



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>



GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Eng
94
4



*À Monsieur
Jugeot, général de l'École Nationale des mines*

*Hommage respectueux et sympathique
de l'auteur*

Georges Barral

ce 18 Février 1891 Paris

*et
De l'Inventeur confus ditre tout et
si bien loué.*

G. Geauvre

HISTOIRE

D'UN

INVENTEUR



GUSTAVE TROUVÉ

Né le 1^{er} janvier 1839 à La Haye-Descartes (Indre-et-Loire)

D'après le portrait exécuté par M. Fernand de Launay,
Admis au Salon des Beaux-Arts de Paris en 1839.

HISTOIRE
D'UN
INVENTEUR

EXPOSÉ
DES DÉCOUVERTES ET DES TRAVAUX
DE M. GUSTAVE TROUVÉ
DANS LE DOMAINE DE L'ÉLECTRICITÉ

PAR
GEORGES BARRAL

ÉDITION ENRICHIE
*D'un portrait, de dessins originaux de M. Gustave Trouvé
avec 280 gravures dans le texte.*

PARIS
GEORGES CARRÉ, ÉDITEUR
58, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 58

1891

Eng 99.4-



DEGRAND FUND

PRÉFACE

L'Éditeur de cet ouvrage désirant, à propos de l'*Exposition universelle de 1889* et de la célébration du premier Centenaire de 1789, rendre un hommage aussi complet que possible au nouvel esprit scientifique qui règne aujourd'hui dans le domaine si vaste des découvertes, et voulant présenter en même temps le tableau achevé et vivant de l'Inventeur, ce véritable souverain de la Société renouvelée, nous a demandé de lui indiquer quel était le savant qui, à l'heure présente, répondait le mieux, par le genre de ses travaux, sa renommée et son caractère, à la réalisation de cette pensée.

Ayant eu le précieux privilège, par notre situation, d'assister, dès le début, au développement successif des recherches pratiques et des inventions innombrables de M. Gustave Trouvé, nous avons signalé à son attention l'œuvre féconde et remarquable de ce savant et de ce praticien d'une si rare valeur. M. Gustave Trouvé, en effet, a su joindre admirablement bien la pratique à la théorie, et il synthétise d'une façon sans précédent les qualités multiples qui constituent le caractère spécial de l'Inventeur moderne.

Cette *Histoire d'un Inventeur* est aussi un livre de science attrayante, car M. Gustave Trouvé a touché au côté artistique, luxueux et amusant de l'électricité, tout en créant les applications domestiques les plus utiles et en résolvant les problèmes les plus profonds de la haute mécanique électrique.

Il va sans dire qu'en déroulant le panorama auquel le

lecteur va assister, nous n'avons pu séparer l'homme de ses inventions, tellement l'existence de M. Gustave Trouvé est absorbée, chez lui, par le don naturel de l'invention. Il crée sans cesse, il crée tout ce qu'il a besoin pour donner une forme palpable à ses idées.

Nous avons emprunté les principaux traits de notre récit à notre propre et constante observation et aux nombreuses biographies et études parues dans les publications périodiques les plus répandues de la France, de l'Angleterre, de l'Amérique, de l'Allemagne, de l'Italie, de l'Espagne, de la Grèce, etc., qui s'occupent du mouvement des sciences pures et appliquées.

A chaque page des chapitres de cet ouvrage, gravissant tous les degrés de la science électrique qui touche aujourd'hui à tous les sujets, à tous les besoins, le lecteur rencontrera la personnalité très attachante de M. Gustave Trouvé. Nous voulons, au préalable, qu'il puisse faire la connaissance de notre inventeur, en lisant une appréciation qui n'émane point de nous, et que nous empruntons à notre distingué confrère de la presse scientifique, M. Anatole Huot, directeur de l'*Encyclopédie contemporaine*. Elle résume, au reste, d'une façon vive et concrète, l'enseignement des travaux de M. Gustave Trouvé; et elle préparera bien le lecteur au développement des descriptions techniques et à l'examen des dessins nombreux qui ont été exécutés sur les originaux de M. Gustave Trouvé, ce qui en augmente extrêmement la valeur et en assure l'exactitude. Voici cette appréciation aussi instructive que véridique :

GUSTAVE TROUVÉ

« Si nous n'accompagnons d'aucune qualification le nom que nous mettons en tête de cette notice, c'est que Gustave Trouvé est aujourd'hui universellement connu.

« Dans le domaine de la mécanique et de l'électricité, Gustave Trouvé a attaché son nom à des découvertes qui ont enrichi la science, les arts et l'industrie de conquêtes inappréciables.

« Un journal scientifique de Londres écrivait naguère ces quelques mots qui, dans une courte formule, indiquent la haute valeur que le monde savant attache à l'œuvre de notre compatriote : *If England has Swan, America Edison, France has Trouvé.* — *Si l'Angleterre a Swan, l'Amérique Edison, la France a Trouvé.*

« Aussi le savant tourangeau peut-il se permettre de signer ses œuvres de la devise d'Archimède : euréka (εὕρηκα) mot grec qui signifie exactement : *j'ai trouvé*, et traduit ainsi très fidèlement la prononciation de la signature : *G. Trouvé.*

« Nos confrères de l'ancien et du nouveau monde ont déjà cent fois publié la biographie de Gustave Trouvé. On la retrouve dans les journaux scientifiques de Paris, de Londres, de New-York (1), etc., etc., traduite dans presque toutes les langues et avec des éloges sans réserve, qui rendent notre tâche d'autant plus facile, puisqu'en étudiant à notre tour l'édifiante carrière de cet infatigable chercheur, nous ne pourrions être accusé de chauvinisme, s'il nous arrive de nous associer aux témoignages de si haute estime que son œuvre a suscités dans toutes les parties du monde.

« Nous ne pouvons que passer brièvement en revue tout ce qui a déjà été dit et écrit sur les travaux si remarquables du savant électricien, depuis le jour où, tout enfant, il fabriquait, avec une boîte à poudre, quelques débris de plomb et quelques épingles à cheveux, une petite machiné à vapeur fonctionnant parfaitement, et qu'il a conservée comme un des plus chers souvenirs de sa jeunesse studieuse et de ses débuts dans l'application de la mécanique, jusqu'à l'époque actuelle où le domaine des sciences lui est redevable des plus précieux

(1) *Les Mondes*, 25 août 1877 et 14 octobre 1882. — *Le Panthéon de l'industrie*, 9 février 1879. — *Panthéon de la Légion d'honneur*, 1882. — *L'Electricité*, 30 septembre et 30 décembre 1882. — *La Science pour tous*, 7 octobre 1882. — *Scientific American*, 9 décembre 1882. — *Revista de Terapéutica y farmacología*, mai 1883. — *La Higiéna para todos*, 15 juin et 1^{er} juillet 1883. — *La Electricidad*, 15 août 1883. — *De Indische Mercur*, 6 octobre 1883. — ΔΕΑΤΙΟΝ ΤΗΣ ΕΣΤΙΑΣ, 15 janvier 1884. — *The Electrician*, 17 mars 1884. — *Gazette des départements*, 20 et 27 septembre 1884. — *Le Travail*, 5 octobre 1884. — *La Publicidad*, 25 janvier 1885. — *Journal Barral*, 20 avril 1885. — *The Pantheon*, 2 mai 1885. — *Invention*, 11 juillet 1885. — *Avenir d'Indre-et-Loire*, 29 et 30 octobre 1886. — *Académie nationale*, mars 1887. — *The Electrician's Directory*, 1887, 1888, 1889 et 1890.

engins de lumière et de force que l'électricité ait mis aux mains de l'homme.

« Né dans le département d'Indre-et-Loire, à La Haye-Descartes, en 1839, Gustave Trouvé fit ses études au collège de Chinon. C'est à l'âge de sept ans que, sans avoir pris conseil que de lui-même, il construisit la petite machine à vapeur dont nous venons de parler, manifestant ainsi de bonne heure un goût prononcé et des aptitudes extraordinaires pour la mécanique et annonçant les dispositions merveilleuses qui allaient bientôt le faire sortir au premier rang de l'École des arts et métiers d'Angers.

« C'est en quittant cette école qu'il vint à Paris pour y travailler tout d'abord dans l'atelier d'un horloger.

« C'était, dit le *Scientific american*, un excellent apprentis-
« sage pour notre futur électricien; car c'est dans les petits
« travaux qu'excelle l'électricité, et si son domaine doit
« s'étendre, c'est seulement à la condition que le mécanicien-
« électricien ne perde jamais de vue qu'il fut horloger, et
« que ses doigts, selon l'expression de Dumas, possèdent
« depuis longtemps la force de ceux des Titans et la délica-
« tesse des doigts de fée. »

« Mais bientôt avide de prendre un libre essor et de suivre ses aspirations vers la recherche de toutes les nouvelles solutions mécaniques que lui suggérait son esprit inventif, Trouvé fonda, en 1863, un établissement où il put dès lors se livrer à des travaux personnels qui ne tardèrent pas à le rendre célèbre, en appelant l'attention de l'Académie des Sciences et même de l'Académie de Médecine; car, ainsi qu'on le verra plus loin, il a enrichi la chirurgie d'appareils merveilleux qui font partie, aujourd'hui, de la trousse de tous les médecins de l'armée.

« Si nous suivons chronologiquement ses créations successives dans le domaine de la mécanique et de l'électricité, nous sommes contraint, pour rester dans les limites de notre cadre, de ne citer que les principales.

« En 1864, il crée le *moteur électro-sphérique*, à double mouvement, destiné à la démonstration expérimentale de cette loi de Newton : *L'action est égale à la réaction et la puissance à la résistance.*

« La même année, il construit un *appareil déterminant le meilleur angle d'inclinaison d'une hélice* pour une force donnée; puis vient l'invention de son *fusil électrique* se chargeant par la culasse et dans lequel c'est le courant qui produit l'inflammation de la charge.

« En 1865 se place la création ou plutôt le perfectionnement par Trouvé de la *pile au bichromate* à un liquide, pile qu'il rend désormais énergique, *constante*, maniable, et qui lui fournit un générateur d'électricité produisant un maximum d'énergie avec un minimum de poids et de volume.

« Cette découverte est accueillie la même année avec éloges par l'Académie des Sciences, où elle est présentée par M. Becquerel, et deux ans plus tard par l'Académie de Médecine sur le rapport de M. Béclard.

« C'est encore en 1865 que, sur l'invitation de Léon Foucault, Trouvé construit son *gyroscope électrique* pour la démonstration de la rotation de la terre, et plus tard (1886) son *gyroscope électrique marin*, destiné peut-être à remplacer un jour la boussole. Ici prend place également la création de la *trousse électro-médicale* de poche avec pile hermétique à renversement qui a l'avantage de ne plus donner d'émanations et de ne plus laisser répandre les liquides, comme les piles anciennes.

« En 1869, Trouvé dote encore la médecine opératoire du *polyscope* électrique, instrument simple et ingénieux qui permet d'explorer toutes les cavités du corps humain. Sur la demande du docteur Gavarret, Trouvé construit sur le même principe l'*explorateur-extracteur* électrique qui, après avoir décelé le parcours et le lieu d'élection d'un projectile, permet d'en opérer l'extraction avec facilité. C'est cet appareil, auquel nous faisons allusion plus haut, qui, après avoir été présenté aux deux académies, est imposé, par ordre ministériel, dans les troussees chirurgicales de l'armée.

« En 1870, après avoir présenté à l'Académie des Sciences un essai très intéressant de *navigation aérienne* au moyen d'un oiseau mécanique et de deux parachutes, Trouvé, vivement frappé de l'insuffisance de notre organisation au point de vue de la télégraphie militaire, étudie sérieusement cette question importante et invente le *télégraphe portatif*, appareil

léger pouvant être porté par un homme et installé, enlevé en quelques minutes et appelé à rendre de grands services dans les avant-postes et les avant-gardes.

« Sans qu'on nous oblige à raconter ici comment furent successivement vaincues toutes les difficultés primitivement inhérentes à la production de la lumière électrique, comment de la lumière à arc voltaïque, instable, variable, incertaine, on est arrivé à la lumière fixe des lampes Swan et Edison, lumière produite par des fils portés à l'incandescence, nous nous bornerons à rappeler que c'est à Trouvé que l'on doit l'application de la lumière électrique aux usages domestiques et aux usages courants, grâce à la construction de ses *Lampes universelles de sûreté*, de la dimension d'une lanterne ordinaire, alimentées par sa pile au bichromate, légère et inversable, dont nous avons déjà parlé.

« Il convient de faire remarquer, en même temps, que la lampe Trouvé, entièrement isolée de l'air ambiant, peut éclairer tous les lieux obscurs où tout autre foyer lumineux pourrait présenter un danger d'explosion ou d'incendie. Adoptée par les pompiers de Paris et de New-York, les poudreries de Sévran-Livry et le Ripault, les écoles d'application d'artillerie et du génie de Versailles, Toul, Verdun, Epinal, Belfort, les marines étrangères et à l'exclusion de tout autre par la marine italienne, la Compagnie parisienne du gaz, etc., etc., la lampe Trouvé a déjà rendu de grands services; le jour où elle sera adoptée dans les mines, on cessera d'avoir à déplorer ces accidents et ces catastrophes si lugubres que ne peut pas toujours conjurer l'usage même de la lampe Davy.

« C'est en 1883 que fut présenté à l'Académie des Sciences, sous la forme de la lampe Trouvé, la solution vraiment pratique de l'éclairage domestique à l'électricité.

« Dans le domaine spécial de la production de la lumière, il nous reste à signaler, parmi les créations les plus intéressantes de M. Trouvé, le *photophore électrique*, déclaré, par l'Académie des Sciences, supérieur à tous les instruments dont ait disposé jusque-là la laryngoscopie; puis les *appareils d'éclairage électrique des liquides*, appareils qui rendent de très grands services, dans les laboratoires, aux physiolo-

gistes, aux botanistes, aux chimistes, aux micrographes, et qui furent présentés en 1885, avec éloges, par M. de Lacaze-Duthiers, devant l'Académie des Sciences.

« Signalons, pour terminer la série des créations lumineuses, les *bijoux électriques* pour lesquels M. Trouvé a imaginé une petite *pile hermétique* de la dimension d'une cigarette ou d'un petit portefeuille, pouvant tenir dans la poche du gilet et qu'il suffit d'actionner du bout du doigt pour faire jaillir des étincelles des facettes des bijoux mis en communication avec la pile. Signalons aussi les *bijoux électro-mobiles* : des oiseaux en or ou en diamant, une tête de mort grimaçant, un petit lapin battant du tambour, un singe jouant du violon, une araignée, grandeur nature, marchant et parcourant un plateau; puis le *presse-papier électrique*, dans lequel une petite pile donne la vie à des oiseaux, insectes, papillons, agitant leurs ailes comme animés du souffle vital.

« Mais nous avons hâte d'arriver à l'une des plus importantes applications de l'électricité motrice, ce qui nous oblige à dire un mot du *moteur Trouvé*.

« Spécialement construit dans le but d'obtenir une grande force avec le moins de poids et de volume possibles, ce moteur a produit une véritable révolution dans la *navigation de plaisance* et l'*aérostation électrique*. La puissance développée est vraiment remarquable, car le cheval-vapeur est donné par un moteur de 15 kilogrammes. La légèreté croit encore avec la puissance du moteur. C'est ainsi qu'un moteur de 10 chevaux ne pèse plus que 100 kilogrammes seulement. Nous verrons plus loin que M. Trouvé ne s'en est pas tenu là et qu'il a encore construit des moteurs plus légers.

« M. Trouvé a joint à son moteur un générateur électrique réunissant les mêmes avantages de légèreté, solidité, puissance, et qui n'est autre chose qu'une *pile au bichromate de potasse à auge et à treuil*, composée de six éléments et disposée de manière à donner la quantité voulue de courant, suivant qu'on plongera plus ou moins les éléments dans le liquide excitateur.

« Parmi les nombreuses applications du moteur Trouvé, citons le *tricycle électrique*; mais l'une des plus heureuses et

des plus fécondes en promesses pour l'avenir est, sans contredit, celle qui concerne la *navigation de plaisance*.

« Après une série de tâtonnements et de recherches, M. G. Trouvé est arrivé, en effet, à appliquer d'une manière vraiment pratique son générateur et son moteur au premier bateau venu, au moyen du *gouvernail moteur-propulseur*, qui laisse la pile seule à l'intérieur du bateau, reléguant à l'arrière et au dehors tout le système de propulsion et de direction. Après diverses dispositions adoptées dans le principe, c'est l'hélice qui a pris définitivement la place ordinaire du gouvernail, celui-ci étant un peu repoussé à l'arrière et le moteur placé au-dessus de l'hélice communiquant avec elle par une chaîne Galle ou Vaucanson qui se déroule verticalement; tout le système, enfin, étant relié par deux fils seulement à la pile, qui trouve facilement sa place sur le bateau, sous un banc ou dans une caisse quelconque.

« C'est le moment de faire connaître un *nouveau système de construction de l'hélice* qui montre à quel point M. Trouvé joint aux connaissances théoriques les plus élevées un esprit pratique et professionnel des plus rares.

« A l'aide d'un tour parallèle ordinaire, M. Trouvé trace une rainure hélicoïdale sur un cylindre d'un diamètre égal à celui du noyau de l'hélice, puis il implante dans les rainures des baguettes de métal qui, serrées fortement l'une contre l'autre, engendrent une surface gauche qu'il rend indéformable en réunissant toutes les baguettes entre elles par de la soudure ou un métal très fusible. Il réalise ainsi sans difficulté et à peu de frais la construction d'un hélicoïde de pas déterminé voulu. C'est, en quelque sorte, la génération de l'hélice par elle-même.

« L'admirable et ingénieuse simplicité de ce procédé a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, en date du 12 juillet 1886.

« Les progrès que M. Trouvé a fait faire à l'aérostation en créant l'*hélicoptère* et l'*aéroplane électriques* ne sont pas moins importants. Nous avons déjà dit qu'en créant son moteur, il avait voulu joindre à une solidité absolue une grande légèreté; c'est cette dernière qualité qui, portée à un point extrême, fera la valeur du moteur dans ses applications aérostatiques.

« M. Trouvé est parvenu à construire un de ces petits moteurs ne pesant pas plus de 0 kilogr. 090, quoique développant une force de 2 kilogrammètres. Celui qu'il a fourni à M. Gaston Tissandier, lors de sa première expérience de ballon dirigeable, ne pesait que 230 grammes et produisait 1 kilogrammètre et demi environ. Ce minuscule moteur est entièrement *construit en aluminium* pour plus de légèreté, à part cependant les parties dont le rôle électro-magnétique exige l'emploi du fer; ce moteur peut tenir dans un cube de 3 centimètres de côté et se soulever à 22 mètres de hauteur en une seconde. Si on le dispose en aéroplane en y adaptant une hélice, il se lève rapidement de tout son poids. Ce moteur est, d'ailleurs, construit sous diverses dimensions, et le calcul indique que, si on lui donne des proportions telles qu'il puisse rendre au dynamomètre une force d'un cheval, c'est-à-dire 75 kilogrammètres, son poids ne dépasse pas 3 kilogr. 500.

« Ces petits moteurs sont très précieux pour faire des expériences d'aérostation et des études sur les hélices aériennes, et leur création peut devenir le point de départ de progrès considérables et des découvertes les plus fécondes dans la science aérostatique.

« D'ailleurs, toujours à l'affût de nouvelles combinaisons, M. Trouvé a imaginé une balance légère servant à constater et à mesurer les forces élévatoires de ses moteurs électriques. Elle se compose de deux longs bras équilibrés montés sur un pied au travers duquel passent les fils conducteurs; à l'extrémité de l'un des bras est placé le moteur armé de son hélice, à l'autre bras sont les poids antagonistes. Ce petit instrument est d'un grand secours dans les expériences ayant pour but, soit de déterminer les meilleures formes à donner à une hélice, soit de vérifier la force et la légèreté des moteurs avant de les employer.

« Citons encore un nouveau *commutateur-interrupteur*, à l'aide duquel l'opérateur évite toute espèce de secousse dans l'emploi des courants énergiques; puis, un *auxanoscope électrique* permettant d'opérer toutes sortes d'agrandissements de dessins et de photographies sans avoir recours à aucun cliché transparent, ainsi qu'on peut s'en rendre compte

par notre gravure où l'auxanoscope placé sur une table fait apparaître sur un écran la photographie de Chevreul.

