tunes, alors même qu'elles seraient sans danger; 2º les pointes déchargent les nuages à une distance plus grande que les boules; ainsi la pointe d'une aiguille tenue à 8 centimètres de la bouteille de Leyde la déchargera sans danger et sans explosion; une boule ne produirait certainement pas le même effet. On décharge presque instantanément et sans danger une batterie électrique, en lui présentant l'extrémité d'une corde en paille communiquant avec le sol, en raison des mille aspérités des brins de paille.

Les brins d'herbe, les épis et autres objets terminés en pointe, aident à soutirer l'électricité des nuages.

1165. Quel est le meilleur système de paratonnerre? — Celui de sir Snow-Harris, d'abord, qui établit la communication directe avec le sol, non par des chaînes plus ou moins flottantes, mais par des lames de cuivre incrustées dans la toiture et les murs de l'édifice, ou dans les mâts et les vergues des navires, sans que jamais le contact des lames consécutives puisse être interrompu; le paratonnerre aussi, à pointes effilées multiples, de M. Perrot, de Rouen, tant perfectionné par M. Melsens de Bruxelles, qui protège une zone circulaire de diamètre beaucoup plus grand.

CHAPITRE II

Électricité dynamique.

1. - FAITS PRINCIPAUX DE L'ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE.

1166. Quel est l'APPAREIL au moyen duquel furent d'abord étudiés les phénomènes de l'ÉLECTRICITÉ DYNA-MIQUE? — C'est la pile de Volta. Galvani, professeur d'anatomie à Bologne, par une expérience célèbre sur des grenouilles mortes, avait, en 1786, appelé l'attention sur une nouvelle catégorie de phénomènes électriques, que l'on réunit encore quelquefois sous la dénomination de galvanisme. Volta, professeur de physique à Pavie, construisit, pour expliquer ces phénomènes, un appareil composé de disques de cuivre et de zinc soudés ensemble, qu'il empila les uns sur les autres, en interposant des rondelles de drap imbibées d'eau acidulée. Cette disposition explique la dénomination de pile, qui fut donnée à cet appareil et par la suite à d'autres de formes très différentes, mais ayant le même but, celui de provoquer la séparation des deux fluides électriques, le fluide positif se portant sur les disques de zinc tournés tous d'un même côté, et le fluide négatif sur les disques de cuivre, en sorte qu'au dernier disque de zinc correspond le pôle positif de la pile, et au dernier disque de cuivre, le pôle négatif. Si l'on met en communication les deux pôles, en réunissant deux fils métalliques fixés à ces deux pôles, il s'établit un courant continu qui caractérise alors essentiellement l'état dynamique de l'électricité. Le cuivre soudé au zinc est le pôle négatif.

1167. Quelles sont les principales MODIFICATIONS qui ont été apportées à la pile primitive de Volta? — On remplaça d'abord la pile verticale par une auge horizontale, dans laquelle des couples cuivre et zinc étaient disposés comme des cloisons entre lesquelles on mettait de l'eau acidulée. Un peu plus tard, afin de pouvoir ne mettre les couples cuivre et zinc en contact avec l'eau acidulée qu'au moment de l'expérience, on remplaça l'auge par des bocaux de verre juxtaposés, qui contenaient l'eau acidulée cuivre et zinc et dans les-

quels, au moment voulu, on plongeait les couples, fixés à une traverse de bois qu'on plaçait plus haut dans l'intervalle des expériences.

1168. A quelle cause attribue-t-on la SÉPARATION des deux fluides dans les différentes piles? — On crut d'abord que cette séparation des fluides était produite par le contact des deux métaux; on pense aujourd'hui qu'elle tient surtout à l'action chimique de l'eau acidulée sur les métaux, dont l'un prend le fluide positif et l'autre, le négatif. En réalité, le contact des métaux commence, l'action chimique continue.

