaisons de corps simples, tantôt des décompositions de corps composés. Ainsi, une seule étincelle électrique suffit pour déterminer la *combinaison* immédiate de certains gaz simples, mélangés en proportions convenables, tels que l'oxygène et l'hydrogène, l'hydrogène et le chlore, etc.; au contraire, une série d'étincelles produit la *décomposition* du gaz ammoniac en azote et en hydrogène, de l'acide sulfhydrique en soufre et en hydrogène, de l'acide carbonique en oxygène et en oxyde de carbone, etc.

3° *Effets physiologiques.* Ce sont des commotions plus ou moins violentes qui se font principalement sentir dans les articulations. Ces commotions peuvent se transmettre simultanément, au moyen de la bouteille de Leyde, à un grand nombre de personnes faisant la chaîne et se tenant par la main. L'étin-

celle donnée par la machine ne produit qu'une commotion assez faible; celle de la bouteille de Leyde donne une secousse beaucoup plus forte et d'un caractère particulier. La décharge d'une batterie est toujours dangereuse; elle suffit pour foudroyer des animaux assez robustes, et pourrait certainement mettre en péril la vie d'un homme.

Électricité atmosphérique. Foudre. Paratonnerres.

257. *Électricité atmosphérique.* — L'air atmosphérique, même lorsqu'il est parfaitement pur et sans nuages, est toujours plus ou moins chargé d'électricité. Ce fait, constaté pour la première fois en 1752 par Monnier, membre de l'académie des sciences, peut se démontrer facilement au moyen de l'*électromètre de Saussure*, lequel n'est autre chose qu'un électroscope ordinaire à feuilles d'or, dont la tige a cinq ou six décimètres de hauteur et se termine par un bouton ou par une pointe. En élevant verticalement cet appareil dans l'atmosphère, à deux ou trois mètres au-dessus du sol, on voit les feuilles d'or diverger sensiblement, ce qui prouve la présence de l'électricité dans l'air. Voici les principaux résultats obtenus par Saussure lui-même et confirmés par d'autres observateurs :

1° Quand le temps est serein, l'atmosphère contient toujours une certaine quantité d'électricité *positive* libre, dont la tension est d'autant plus considérable que l'air est plus pur et plus sec.

2° Cette électricité n'est sensible en rase campagne qu'à environ un mètre au-dessus du sol, et elle augmente d'intensité à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère.

3° La surface du sol, quand le temps est serein, est électrisée négativement.

La présence de l'électricité libre dans l'atmosphère a été successivement attribuée au frottement de l'air contre le sol, aux phénomènes de la végétation, à la combustion et à l'évaporation des eaux chargées de matières salines. Cette dernière cause est la seule qui ait été rigoureusement constatée. Pouillet a démontré, en effet, que l'évaporation des eaux répandues à la surface de la terre et qui tiennent toujours en dissolution diverses substances salines, produit de l'électricité positive que la vapeur emporte dans l'atmosphère, tandis que l'électricité négative se disperse dans le sol.

258. *Foudre*. — La ressemblance qui existe entre les effets de la foudre et ceux de l'électricité frappa les premiers physiciens qui observèrent l'étincelle électrique, vers le milieu du dernier siècle. Dalibard en France et Franklin en Amérique en démontrèrent l'identité. Le 10 mai 1752, Dalibard, ayant dressé dans un jardin de Marly, près de Paris, une barre de fer de 13 mètres de hauteur, terminée en pointe et isolée par sa base, obtint, sous l'influence d'un nuage orageux, de fortes étincelles avec lesquelles il put charger plusieurs bouteilles de Leyde. Quelques jours plus tard, au mois de juin de la même année, Franklin, qui ne pouvait connaître les expériences de Dalibard, obtenait les mêmes résultats à l'aide d'un cerf-volant lancé pendant un orage dans un champ voisin de Philadelphie. La *foudre* n'est donc autre chose qu'un phénomène électrique tout à fait pareil à ceux que nous obtenons avec nos instruments. Les nuages qui la produisent sont électrisés les uns positivement, les autres négativement. La formation des nuages positifs s'explique facilement, puisque l'atmosphère est un vaste réservoir d'électricité positive. Quant aux nuages négatifs, on suppose qu'ils se forment par l'influence des premiers lorsqu'ils communiquent avec la terre par des couches d'air chargées d'humidité, ou bien encore qu'ils proviennent de brouillards qui se sont électrisés négativement par leur contact avec le sol, avant de s'élever dans l'atmosphère. La foudre présente à considérer deux phénomènes : l'*éclair* et le *tonnerre*.