« L'auxanoscope à double foyer lumineux ne diffère du précédent que par l'adjonction d'un second corps de cylindre armé, comme le premier, d'une lampe à incandescence placée au foyer d'un second réflecteur parabolique.

« Terminons cette étude en rappelant que, dans ses séances du 26 et 28 septembre 1887, le Congrès des Sciences de Toulouse, dans les 3^e et 4^e sections (génie civil et militaire, navigation, physique), a reçu de M. G. Trouvé les communications les plus intéressantes sur les divers appareils que nous venons d'examiner, communications qui ont été accompagnées par le savant électricien de démonstrations et d'expériences concluantes.

« M. Trouvé y a présenté notamment ses nouveaux *polyscopes électriques*, son *photophore*, sa *lampe électrique universelle*, son *petit moteur* de 90 grammes avec son hélice, son *interrupteur de courant* à déclenchement, son *auxanoscope* et enfin son *gouvernail moteur propulseur* avec lequel il a sillonné la Garonne sur un bateau de la *Société d'émulation nautique*. Ajoutons que plus de cent cinquante membres de cette Société ont pu prendre place, par groupes de trois ou quatre, sur cette embarcation électrique improvisée en moins de cinq minutes.

« L'Académie des Sciences, dans ses séances du 23 juin et du 18 août 1890, recevait encore de M. G. Trouvé diverses communications sur des appareils de la plus haute importance : le *dynamomètre universel* à lecture directe du travail et à indications tachymétriques à distance et sur plusieurs points à la fois, sa *lampe des mineurs* et son *orygmatoscope*, instrument du plus bel avenir et dont le but est de permettre l'examen des couches géologiques traversées par les sondes exploratrices.

« Comme on le voit, M. Gustave Trouvé a abordé avec succès les problèmes les plus intéressants qu'aient pu soulever les applications de l'électricité à la mécanique, et il est permis de considérer l'œuvre de ce chercheur infatigable, de ce savant consciencieux comme une de celles qui honorent le plus notre pays; car il a contribué, par ses travaux sans

nombre, dont nous avons à peine indiqué la dixième partie, à doter l'activité humaine des moyens d'action les plus puissants dont elle dispose dans le vaste domaine des sciences, des arts et de l'industrie. »

En terminant cette préface nécessaire, mais courte, nous aurions voulu mettre aussi à l'abri de toute susceptibilité la trop excessive modestie de M. Gustave Trouvé.

Nous-même, pris de scrupules vis-à-vis de nos lecteurs et de notre éditeur et dans la crainte qu'on ne nous accuse d'un enthousiasme inconsidéré pour les beaux travaux et le génie inventif si fécond de M. Gustave Trouvé, nous avons tenu à signaler, par ordre chronologique, à la suite de nos conclusions finales, tous les journaux et toutes les revues scientifiques où nous avons puisé à pleines mains pour la rédaction de ce volume. Nous n'avons rien inventé. Nous nous sommes contenté de consulter et de transcrire, pour ainsi dire, avec fidélité, les nombreux documents que nous avons pu nous procurer. Sans doute, à notre grand regret, il nous est échappé beaucoup de choses, surtout en ce qui concerne les publications des pays étrangers. Nous serons particulièrement reconnaissant envers ceux de nos lecteurs qui voudront bien nous signaler nos omissions et nous fournir de nouveaux renseignements. Nous les utiliserons dans une seconde édition si, comme nous l'espérons, notre ouvrage est accueilli avec faveur par un public studieux et éclairé, amoureux de cette science, si jeune encore, mais déjà si puissante de l'électricité.

Au milieu de l'énorme concours de savants que nous fréquentons, nous connaissons peu d'hommes aussi simples, aussi laborieux, aussi bons, aussi ennemis du bruit public, qu'il l'est dans tous les actes de son existence extraordinairement occupée de chercheur et d'inventeur. Cependant, nous ne pouvons nous empêcher de consigner un souvenir qui fait autant d'honneur à notre pays qu'à l'inventeur auquel il se rapporte.

Il y a quelques années, lorsque Graham Bell, l'immortel créateur du téléphone, vint à Paris, il fut accueilli avec beau-

coup d'empressement et de déférence par les Académies et le monde savant. Avant de quitter la France, il tint à rendre une visite personnelle à M. Gustave Trouvé, et il lui dit en l'abordant : « J'ai voulu vous surprendre au milieu de vos travaux que j'admire si vivement. Je veux, de plus, emporter en Amérique une collection complète de toutes vos inventions, car elles constituent pour moi l'expression la plus élevée de la perfection et de l'ingéniosité de la science électrique française. »

Après ce témoignage d'un tel homme, M. Gustave Trouvé serait vraiment mal venu de nous reprocher nos éloges, car ils ne sont que l'écho fidèle du sentiment universel.

Georges BARRAL.

Paris, ce 15 octobre 1890.

HISTOIRE

D'UN

INVENTEUR

CHAPITRE PREMIER

Le Génie de l'Invention.

Au mois de janvier de l'année 1864, l'hiver fut très vif, et pendant quelque temps le thermomètre centigrade descendit au point de congélation des eaux courantes, c'est-à-dire à 10 degrés au-dessous de zéro. Un matin, vers dix heures, d'un jour d'une de ces températures rigoureuses, si cruelles aux pauvres gens, les locataires d'un hôtel meublé de la rue Montesquieu, près du Palais-Royal, à Paris, s'étaient rassemblés dans le salon du rez-de-chaussée, autour d'un excellent feu. Un seul, parmi eux tous, manquait à la réunion. C'était un grand jeune homme, à l'œil noir et profond, à l'air méditatif, toujours travaillant, sans cesse préoccupé, aux allures simples et sympathiques, venu à Paris pour apprendre l'horlogerie de précision.

— Allez chercher Monsieur Trouvé, dit la propriétaire, une excellente femme, au cœur maternel et délicat, en s'adressant à un de ses garçons; et invitez-le à venir se chauffer.

Après quelques instants d'attente, ne voyant pas apparaître son locataire, l'hôtesse, inquiète et étonnée, se décida à monter les cinq étages qui la séparaient de la mansarde habitée par son récalcitrant client. Arrivée près de la porte, elle frappa par acquit

de conscience, et comme la clef était dans la serrure, elle pénétra aussitôt, aussi curieuse qu'effrayée de ce silence insolite.

A sa grande stupéfaction, elle aperçut alors, assis devant une petite table encombrée de menus outils, en bras de chemise, et s'épongeant le front, son hôte, tellement absorbé à édifier un mécanisme lilliputien, qu'il ne sentait ni le froid ni la faim, qu'il n'entendait aucun appel, qu'il ne s'apercevait même pas qu'une personne avait pénétré auprès de lui.

— Monsieur Trouvé, je vous en prie, vous attraperez du mal, couvrez-vous, laissez là vos inventions et descendez un instant dans notre salle qui est bien chaude.

— Ah! c'est vous, ma chère dame! Vous êtes bien bonne de vous intéresser ainsi à moi. Mais, ne vous alarmez pas : je ne songe même pas à avoir froid, je suis trop absorbé. Je crois être sur la voie assurée d'un petit moteur, qui fera des merveilles, si ma main est assez habile pour le construire comme mon esprit le conçoit.

— Il ne s'agit pas de tout cela, Monsieur Trouvé. Vous êtes un imprudent et vous allez gagner une fluxion de poitrine. C'est de la folie de rester sans feu et à peine vêtu, quand on patine sur la Seine.

— Mais je n'ai pas froid, Madame Carré. Voyez-vous, la science et les découvertes, cela anime tant la cervelle et le corps qu'on ne sent pas les morsures de la gelée. Mon sang est enflammé dans mes doigts, comme mes idées sont brûlantes dans ma tête.

Le jeune homme qui parlait ainsi avait raison. Quand l'intelligence est aux prises avec de vastes pensées, le corps se tait et suit l'impulsion de l'esprit.

Né à La Haye-Descartes, petit chef-lieu de canton de l'arrondissement de Loches, dans le département d'Indre-et-Loire, en pleine Touraine, ce jardin de la France, — comme la France elle-même est le parterre fleuri de l'Europe, — il vint au monde le 1^{er} janvier de l'année 1839, pour les lourdes étrennes de ses parents, comme répétait plaisamment son père, mais certainement, ajouterons-nous, au grand bénéfice de la science mécanique qu'il devait enrichir d'inventions et d'applications aussi nombreuses que remarquables.

Nous sommes de ceux qui croient à l'influence des milieux, à l'action des souvenirs, aux effets décisifs de l'éducation première. Le père de notre inventeur se nommait Jacques Trouvé; c'était un petit bourgeois aisé, bon cœur au fond, mais sévère et intraitable, jaloux de son autorité, ne comprenant les relations de

père à fils que comme celles de supérieur à inférieur, voulant être obéi au doigt et à l'œil, et ne supportant pas les observations. Gustave Trouvé possédait une nature expansive et sensible; il dut se replier sur lui-même, et ne trouvant pas au foyer paternel l'écho nécessaire à son âme vibrante, il se prit d'un amour pour l'étude et l'isolement exclusif.

Dès ses plus jeunes années, il montra pour le dessin et les mathématiques les plus grandes dispositions. Il se passionna surtout pour les ouvrages mécaniques qui occupent la pensée et la main. Il ne se livra que très peu aux jeux des enfants de son âge. Du matin au soir, armé d'un couteau, d'un marteau, de quelques pointes, il ne pensait qu'à construire des petits chariots, des télégraphes, des moulins, des lapins, des automates mus par des ailes que le vent enflait. Il donnait tous ces jouets ingénieux à ses camarades ébahis; petit homme de génie, il passait son temps à amuser les compagnons de son âge et il faisait l'admiration de sa mère, Clarisse Granger, qui s'évertuait à le défendre contre les gronderies et les rudesses paternelles.

Ayant à peine sept ans, il conçut un projet qui ne pouvait germer que dans l'esprit d'un enfant. Il voulut construire une machine à vapeur! Il est vrai de dire, que pour mener à bonne fin une si hardie entreprise, le petit mécanicien, si présomptueux, n'était pas cependant dépourvu de toutes ressources matérielles. Il possédait une boîte à poudre qui, dans son idée, devait lui servir de chaudière, des épingles à cheveux qu'il transformerait en bielles et en manivelles, un peu de plomb qui devait servir à procéder aux soudures nécessaires, car il était bien entendu que l'appareil ne devait fonctionner qu'à basse température.

Peut-être il est entendu dans l'esprit de mon lecteur — ou de ma charmante lectrice — que l'appareil ne devait pas fonctionner. C'est logique, essentiellement raisonnable, mais c'est contraire à la vérité. L'appareil fonctionna malgré la petitesse de ses organes et sa construction rudimentaire. M. Gustave Trouvé a conservé ce curieux souvenir de son enfance et de ses débuts dans l'art du constructeur. Pour qu'on ne révoque pas en doute un résultat si incroyable, les éditeurs de cette *Histoire d'un inventeur* ont fait dessiner, d'après l'original, cette curieuse conception d'un enfant de sept ans, et la figure 1 la représente fidèlement.

La machine était tout en bois, plomb et étain. Une de ses particularités les plus originales, et qui en constitue le sceau authentique et en marque la date historique pour les incrédules, c'est la double excentricité de l'axe exécutée pour offrir une

course suffisante à la tige des tiroirs. Le jeune mécanicien ne connaissait pas l'excentrique circulaire.

Immédiatement après la réalisation de cette petite merveille,

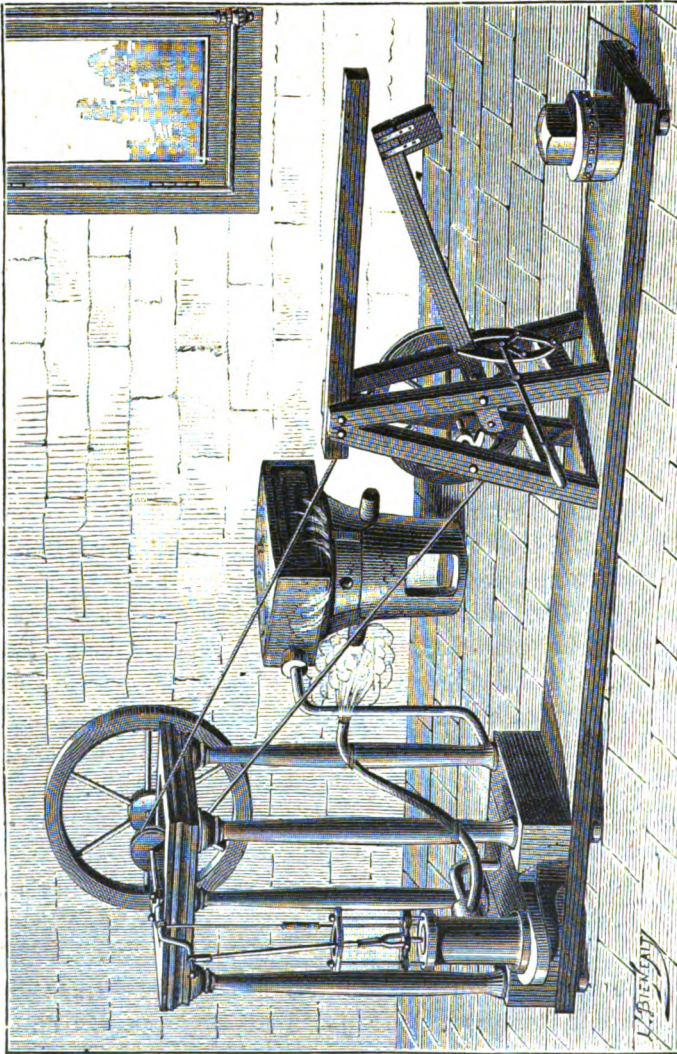


FIG. 1. — Machine à vapeur construite avec un couteau, une boîte à poudre de classe et des épingles à cheveux par M. Gustave Trouvé, à l'âge de sept ans.

l'enfant, encouragé par ce premier succès, conçut et exécuta une minuscule pompe à incendie, fonctionnant dans une boîte à sardines. Nous en reproduisons le dessin dans la figure 2. A la droite du lecteur est placée une vue en coupe du jeu des organes intérieurs, dont voici la légende explicative :

A, piston. — B, corps de pompe. — C D, lumières par lesquelles l'eau est introduite dans le corps de pompe. — E F, lumières par lesquelles l'eau est chassée du corps de pompe. — G H I J, soupapes ou clapets formés de têtes rondes d'épingles. — K, ouverture de sortie.

Les épingles placées en C D ont les tiges terminées par un anneau pour limiter leur jeu; autrement elles seraient entraînées

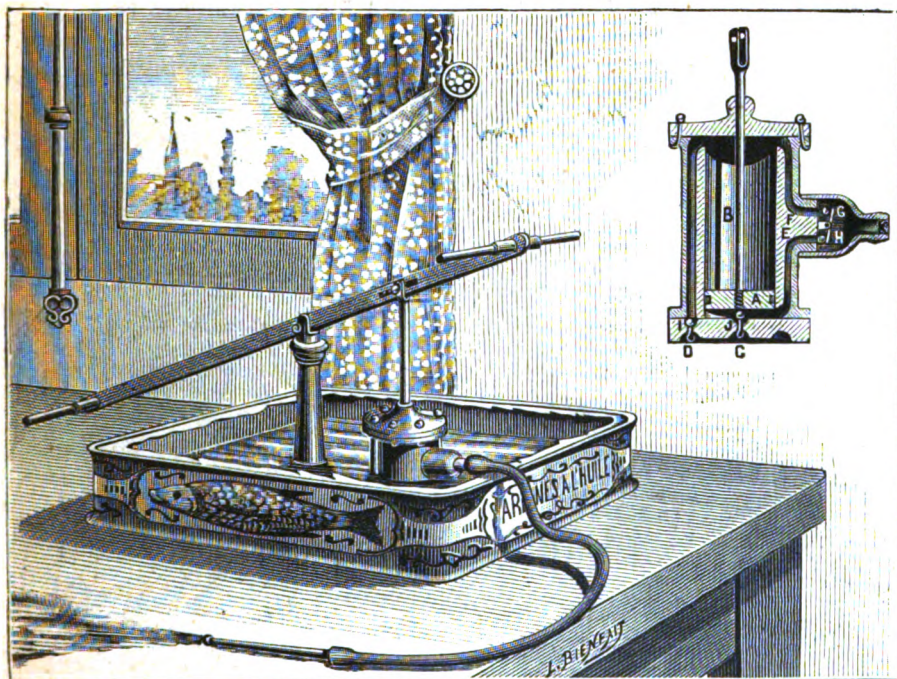


FIG. 2. — Petite pompe à incendie construite dans une boîte à sardines par M. Gustave Trouvé, à l'âge de sept ans. — A la droite du dessin, en haut, est placée une vue en coupe du jeu des organes intérieurs.

dans le corps de pompe. Voici la marche de ce petit chef-d'œuvre de mécanique pratique.

En soulevant le piston A qui est plein, l'eau du réservoir s'introduit dans le corps de pompe par la lumière C et soulève à son tour le clapet; l'air est refoulé par la lumière F en dressant le clapet et en fermant la lumière E à l'aide de la soupape H.

En abaissant le piston A, le clapet J ferme la lumière C et l'eau contenue dans le corps de pompe est refoulée par l'orifice E. Elle soulève le clapet H et abaisse le clapet G pour s'opposer au

retour du liquide dans le corps de pompe par l'orifice F. Elle sort, projetée violemment par l'ouverture K de la cloche de recouvrement. Pendant tout ce temps l'eau du réservoir formé par la boîte à sardines a suivi le mouvement du piston en pénétrant dans le corps de pompe par la lumière D. Les mêmes phases se répètent alternativement en abaissant et en soulevant le piston de façon que la projection d'eau est continue comme avec deux corps de pompe, tout en réduisant les frottements au minimum. Ce petit appareil constitue en même temps une pompe foulante et aspi-

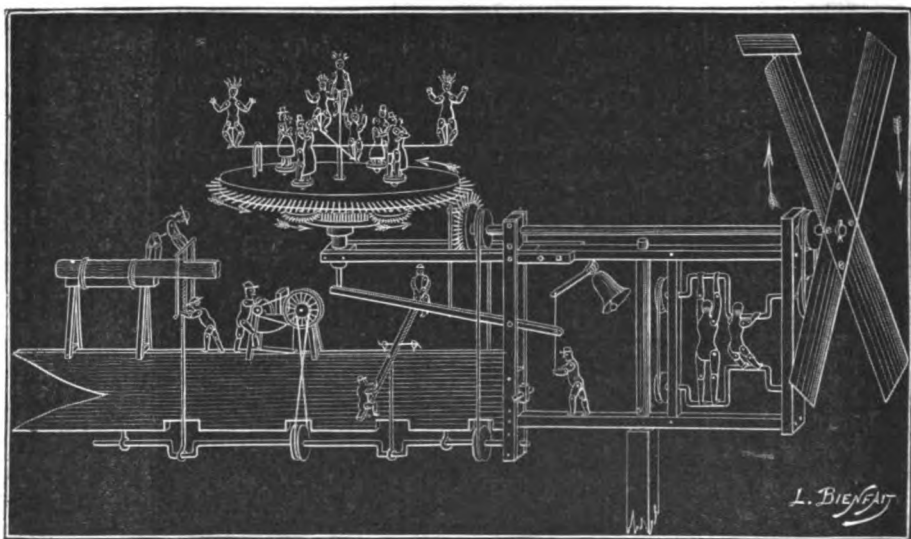


FIG. 3. — Moulin à marionnettes mu par le vent et construit par M. Gustave Trouvé, à l'âge de six ans.

rante. Nous ne pensons pas qu'il ait été jamais réalisé en grand. Il y a là évidemment un nouveau type de pompe à air et à eau.