1169. Quelles sont les principales piles à deux liquides? - Pile de Daniel. Chaque couple comprend: 1º un vase de verre rempli d'une dissolution saturée de sulfate de cuivre, dans laquelle plonge un cylindre de cuivre rouge, ouvert à ses deux bouts et percé latéralement d'un certain nombre de trous, portant à sa partie supérieure une galerie percée aussi de petits trous, plongeant dans la solution et contenant des eristaux de sulfate de cuivre, qui se dissolvent à mesure que la pile fonctionne; 2º à l'intérieur du cylindre de cuivre un vase poreux en terre de pipe dégourdie, plein d'eau acidulée avec de l'acide sulfurique; 30 dans l'acide sulfurique étendu d'eau un cylindre de zinc. Les deux pôles sont deux lames de cuivre ou laiton, soudées l'une au cylindre de cuivre (pôle positif), l'autre au cylindre de zinc (pôle négatif); dès que les deux pôles ou lames communiquent entre elles, l'action commence.

Pile de Bunsen. Chaque élément de cette pile comprend un bocal de faïence ou de verre, que l'on remplit d'eau et d'acide sulfurique. Dans ce bocal plonge une plaque cylindrique de zinc, à laquelle est fixé le conducteur ou électrode positive. En dedans de ce cylindre se trouve un vase poreux en terre de pipe, rempli d'acide azotique, dans lequel plonge un cylindre de charbon préparé de manière à être très bon conducteur, et auquel est adaptée l'électrode négative. Dès que les deuxélectrodes sont mises en communication, l'eau acidulée attaque le zinc, qui se charge de fluide positif, et le fluide négatif, repoussé, va, à travers le vase poreux, se porter sur le charbon. Ainsi s'établit le courant électrique, tandis que des réactions chimiques, dont le détail ne saurait trouver place ici, empêchent les deux liquides de s'altérer sensiblement. Il va sans dire que, dans cette pile, comme dans les autres, on emploie, en les faïsant communiquer entre eux, un nombre d'éléments proportionné à la puissance des effets que l'on veut obtenir.

La Pile Tommassi est une pile Bunsen grandement perfectionnée. L'acide nitrique est remplacé par un mélange de nitrate de potasse et d'acide sulfurique, qui ne dégage que très peu d'acide nitreux, ou d'autres vapeurs délétères; les zincs sont amalgamés dans l'acte même de la fusion; grâce à leur forme de cylindres cannelés et à leur nombre, la surface de l'élément positif est accrue dans une proportion énorme, etc. Cette pile est surtout destinée à produire économiquement l'éclairage domestique et public à la lumière électrique. Elle fonctionne très longtemps et très économiquement sans avoir besoin d'être renouvelée.

La Pile de Grove diffère de la pile de Bunsen en ce que le charbon est remplacé par un cylindre ou une lame de platine qui est l'élément négatif.

Dansla pile au bichromate de potasse, l'acide azotique du vase poreux est remplacé par la solution suivante : eau, 900 grammes; bichromate de potasse, 60 grammes; acide sulfurique, 50 grammes.

Dans la pile au sulfate de mercure, l'acide sulfurique dilué du vase extérieur est remplacé par une dissolution de sel marin, et l'acide nitrique du vase poreux par une dissolution de bisulfate de protoxyde ou de bioxyde de mercure.

La pile Callaud est une pile de Daniel, dans laquelle on obtient, sans vase poreux et sans diaphragmes, la séparation des deux liquides par une différence de densité.

Dans la pile Minotto, la séparation des deux liquides est rendue plus complète par l'addition d'une couche de sable un peu gros, placé au-dessous du sulfate de cuivre.

La pile Louis Maiche, la plus excellente de toutes pour la télégraphie électrique, a pour éléments du charbon platiné, concassé, et du zinc amalgamé plongeant dans une solution de chlorhydate d'ammoniaque; elle fonctionne presque indéfiniment et économiquement.

La pile Léclanché, très excellente aussi, mais beaucoup moins économique, est composée d'un mélange de
peroxyde de manganèse et de charbon de cornue,
concassés ou broyés, tassés dans un vase poreux autour
d'une large lame de charbon : le vase poreux plonge
dans une solution de chorhydrate d'ammoniaque; un
simple fil de zinc sert d'électrode positive. Au mélange
de peroxyde de manganèse et de charbon de cornue,
M. Léclanché a substitué avec avantage des agglomérés à la presse hydraulique, sous forme de plaques
accolées à une lame de charbon de cornue.