1° *Éclair*. L'éclair est un trait de lumière éblouissante projetée par une vaste étincelle électrique. Cette étincelle jaillit le plus souvent entre deux nuages électrisés en sens inverse; mais elle peut éclater entre un nuage et le sol. Semblable à l'étincelle que donnent nos machines, l'éclair ne se meut pas en ligne droite; il dessine dans l'espace des zigzags plus ou moins prononcés. Tantôt c'est une ligne sinueuse de lumière parfaitement nette et qui peut avoir plusieurs kilomètres de longueur; tantôt c'est une lueur éclatante qui embrasse une vaste étendue de l'horizon; tantôt enfin ce sont comme des globes de feu qui semblent tomber des nuages sur la terre. Quant à ces éclairs sans bruit qui brillent quelquefois en été dans un ciel sans nuages, et que l'on appelle *éclairs de chaleur*, il est probable que ce sont les éclairs d'un orage lointain réfléchis par les couches supérieures de l'atmosphère. La lumière des éclairs est généralement blanche; dans quelques cas, elle prend une teinte bleue, rouge ou violette.

2° *Tonnerre*. Le tonnerre est le résultat de l'expansion subite de la couche d'air et de vapeurs que traverse l'éclair. Quand il se fait entendre de très-près, il est sec, déchirant et de courte durée; de loin, il se prolonge en un roulement dont les modulations sont très-inégaux et saccadées. Ce roulement est évidemment produit par les échos accidentés des nuages et de la terre qui répètent et agrandissent la détonation. L'éclair et le bruit sont simultanés; cependant on observe le plus souvent un intervalle assez considérable entre ces deux phénomènes. Cela provient de ce que le son va beaucoup moins vite que la lumière. Quelle que soit la distance qui sépare l'observateur du lieu où se produit l'éclair, la lumière, pour franchir cette distance, ne mettra qu'un temps inappréciable; tandis que le son, dont la vitesse n'est que de 340 mètres par seconde, emploiera par exemple 10 secondes si la distance est de 3400 mètres. On peut estimer que le son parcourt environ 300 mètres pendant l'intervalle qui s'écoule entre chaque battement du pouls. Nous avons donc un moyen très-facile de mesurer approximativement la distance qui nous sépare de chaque explosion de la foudre. Il suffit de compter le nombre de pulsations qui se produisent entre l'apparition de l'éclair et l'audition du bruit, puis de multiplier ce nombre par 300. Pour avoir un résultat exact, il faudrait se servir d'un chronomètre à secondes, et multiplier par 340 le nombre des secondes écoulées entre les deux perceptions de l'œil et de l'ouïe.

259. *Théorie de la foudre*. — Quand un nuage électrisé passe au-dessus du sol, il décompose par influence l'électricité neutre de tous les objets situés dans sa sphère d'activité, attire à leur surface l'électricité de nom contraire et repousse dans le sol l'électricité de même nom. Si la tension des deux électricités opposées du nuage et des corps terrestres n'est pas suffisante pour vaincre la résistance de l'air, et si le nuage s'éloigne, les corps terrestres repassent peu à peu à l'état naturel. Mais si la tension électrique entre le nuage et l'un de ces corps l'emporte sur la résistance de l'air, l'étincelle éclate et le corps est foudroyé directement. Ce sont ordinairement les corps bons conducteurs de l'électricité et ceux qui se rapprochent le plus par leur élévation du nuage orageux, comme les édifices, les maisons, les grands arbres, les rochers, que la foudre frappe de préférence. Ce fait est une conséquence de la première loi des attractions électriques.