Ces deux petites merveilles de construction avaient été pré-
oédées par un moulin à marionnettes, mû par le vent (figure 3),
formé de toutes pièces de bielles et de pignons; il imprimait des
mouvements grotesques à un certain nombre de personnages en
bois dans des attitudes variées. Ce n'était qu'un jouet, mais un
jouet mécanique qui dénotait chez le jeune constructeur une intui-
tion remarquable de la précision mathématique et une imagina-
tion vive et féconde. Ce moulin, dont on parle encore à La Haye-
Descartes, était en bois et fil de fer; les engrenages à lanternes
étaient exécutés avec des épingles et des petits clous avec un

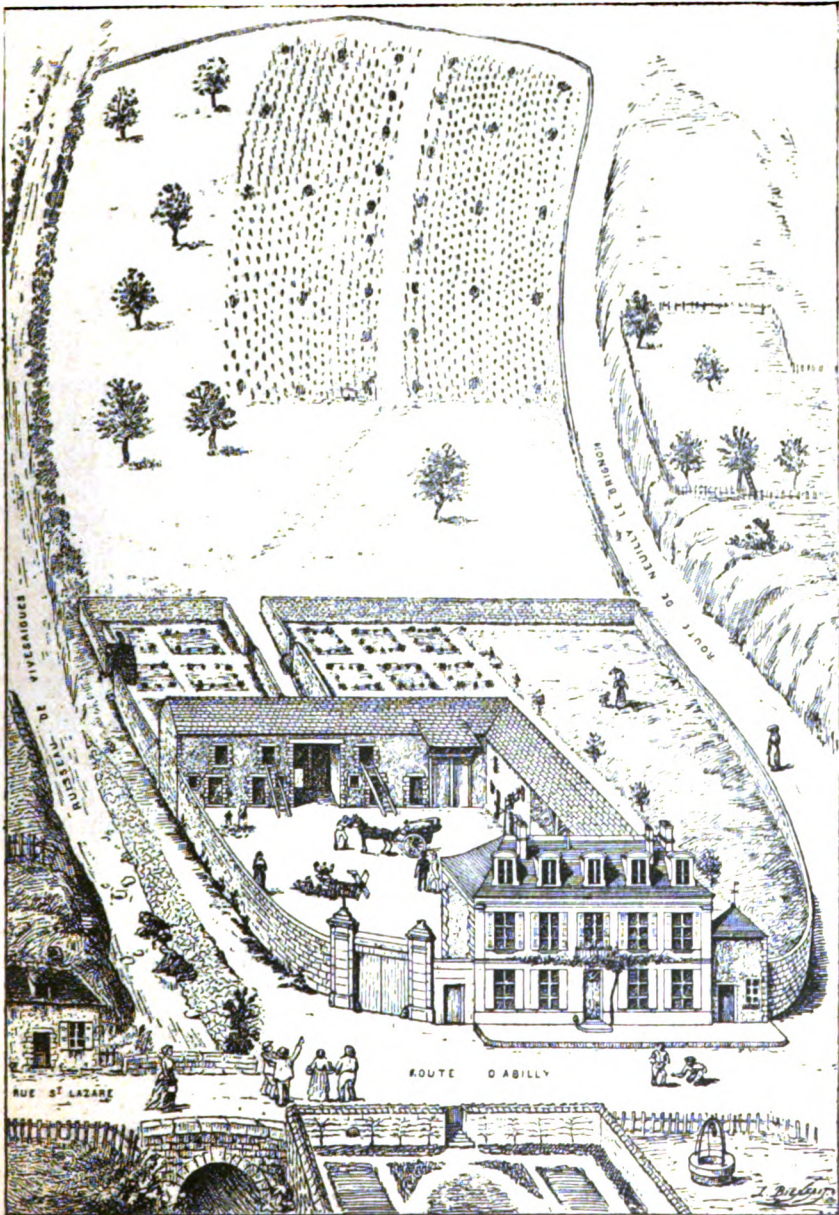


FIG. 4. — Maison natale de M. Gustave Trouvé à La Haye-Descartes (Indre-et-Loire).

petit marteau. Les mouvements, extrêmement divers et comiques, résultaient de l'action de manivelles ou vilebrequins, car le tout jeune inventeur (il n'avait que six ans alors) ne connaissait pas l'excentrique circulaire. Une de ses combinaisons les plus ingénieuses est la palette ajoutée sur l'un des volants mobiles et attachée un peu obliquement pour offrir un plan plus développé contre les coups de vent et assurer une marche plus régulière à toute la combinaison. Il faut surtout admirer la variation de position des deux acrobates. Elle est due à la différence de vitesse des axes auxquels ils sont assujettis.

Ce moulin à marionnettes était placé à l'époque sur le montant de gauche du portail de la maison natale de M. Gustave Trouvé. Cette jolie propriété est représentée dans notre figure 4. Située à l'intersection des routes d'Abilly et de Neuilly-le-Brignon, baignée par ce charmant ruisseau de Vivesaigres aux ondes rapides par les grandes eaux (d'où son nom d'eaux vives), avec ses granges, son verger, ses vignes, sa prairie enclose, elle constitue le type des propriétés tourangelles, ces petits paradis villageois. Les paysans qui traversent le chemin, s'arrêtent et restent ébahis en contemplant les acrobates du moulin à marionnettes de M. Gustave Trouvé dont tout le pays s'enorgueillit à juste titre. La maison elle-même est couverte d'une glycine qui, au printemps, enveloppe sa façade d'un épais manteau violet. Elle n'existait pas lors de la naissance de M. Gustave Trouvé. Elle a été plantée un peu plus tard; mais, comme lui, elle n'a cessé de grandir et de prospérer.

Molière a dit avec raison dans une de ses immortelles comédies en vers :

Le chemin est bien long du projet à la chose.

Cependant, pour M. Gustave Trouvé, il n'en est jamais ainsi. Il possède le don de réaliser avec une promptitude extraordinaire et un bonheur rare, comme on peut le constater à chaque page de ce livre, toutes les vues de son imagination vive et ardente. Il sait joindre avec une précision extrême l'action à la conception, et chez lui la main reste soumise aux combinaisons de son cerveau sans cesse en travail. Dès qu'une idée apparaît, il saisit une plume, un crayon; il en trace les principaux traits, et prenant aussitôt avec la même facilité les outils les plus élémentaires, il lui donne une forme qui du premier coup est généralement définitive.

Cette faculté précieuse de fournir rapidement un corps tan-

gible aux pensées de l'esprit, est due à l'admiration première; elle appartient aussi à la double qualité que donne la féconde et belle nature tourangelle à ceux qui naissent sur son sol béni du ciel.

L'illustre philosophe Descartes, qui fut un mathématicien hors ligne, un écrivain profond, un esprit positif et de vaste conception, est resté, dans les sphères du génie, comme le type idéal de ces hommes prédestinés. Descartes n'a pas fait de nombreuses découvertes, mais il a établi, sur des bases immortelles, le moyen de poursuivre et de trouver de grandes choses. Par son *Discours sur la méthode*, il a ouvert le chemin à la certitude humaine, il a donné l'essor aux innombrables inventions qui ont enrichi le monde, depuis trois siècles. Claude Bernard répétait souvent que c'était en méditant constamment les principes de méthode établis par Descartes, qu'il était arrivé à faire toutes ses découvertes physiologiques, les plus difficiles à mener à bien. Il est constant que l'intelligence de toutes les générations est façonnée depuis trois cents ans bientôt par l'esprit positif et géométrique, insufflé par le créateur du cartésianisme; il va de soi que M. Gustave Trouvé, loin d'échapper à cette action, s'en est imprégné encore bien plus par le milieu où il a vécu ses jeunes années que par l'éducation industrielle qu'il a reçue plus tard, très heureusement aussi par l'éveil et le développement de ses aptitudes spéciales.

En effet, après avoir commencé ses études au collège de Chinon, patrie de Rabelais, voulant se livrer d'une façon plus particulière aux sciences mathématiques et aux arts mécaniques, qui avaient pour lui tant d'attrait, notre futur inventeur quitta sa famille et son pays, pour suivre les cours de la célèbre École des arts et métiers d'Angers. Il y acquit des notions pratiques et solides, et quand il vint à Paris, en 1859, à l'âge de vingt ans, pour s'abandonner à une vocation irrésistible, il était certainement tout préparé à acquérir rapidement une perfection définitive. Il entra dans la fabrique d'un de nos premiers horlogers, et il émerveilla bientôt son patron et ses compagnons d'atelier par la merveilleuse habileté de ses doigts. Il était doué d'un talent vraiment remarquable pour le dessin et surtout pour composer rapidement des figures avec de simples lignes. C'est grâce à ce don naturel, perfectionné par l'étude d'abord et ensuite par un usage répété et quotidien, que séance tenante, sur le coin d'une table quelconque, il explique aux yeux les idées qui lui viennent, en représentant par de simples traits

les appareils et les machines les plus compliqués. Très humoriste, pour montrer la puissance de son crayon et de sa ligne géométrique, il choisissait, pour satisfaire à la curiosité de ses amis, des animaux dessinés dans des postures originales. La figure 5 nous fournit un spécimen fort curieux, amusant et spirituel, de cette méthode graphique. Cette composition décèle chez son auteur un esprit vraiment humoristique, qui dans la combinaison des traits lui réserve une place spéciale, et dans l'observation critique des formes le rapproche de Toppfer et de Granville.

La composition que nous reproduisons est des plus drôles dans tous ses détails et l'effet de sa vue est irrésistible. Le morceau principal se trouve au centre. C'est une chasse au cerf. Nous recommandons au lecteur l'examen attentif de la meute dont se détachent quelques chiens lévriers pour courir sur un lièvre. Les animaux, les objets et les scènes qui l'encadrent sont vécus et pris sur le fait de la nature. Il va sans dire que, dans ce tableau humoristique à la Callot, les proportions ne sont pas gardées. L'imagination y règne seule en maîtresse avec la puissance du trait et le respect de la forme anatomique.

En regardant ce dessin, le lecteur a pu apprécier la justesse de nos remarques, et son esprit a été arrêté et séduit par cette fécondité d'imagination. Mais ce n'est rien auprès du plaisir et de l'étonnement que l'on éprouve en voyant l'exécution à la plume de ces dessins. Nous allons tâcher de l'y faire assister. Nous prendrons comme types principaux et faciles à décomposer ceux de la sauterelle, du chien et du cerf.

L'exécution linéaire du dessin de la sauterelle comprend neuf phases :

- 1° On part de l'extrémité inférieure de la patte et on la termine sans quitter le papier ;
- 2° On constitue la partie inférieure de l'abdomen en deux traits de plume pour ne point couper les lignes ;
- 3° On ferme la partie supérieure de l'abdomen en réunissant en pointe la ligne que l'on décrit avec la ligne inférieure déjà tracée ;
- 4° On trace la petite ligne d'ombre du corps ;
- 5° D'un seul trait courbe, on constitue le corselet ;
- 6° On trace le contour supérieur de la tête ;
- 7° On pose l'œil et on décrit les deux antennes en partant de la tête et en finissant brusquement ;
- 8° Par trois traits de plume de haut en bas, on trace les trois pattes ;

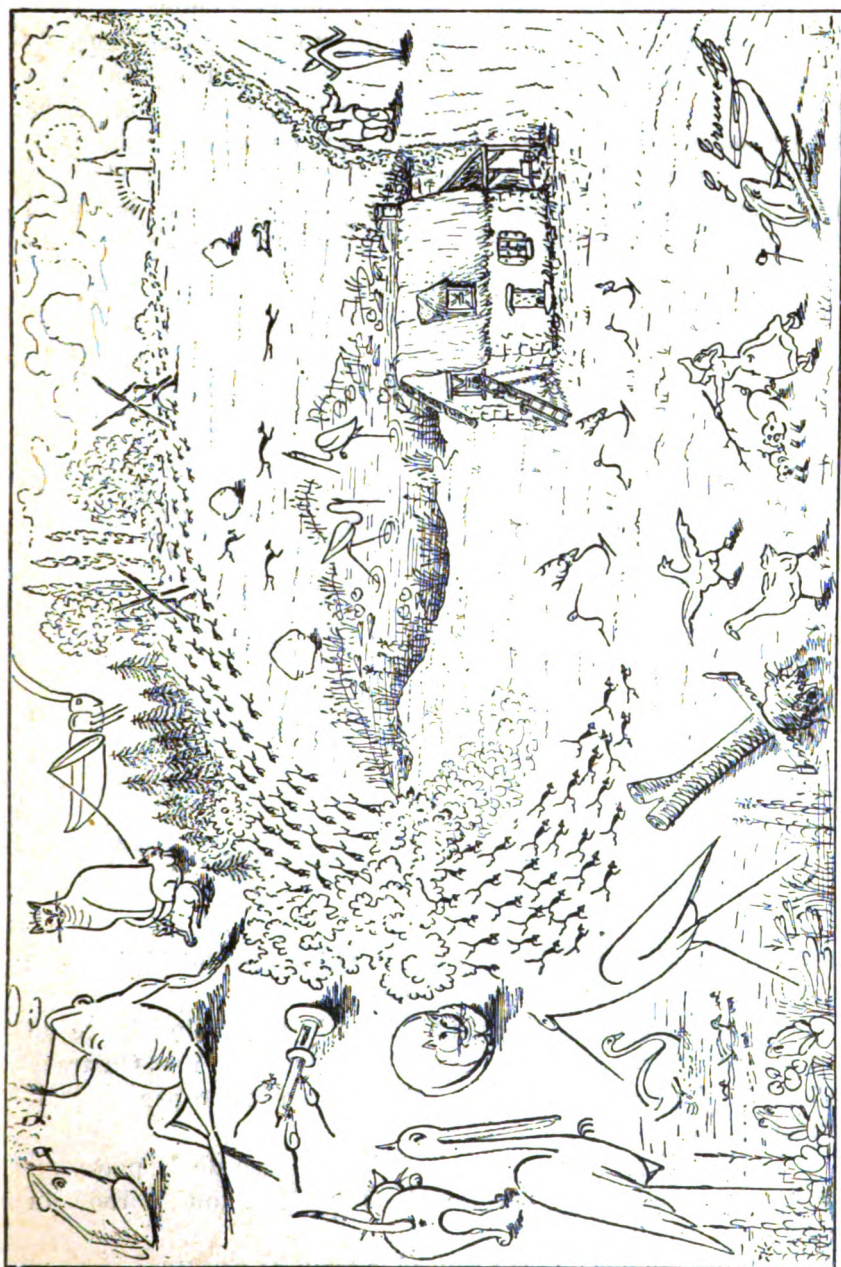


Fig. 5. — Composition humoristique dessinée avec des traits géométriques par M. Gustave Trouvé.

9° Pour terminer entièrement l'insecte, on marque séparément les divisions du corselet, afin de ne pas couper les pattes.

L'exécution linéaire du chien comporte cinq phases successives, pour le chien d'arrêt, comme pour le chien courant et le levrier qui sont superposés dans la figure 6. Il faut considérer les mouvements de chaque phase de haut en bas, par colonne.

1° La première phase est consacrée à placer des virgules renversées, plus ou moins courtes et plus ou moins inclinées suivant la race canine à représenter. C'est ainsi que celle du chien

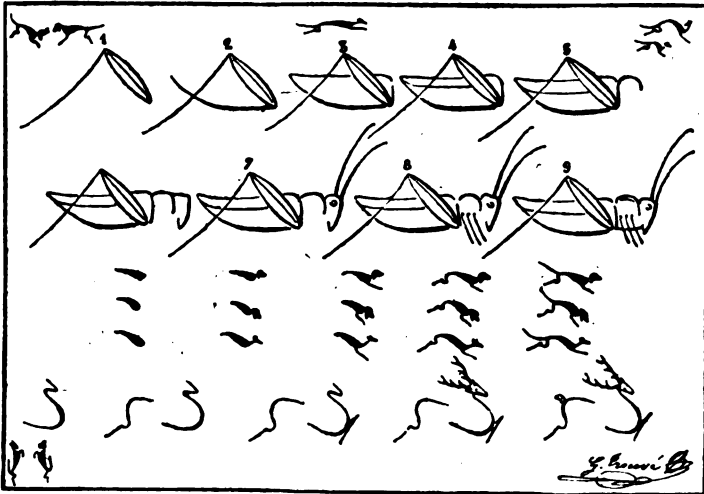


FIG. 6. — Vue schématique et par phases successives des traits linéaires employés par M. Gustave Trouvé dans ses dessins d'animaux.

d'arrêt est presque horizontale, celle du chien courant légèrement abaissée et celle du levrier plus allongée;

2° La seconde phase consiste à faire la tête. Elle résulte de deux mouvements qui donnent l'oreille et ensuite le nez. On trace le globe de l'œil en réservant un blanc qu'on ferme par un petit coup arrondi;

3° La troisième phase est réservée au tracé de la patte qui doit être plus ou moins droite et allongée selon la race du chien;

4° On dessine par un trait courbé le train de derrière;

5° Il ne reste plus qu'à poser la queue. C'est la phase la plus délicate, car cet appendice constitue le trait important qui caractérise l'animal. On peut dire que du placement et de la forme de

la queue dépend la détermination de la race. En se reportant aux trois angles et au sommet de la figure 6, on vérifiera facilement la véracité de notre proposition, en regardant les sept chiens qui sont représentés dans des positions tout à fait caractéristiques et conformes à leurs aptitudes naturelles.

Le dessin linéaire du cerf comprend cinq phases. Nous pouvons nous dispenser d'en décrire le mouvement, qui se devine de visu.

1° La première phase est consacrée à poser une partie de la tête et le poitrail. Tout cela doit être exécuté d'un seul trait ;

2° La deuxième phase est employée à tracer le train de derrière, d'un seul trait aussi ;

3° La troisième phase est attribuée au placement de la jambe de devant ;

4° La quatrième phase appartient à la confection de l'œil, à celle de la partie supérieure de la tête et au placement du bois, autrement dit des cornes ou andouillers ;

5° La cinquième phase s'exécute rapidement par la pose de la queue, très caractéristique, du cerf.

M. Gustave Trouvé exécute tous ces dessins avec une netteté extraordinaire et une rapidité vertigineuse — même les yeux fermés. Un jour il a fait le pari de dessiner une meute de trois cents chiens en trois cents secondes ! Le défi fut tenu par un sceptique et gagné haut la main par notre prodigieux improvisateur.

Non seulement c'était à l'usage continu du dessin que M. Gustave Trouvé s'appliquait, à l'époque où nous sommes, — de 1860 à 1864, — mais les arts de précision ne suffisant plus à ses besoins de connaître, il trouvait le moyen, dans les moments de liberté laissés par l'atelier, d'étudier l'architecture, les mathématiques, la chimie, la physique. En abordant l'électricité, il ressentit le coup de foudre — sans jeu de mots — et put s'écrier comme Le Titien devant une toile de Raphaël : « Et moi aussi je serai peintre ! » — c'est-à-dire : « Moi aussi je serai électricien ; moi aussi, dans ce vaste et merveilleux domaine de la science électrique, je saurai faire des découvertes et des inventions. » — Il quitta alors la maison qui l'occupait et créa, en 1866, l'atelier d'instruments de précision qui devait bientôt devenir célèbre dans le monde entier. Par ses aptitudes naturelles, son éducation première, ses exploits d'enfant prodige, par son nom même, n'était-il pas destiné à devenir ce que nous le voyons aujourd'hui, comme la synthèse vivante de l'invention même ?

N'est-ce pas Sterne, le spirituel auteur du *Prystham Shandy* et du *Voyage sentimental* qui a imaginé le système de *Cognomologie*, d'après lequel les noms posséderaient par eux-mêmes une signification, une fatalité inéluctable? Ce nom de *Trouvé*, si pittoresquement transformé en εὕρηκα pour marque de fabrique et griffe d'inventeur, n'était-il pas comme une prédestination pour l'homme qui naissait avec lui et qui devait le justifier et l'illustrer en même temps? A Rome, le cognomonisme était habituel; mais on ne s'en servait qu'après coup, c'est-à-dire pour désigner un individu qui se distinguait. Le cognom ou cognomen chez les Romains était spécial au citoyen et le désignait spécialement parmi les membres de sa famille, lesquels avaient toujours le même prénom et le même nom. C'est ainsi que Cicéron est le cognom du plus éloquent des Marcus Tullius. Le hasard de la naissance, donnant le nom de *Trouvé* au fécondateur de tant d'ingénieuses créations, s'est montré d'avance spirituel et juste dans sa législation.

Mais pour exercer avec fruit tant de qualités originales et précieuses, il fallait un champ aussi immense et multiple que celui que la science de l'électricité offre à l'esprit du chercheur. On naît avec le goût de l'invention; ce goût devient génie, plus tard, si les circonstances sont propices, si la spécialité où l'on l'exerce est féconde : — ce penchant instinctif, comme nous le constatons chez M. Gustave Trouvé, devient le génie de l'invention. C'est avec raison que nos contemporains l'ont surnommé le *Vaucanson de l'électricité*. Jamais la science et l'art, l'agréable et l'utile, la fécondité et l'ingéniosité, ne se sont rencontrés, comme on va le constater, avec plus d'éclat et d'abondance, que dans les innombrables applications et découvertes de notre inventeur. Mais, avant de passer en revue son œuvre si considérable et si remarquable, il est indispensable de faire à grands traits le tableau historique de l'électricité.