1170. Que sont les piles thermo-électriques? — On appelle ainsi des piles dans lesquelles la chaleur est la source de l'électricité. Supposez que l'on soude en zigzag, une série de lames métalliques alter-

nativement en cuivre et en bismuth: si l'on vient à réunir par un fil conducteur les deux éléments de la ligne brisée ainsi établie, et que l'on chauffe toutes les soudures situées d'un même côté de cette ligne, on constatera la production d'un courant électrique. En substituant au bismuth du fer étamé, et au cuivre un alliage de cuivre et d'antimoine, M. Clamond a construit des thermo-piles gigantesques formant une sorte de calorifère, avec lesquelles il espère produire en grand la chaleur, l'électricité et la lumière électrique.

1171. Qu'est-ce que la pile secondaire de M. Planté? — Chaque élément est formé de deux longues et larges lames de plomb, roulées en hélice, séparées par une toile grossière, et plongées dans l'eau acidulée au 10° par l'acide sulfurique. Cette pile n'est pas destinée à engendrer l'électricité, mais à accumuler, à condenser, à garder en réserve pour la faire agir, l'électricité d'une autre pile, la pile de Bunsen, par exemple; c'est pourquoi on l'a appelée secondaire. Elle peut rendre de grands services dans un grand nombre d'applications.

2. - APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE.

1172. Quels sont les principaux EFFETS de l'électricité dynamique? — Un courant électrique, en traversant un corps vivant, y produit des séries de commotions, dont la médecine tire quelquefois un grand parti. Ce courant détermine même des mouvements étranges dans un corps mort, pourvu que la mort soit récente. Il fait naître aussi, dans certains cas, une chaleur d'une grande intensité; mais ce qu'il importe surtout de signaler ici, c'est: l'action chi-

mique des courants électriques, et son emploi dans la galvanoplastie, la dorure ou l'argenture et la lumière électriques.

1º Action chimique des courants électriques.

1173. En quoi consiste surtout l'Action Chimique des courants électriques? - Le courant électrique est l'agent le plus puissant des décompositions chimiques. En faisant arriver dans un vase contenant de l'eau, deux électrodes, et les recouvrant de deux petites cloches de verre, on détermine la décomposition de l'eau. L'oxygène se rend dans la cloche où aboutit le conducteur positif, l'hydrogène dans l'autre cloche, le volume de l'hydrogène étant toujours double de celui de l'oxygène; en sorte que, par ce procédé si simple, on a, non seulement l'analyse qualitative, mais encore l'analyse quantitative de l'eau. C'est aussi par le courant électrique que Davy a décomposé la potasse, la soude, la chaux, etc., et découvert plusieurs métaux, le potassium, le sodium, etc., dont on ne soupconnnait pas l'existence.

2º Galvanoplastie.

1174. En quoi consiste la GALVANOPLASTIE? — La précipitation des métaux de leurs dissolutions salines par l'action de la pile, a fait naître cet art merveilleux, qui permet d'obtenir, sans difficulté, sans travail, des reproductions métalliques parfaitement exactes de sculptures, bas-reliefs, clichés typographiques, planches gravées, etc. On commence par prendre une empreinte de l'objet que l'on veut reproduire. Cette empreinte qui, lorsque l'objet est trop grand, se prend par parties, peut être, suivant les cas, en métal de

d'Arcet, en stéarine, en plâtre, en gutta-percha, etc. Quand la substance employée n'est pas conductrice, on enduit de plombagine l'intérieur du moule. Cela fait, si le fac-similé doit être en cuivre, on suspend le moule dans une dissolution concentrée de sulfate de cuivre, en le suspendant à un fil de cuivre qu'on a soin de mettre en contact avec la plombagine et qu'on accroche au conducteur communiquant avec le pôle négatif d'une pile. Au conducteur qui communique avec le pôle positif, on suspend une plaque de cuivre, destinée à fournir les molécules de métal qui devront remplacer celles précipitées de la dissolution. Les choses ainsi disposées, c'est à l'électricité de faire le reste, et son travail dure environ quarante-huit heures.