Effets de la foudre. — Les effets de la foudre sont entièrement semblables à ceux que nous produisons avec nos batteries électriques : ils n'en diffèrent que par leur intensité beaucoup plus grande. Ainsi la foudre tue les hommes et les animaux, fond et volatilise les métaux, déchire et perfore les corps mauvais conducteurs, met le feu aux substances combustibles, etc. Quand la foudre pénètre dans un sol siliceux, à travers une couche de sable ou d'argile, elle y creuse quelquefois des tubes de plusieurs mètres de profondeur dont les parois intérieures sont vitrifiées, et que l'on a nommés *tubes fulminaires* ou *fulgurites*. Elle peut encore aimanter des barres de fer et changer les pôles des aiguilles dans les boussoles. Enfin, la foudre laisse souvent sur son passage une forte odeur sulfureuse qui résulte d'une modification que subit l'oxygène sous l'influence de la décharge électrique. L'oxygène ainsi modifié porte le nom d'*ozone**.

240. *Choc en retour.* — L'homme et les animaux peuvent éprouver une commotion violente, et souvent mortelle, sans être directement frappés par la foudre, et à une distance même assez grande du lieu où l'éclair s'est produit. Cette commotion, qui a reçu le nom de *choc en retour*, s'explique facilement. En effet, lorsqu'un individu se trouve sous l'influence d'un nuage orageux, son corps, ainsi que la surface du sol, est chargé d'électricité contraire à celle du nuage. Or, si dans ce moment la foudre éclate et frappe, soit un autre nuage, soit un corps situé à quelque distance sur le sol, l'influence électrique à laquelle était soumis l'individu cesse tout à coup; une recomposition instantanée des deux fluides que l'action du nuage avait décomposés a lieu à travers ses organes et y produit une secousse qui peut être assez forte pour lui donner la mort. On peut rendre ce phénomène sensible en plaçant une grenouille dans le voisinage d'une forte machine électrique : on voit l'animal éprouver une vive secousse chaque fois que l'on tire une étincelle.

241. *Paratonnerres.* — Les paratonnerres, inventés par Franklin, ont pour but de préserver nos édifices et nos maisons des effets de la foudre. Ils se composent d'une tige en fer de 7 à 8 mètres de hauteur, terminée en pointe et dressée

* Voyez la Chimie.

verticalement sur la toiture des édifices. Cette tige communique profondément avec le sol au moyen d'une corde en fil de fer qui descend le long du bâtiment, aux parois duquel elle est fixée de distance en distance par des crampons de fer. Cette corde métallique porte le nom de *conducteur*.

Théorie du paratonnerre. — La théorie du paratonnerre repose sur l'électrisation par influence et sur le pouvoir des pointes. Lorsqu'un nuage orageux passe au-dessus d'un paratonnerre, il décompose par influence l'électricité naturelle de la tige, du conducteur et du sol; il attire vers lui l'électricité de nom contraire et repousse dans le sol le fluide de même nom. L'électricité opposée à celle du nuage s'écoule d'une manière continue par la pointe du paratonnerre; elle traverse la couche d'air qui la sépare du nuage et, se répandant à sa surface, le ramène sans bruit à l'état naturel. Le paratonnerre prévient donc l'explosion de la foudre pour deux raisons : la première, parce qu'il s'oppose à l'accumulation de l'électricité sur l'édifice qu'il protège; la seconde, parce qu'il ramène à l'état neutre les nuages orageux : cependant, si la tension du nuage électrique était énorme, il pourrait arriver que le paratonnerre fût insuffisant pour empêcher l'explosion; mais, dans ce cas, il protégerait encore l'édifice, car, étant le meilleur conducteur, il recevrait seul la décharge.

Conditions que doit remplir un paratonnerre. — Un paratonnerre, pour être efficace, doit remplir les cinq conditions suivantes :

1^o Le conducteur doit être parfaitement continu, depuis la tige jusqu'au sol. Car, s'il présentait la moindre solution de continuité, l'électricité repoussée par le nuage, ne pouvant plus s'écouler librement dans le sol, frapperait les corps voisins et pourrait entraîner de graves accidents.