CHAPITRE DEUXIÈME

L'Électricité à travers les siècles.

L'électricité est vieille comme le monde, et cependant c'est une science toute moderne. Elle fut reconnue pour la première fois dans la résine fossile, 800 ans avant Jésus-Christ, par Thalès de Milet, qui remarqua qu'un certain corps, l'ambre jaune, acquérait, par le frottement, la singulière propriété d'attirer les corps légers. Autour de ce premier fait, et dûment constaté, on groupa peu à peu plusieurs autres observations analogues. Plus tard, notamment, on constata ses manifestations dans les pierres précieuses et la tourmaline. Puis, par toute une série de hasards heureux, dans la succession des âges, les savants apportèrent des notions nouvelles, jusqu'au moment où les industriels se mirent à l'œuvre pour appliquer les découvertes acquises et en tirer les résultats les plus merveilleux. Toutefois, il faut traverser bien des siècles avant d'arriver à la constatation de son universalité. C'est au dix-septième siècle seulement que Gilbert, médecin anglais, la découvre dans une foule d'autres objets qui sont énumérés dans son *Tractatus de Magnete*. A la même époque, Jallabert la signale dans les substances grasses et bitumineuses. Vers le milieu du dix-huitième siècle, l'abbé Hubert démontre que les métaux sont susceptibles aussi de s'électriser. Achard, — un fils d'émigré français à la suite de la Révocation de l'Edit de Nantes, — démontre, à Berlin, en 1776, que l'eau congelée, à 20 degrés Réaumur au-dessous de zéro, peut devenir électrique par le frottement.

Hawkbée fut le premier qui se serait servi de tubes de verres pour développer de l'électricité. Il obtint, peu après, des effets beaucoup plus marqués avec des globes. Le P. Gordon, lui, employait un cylindre qu'il faisait mouvoir avec un archet. C'était une machine électrique rudimentaire. Mais, dans toutes ces expé-

riences, on produisait le frottement avec la main. Ce fut Winckler, professeur à Leipzig, qui imagina le coussinet dont l'usage ne tarda pas à s'étendre. Quelque temps ensuite, on eut l'idée de remplacer les globes et les cylindres par un plan circulaire de glace tournant à frottement entre quatre coussinets enduits d'amalgame d'étain ou d'or mussif. C'était la vraie machine électrique qu'on allait perfectionner de toutes parts.

Jusqu'à Otto de Guéricke, bourgmestre de Magdebourg, on ne connut pas d'autres phénomènes électriques que ceux d'attraction. C'est lui qui observa qu'un duvet qui tombait sur une boule électrisée était repoussé immédiatement après le contact, puis était attiré de nouveau pour être repoussé de même. Il observa encore que deux fils parallèles voisins suspendus à un conducteur électrisé s'écartaient l'un de l'autre. Toutes ces notions, peu à peu recueillies, comparées, contrôlées, augmentées, constituaient petit à petit la science de l'électricité qui, à partir de la fin du dix-huitième siècle, grandit tout d'un coup. Mais remarquez quelle période d'incubation énorme ! Il a fallu près de trois mille ans de réflexion pour que l'on soit arrivé à rattacher la foudre à sa véritable cause : *l'électricité*. En examinant les effets d'un coup de tonnerre qui avait frappé un sonneur, — rapporte Condorcet, — M. Duhamel saisit une analogie si forte entre ces effets et les phénomènes électriques, qu'il ne peut s'empêcher de reconnaître l'identité de leur cause. Les travaux de l'abbé Nollet, professeur des pages de la Cour, de Dufay, intendant du Jardin Royal, puis ceux de Franklin, Galvani, Volta, donnèrent un élan irrésistible aux découvertes qui se précipitèrent alors avec un entrain et une précision qui ne se sont point ralentis.

Les sources naturelles d'électricité sont : le frottement, la pression, les actions chimiques, le contact, la chaleur, les corps vivants.

C'est en 1746 qu'on découvre que la torpille, poisson de la mer Méditerranée, donne des commotions électriques, et Musschenbrock compare ses effets à ceux de la bouteille de Leyde, de récente création. Puis, coup sur coup, on constate les mêmes propriétés chez la gymnote, espèce d'anguille des fleuves de l'Amérique du Sud, chez le silure du Sénégal et du Nil, chez la chichieure et le tétrodon de la mer des Indes. On reconnaît peu à peu que l'électricité est nécessaire au monde comme le feu et la lumière, que les muscles sont électriques, que les nerfs sont électriques, qu'il y a de l'électricité partout, jusque dans chaque partie même du corps humain.

M. Du Bois-Raymond, encore arrière-petit-fils d'un émigré à la suite de la Révocation de l'Édit de Nantes, professeur de physiologie à Berlin, a démontré qu'en serrant fortement les poings, il en résultait une contraction de tout le bras, produisant une quantité d'électricité très appréciable au rhéomètre. Ce savant passionné s'est même appliqué des vésicatoires sur les faces dorsales des deux bras, pour en détacher l'épiderme qui, en qualité de mauvais conducteur, s'oppose à la sortie de l'électricité. Il a mis ensuite les parties dénudées en contact avec les lames d'un rhéomètre, et il a pu démontrer expérimentalement, — *in anima nobili*, — une déviation de 60 à 70 degrés, tandis qu'elle n'était que de 3 degrés au plus avant l'ablation de l'épiderme.

Tout récemment même, on a démontré que pendant la contraction des ventricules du cœur, l'état électrique de cet organe subit des modifications qui retentissent sur le corps tout entier, tellement il développe d'électricité. C'est ainsi que la pointe devient négative au début de la contraction; de même alors deviennent négatifs le membre supérieur gauche, le côté gauche du thorax et les membres inférieurs. Au contraire, le membre supérieur droit, le cou, la tête, sont positifs. Lorsque la base du cœur se contracte, le courant change de sens. Chose curieuse, ces effets ne se produisent que chez les êtres dont le cœur occupe une situation rectiligne à l'encontre de la direction oblique du cœur humain.

Le travail intellectuel, de son côté, développe de fortes quantités d'électricité dans les parties où siège la pensée. C'est ainsi que, pendant que l'écrivain écrit, que le musicien compose, que l'orateur parle, que le professeur professe, que l'acteur joue, il s'en produit sur les cheveux, au voisinage du cerveau. Dès 1747 toutes ces vérités, aujourd'hui définitivement acquises, ont commencé à percer, ainsi qu'on peut le constater dans l'ouvrage du savant Louis, publié à cette époque sous le titre de : *Observations sur l'électricité où l'on tâche d'exprimer son mécanisme et ses effets sur l'économie sociale*.

Ainsi donc, en expérimentant sur l'homme, on obtient de l'électricité aussi bien qu'en instrumentant sur la grenouille — *in anima vili!* — N'oublions point, en passant, de rendre hommage à cette bonne et pacifique petite bête de la création, qui est la cause et la source des découvertes les plus admirables en physique comme en physiologie.

Mais il n'y a pas que la vie animale qui développe de l'électricité. La vie végétale en fait autant dans les actes de la germi-

nation, de la circulation de la sève, de la respiration des feuilles. Toutes ces fonctions présentent des phénomènes chimiques et physiques qui sont autant de sources d'électricité.

Tous les minéraux ont des propriétés électriques, et l'abbé Haüy a particulièrement insisté sur ce sujet dans son *Traité de minéralogie*, paru en 1780. Depuis, les recherches de Delafosse, Wiedemann, de Senarmont, etc., n'ont fait que corroborer les premières vues du fondateur de la minéralogie.

Ainsi qu'on peut en juger, avant d'aller plus loin, la définition classique de l'électricité est un exemple de l'inconvénient des définitions prématurées, c'est-à-dire composées avant la complète connaissance des faits qu'il s'agit de définir. Littéralement, le terme électricité (de *ἤλεκτρον*, ambre) signifie propriété de l'ambre, parce que cette résine frottée prend toutes les propriétés des corps électrisés. Qui pouvait prévoir, quand on a donné, dans les premiers *Traités de physique*, cette explication élémentaire de l'électricité, non seulement ses sources multiples, son caractère d'universalité, mais encore toutes les inventions et toutes les découvertes auxquelles elle donnerait lieu dans l'espace d'un peu plus de cent années : paratonnerres, télégraphes aériens, marins et souterrains, téléphones, microphones, galvanoplastie, éclairage, moteurs, traction et navigation électriques, etc., sans compter encore ses applications infinies aux appareils de précision, aux chronographes, aux instruments d'astronomie et de météorologie, à la gravure, à l'imprimerie, aux diverses industries, aux arts, aux besoins domestiques, à la mécanique, à l'horlogerie, à la balistique, à la sécurité des chemins de fer, à la conservation de la parole par le phonographe, aux signaux maritimes par l'hydrophone, à la physiologie, à la médecine, à la chirurgie, à la thérapeutique, à la guerre, à la métallurgie, à l'affinage de métaux, etc. Qui pouvait vraiment se douter qu'elle laisserait naître, sous les doigts merveilleux de M. Gustave Trouvé, une joaillerie mille fois plus brillante que l'ancienne, et qu'elle donnerait lieu à la formation de toutes ces sciences nouvelles, si fécondes et si puissantes, qui portent les noms de : électro-aimantation, électro-magnétisme, électro-chimie, électrolyse, électro-biologie, thermo-chimie, magnétisme, aimantation naturelle et artificielle, etc. Et puis qu'à toutes ces découvertes, qu'à tous ces travaux, qu'à toutes ces recherches, ces applications si multiples, si utiles, si inattendues s'attacheraient les noms de : Gley, Winkler, Watson, Muschenbrock, Cussens, le P. Beccaria, Franklin, Galvani, Volta, Nobili, Humphry Davy, Matteuci, Rumford,

William Thomson, Ampère, Arago, Coulomb, Faraday, Erstedt, César Becquerel, Ohm, Maxwell, Wheastone, Helmholtz, Rhumkorff, Pixii, Daniell, Bunsen, Morse, Bréguet, Jacobi, Hughes, Caselli, Secchi, Jamin, Steinhell, Froment, Pouillet, Varley, Latimer-Clark, Grove, Siemens, Hipp, Glæsener, Page, Hardy, Volpicelli, Thomson, Gavarret, Gaugain, Fleming Jenkin, Baye, Favre, Berthelot, Moigno, W. de Fonvielle, Gaiffe, Digney frères, Marié-Davy, Scutteten, Clausius, Bourbouze, Mascart, Foucault, Joubert, Th. du Moncel, Palmieri, Delaporte, Deleuil, Jablochkoff, Dubosq, Molteni, Serrin, Archereau, Édison, Graham Bell, Gramme, Swann, Duchenne (de Boulogne), Marcel Deprez, Gaston Planté, Baille, Amédée Guillemin, Leclanché, d'Arsonval, Gariel, Tyndall, Remak, Onimus, Henri de Parville, D^r A. Tripier, Paul Bert, D^r Bardet, Rebold, Legros, Vigouroux, Mauriac, Vulpian, Dujardin-Beaumetz, Raoul Pictet, Colladon, Faure, Duret, Boudet de Paris, Mildé, Gaulard, Gibbs, Henri Lepaute, Paul Gadot, Gaston Tissandier, Cance, de Méritens, van Ryselberghe, etc. Il est certain que nous oublions des noms, et des plus connus, mais nous ne pouvons citer tout le monde. Tous ceux qui s'occupent d'électricité aujourd'hui — savants, constructeurs, inventeurs, écrivains, chercheurs, amateurs, vulgarisateurs, — se nomment *Légion*. Cette science, devenue énorme, s'est subdivisée en cent branches. Ses débuts, si modestes, ne pouvaient faire présager un avenir si étonnant à personne, même à ses créateurs successifs. Lorsque, par exemple, Ampère et Arago firent la découverte de cette magnifique propriété des courants de pouvoir aimanter et désaimanter à volonté un morceau de fer, ils étaient loin de soupçonner les innombrables applications qui devaient en résulter dans la suite. Lorsque Faraday lui-même s'aperçut, en 1832, qu'un fil parcouru par un courant électrique et approché brusquement d'un autre fil à l'état naturel, développe, dans ce dernier, un courant instantané d'électricité, il ne s'imaginait pas tout le profit que l'on en tirerait plus tard de ce phénomène d'induction qu'on a appelé *faradisation* en son honneur. Lorsque le premier télégraphe électrique aérien fut établi par Steinhell, en 1837, à Munich, sur une longueur de 3 kilomètres, personne ne prévoyait que, cinquante années plus tard, il envelopperait la terre d'un réseau de fils innombrables.

En 1844, un soir de décembre, par un brouillard épais, les personnes qui passaient sur la place de la Concorde, à Paris, étaient étonnées d'y voir clair, quoique les becs de gaz fussent

invisibles à quelques pas. Une lumière très intense traversait l'atmosphère et allait éclairer jusqu'aux points les plus reculés de cette vaste plaine. C'était un foyer électrique, situé vers le milieu de l'emplacement, et à une certaine hauteur au-dessus du sol, qui envoyait ses rayons. Une forte pile alimentait le foyer, et pendant toute la soirée ce dernier brilla d'une étonnante clarté.

Ce premier essai d'éclairage électrique public fut fait par Deleuil, habile constructeur d'instruments de physique. Il resta isolé et ne fit pas prévoir qu'un jour des villes entières seraient éclairées par ce moyen.

Lorsque la lumière électrique fit son apparition sur le théâtre, d'abord dans *le Prophète*, de Meyerbeer, en 1846, puis, peu de temps après, dans *Moïse*, de Rossini, on ne se doutait pas, vingt ans plus tard, que les chanteuses et les danseuses seraient parées sur la scène des éblouissants bijoux électriques de M. Gustave Trouvé.

Vers 1830, M. de la Rive, à Genève, en étudiant la pile, reconnut sur le dépôt métallique toutes les écaillures de la plaque qu'il couvrait. Le 17 octobre 1838, M. de Jacobi annonça à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg qu'il était parvenu à obtenir des planches en cuivre offrant l'empreinte exacte du dessin gravé en creux sur l'original. A la même époque, Spencer, en Angleterre, fit une découverte semblable à celle de M. de la Rive, et reprit ses recherches pour les étendre. Mais tels qu'ils étaient, ces procédés n'étaient pas encore industriels. A Londres, Elkington trouva des moyens plus pratiques pour le dépôt galvanique de l'or. Il prit des brevets et les transmit à un Français, Charles Christofle, dont l'établissement à Paris est devenu célèbre dans le monde entier. Ce qu'avait fait Elkington pour l'or, de Ruolz le fit pour l'argent, et prit aussi des brevets. D'autres inventeurs surgirent et à la suite survinrent des procès nombreux où comparurent comme experts les Becquerel, Barral, Raspail, Salvétat, etc. En fin de compte, la dorure et l'argenture galvaniques qui ont transformé, étendu, amélioré et embelli les usages domestiques, dues à de la Rive, Jacobi, Elkington, Ruolz, ont été perfectionnées et popularisées par Charles Christofle, à qui appartient l'honneur d'avoir su employer pratiquement ces procédés, d'avoir organisé des usines, et fait pénétrer dans toutes les classes de la société un luxe vraiment hygiénique et un nouveau bien-être.

Dans le domaine de l'art de guérir, qui nous intéresse encore plus que celui des jouissances matérielles, l'électricité a fait vic-

torieusement son apparition. Tous les êtres vivants, comme nous l'avons vu plus haut, sont le siège de manifestations électriques qui atteignent leur summum chez certains poissons et dans les parties essentielles du corps humain. On a beaucoup étudié et avec raison l'électricité d'origine animale. Aujourd'hui on s'adonne avec plus d'ardeur encore à l'action de l'électricité du dehors sur l'être vivant. Cette influence, bien qu'étant encore inconnue dans son mécanisme, ne saurait être délaissée dans ses résultats. Nous sommes absolument de l'avis de M. d'Arsonval, à qui nous devons, ainsi qu'à Claude Bernard, les premières applications utiles d'électro-physiologie.

Il suffit de voir les phénomènes étonnants que produit l'électricité, ou même seulement l'aimant. Ce corps, qui nous paraît inerte, a une action incontestée en thérapeutique, sur les hystériques, par exemple, et les services que l'électricité rend en chirurgie, depuis la méthode chirurgicale de Mittdorff et les appareils galvanocautiques de M. Gustave Trouvé, lui assurent un grand avenir dans l'art médical. L'électricité est appelée à devenir un des moyens les plus puissants pour modifier la nature vivante. Il se peut même que la thérapeutique des siècles futurs ne consiste plus qu'à employer, comme moyens curatifs, que des modificateurs physiques : chaleur, lumière, électricité, etc.

Non seulement la terre, mais encore l'atmosphère de 60 à 100 kilomètres d'épaisseur qui l'entoure, sont des réservoirs d'électricité. Les beaux travaux de M. Gaston Planté, en 1875, ont eu pour but d'expliquer et d'imiter les phénomènes électriques qui se produisent dans les hautes régions atmosphériques.

Pour mettre en évidence l'action très énergique de l'électricité en effluve, c'est-à-dire en courant silencieux, ne produisant ni chaleur, ni lumière; pour démontrer qu'elle existe partout et toujours constamment prête à agir, M. Arnould Thenard, — le troisième d'une illustre dynastie de savants, — a fait, en 1872, une expérience restée célèbre, et qui a été reprise et contrôlée avec succès par Paul Thénard et puis par M. Boillot. Cette démonstration, qui repose sur les effets chimiques, consiste à faire la synthèse du gaz des marais par le passage de l'effluve électrique dans un courant gazeux composé d'acide carbonique et de proto-carbure d'hydrogène. Elle suffit pour indiquer quel rôle important l'électricité est appelée à jouer plus tard dans la synthèse chimique, science à peine née, mais dont les premiers développements, dus aux admirables travaux de M. Berthelot, offrent un immense intérêt.

Nous n'avons pas besoin d'apprendre à nos lecteurs qu'il n'existe qu'une seule électricité dans l'univers entier. La nature a donné encore sous ce phénomène un admirable exemple de son unité constante. Par électricité statique et électricité dynamique, il ne faut donc entendre que l'électricité à l'état de repos ou à l'état de mouvement, comme est l'eau dans un bassin, où elle reste dormante, ou dans un tuyau, où elle s'écoule avec plus ou moins de vitesse.

Un courant électrique n'est, par le fait, en lui-même, qu'un effet dynamique ou de mouvement, résultant de la destruction de l'équilibre électrique dans un système conducteur, et ayant pour effet de tendre à rétablir, par l'intermédiaire d'un conducteur, cet équilibre. Conséquemment, si la cause qui a provoqué cette destruction d'équilibre n'est que momentanée, le courant ne peut être qu'éphémère; mais, si elle persiste, le courant devient continu et peut être comparé à un ruisseau alimenté par une source.

Comme un courant a pour effet de rétablir l'équilibre détruit en un certain point d'un système conducteur, il en résulte naturellement que, pour se manifester, il devient nécessaire que les deux extrémités libres de ce système conducteur se trouvent réunies; dès lors, le système constitue un véritable circuit qui se rapproche plus ou moins du cercle, mais qui est toujours constitué de la même manière, c'est-à-dire que, si le courant est dirigé dans un certain sens, au point où s'est développé le dégagement électrique ou la destruction de l'équilibre électrique, il se trouvera dirigé en sens contraire dans la partie opposée du circuit.

Par l'expression électro-motrice, il faut entendre la force qui produit le phénomène de mouvement électrique appelé courant.

La tension d'un courant, qu'Ohm appelle force électroscopique, manifestation électroscopique, pouvoir, énergie, état électrique, est la propriété du fluide électrique en vertu de laquelle celui-ci tend à réagir extérieurement et à produire les effets propres à l'électricité statique. C'est la force expansive, par comparaison, d'un courant d'eau coulant à travers un tuyau; si on venait à pratiquer au travers de petits trous, l'eau rejallirait alors à travers ces petits trous avec une force d'autant plus grande que la pression exercée sur le liquide serait elle-même plus grande.

L'intensité électrique représente la grandeur de l'effet produit par la force électro-motrice, c'est-à-dire la force du courant. Elle est toujours en rapport avec la quantité d'électricité qui circule dans le conducteur.