3º Dorure et argenture électriques.

1175. Comment s'opèrent la DORURE, l'ARGENTURE et le NICKELAGE électriques? - Prenons une dissolution de laquelle, sous l'action de l'électricité, il se précipite de l'or, et suspendons dans ce bain, à l'électrode négative d'une pile, un objet d'argent, de cuivre, de laiton, de bronze ou de maillechort. Les molécules d'or qui se précipiteront par l'effet du courant adhéreront fortement au métal plongé dans le bain, et, quand on jugera que la couche d'or a une épaisseur suffisante, on n'aura plus qu'à brunir. On voit que la dorure électrique tient aux mêmes causes que la galvanoplastie, dont elle ne diffère que par l'adhésion des molécules d'or au métal sur lequel elles se déposent. Toutefois, cette adhésion n'aurait pas lieu si l'on essayait d'opérer sur du fer, de l'acier ou de l'étain. L'argenture s'opère de la même manière, et ne diffère de la dorure que par la composition du bain. Ce qu'on a trouvé de mieux jusqu'ici, c'est: pour la dorure, 1 gramme de chlorure d'or et 10 grammes de cyanure de potassium, dans 200 grammes d'eau; pour l'argenture, 1 gramme de cyanure d'argent et 10 grammes de cyanure de potassium dans 250 grammes d'eau.

Le nickelage consiste à recouvrir d'une couche galvanique de nickel la surface des métaux oxydables, le fer, l'acier, etc., pour les défendre de toute altération; on opère, comme pour la dorure. Le meilleur bain est une solution saturée dans l'eau distillée, de sulfate double de nickel et d'ammoniaque pur; la pièce à nickeler se suspend au pôle négatif, la barre de nickel destinée à restituer au bain le métal disparu est suspendue au pôle positif.

1176. Qu'est-ce que la plume électrique d'Edison?— Son organe essentiel est un porte-crayon avec lequel on écrit, et dans lequel se meut, animée d'un mouvement de va-et-vient très rapide, une aiguille qui perfore le papier de trous infiniment rapprochés, partout où le porte-crayon a passé. Le mouvement de va-et-vient est communiqué à l'aiguille par un petit électro-moteur relié par deux fils aux pôles d'une pile à bichromate de potasse. Quand la minute ou la lettre écrite par points a été obtenue, on la place dans un châssis sur une feuille de papier blanc, et il suffit de la frictionner par derrière avec un rouleau imprégné d'encre grasse, pour obtenir le fac-similé immédiatement et sans préparation.

1177. Qu'est-ce que le briquet ÉLECTRIQUE? — Le briquet électrique de MM. Voisin et Dronier se compose essentiellement d'une petite pile au bichromate de potasse, laquelle, quand on presse un bouton, devient active, et envoie son courant dans un fil de platine

placé au milieu d'une lampe à essence de pétrole; le fil rougit, enflamme la vapeur de pétrole et la mèche s'allume.

4º Lumière électrique.

1178. Comment s'obtient LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE? On fait communiquer les deux pôles d'une forte pile Bunsen avec deux cônes de charbon de cornue, tenus à une petite distance l'un de l'autre au moyen d'un appareil régulateur qui a pour moteur le courant électrique lui-même. Dès que le courant commence à passer, le charbon négatif s'illumine le premier, mais le charbon positif le dépasse bientôt par son éclat, et on observe que des molécules de ce charbon sont sans cesse emportées sur l'autre. Ces molécules devenues incandescentes déterminent la formation d'un arc éblouissant qui s'établit entre les deux cônes. Cette lumière, la plus vive que l'on connaisse après celle du soleil, dont elle est même une fraction appréciable, a comme elle la propriété d'être décomposée par le prisme et de produire un spectre, de s'appliquer à la photographie, où elle produit de magnifiques épreuves, enfin de provoquer le développement de la matière verte des végétaux.