2^o Pour la même raison, la communication du conducteur avec le sol doit être aussi parfaite que possible. On atteint ce but en faisant descendre le conducteur dans un puits ou dans une fosse remplie de braise de boulanger, laquelle présente le double avantage de bien conduire l'électricité et de préserver le fer de l'oxydation.

3^o La tige et le conducteur du paratonnerre doivent avoir un diamètre suffisant pour ne pas être fondus ni volatilisés si la

foudre tombe dessus. Ce diamètre doit être au moins, pour la tige, de 5 à 6 centimètres, et pour le conducteur, de 2 à 3. Les conducteurs sont quelquefois formés d'un assemblage de barres de fer. Mais les cordes en fil de fer sont préférables, attendu qu'elles sont plus solides et qu'elles présentent, pour la même épaisseur, une plus large surface conductrice. Pour les préserver de l'oxydation, on les recouvre d'une couche de peinture, ce qui n'empêche pas la circulation du fluide électrique.

4° La pointe qui termine le paratonnerre doit être en platine ou en cuivre doré, pour empêcher que l'oxydation l'émousse et pour lui permettre de donner toujours une issue facile à l'électricité.

5° Si le bâtiment sur lequel est dressé le paratonnerre contient des masses métalliques d'un certain volume, comme une toiture en zinc, des gouttières en plomb, une charpente en fer, etc., ces masses doivent être mises en communication avec le conducteur du paratonnerre.

Sphère d'action d'un paratonnerre. — L'expérience a démontré qu'un paratonnerre protège efficacement autour de lui tous les corps compris dans un espace circulaire d'un rayon double de sa longueur. Ainsi, un paratonnerre dont la tige a 8 mètres de hauteur étend sa sphère d'action sur un cercle de 16 mètres de rayon.

Résumé.

I. On entend par *condensation de l'électricité* l'accumulation des deux fluides, positif et négatif, mis en présence l'un de l'autre sur deux plateaux conducteurs, entre lesquels est une lame mince de verre ou de toute autre substance isolante. L'électricité ainsi condensée porte le nom d'*électricité dissimulée*.

II. Les *condensateurs* sont des appareils qui servent à accumuler, en les dissimulant, de grandes quantités d'électricité.

III. Quand un condensateur est électrisé, on peut le décharger de deux manières : 1° lentement, en touchant alternativement avec le doigt les deux faces de l'appareil ; 2° instantanément, en mettant les deux faces en communication au moyen d'un arc métallique nommé *excitateur*.

IV. La *bouteille de Leyde* n'est autre chose qu'un condensateur. On la charge en tenant par la main son armature extérieure et en mettant son armature intérieure en communication avec la machine électrique. On peut la décharger lentement ou instantanément.

V. Une *batterie électrique* est la réunion de plusieurs bouteilles de Leyde, dont les armatures de même ordre communiquent entre elles. Ses effets sont les mêmes que ceux de la bouteille de Leyde, mais beaucoup plus énergiques.

VI. L'*électromètre condensateur* est un instrument destiné à mettre en évidence, dans les corps, les plus faibles traces d'électricité. Il se compose d'un électroscope ordinaire surmonté d'un condensateur très-sensible.

VII. Les effets produits par l'étincelle électrique se divisent en trois classes : les effets physiques, les effets chimiques et les effets physiologiques.

VIII. L'air atmosphérique, quand le ciel est sans nuages, contient toujours un excès d'électricité *positive* libre. La surface du sol est, au contraire, électrisée *négativement*.

IX. Les sources de l'électricité atmosphérique sont le frottement de l'air contre le sol, la végétation, la combustion et l'évaporation des eaux chargées de matières salines.

X. La foudre n'est autre chose qu'un phénomène électrique. Ses effets ne diffèrent de ceux que nous produisons avec nos batteries électriques que par leur plus grande intensité.

XI. Le choc en retour est la commotion violente et quelquefois mortelle que subissent l'homme et les animaux lorsqu'ils cessent tout à coup d'être sous l'influence d'un nuage orageux d'où vient de partir la foudre.

XII. Les paratonnerres sont des appareils destinés à préserver les édifices des effets de la foudre. Leur construction et leur théorie reposent sur l'électrisation par influence et sur le pouvoir des pointes.