En 1527, Ohm, mathématicien allemand, frappé de l'idée que

le mode de propagation de l'électricité pouvait bien être le même que celui de la chaleur, appliqua à cet agent physique les formules que Fourier et Poisson avaient déduites des lois de la transmission de la chaleur, et parvint à poser d'une manière tout à fait nette et précise les belles lois des courants électriques qui portent son nom, et que l'expérience n'a fait que confirmer de plus en plus. Mais, pour établir tout un échafaudage de calculs sur une pareille hypothèse, dans un temps où les idées des physiciens étaient tournées dans une autre direction, il fallait être plutôt philosophe que physicien, et c'est justement parce que Ohm était surtout mathématicien qu'il put établir sans idée préconçue et sans prévention son admirable théorie. Toutefois, ses travaux n'eurent pas dans le monde savant le succès qu'il en attendait et furent, au contraire, pour lui, le sujet d'une persécution qui le poursuivit jusque dans sa position de professeur. Ce ne fut que dix ans plus tard, et surtout quand Pouillet, physicien français, parvint aux mêmes lois par l'expérimentation, qu'on commença à revenir sur le jugement qu'on avait porté contre Ohm.

Cependant, tout en adoptant les formules de l'illustre mathématicien, les savants, jusqu'en 1860, n'avaient pas voulu admettre l'assimilation qu'Ohm avait faite du mode de propagation de l'électricité à celui de la chaleur. Vers la fin de 1859, H. Gaugain, habile physicien, qui depuis quelque temps s'occupait de vérifier les lois d'Ohm, trouva le moyen de faire cesser ce désaccord et démontra, par de nouveaux calculs, que l'électricité, loin de se propager comme la lumière avec une intensité initiale constante dans tout son parcours, devait, au contraire, se transmettre, ainsi qu'Ohm l'avait admis, à la manière de la chaleur dans une barre métallique que l'on chauffe par un bout et que l'on maintient à l'autre bout à une température constante et inférieure. J.-A. Barral aida alors puissamment H. Gaugain à faire triompher la vérité en lui offrant la *Presse scientifique des Deux-Mondes* qu'il venait de fonder pour exposer et défendre les idées d'Ohm. Aujourd'hui elles sont universellement acceptées, grâce à tous ces concours.

Pour bien se pénétrer de la manière dont se développe l'électricité, il faut toujours se rappeler que les corps de la nature ont un état d'équilibre électrique particulier, suivant lequel ils se sont constitués primitivement, et qui, étant rompu par suite d'une réaction extérieure, permet au fluide de manifester sa présence. Or, de même que la chaleur peut se révéler à nous par le chaud ou le froid, c'est-à-dire par sa présence ou son absence, de même cette manifestation électrique peut se produire avec le signe +

ou avec le signe — et donner lieu, par conséquent, à de l'électricité positive ou à de l'électricité négative.

L'électricité pouvant se doser comme un véritable médicament, il était nécessaire de fixer des unités électriques. Elles ont été discutées et arrêtées par le Congrès universel des électriciens, tenu à Paris en 1881.

La cause même de l'électricité, c'est-à-dire sa mise en liberté, se fait sous l'action de la *force électro-motrice* qui, constante pour une même action, détermine la tension ou énergie, que l'on appelle aujourd'hui, avec plus de raison, le *potentiel*. En outre de ce potentiel, qui est, selon l'expression très juste de M. Raoul Pictet, la provision de force accumulée sous un corps, il y a aussi la quantité d'électricité débitée, suivant que la force électro-motrice agit sur des éléments à plus ou moins grande surface. Avec la force électro-motrice, la tension ou potentiel, la quantité du débit électrique, il faut encore pouvoir mesurer l'*intensité de l'action électrique*, les *résistances* qui peuvent diminuer cette intensité et, enfin, la *capacité* électrique des corps servant de magasin à l'électricité.

On a nommé *volt*, du nom du physicien italien Volta, l'unité de force électro-motrice; *ohm*, du nom du mathématicien allemand Ohm, l'unité de résistance électrique; *ampère*, du nom du physicien français Ampère, l'unité d'intensité électrique; *coulomb*, du nom du physicien français Coulomb, l'unité de quantité électrique; *farad*, de Faraday, physicien anglais, l'unité de capacité électrique.

Comme on le voit, ce sont les noms des plus grands physiciens du monde qui ont servi à dénommer les unités électriques dont les valeurs, pour pouvoir convertir facilement en calorique et en équivalent mécanique, à l'aide de chiffres, tout travail électrique, ont été rattachées au système métrique usuel en *centimètre*, *gramme*, *seconde*, que l'on écrit ainsi par abréviation : *C*, *G*, *S*.

Avec ces données très simples, on peut lire, sans être arrêté, et d'une façon productive, tout document électrique.

L'électricité joue encore un grand rôle dans les phénomènes météorologiques. C'est elle qui cause les grandes perturbations atmosphériques; elle forme la grêle qui prend naissance dans les nuages orageux, lorsque la tension électrique est très développée. D'après la théorie de Volta même, les grêlons proviendraient de noyaux congelés dont le volume augmente par suite du va-et-vient de ces noyaux entre deux couches de nuages dont l'une est électrisée. Les trombes marines et terrestres, les

auroras boréales, les ouragans ou cyclones, etc., ont des origines électriques. En 1885, dans une note intéressante présentée à l'Académie des Sciences de Paris, le 19 octobre, M. Georges Dary a démontré que les tremblements de terre étaient dûs très probablement à la formation de grandes quantités d'électricité tellurique, renforcées et en partie produites par les réactions chimiques intérieures et par la chaleur développée du milieu central incandescent.

L'électricité aujourd'hui donne lieu à des applications sans nombre et est devenue un facteur indispensable aux besoins de la vie domestique. Examinons d'abord les grands avantages qu'on en tire dans l'éclairage public et privé.

A beaucoup de points de vue la lumière électrique est très supérieure en ce qui concerne l'hygiène. Dans les musées, dans les bibliothèques, dans les salons, dans les salles de spectacle, elle ne brûle pas et ne salit pas les livres, les tableaux, les objets d'art, n'incommode pas les assistants par une chaleur excessive et un débit extraordinairement toxique d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique, comme le gaz, le bois ou le charbon de terre. A l'Opéra de Paris, dès que la lumière électrique a remplacé l'ancien éclairage, on a constaté un abaissement notable de la température de la salle pendant les représentations. En plein été, par 26 degrés centigrades de chaleur en ville, on a relevé le soir vers dix heures : 20 degrés à l'orchestre ; 18 degrés aux premières loges ; 20 degrés aux secondes loges ; 21 degrés aux troisièmes et quatrièmes galeries et 16 degrés aux cinquièmes loges de l'amphithéâtre ou paradis, qui sont, il est vrai, en communication directe avec les ventilateurs du plafond. Jamais avec le gaz on n'avait pu obtenir, malgré tous les artifices d'aération, une semblable amélioration dans ce milieu alors suffocant et délétère.

On a comparé avec raison la lumière électrique à celle du soleil. Cette similitude ne se manifeste pas seulement par son effet sur la vue et la respiration. Elle permet encore de prendre des photographies aussi rapidement qu'à la lumière du jour. Elle ne change pas non plus les teintes (nous parlons de la lumière à arc, bien entendu), ce qui permet d'apprécier toutes les nuances, le soir comme pendant la journée. Mais c'est aussi à cause de cette similitude qu'il ne faut pas en fixer le foyer, pendant longtemps, si on ne veut pas être atteint d'amaurose ou d'amblyopie de nature torpide ou irritative, comme cela arrive de même chez les personnes qui ont trop longtemps fixé le soleil, pendant des éclipses ou des observations astronomiques.

L'influence de la lumière électrique sur la végétation est remarquablement active et bienfaisante, malgré des essais et des résultats malheureux tentés, dans de mauvaises conditions, en 1881, dans des serres placées à l'Exposition d'électricité à Paris. Voici à ce sujet des faits mieux observés et plus probants.

Lors de la réunion de la Société royale de Londres, tenue le 4 mars 1880, le docteur C. W. Siemens a donné une description relative à quelques expériences sur l'influence de la lumière électrique sur la végétation, expériences faites par lui pendant les deux derniers mois dans sa résidence de Sherwood. La méthode suivie consistait à planter des graines et des plantes qui poussent vite, telles que la moutarde, les carottes, les fèves, les concombres, les melons, dans des pots; ces pots étaient divisés en quatre groupes : l'un de ces groupes était tenu entièrement dans l'obscurité, un autre était exposé à l'influence de la lumière électrique seule, un troisième à l'influence de la lumière du jour seule, et un quatrième à la lumière du jour et à la lumière électrique successivement. La lumière électrique était appliquée pendant 6 heures chaque soir, — de 5 à 11 heures, — et les plantes étaient ensuite laissées dans l'obscurité durant le reste de la nuit. Le résultat général fut que les plantes tenues entièrement dans l'obscurité périrent bientôt; celles qui étaient exposées à la lumière électrique seule ou à la lumière du jour seule, se comportèrent à peu près de même; et celles qui étaient exposées à la fois à la lumière du jour et à la lumière électrique réussirent beaucoup mieux que les autres. Les spécimens de moutarde et de carottes exhibés devant la Société indiquaient cette différence d'une manière très remarquable. Le docteur Siemens ne se regarde encore que « comme étant au commencement de ses recherches », mais il croit que les expériences déjà faites suffisent pour justifier les conclusions suivantes :

1° Que la lumière électrique est efficace pour produire de la chlorophylle dans les feuilles des plantes et pour avancer leur croissance; 2° qu'un centre de lumière électrique égal à 1400 bougies, placé à une distance de 2 mètres de plantes qui poussent, paraît être égal, comme effet, à la lumière moyenne du jour pendant la saison de l'année où il a opéré, mais que des effets plus économiques peuvent être obtenus par des centres de lumière plus puissants; 3° que l'acide carbonique et les composés azotés, engendrés en quantité très faible dans l'arc électrique, ne produisent pas d'effets délétères sensibles sur des plantes renfermées dans le même espace; 4° que les plantes ne paraissent pas

réclamer une période de repos pendant les 24 heures de la journée et qu'elles peuvent progresser en vigueur si elles sont soumises pendant le jour à la lumière du soleil, et pendant la nuit à la lumière électrique; 5° que le rayonnement de la chaleur provenant de puissants arcs électriques peut être utilisé pour contrebalancer l'effet de la gelée nocturne, et paraît devoir faciliter l'éclosion et la maturité des fruits au grand air; 6° que, tandis qu'elles sont sous l'influence de la lumière électrique, les plantes peuvent soutenir un accroissement de chaleur artificielle sans s'affaïsser, circonstance favorable à l'action de la lumière électrique; 7° que les frais de l'électro-horticulture dépendent principalement du coût de l'énergie mécanique, et qu'ils peuvent être très modérés là où des sources naturelles d'énergie, telles que des chutes d'eau, peuvent être utilisées.

Avant de terminer ses observations, le docteur Siemens a fait apporter dans la salle du meeting un pot de tulipe en boutons, qui a été mis devant le foyer éclatant d'une lampe électrique. Au bout d'environ 40 minutes, les boutons étaient éclos et transformés en de magnifiques fleurs.

L'électricité nous prépare bien d'autres découvertes; elle nous réserve surtout des surprises par des simplifications dans sa production. Edison n'a-t-il point annoncé tout récemment à l'« Association américaine pour l'avancement des sciences » qu'il était sur le point d'obtenir la transformation directe de la chaleur du combustible en électricité? Cela serait un énorme progrès. En effet, jusqu'ici, comment fabrique-t-on de l'électricité avec le charbon? Par un moyen indirect. Le charbon sert à chauffer de l'eau; la vapeur d'eau met en mouvement, par sa pression sur un piston, une machine; cette machine à vapeur donne elle-même le mouvement à une machine dynamo-électrique. Dans ces transformations diverses et successives, il y a donc une très grande quantité d'énergie inutilement perdue. Par la machine pyro-magnétique d'Edison, bientôt cet inconvénient grave aura disparu.

La vitesse de l'électricité est extraordinaire; elle est de 80,000 lieues par seconde ou 320,000 kilomètres. Elle est presque instantanée. Il n'y a que la pensée qui marche plus vite qu'elle et qui peut nous transporter par l'esprit soudainement d'un endroit à en autre, à travers le temps et l'espace. La lumière ne parcourt que 77,000 lieues, et le son, — véritable patache, par comparaison, — que 340 mètres!

L'esprit souffle où il veut. Rien n'est plus vrai, ici, que cet adage évangélique. L'invention est une véritable inspiration qui,

au moment donné, envahit à l'improviste l'esprit de celui qui était prédestiné à la féconder et à la produire au grand jour. M. Gustave Trouvé aurait été tenté de sourire si on lui avait annoncé, au début de sa carrière d'étudiant en horlogerie de précision, au moment même où nous l'avons surpris, au début de ce livre, ne sentant pas les morsures d'un froid sibérien, qu'il serait appelé, quelques années plus tard, à dompter et à mettre en jeu, avec une habileté incomparable, le plus insaisissable et le plus puissant peut-être de tous les agents de la nature, — l'éblouissante électricité, — pour en obtenir des effets nouveaux et vraiment imprévus. Le monde électrique de M. Gustave Trouvé a d'abord été l'univers des infiniment petits; ses bijoux électriques, ses bobines d'induction, ses électro-aimants, ses piles, ses commutateurs, ses interrupteurs, tout est restreint à des dimensions liliputiennes; tout fonctionne cependant avec une régularité extraordinaire. Chacun de ces organes est un véritable chef-d'œuvre.

Entre ses mains, l'électricité est comme la rime chez nos grands poètes, — selon le précepte de Boileau :

La rime est une esclave et ne doit qu'obéir.

Nous allons voir, dans les chapitres suivants, par quelle série de merveilleuses applications, de 1866 à 1889, c'est-à-dire en vingt-quatre ans, M. Gustave Trouvé a passé, pour enrichir la science de faits imprévus, les arts mécaniques d'appareils nouveaux, avec une sûreté de main et d'esprit ininterrompue et vraiment admirable. A la fin du volume, le lecteur pourra prendre connaissance de nos conclusions et d'un aperçu synthétique sur l'œuvre de notre inventeur et l'avenir de l'électricité, dans toutes les branches des sciences et des industries humaines.

CHAPITRE TROISIÈME

**Les inventions de M. Gustave Trouvé
dans le domaine
de la génération de l'électricité.
Les moteurs électriques.
Le dynamomètre universel.
Machine dynamo de démonstration.
Les piles.**

On obtient actuellement de l'électricité, ou plutôt de l'énergie électrique, en quantité indéfinie et permanente, pour être appliquée à mille usages nouveaux et utiles par deux modes généraux. Ces deux grands moyens d'avoir de la force et de la lumière ont été le sujet des inventions les plus ingénieuses, les plus fécondes qu'il ait été donné à l'esprit de l'homme d'imaginer. Ce sont :

1° Les dynamos, subdivisées en dynamos-électriques et en machines magnéto-électriques ;

2° Les piles.

Nous avons à peine besoin de faire remarquer, en passant, que les accumulateurs sont des magasins d'électricité, mobiles et transportables, dans lesquels on emprunte de l'énergie électrique jusqu'à épuisement de la réserve. Mais il ne faut pas les confondre avec les dynamos et les piles qui sont des générateurs capables de produire constamment de l'électricité sur place, tandis qu'il faut renvoyer les accumulateurs au lieu de production, quand ils ont fourni toute leur contenance.

C'est encore l'instant de rappeler, succinctement, à nos lecteurs, qu'il n'y a qu'une seule électricité au monde. Quand on dit qu'elle est *statique*, *dynamique*, on entend par ces expressions que l'électricité est considérée à ce moment à l'état de repos, à l'état de mouvement. On fait communément de nombreuses confusions à cet égard. Il n'est plus permis désormais de tomber

dans de semblables erreurs. Quelque profonde que soit la différence même que l'on constate dans l'énergie des manifestations électriques, il ne faut pas oublier que l'origine est la même. Tout dépend des qualités du fluide électrique, c'est-à-dire de sa tension, de sa quantité, du caractère permanent ou alternatif du courant qu'elle constitue, de l'état de repos ou de mouvement dans lequel elle se trouve.

Jules Jamin, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne et à l'École polytechnique, ne manquait jamais d'insister sur ces principes fondamentaux, si simples, et beaucoup trop ignorés; il avait adopté une méthode d'enseignement originale pour frapper l'esprit de ses auditeurs et de ses élèves. Il leur montrait une carafe pleine d'eau. Ensuite il en versait le contenu dans un auget menant à la roue d'un petit moulin. Le liquide coulait et la roue tournait. Eh bien, disait-il, l'eau dans la carafe, c'est de l'eau statique ou à l'état de repos; l'eau dans l'auget, c'est de l'eau dynamique ou à l'état de mouvement; mais dans la carafe et l'auget, c'est la même eau. Il en est de même de l'électricité.

Une saine interprétation de ces faits est absolument nécessaire pour la facile compréhension de ce chapitre sur la production de l'électricité par les dynamos et les piles, en attendant que l'avenir nous révèle peut-être encore bien d'autres modes de génération. Mais c'est là le contingent de la science de demain et le domaine des découvertes futures.

Les machines dynamo-électriques et magnéto-électriques sont adoptées de préférence pour la production en grand de l'électricité destinée aux usines, aux manufactures, aux vastes établissements, aux gares de chemins de fer, aux halles, à l'éclairage des villes. Cependant, dès aujourd'hui, on peut déjà, grâce aux perfectionnements qu'elles ont reçus, les faire entrer en ligne de compte pour les usages domestiques, les besoins de la médecine, les expériences, les recherches, les mille nécessités de la vie domestique et des carrières scientifiques. La plupart de ces progrès sont dus à l'initiative hardie de M. Gustave Trouvé. En prenant connaissance des pages suivantes, le lecteur verra par quelles étapes successives notre inventeur a passé pour aboutir à son dynamomètre universel et à sa machine dynamo-électrique à manège pour la démonstration dans les cours, appareils qui ont fait une si vive sensation à l'Exposition de 1889. M. Gustave Trouvé s'y est surpassé. Notamment pour le dynamomètre universel, nous ne croyons pas qu'on puisse créer, d'ici longtemps, un instrument plus parfait et avec des moyens

plus simples. C'est avec justice et vérité que, lors de sa présentation au Congrès international des électriciens, dans la séance du 21 septembre 1889, on lui a appliqué l'expression de sir Williams Thompson, à propos du téléphone Bell : « On ne pourra que le compliquer en l'améliorant. » Mais avant d'aborder la description de ces machines, il faut nous occuper des moteurs électriques et remonter dans le passé de M. Gustave Trouvé.

I. — LES MOTEURS ÉLECTRIQUES

La transformation de l'électricité en mouvement a un intérêt capital, notamment pour le médecin, car l'on peut supputer mathématiquement la quantité de kilogrammètres à laquelle correspond la quantité d'électricité qui a passé dans un muscle. Le calcul s'opère facilement par des formules algébriques qu'il serait oiseux de rapporter ici. Il suffit que le lecteur connaisse le fait.

Dès qu'on a constaté que l'électricité pouvait développer une énergie considérable, capable aussi d'être asservie et réglée, puis appliquée aux mêmes usages de l'industrie et des besoins de l'homme, des moteurs électriques sont nés. Ils reposent tous sur le principe de la transformation de l'énergie et sur la réversibilité des machines électriques. Cette découverte a donné une impulsion énorme aux progrès des moteurs électriques qui, tout d'abord, n'avaient constitué que des jouets, pour ainsi dire, étant construits sur le principe des électro-aimants à actions alternatives. Ils étaient lourds, à peine en état d'entraîner un poids supplémentaire à leur propre masse. La première expérience de réversibilité des moteurs électriques remonte à l'année 1873, à l'Exposition de Vienne.

Nous reviendrons sur ce sujet, plus loin, en décrivant la machine dynamo-électrique de démonstration. Pour l'instant, nous devons nous consacrer à la nomenclature un peu étendue de toutes les recherches par lesquelles M. Gustave Trouvé a passé. Il n'a pas omis l'étude des aimants qui forment comme le point de départ et l'assise fondamentale du mouvement engendré par l'électricité. C'est ainsi qu'il a imaginé une méthode nouvelle pour leur fabrication, de manière à obtenir une puissance toujours identique. Ses études ont porté sur trois points importants :

- 1° Obtenir un moyen de reconnaître le meilleur acier pour la préparation des barreaux aimantés;
- 2° Déterminer le degré de trempe le plus convenable;
- 3° Choisir le procédé d'aimantation le plus simple et le plus pratique.