1179. Puisque la lumière électrique offre tant d'avantages, pourquoi ne la substitue-t-on pas au gaz?

— On trouve que son extrême vivacité la rend fatigante et même dangereuse pour la vue. Ce qui surtout empêche qu'elle ne soit encore adoptée, c'est l'élévation de son prix de revient quand on la demande à la pile. Déjà on l'emploie avec grand succès pour les phares et l'éclairage des grandes usines, en demandant l'électricité à des machines magnéto-électriques, qui l'engendrent à très bas prix.

1180. Lampes électriques à incandescence. - L'éclai-

rage électrique se fait par l'arc lumineux qui va d'un pôle à l'autre des régulateurs. Les meilleurs sont ceux de Serrin et de Duboscq. Il est d'autres lampes, celles de Reynier, de Werderman, etc., où l'éclairage se fait par la simple incandescence d'un petit crayon de cornue glissant au contact sur une masse plus grosse, aussi de charbon de cornue. Pour obtenir un éclairage de longue durée, M. Tommasi a eu l'heureuse idée de construire sa lampe sur le principe du revolver, en l'armant de cinq charbons de 30 centimètres de longueur qui, en s'allumant tour à tour, éclairent pendant 8 ou 10 heures. On obtient encore la lumière électrique avec de petits appareils appelés bougies; la plus connue est celle de M. Jabloshkoff, formée de deux charbons bien droits, séparés par une lamelle isolante, susceptible de se fondre et de se volatiliser sous l'influence du passage du courant électrique, en même temps que le courant illumine les deux charbons. Comme le charbon positif s'use deux fois plus vite que le charbon négatif, la bougie ne fonctionne régulièrement que lorsque le courant qui l'alimente est alternativement positif et négatif. Les bougies Wilde, Lavaud de Lestrade, Jamin, etc., sont des modifications plus ou moins heureuses de la bougie Jabloshkoff.

CHAPITRE III

Électro-magnétisme.

1. - NOTIONS SUR L'ÉLECTRO-MAGNÉTISME.

1181. Qu'appelle-t-on ÉLECTRO-MAGNÉTISME?—L'étude des rapports intimes qui existent entre le magnétisme et l'électricité dynamique.

1182. Quelle est, d'une manière générale, la nature de ces RAPPORTS? - En 1819, M. Œrstedt, professeur de physique à Copenhague, découvrit qu'un courant électrique agissait à distance sur une aiguille aimantée, et tendait à lui faire prendre une direction perpendiculaire à celle du conducteur dans lequel passe le courant. On reconnut, bientôt après, que, réciproquement, un aimant agissait d'une manière analogue sur un conducteur mobile parcouru par un courant, et enfin que deux conducteurs mobiles parcourus par des courants exerçaient l'un sur l'autre des actions fort remarquables, dont l'étude amena notre grand physicien Ampère à émettre comme très probable l'idée qu'un aimant doit toutes ses propriétés à des courants électriques qui circuleraient perpendiculaires à son axe. La terre, elle-même, devrait son action sur les aimants à des courants circulant sans cesse autour d'elle de l'est à l'ouest, parallèlement à l'équateur magnétique, courants produits par les variations de température qui résultent de l'action successive des rayons solaires sur les différentes parties de la surface du globe. A l'avantage de rendre très bien compte des faits, cette belle théorie joignait celui de faire faire à la science un grand pas vers la simplification, vers l'unification, qui sont le caractère de tout vrai progrès.

NOTIONS.

1183. Il suffirait donc de produire autour d'une SUBSTANCE MÉTALLIQUE des courants parallèles et de même sens, pour en faire un AIMANT? — C'est en effet ce qui a lieu: on enroule en hélice un fil conducteur isolé formé de substance non magnétique, par exemple, de cuivre recouvert de soie ou de coton, et, lorsque cet appareil, appelé solénoïde, est parcouru par un courant électrique, il présente toutes les pro-