Dans une communication faite à l'Académie des sciences de Paris, dans la séance du 8 août 1881, M. Gustave Trouvé a résumé de la façon suivante le résultat de ses études et de ses moyens pour les meilleures conditions de fabrication des aimants.

« J'ai d'abord essayé un grand nombre d'aciers, non seulement de provenances différentes, mais encore, pour chaque provenance, de qualités ou de numéros différents. Après les avoir tous coupés de longueur, je les ai aimantés et j'ai mesuré leur force portante; ensuite, ils ont été trempés de la même manière et aimantés de nouveau.

« Leur force portante, mesurée après cette nouvelle aimantation, m'a permis de reconnaître : 1° que les meilleurs aciers, au point de vue de la fabrication des barreaux aimantés, sont ceux d'Allevard, ce que l'on savait déjà d'ailleurs; 2° que les forces portantes, déterminées après les deux aimantations, sont liées par une loi simple qui peut s'énoncer en disant qu'elles sont entre elles dans le rapport $n : n^2$, c'est-à-dire que, si la force portante due à la première aimantation est représentée par 2, 3, 4, la force portante due au magnétisme à saturation sera 4, 9, 16. Par ce procédé, j'ai pu facilement classer les aciers.

« En ce qui concerne la trempe, j'ai fait de nombreux essais et j'ai reconnu qu'une trempe régulière est nécessaire. Comme je ne pouvais m'astreindre à faire moi-même cette opération, j'ai installé un moufle chauffé par le moyen du gaz, à une température parfaitement constante : dès lors, il m'a été possible d'opérer industriellement et de confier le travail de la trempe à un simple manoeuvre.

« Quant au procédé d'aimantation en lui-même, les barreaux à aimanter sont placés dans deux solénoïdes juxtaposés, le circuit magnétique est fermé au moyen de deux plaques de fer doux, et je fais passer le courant d'une pile, du genre de celle de Wollaston, de six éléments.

« En opérant ainsi, j'obtiens des aimants d'une force constante et relativement considérable. Mes aimants droits portent jusqu'à douze et même quatorze fois leur poids; si l'aimant est recourbé en fer à cheval, la charge peut être quadruple, c'est-à-dire quarante-huit à cinquante-six fois son poids.

« Dans ces conditions, des aimants munis de bobines ayant 120 mètres de fil n° 36 (10/100 de millimètre), dont la résistance est de 240 ohms, constituent, placés dans une enveloppe de bois durci, des téléphones Bell sensibles et très puissants. »

M. Gustave Trouvé avait été conduit naturellement à étudier la fabrication des aimants, par la combinaison du moteur électrique qui le préoccupait en 1880. C'est à ce moment qu'il imagina sa machine, en combinant le principe des électro-aimants en fer doux et en acier trempé avec celui de la réversibilité. Depuis cette époque, il a construit des moteurs autrement puissants et ingénieux. Mais nous écrivons de l'histoire scientifique et nous ne pouvons omettre la description de cet appareil ancien. Au reste, nous aimons à citer toutes ces transitions successives pour montrer jusqu'à quel point notre inventeur est doué d'une habileté de mains qui n'a d'égale que son imagination créatrice, constamment en éveil. M. Gustave Trouvé a fait plus tard des applications extrêmement heureuses de son moteur perfectionné pour la locomotion, la navigation, en réduisant le poids sans diminuer la puissance.

C'est au mois de juillet 1880 que M. Gustave Trouvé adressa à l'Académie des Sciences, toujours empressée à recevoir ses communications, une note concernant un moteur électrique fondé sur l'excentricité des joues de la bobine de Siemens. Par des études successives, il était parvenu à réduire le poids de tous les organes, en augmentant du même coup son rendement. Voici la description qu'il a faite lui-même de la solution cherchée.

« Lorsqu'on trace le diagramme dynamique d'une bobine Siemens, en lui faisant opérer une révolution complète entre les deux pôles magnétiques qui réagissent sur elle, on observe que le travail est presque nul pendant deux périodes assez grandes de la rotation. Ces deux périodes correspondent aux temps pendant lesquels les pôles cylindriques de la bobine, ayant atteint les pôles de l'aimant, défilent devant eux; durant ces deux fractions de la révolution, qui sont chacune de 30 degrés environ, les surfaces magnétiques destinées à réagir l'une sur l'autre restent à la même distance; la bobine n'est donc pas sollicitée à tourner. Il en résulte une perte notable de travail. J'ai supprimé ces périodes d'indifférence et accru l'effet utile de la machine en modifiant ainsi la bobine : les faces polaires, au lieu d'être des portions d'un cylindre dont l'axe coïncide avec celui du système, sont en forme de limaçon, de telle sorte qu'en tournant elles approchent graduellement leurs surfaces de celles de l'ai-

mant. L'action de répulsion commence alors, de sorte que le point mort est pratiquement évité. »

Cet appareil est représenté de face par la figure 7 et en perspective, au quart, par la figure 10. Il mesure 20 centimètres de hauteur sur 25 centimètres de longueur. Il est capable de développer une force de 3 à 4 kilogrammètres, force plus que suffisante pour la mise en action de la machine elle-même.

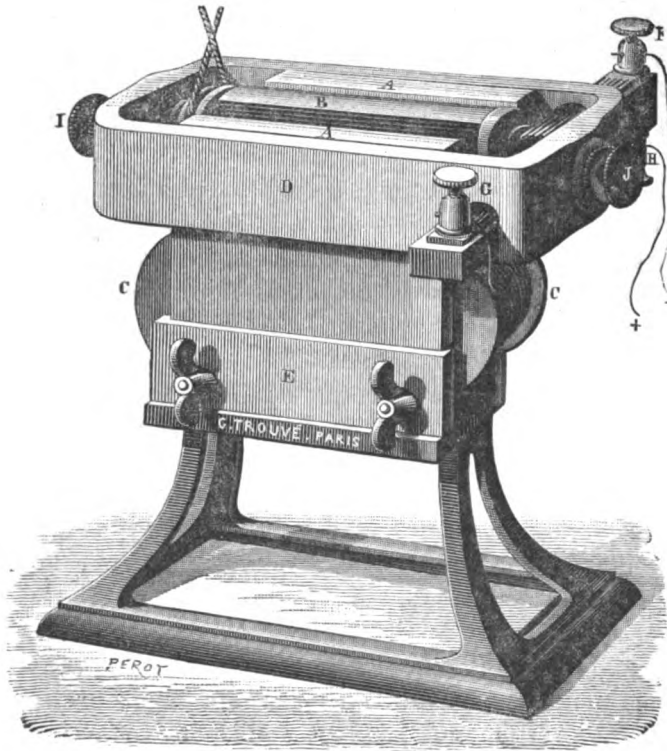


Fig. 7. — Moteur électrique de M. Gustave Trouvé, à bobine de Siemens, à joues excentrées.

On voit par la figure 8, qui représente la coupe verticale avec projection horizontale du moteur, que M. Gustave Trouvé, au lieu de se servir d'un aimant naturel, à l'imitation de M. Marcel Deprez, a adopté un électro-aimant en U, entre les pôles duquel est placée la bobine Siemens modifiée. Le courant circule dans le fil de l'électro-aimant *aab* à deux branches ou inducteur, et passe de là, au moyen des balais du commutateur, dans le fil de la bobine ou électro-aimant mobile, ou induit à joues excentrées *ff ee*.

Ce courant aimante le fer doux de l'électro-aimant et de la bobine mobile, il traverse tout l'appareil et détermine les pôles.

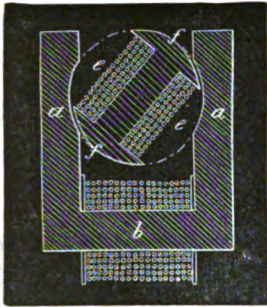


FIG. 8. — Coupe verticale avec projection horizontale du moteur électrique de M. Gustave Trouvé.

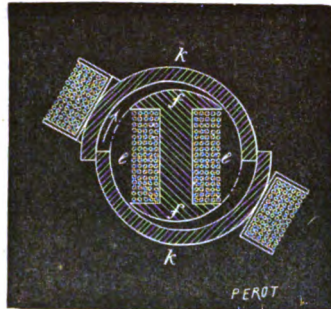


FIG. 9. — Coupe verticale de la bobine avec inducteur en limaçon.

magnétiques. Ces pôles changent de nom dans la bobine à chaque révolution. Il se produit de cette façon une suite non interrompue d'attractions qui dominent de beaucoup les répulsions. Ces attractions se continuent jusqu'à l'interruption du courant.

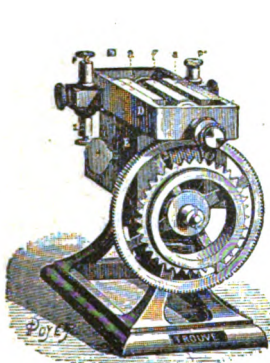


FIG. 10. — Moteur électrique vu en perspective, système de M. Gustave Trouvé.

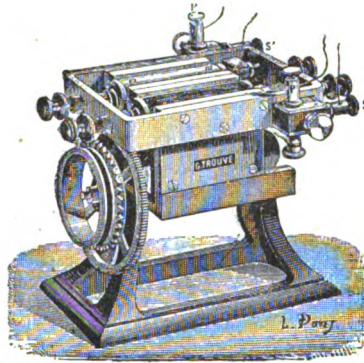


FIG. 11. — Vue en perspective du moteur à deux bobines, système de M. Gustave Trouvé.

L'expérience démontre clairement la supériorité du moteur Gustave Trouvé sur les similaires à aimant. Un courant, quelle que soit sa force, peut faire marcher la machine. Chez les autres moteurs à aimant, il faut, au contraire, que l'énergie magnétique développée par le courant soit proportionnée à celle de l'aimant naturel, afin que la rotation puisse se produire avec efficacité. M. Gustave Trouvé, en augmentant le nombre des éléments,

obtient une vitesse, non seulement croissante, mais aussi toujours régulière, sans arrêt, sans point mort. Cette vitesse peut atteindre 12,000 et même 18,000 tours à la minute.

Il est facile d'augmenter la force du moteur de M. Gustave Trouvé sans changer les dimensions des organes (fig. 11); deux bobines, au lieu d'une, sont placées entre les pôles d'un double électro-aimant et peuvent être montées en dérivation ou en tension. Le courant passe dans une des deux bobines séparément; au

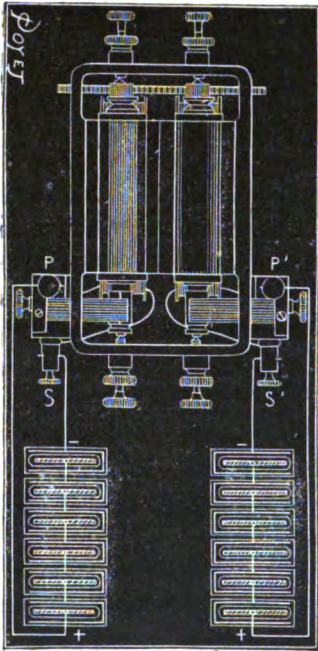


FIG. 12. — Bobines électriques montées en dérivation selon le système de M. Gustave Trouvé.

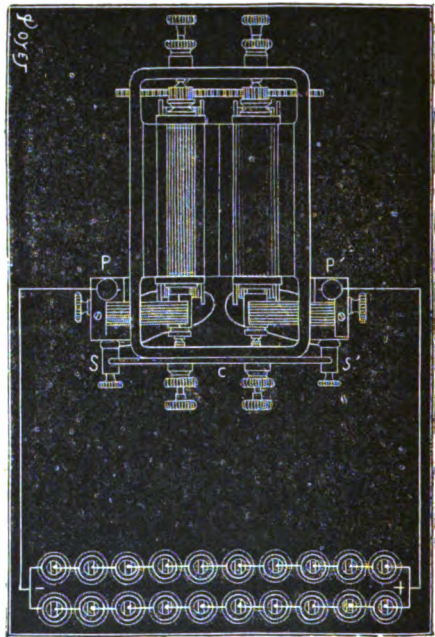


FIG. 13. — Bobines électriques montées en tension selon le système de M. Gustave Trouvé.

moyen d'une roue dentée qui les relie, la bobine magnétisée tourne, entraînant l'autre dans sa rotation : ces deux bobines sont en dérivation (fig. 12). Si au contraire on actionne les deux bobines à la fois, elles sont montées en tension (fig. 13). On produit ainsi une force double. M. Gustave Trouvé emploie l'un ou l'autre des deux systèmes, suivant la source d'électricité dont il dispose. Avec deux forts éléments, par exemple, on monte l'appareil en dérivation en excitant chaque bobine avec un des éléments. L'axe de la bobine porte une gorge que l'on peut utiliser direc-

tement, si une grande vitesse est nécessaire. Une roue taillée recevra une chaîne Galle pour actionner une machine quelconque, pour un travail qui réclame plus de force que de vitesse. Enfin, placez deux moteurs l'un près de l'autre : ils sont munis tous les deux de roues dentées supplémentaires, qui s'engrènent et forment ainsi un moteur duplex ou quadruplex. Comme il était difficile de déterminer d'avance la force de ce petit moteur, au moment où il a été imaginé, cette excellente combinaison a permis de doubler, tripler, quadrupler la force d'un moteur donné.

En passant, il est utile d'instruire le lecteur sur ce qu'on appelle le montage en dérivation ou en tension. Il n'y a que deux dispositions permettant de placer sur un générateur électrique plusieurs appareils récepteurs, de façon que tous reçoivent la quantité d'électricité qui leur est nécessaire. Ils peuvent être placés :

1° En dérivation ou en quantité, c'est-à-dire ayant chacun un circuit spécial ou au moins un embranchement sur un circuit général ;

2° En série ou en tension, c'est-à-dire tous posés sur le même circuit.

Voici maintenant la description de ce moteur électrique rapportée aux figures d'ensemble qui le représentent vu de face et en perspective (fig. 7 et 10).

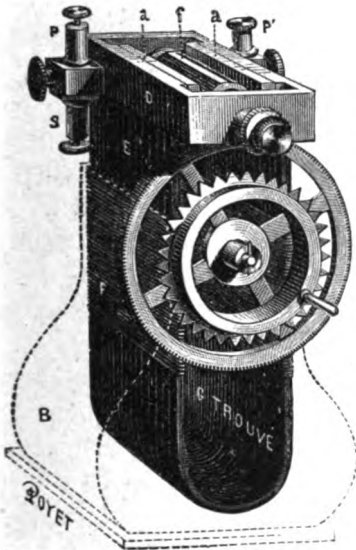


FIG. 14. — Moteur réversible ou machine magnéto-électrique de M. Gustave Trouvé.

N'oublions pas qu'il est réversible, c'est-à-dire que, si au lieu de lui fournir de l'électricité, on le soumet à une rotation rapide, il donne de l'électricité. Néanmoins, comme ces moteurs sont très petits, qu'ils nécessiteraient une vitesse considérable pour s'amorcer, M. Gustave Trouvé a pensé qu'il était plus simple d'adjoindre (fig. 14) un aimant permanent sur lequel on enroule du fil comme dans un électro-aimant. Dans ces conditions, ce petit moteur devient une petite machine magnéto-électrique produisant un courant de 25 à 30 watts environ, quand on agit simplement sur la manivelle avec la main. La machine fonctionne donc, quelle

que soit la vitesse qu'on lui imprime. De plus, une bobine B (fig. 7), genre Siemens, tourne en A, entre deux armatures de fer doux, échancrees en ellipsoïde. Les armatures font partie d'un électro-aimant situé à la partie inférieure de l'appareil et dont on voit la bobine en C (fig. 7). La bobine B tourne entre deux tourillons I, J. Le courant de la pile entre par les bornes F, H. Il actionne d'abord l'électro-aimant en circulant dans la bobine C. Il pénètre ensuite dans la bobine B par des balais en contact avec les bornes F, G, frottant sur un collecteur de construction très solide. Par suite des actions réciproques des courants magnétiques des armatures et de la bobine B, il se produit des répulsions et attractions très énergiques, qui déterminent la mise en rotation rapide de l'appareil. On voit en D le cadre en cuivre qui entoure et protège l'électro-aimant qui est fixe et dont les pôles sont en A, A. Le pied ou bâti en fonte E est indépendant.

Ce moteur, qui s'actionne avec la grande pile au bichromate de potasse de M. Gustave Trouvé que nous allons décrire plus loin, peut mettre facilement en mouvement les machines d'électricité statique. A cet égard, il rend de grands services dans la thérapeutique électrique. Ces machines sont décrites plus loin.

Construit sur un tout petit modèle, ce moteur est encore capable de fournir une force relativement élevée représentée par 4, 5 et même 6 fois son poids en kilogrammètres. Une machine de 0^m,05 de long et pesant 220 grammes produit 1,200 grammètres de travail. M. Gustave Trouvé a voulu faire un tour d'extrême habileté en construisant un modèle de 0^m,01 de longueur. Ce moteur minuscule est une merveille de patience. C'est un bijou digne des Contes de fées et qui peut se porter en breloque, a dit le journal *la Liberté*, en rendant compte d'une soirée scientifique au Conservatoire des Arts et Métiers à Paris, pendant laquelle M. Gustave Trouvé avait charmé et étonné tous les invités, à commencer par S. M. dom Pedro, empereur du Brésil. C'est ainsi qu'il a imaginé encore des moteurs électro-sphériques avec un ou deux mouvements combinés.

Les figures 15 et 16 représentent deux de ces appareils, vus dans leur ensemble; une partie est en coupe. L'armature, désignée en A, est un cercle coupé suivant son diamètre. La bobine B est un électro-aimant droit. Les extrémités intérieures des fils sont réunies à travers la couronne C, dont ils restent isolés. Les extrémités extérieures vont aboutir, l'une au commutateur qui la fait communiquer au pôle positif de la pile, l'autre à l'électro-aimant. On voit en D le cercle supportant l'armature (fig. 17). En

E, E' (fig. 16) sont les trous servant à la fixer, ainsi que le cercle, au moyen des boutons G, G'. En F est le cercle supportant

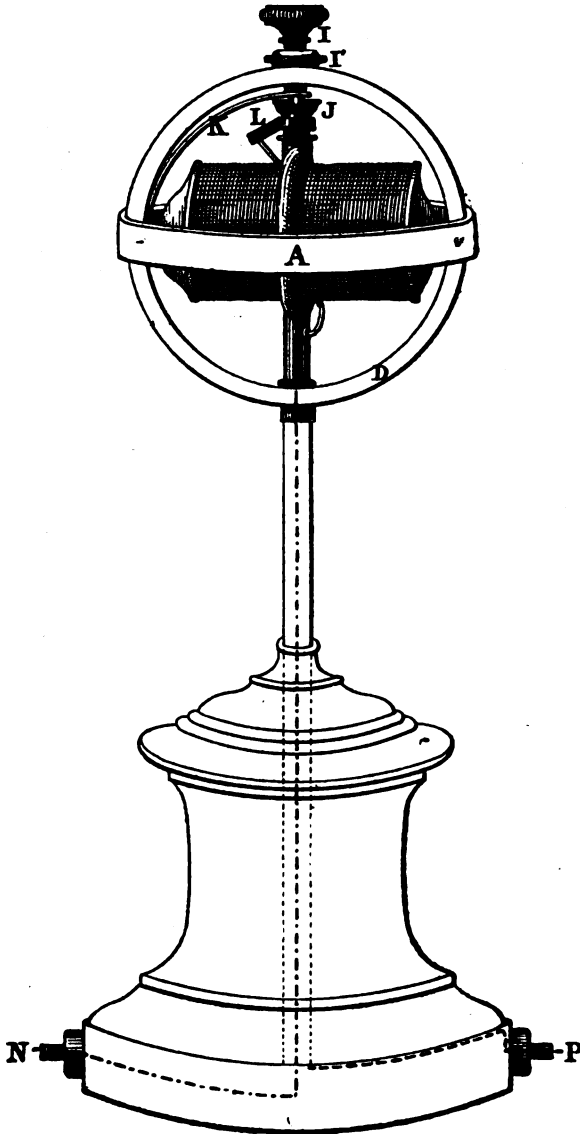


Fig. 15. — Moteur électro-sphérique de M. Gustave Trouvé.

l'ensemble du moteur. En H, H' sont les boutons servant à fixer l'électro-aimant lui-même au moyen de la pièce I'', placée à l'extrémité de l'axe et percée sur son limbe d'une quantité de trous. Les

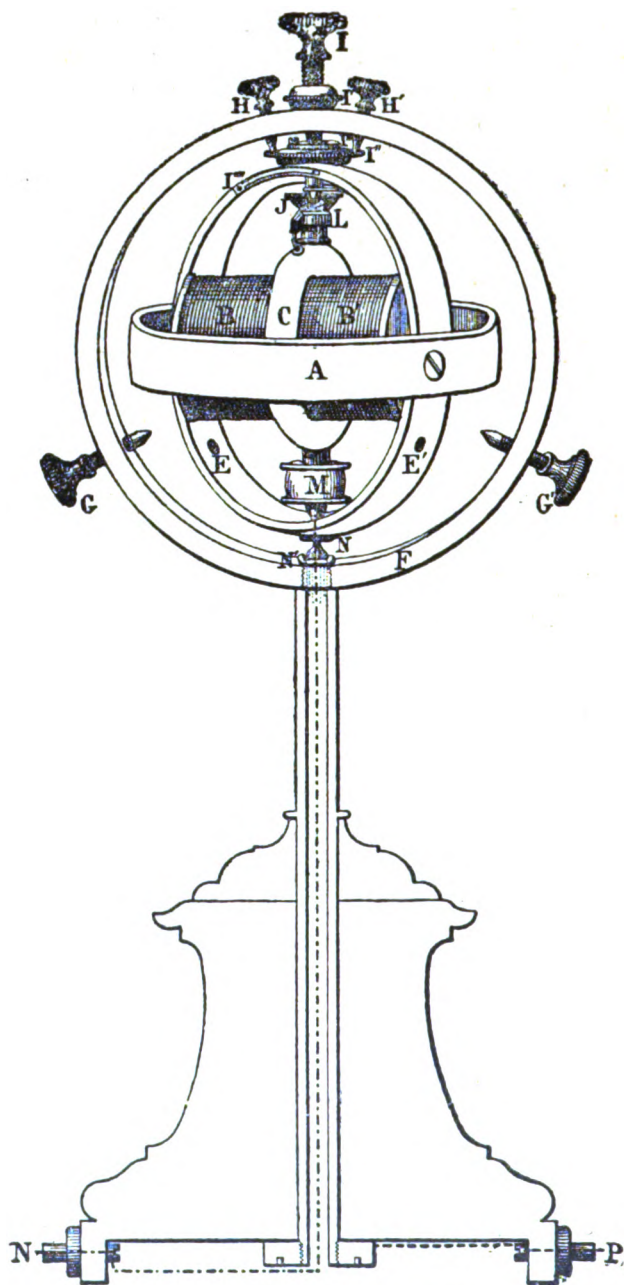


FIG. 16. — Moteur électro-sphérique,
à deux mouvements combinés, de M. Gustave Trouvé.

boutons I, I', I'', I''', I'''' sont des appendices destinés au réglage. Voici le détail de ces pièces qui jouent un rôle prépondérant dans la marche de l'appareil. En I est le bouton de réglage et en I' son contre-écrou ; en I'' est le disque, percé de nombreux trous, qui participe au mouvement de rotation de l'électro-aimant et est destiné à supprimer à volonté ce mouvement au moyen des boutons H, H'. En I''' et I'''' sont les ressorts pressant sur l'axe pour éviter toute intermittence dans le courant. En J est le commutateur avec face en platine. Le ressort K est terminé par une

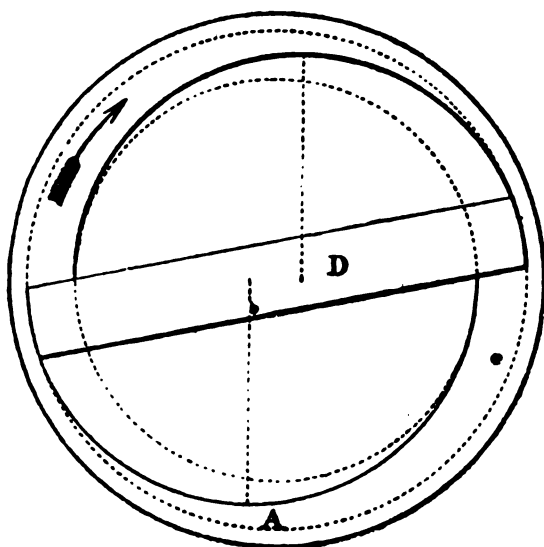


FIG. 17. — Vue en plan de l'armature du moteur électro-sphérique de M. Gustave Trouvé.

came en même métal. L'axe de l'électro-aimant est formé de deux parties. L'une, supérieure, est isolée de la couronne C ainsi que du commutateur. L'autre est enfoncée de force et communique avec la couronne. En M est la poulie et en N, N' on voit les pièces d'ivoire qui isolent le pôle négatif de l'ensemble du moteur. Leur position centrale est en métal.

Voici la marche de cet appareil. Dès que les deux fils conducteurs de la pile sont reliés aux deux pôles P, N, le circuit est fermé. Le commutateur entre en fonction ; les parties des armatures les plus rapprochées du centre sont successivement attirées vers les pôles de l'électro-aimant, avec une vitesse qui dépend du degré d'excentricité de l'armature, à la seule condition qu'on

n'exagère ni l'excentricité, ni le diamètre du moteur. Il en résulte un mouvement circulaire autour de l'électro-aimant.

Ce mouvement s'arrêterait si, un peu avant que l'armature arrive à sa plus courte distance, la petite encoche du commutateur entraîné par elle ne venait pas se placer sous la petite came de platine, laquelle alors, ne pressant plus, interrompt le courant et fait cesser l'aimantation. L'armature n'est plus attirée; mais, en vertu de la vitesse acquise, elle dépasse le point mort et subit de nouveau l'attraction, parce que, dans son mouvement, elle a fait franchir à la came l'espace vide du commutateur pour la remettre de nouveau en rapport avec le ressort frottant, et ainsi de suite.

La largeur de l'encoche du commutateur est suffisante pour qu'au moment où le courant reprend, l'armature ne soit pas attirée en sens contraire. Le mouvement continue en s'accélégrant jusqu'à ce qu'il atteigne un maximum de vitesse variable avec le diamètre du moteur. Avec un seul élément au bichromate de potasse, il peut faire de 20 à 23 tours par seconde. A l'Exposition universelle de 1867, M. Gustave Trouvé en a présenté un modèle qui avait deux décimètres de diamètre et qui faisait avec deux éléments de 12 à 15 tours par seconde, quoique le poids des deux électro-aimants, disposés en croix pour éviter le point mort, fût de 44 kilogrammes!

Le mécanisme de la rotation se fait de la même façon dans les deux moteurs. Si, dans le moteur double, l'électro-aimant est fixé par les boutons supérieurs H, H', l'armature est seule sollicitée au mouvement. Si, laissant l'électro-aimant libre, on fixe l'armature par les boutons inférieurs G, G', l'électro-aimant seul est sollicité par l'armature. Si on laisse libres à la fois l'électro-aimant et l'armature, ils ne s'attireront pas moins l'un l'autre. Ils se mettront en mouvement en sens contraire et parcourront chacun la moitié du chemin qui les séparait. Si, après les avoir lancés dans le même sens, on ferme le circuit, celui des deux qui tourne à contre-sens de son mouvement naturel s'arrête plus ou moins vite, suivant la force de la pile, revient immédiatement sur ses pas, et gagne de la vitesse pendant que l'autre en perd. Mais, au bout d'un instant, l'armature et l'électro-aimant commencent à marcher d'accord en sens contraire; à la condition, toutefois, qu'ils aient le même diamètre, ou que leur poids soit dans un rapport déterminé, et que les frottements soient convenablement réglés.

Ces moteurs furent les premiers qui permirent d'atteindre

des vitesses considérables, inusitées jusqu'alors, par suite de l'accroissement de la force vive utilisée. Le moteur à deux mouvements a été consacré spécialement à la démonstration du principe de Newton : *l'action est égale à la réaction ou la puissance à la résistance.*

L'un de ces moteurs est très populaire et répandu dans le commerce. Il a été construit sur ces principes dès 1864, et il est déposé au greffe des Prud'hommes à Paris. C'est celui qu'on emploie pour les tubes de Geissler.

Nous n'insistons pas davantage sur ce moteur électro-sphérique qui n'a plus aujourd'hui qu'une valeur historique, consacrée par son admission dans les collections de notre musée national des Arts et Métiers.

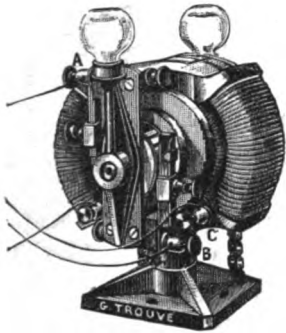


FIG. 18. — Moteur électrique réversible de M. Trouvé.

Il nous reste à faire connaître le moteur électrique réversible de M. Trouvé dont la puissance peut être indéfinie comme les dimensions. C'est une modification longuement étudiée de la machine Gramme : l'inducteur et l'induit sont annulaires et concentriques ; le champ magnétique est très puissant et l'entre-fer réduit dans de fortes proportions (fig. 18).

Dans ces conditions, il donne des résultats remarquables dans les applications nombreuses qu'en a faites M. Trouvé à la navigation de plaisance, aérienne, etc.

D'ailleurs nous le décrirons en détails au chapitre III, où nous le verrons employé comme dynamo.

II. — LE DYNAMOMÈTRE UNIVERSEL

Il y a un proverbe qui dit : « La ligne droite est la plus courte. » M. Gustave Trouvé devait être amené directement à s'occuper de la création d'un dynamomètre, après avoir combiné et construit les moteurs électriques que nous avons décrits. Il était tout préparé pour cette création nouvelle et indiquée à son activité intellectuelle et mécanique ; car, pour y parvenir avec le

succès et l'éclat qui ont accueilli cette invention, il fallait être également un savant véritable et un praticien des plus habiles.

Les progrès incessants et rapides de l'industrie qui, aujourd'hui, ne sont peut-être dépassés que par ceux de l'électricité, rendent indispensable l'emploi d'un appareil destiné à mesurer, soit le travail produit par les générateurs de force motrice, soit, au contraire, le travail absorbé par les nombreux appareils mis en mouvement.

Il est, en effet, très important pour un industriel de pouvoir se rendre compte exactement de la relation qui existe entre le travail produit par l'agent qu'il emploie (électricité, eau, air, vapeur, gaz, etc.) et le travail qui est absorbé et transformé utilement par les machines innombrables répandues dans toutes les usines.

Ce n'est pas tout que de produire facilement de la force, et en quantité illimitée, pour ainsi dire. Il faut l'adapter avec économie aux engins mécaniques employés; il faut la distribuer selon les résultats que l'on cherche, selon les produits que l'on fabrique. Il faut, surtout, savoir la régler, de façon à ne pas en dépenser en pure perte la plus grande partie. Dans la plupart des ateliers, patrons et ouvriers consomment beaucoup plus de force qu'ils n'en ont besoin, et cela par insouciance autant que par ignorance. Ajoutons bien vite qu'ils agissent ainsi parce qu'ils n'ont pas à leur portée le moyen de se rendre compte rapidement, facilement, en un clin d'œil, pour parler comme il faut, de la dépense actuelle et du rendement momentané du moteur qui est là, devant leurs yeux, et qui marche, marche toujours, en dépensant beaucoup trop.

En effet, les appareils usités, que l'on nomme *freins dynamométriques* ou *dynamomètres*, suivant leur genre de construction et leur mode d'emploi, sont généralement peu applicables aux petites machines.

Le frein de Prony est le plus répandu d'entre eux. Cependant on hésite à l'adopter, car il n'est pas d'une installation commode ni d'une application facile. Son emploi est dangereux; il exige beaucoup de précautions, sans compter les connaissances spéciales et les formules sans lesquelles les résultats qu'il exprime sont *lettre morte* pour ceux qui l'appliquent. Il manque aussi de sensibilité et il ne donne pas d'une façon régulière et permanente les deux facteurs du travail, qui sont : l'effort et la vitesse. Aussi les résultats qu'on en tire laissent à désirer, la plupart du temps, sur la concordance et l'exactitude des expériences.

Il était inéluctable que M. Gustave Trouvé, conduit par le besoin répété de cet appareil, devait être amené à combiner un instrument de mesure dynamométrique plus simple, plus fidèle, pouvant être consulté par ceux-là même qui sont étrangers ou ignorants des formules mathématiques. Mais le chemin n'était pas facile à parcourir pour arriver à ce but : il fallait éviter les inconvénients de la force centrifuge, qui sont causés surtout par les masses en mouvement d'appareils lourds et encombrants. Il fallait encore, — et c'était là une solution indispensable, — ramener à la vue, à tout instant, les mesures d'effort et de vitesse avec toutes leurs variations.

M. Gustave Trouvé a résolu victorieusement toutes ces difficultés. La description du dynamomètre universel qu'il a créé en dira plus au lecteur que l'éloge que nous pourrions en faire, en connaissance de cause cependant, parce que nous avons étudié son fonctionnement, simple, pratique, régulier, et que nous sommes restés émerveillés, tous tant que nous étions, des services qu'il rend à la petite et à la grande industrie. Nous préférons le nom de dynamomètre, avec l'adjectif *universel*, qu'il mérite sans discussion, car il peut être appliqué partout et à tout, à celui de frein dynamométrique, qui ne dit pas assez pour les services de l'appareil. Mais le public industriel et savant l'a déjà nommé le dynamomètre Trouvé. Il se compose de deux parties distinctes qui frappent immédiatement les yeux :

- 1° La partie destinée à mesurer l'effort;
- 2° La partie destinée à marquer la vitesse angulaire.

Le travail, donné dans l'unité de temps, produit de ces deux facteurs, est représenté par l'expression : $T = E \times V$. T est le travail, E l'effort, V la vitesse. Ajoutons que la vitesse représente exactement le chemin correspondant parcouru par l'effort pendant l'unité de temps. A tout instant et toujours, le dynamomètre universel de M. Gustave Trouvé donne la valeur des deux facteurs de ce produit. C'est ce que nous allons démontrer par l'étude séparée de ces deux mesures.

1° *Mesure des efforts*. — Il existe un grand nombre de ressorts qui peuvent être employés pour donner la mesure de l'effort. M. Gustave Trouvé a choisi un ressort à lame élastique plati (fig. 49, vue K, n° 7), qu'il loge dans l'axe même de l'appareil, de façon à la soustraire aux chocs extérieurs et aux causes de perturbations qui se produisent dans les indications par l'effet de la force centrifuge qui, de cette façon, n'a plus aucune prise. Cette lame travaille à la torsion, sans frottement, loin de sa

limite d'élasticité, de manière à lui assurer une constante rigoureuse.

Cette lame est renfermée dans un axe creux, composé de deux tubes se recouvrant concentriquement. Ses deux extrémités sont fixées aux tubes qui peuvent suivre avec aisance les mouvements de rotation et de glissement longitudinal que leur imprime la torsion de la lame. Notons que l'action du glissement se fait sentir d'une façon insignifiante. Un des tubes comporte un

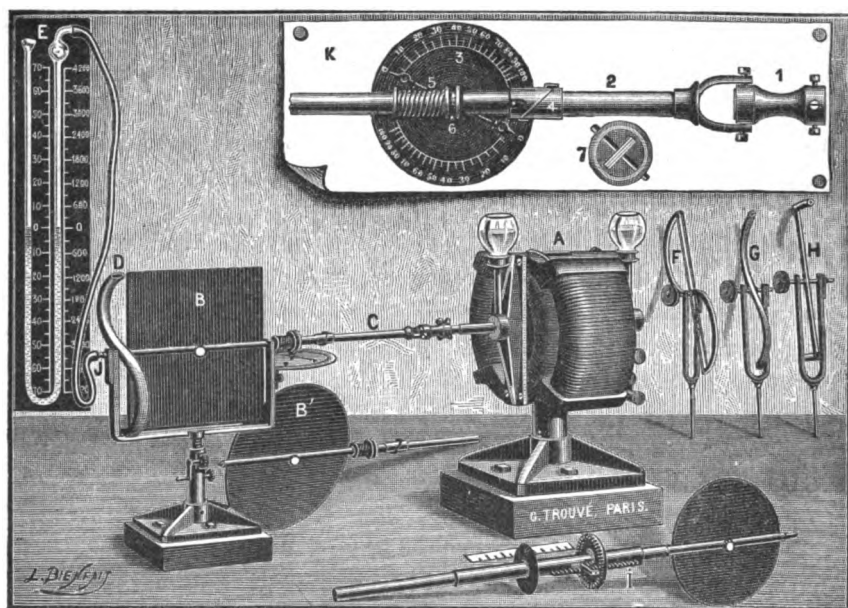


FIG. 19. — Dynamomètre d'absorption pour les petites forces avec moteur et diverses formes de compte-tours. En K est la coupe transversale du ressort dynamométrique composé d'une ou plusieurs lames; système de M. Gustave Trouvé.

- A. — Moteur en expérience pouvant développer 30 à 40 kilogrammètres.
- B, B'. — Frein dynamométrique à palette carrée ou circulaire appropriée à la mesure des petites forces, depuis celle de quelques grammètres jusqu'à celle de 30 à 40 kilogrammètres.
- C. — Dynamomètre à indication curviligne de l'effort sur un cadran dont on voit les détails amplifiés en K au sommet de la figure.
- D. — Compte-tours en S agissant par aspiration sur le manomètre E.
- E. — Manomètre à liquide.
- F. — Compte-tours en S à section carrée.
- G. — Compte-tours également en S à section ovoïde.
- H. — Compte-tours à branches droites avec ajustages mobiles aux extrémités pour fonctionner dans les deux sens.

I. — Dynamomètre à indication rectiligne de l'effort par le jeu d'un manchon à crémaillère et à pignon.

J. — Presse-étoupe pour assurer l'étanchéité entre le tourniquet D et le manomètre E.

Voici maintenant la légende explicative des détails amplifiés du dynamomètre placé dans le tableau K, au sommet et à droite du dessin.

1. — Manchon universel à la Cardan, s'adaptant sur l'arbre du moteur en expérience.

2. — Dynamomètre à ressort plat, fixé par chacune de ses extrémités à deux tubes concentriques constituant l'axe du système et dont les positions relatives déterminent les différents degrés de torsion du ressort dynamométrique, indiqués par une aiguille sur le cadran 3.

3. — Cadran gradué empiriquement indiquant les efforts dynamométriques.

4. — Plans inclinés transformant le mouvement de torsion du ressort en mouvement longitudinal, actionnant soit l'aiguille du cadran 3, soit la crémaillère du mouvement rectiligne de l'index du dynamomètre I.

5. — Ressort antagoniste ramenant la partie mobile du manchon dans sa position normale au repos.

6. — Gorge profonde sur le manchon mobile, dans laquelle s'engage l'arbre coudé de l'aiguille pour l'entraîner dans son mouvement.

7. — Coupe transversale du ressort dynamométrique qui peut être composé d'une ou de plusieurs lames.

manchon B, qui est fixe et taillé en plan incliné (fig. 20 et 21). Un autre manchon semblable, libre sur le second tube, est constamment ramené contre le manchon fixe par un léger ressort antagoniste F, à boudin, de manière qu'au repos les deux plans inclinés s'appliquent l'un contre l'autre. Au début, M. Gustave Trouvé avait employé un pas hélicoïdal; mais les indications fournies par le dynamomètre n'avaient lieu que lorsque celui-ci tournait dans un sens déterminé; avec les plans inclinés, fabriqués en acier trempé, les indications sont toujours exactes et ont toujours lieu sans qu'on ait à se préoccuper ni du sens du mouvement, ni de la position relative des machines entre elles. Le manchon mobile B' est muni d'une coulisse qui ne lui laisse prendre sur le second tube qu'un mouvement longitudinal sous l'action des efforts de torsion exercés sur l'axe du système. C'est le mouvement longitudinal de ce manchon qui est même utilisé pour conduire l'aiguille indicatrice des efforts sur un cadran visible en A, où sont inscrites empiriquement leurs variations. Dans ce but, le manchon mobile B' est creusé d'une gorge profonde

dans laquelle s'engage l'extrémité d'un petit arbre coudé porté par l'aiguille. Le cadran est gradué empiriquement, de la façon suivante :

L'axe du ressort dynamométrique étant solidement relié d'un bout au moteur, on fixe à l'autre extrémité du ressort un double levier équilibré, dont le rayon ($0^m,1592$) correspond très exactement à une circonférence de 1. mètre de développement, de sorte que chaque kilogramme, appliqué au bout de ce bras de levier, représente un travail égal à un kilogrammètre par tour du système. A une extrémité de ce levier, constituant une véritable balance, on charge l'un des plateaux de poids successifs jusqu'à ce qu'on ait atteint le maximum de torsion que l'on veut donner au ressort, limité ici, dans chaque sens, par deux buttoirs, à une demi-circonférence, soit 180 degrés. On profite de ce temps pour faire opérer au moteur, lentement, en agissant sur le volant, le mouvement circulaire nécessaire pour tenir le levier chargé dans la position parfaitement horizontale. On note à ce moment la situation de l'aiguille sur le cadran, et on y inscrit l'effort représenté par le nombre de kilogrammes qui sont placés sur le plateau. Supposons, si vous le voulez, 100 kilogrammes. Cela fait, on retire successivement 1, 2, 3, 4 kilogrammes, jusqu'à ce qu'on arrive à 0 kilogramme, en ayant soin, dans chacune de ces opérations, de maintenir très exactement la position horizontale de la balance, en détournant le moteur de la quantité voulue.

Il ne faut pas omettre de marquer sur le cadran chacune des positions de l'aiguille, avec indication de l'effort correspondant au poids tenu en équilibre. De cette manière, la graduation du cadran ayant été opérée du *maximum* au *minimum*, sera toujours plus exacte que la graduation en sens contraire. Les efforts se trouveront ainsi déterminés avec la plus grande précision, et toute erreur d'appréciation se trouvera éliminée. En fin de compte, tout se borne à lire les chiffres indiqués par l'aiguille sur le cadran, qui résume ainsi toutes les valeurs de l'effort E.

2° *Mesure des vitesses angulaires.* — Ainsi que pour la mesure des efforts, il existe, pour la mesure des vitesses angulaires, un grand nombre d'appareils qui sont connus et que l'on a disposés d'une manière permanente ou passagère pour donner les indications nécessaires. M. Gustave Trouvé a eu pour but principal d'atteindre ici encore la simplicité; le compteur auquel il s'est arrêté pour les dynamomètres destinés aux petites forces est composé d'un tube formant tourniquet, monté en son milieu sur

un axe creux avec lequel il communique, et mis en relation par un tube en caoutchouc, soit avec un manomètre liquide E', soit avec un manomètre métallique E (fig. 20). Ce tourniquet peut être monté directement sur le prolongement de l'axe même du dynamomètre comme (fig. 19 et 21); il peut encore participer à son mouvement par un mode quelconque de transmission sans glissement. Un petit presse-étoupe assure toujours l'étanchéité de la communication entre le manomètre et le tourniquet.

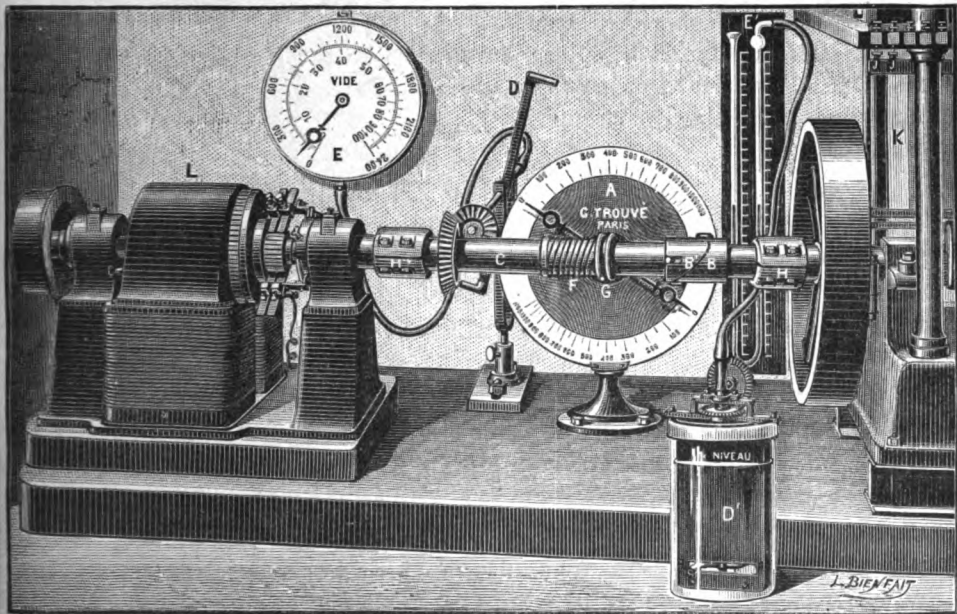


FIG. 20. — Dynamomètre d'absorption par machine dynamo-électrique, système de M. Gustave Trouvé.

A. — Cadran gradué empiriquement indiquant l'effort dynamométrique.

B, B'. — Manchons fixe et mobile à plans inclinés transformant le mouvement de torsion du ressort dynamométrique en mouvement rectiligne pour actionner l'aiguille dans son mouvement curviligne sur le cadran A.

C. — Arbre du dynamomètre.

D. — Compteur de tours ou tourniquet à branches droites, avec coudes mobiles aux extrémités, placé en dehors de l'axe du dynamomètre, mais participant à son mouvement par l'intermédiaire d'un engrenage d'angle multiplificateur et agissant par aspiration sur le manomètre E.

D'. — Compte-tours ou tourniquet en S agissant sur le manomètre E' en tournant dans un liquide à niveau constant. Le vase contenant le tourniquet

et le liquide est divisé en deux, de bas en haut, par une cloison dans laquelle une fenêtre laisse juste passer le tourniquet. Dans ces conditions, le liquide ne peut prendre un mouvement tourbillonnant et les indications sont précises.

E. — Manomètre métallique très sensible, gradué empiriquement.

E'. — Manomètre à liquide gradué empiriquement.

F. — Ressort antagoniste ramenant le plan incliné B' dans sa position normale au repos.

G. — Gorge profonde du manchon mobile B' agissant sur la petite manivelle qui entraîne l'aiguille dans son mouvement curviligne sur le cadran A.

H, H'. — Manchons à écrous reliant l'appareil dynamométrique au moteur K et à la dynamo L.

K. — Machine motrice à vapeur.

L. — Machine dynamo-électrique d'absorption. Le circuit est fermé sur des résistances de convention ou sur des résistances utiles, comme par exemple sur une canalisation de lumière électrique.

Les choses étant ainsi disposées, on comprend que, le tourniquet D participant au mouvement du système entier, il se produit une sorte de succion de l'air par les orifices libres du tourniquet, ce qui détermine une dépression dans la colonne barométrique, dont le résultat est de faire varier le niveau dans cette colonne ou le déplacement de l'aiguille sur le manomètre. Les indications sont d'autant plus accentuées que les dépressions sont plus fortes, par le fait même d'une vitesse plus accélérée. Ce montage direct du tourniquet sur l'axe convient la plupart du temps, lorsqu'on possède une certaine vitesse. Dans les cas de petites vitesses, il y a avantage à le commander en dehors de l'axe par une transmission sans glissement qui augmente au besoin son nombre de tours.

M. Gustave Trouvé a combiné plusieurs moyens qu'il a adoptés pour augmenter l'amplitude des indications. En voici quelques-uns. Un premier moyen consiste à faire varier l'inclinaison de la colonne liquide, de manière que la pression qu'elle exerce soit plus faible. Il est certain que plus on se rapprochera de la position horizontale, sans y atteindre cependant, plus l'appareil sera sensible et plus les indications fournies seront amplifiées.

Un second moyen très efficace consiste à faire évoluer le tourniquet dans un milieu plus dense que l'air, un liquide par exemple, comme cela se voit en D', dans la figure 20. Dans ces conditions, les indications atteignent une amplitude considérable, en rapport avec les différences de densité. Elles restent toujours exactes si l'on maintient constant le niveau du liquide employé et

en s'opposant à sa participation au mouvement tourbillonnaire que produit le tourniquet. Cela s'obtient facilement en plaçant, de bas en haut, une cloison divisant le vase en deux parties et en laissant une fenêtre pratiquée dans la cloison pour livrer juste un passage au tourniquet.

Ce tourniquet indicateur de vitesse, disposé dans l'une ou l'autre des conditions que nous venons de décrire, est prêt à recevoir une graduation que l'on trace empiriquement comme pour celle des efforts. Dans ce but, on le met en relation avec un moteur qui lui imprimera des vitesses croissantes, depuis le repos jusqu'à la limite extrême de mouvement. On note chaque déplacement de la colonne liquide ou de l'aiguille du manomètre et on inscrit en regard le nombre de tours correspondant, déterminé très exactement par un compteur totalisateur de tours très sensible. Le tourniquet ne changeant pas, les déplacements correspondent toujours aux mêmes vitesses. La vérification s'effectue très facilement; dans certains cas, les variations de la colonne liquide atteignent même plusieurs mètres. On comprend dès lors comment les positions intermédiaires peuvent accuser des fractions très minimes de la vitesse.

La sensibilité et l'amplitude des indications dépendent, en conséquence, de la vitesse que l'on imprime au tourniquet et du milieu dans lequel ce dernier se meut. Il en résulte que ces deux propriétés de l'appareil n'ont pas de limites, pour ainsi dire. On obtient de cette façon la valeur de V ou vitesse avec une approximation aussi réduite qu'on le voudra.

Nous insistons particulièrement sur l'immense avantage que présente ce tachymètre de transmettre à distance ses indications précises sur la marche d'un moteur quelconque.

Cette solution, tant recherchée des mécaniciens, intéressera vivement les chefs d'atelier et chefs d'usine qui pourront ainsi contrôler, de leurs bureaux mêmes et sans se déranger, l'allure de leurs machines. Ce contrôle peut même s'obtenir simultanément sur un grand nombre de points différents.

Emploi. — Cet appareil dynamométrique, combiné et établi selon les dispositions ingénieuses et originales que nous avons décrites, devient à volonté un frein d'absorption ou de distribution, selon qu'il est appliqué isolément sur une machine dont on veut mesurer le travail moteur ou qu'on s'en sert pour mesurer le travail absorbé. Il suffit pour cela de relier la machine motrice et la machine réceptrice par ce dynamomètre.

Disposé en absorption, le frein dynamométrique permet la

mesure du travail sur les plus petites machines aussi bien que sur les plus puissantes. Il répond à tous les besoins de l'industrie pour lesquels M. Gustave Trouvé a établi différents modèles.

Pour les petites machines animées d'une grande vitesse angulaire, comme c'est le cas le plus général pour les machines électriques, l'absorption s'effectue par un volant à ailettes plates indéformables en rotation dans l'air et dont les dimensions varient suivant les efforts du travail à mesurer.

Au premier abord, le lecteur peut être surpris qu'on puisse faire absorber le travail d'un cheval par un frein d'absorption prenant son point d'appui dans l'air. Mais il le sera moins quand il saura que, d'après les expériences faites sur un moteur électrique de M. Trouvé, un travail de 78 kilogrammètres est absorbé, à une vitesse de 2320 tours par minute, par un poids net de 1800 grammes équilibrant l'entraînement sur un levier de 0^m,1592.

La figure 19 montre une disposition particulière de l'appareil pour son application à l'essai d'une machine de 30 à 40 kilogrammètres et dont la vitesse de régime correspond à environ 2,400 tours par minute. Le frein d'absorption, monté sur l'axe, est une palette rectangulaire B. Elle pourrait être remplacée par une hélice ou par un disque B'. Cette forme circulaire présente l'avantage considérable, par son genre de fabrication à l'emporte-pièce, de pouvoir se trouver toujours d'une exécution identique. Une série de palettes, de dimensions progressives, pouvant être montées rapidement sur l'axe, à la place les unes des autres, permet de choisir celle qui correspond le mieux à la vitesse de régime du moteur. On a ainsi toutes les facilités d'essayer celui-ci à diverses vitesses et de déterminer la palette qui correspond au maximum de travail.

Dans ces essais multiples, on a eu soin d'observer les efforts et les vitesses correspondant à l'emploi de chacune des palettes, afin de déterminer exactement le travail qui en résulte.

Dans ce cas particulier, on peut même, en regard du prolongement de l'aiguille des efforts, — cette aiguille est double, — tracer un cadran qui représentera directement le travail dans chacun des cas de même vitesse et de même effort. Cette condition se présente fréquemment, quand on a à essayer une série de machines semblables, sous tous les rapports, car ici (ne l'oublions pas) *l'effort est fonction de la vitesse angulaire*.

Mais alors trois courbes d'étalonnage, établies expérimentalement une fois pour toutes, permettent de connaître, par une seule observation, la vitesse angulaire, l'effort exercé et le travail produit.

Les mêmes effets sont obtenus avec le dynamomètre I (fig. 19), à indication rectiligne sur une règle graduée. Les vues F, G, H représentent, dans ce dessin, les diverses formes que l'on peut donner au tourniquet. Ces formes variées n'ont, en réalité, que très peu d'influence sur la raréfaction de l'air. En pratique, M. Gustave Trouvé s'est arrêté à la forme droite avec ajutages mobiles, pour laquelle le sens du mouvement est indifférent.

La partie supérieure K représente en détails toutes les parties du dynamomètre amplifié. Pour des efforts plus considérables et des vitesses angulaires moins grandes, les palettes peuvent tourner dans un milieu dense, constitué par de l'eau ou du mercure. Elles fonctionnent, comme nous l'avons expliqué plus haut, au sujet du tourniquet, dans des vases ou de grandes cuves dans lesquels le mouvement tourbillonnaire est annihilé. Pour les efforts de grande puissance, à vitesse lente ou rapide, l'absorption se fait par une machine dynamo-électrique appropriée, dans le circuit de laquelle on intercale des résistances variables suivant les conditions de l'expérience.

La figure 20 représente le dynamomètre universel faisant fonction de frein dynamométrique. Il relie une machine motrice K (qui est ici une machine à vapeur) à une machine électrique d'absorption désignée en L. L'appareil de M. Gustave Trouvé, placé dans cette situation, est appelé à rendre les plus grands services. Il possède, en effet, avec le pouvoir de tourner indifféremment dans les deux sens, la faculté d'invertir à volonté les positions de la force motrice et de la résistance.

S'il s'agit même de machines développant des forces considérables, comme des machines puissantes d'usines ou de vaisseaux de guerre et de bâtiments de transports maritimes, ce dynamomètre peut s'appliquer également, avec une simplicité remarquable, sans entraîner de modifications des arbres en mouvement. M. Gustave Trouvé a fait le raisonnement suivant, qui est très juste en théorie et en pratique. Un arbre plein, quel que soit son diamètre, peut être considéré comme un ensemble de lames de ressorts juxtaposées. Les différents déplacements circulaires dus au mouvement de torsion deviennent appréciables et peuvent être lus aussi facilement que dans les dispositions que nous avons décrites précédemment, en amplifiant simplement les indications. L'arbre lui-même, faisant alors l'office de la lame de ressort, M. Gustave Trouvé a eu l'idée de placer sur son contour, depuis le point d'application de la puissance

jusqu'à celui de la résistance, une chemise métallique fixée entre ces deux points, et qui est séparée en deux parties au

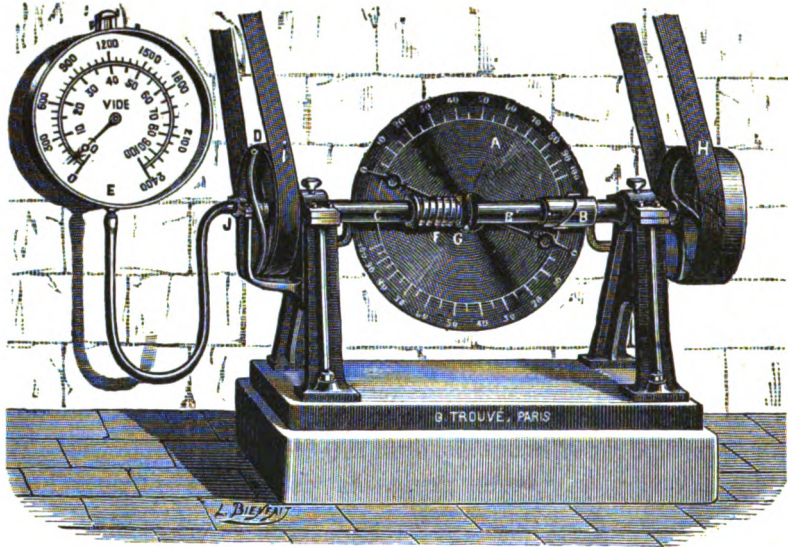


FIG. 21. — Dynamomètre universel de distribution vu sur son bâti.

A. — Cadran gradué empiriquement indiquant l'effort dynamométrique.

B, B'. — Manchon fixe et manchon mobile à plans inclinés transformant le mouvement de torsion du ressort dynamométrique en mouvement rectiligne pour actionner l'aiguille du cadran A.

C. — Dynamomètre dont on voit les détails sur la figure 19, en K.

D. — Compte-tours en S placé directement sur l'axe du dynamomètre et agissant par aspiration sur le manomètre E.

E. — Manomètre métallique très sensible, donnant très exactement l'indication des vitesses.

F. — Ressort antagoniste à boudin ramenant le manchon mobile B' dans sa position normale au repos.

G. — Gorge profonde du manchon mobile B' agissant sur l'axe coudé de l'aiguille du cadran A.

H. — Poulie fixe et poulie folle de commande recevant la courroie du moteur.

I. — Poulie de transmission.

J. — Presse-étoupe pour assurer l'étanchéité entre le manomètre E et le tourniquet D.

milieu de sa longueur. Ces deux parties ne sont intéressées qu'au mouvement de torsion, sans participer à aucun des autres

efforts. M. Gustave Trouvé reconstitue alors, à l'aide de ses deux manchons, l'un fixe, l'autre mobile, le dynamomètre avec tous ses éléments, soit le cadran pour les efforts, soit le tourniquet actionné par un mouvement multiplicateur pour les vitesses. Il faut remarquer que, dans le cas spécial des machines marines, c'est l'hélice même du bâtiment qui est utilisée comme frein d'absorption. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, l'effort est ici fonction de la vitesse. On pourra donc inscrire le travail en kilogrammètres, directement sur un cadran unique.

Le frein de distribution dynamométrique comporte exactement les mêmes organes que le dynamomètre d'absorption, mais au lieu de servir de relation directe entre le moteur et le récepteur, il est actionné, d'un côté, par un moteur et par l'intermédiaire de courroies ou d'engrenages. Il retransmet à l'autre bout, par les mêmes moyens, la force à une autre machine. Les deux éléments du travail sont indiqués constamment ainsi par la lecture directe. Il est donc inutile de le décrire, car son mécanisme se comprend facilement à la seule inspection du dessin. La figure 21 le représente établi sur un bâti.

Malgré des résultats si satisfaisants, M. Gustave Trouvé, dont l'esprit inventif est constamment en éveil, pensant que les mécaniciens et les ingénieurs accueilleraient plus favorablement ses appareils, s'ils étaient entièrement mécaniques, a eu l'heureuse idée d'appliquer à la mesure des vitesses le même principe et les mêmes organes que ceux adoptés pour la mesure des efforts. Dans ces conditions, le dynamomètre de M. Gustave Trouvé constitue par son ensemble robuste, d'une simplicité remarquable et difficile à surpasser, un nouvel instrument mécanique de la mesure du travail, qui est d'une haute valeur.

Voici, avec leurs légendes, les figures du dynamomètre d'absorption par machine dynamo-électrique (fig. 22) et du dynamomètre de distribution (fig. 23).

Ce sont les modèles définitifs auxquels M. Gustave Trouvé s'est arrêté.

En résumé, après avoir décrit longuement et avec tous les détails nécessaires le dynamomètre universel de M. Gustave Trouvé, nous pouvons assurer sans peine qu'il est appelé à rendre des services signalés à l'industrie. En effet, il remplit toutes les conditions voulues et répond aux nécessités suivantes :

1° Il donne à tout moment des indications précises et à lecture directe, qui sont indépendantes d'erreurs de calculs et d'appréciations. Les effets en sont constants et permanents. Cette cons-

tance et cette permanence des résultats offre, à tout moment, les moyens de se rendre compte du prix de revient du travail, repré-

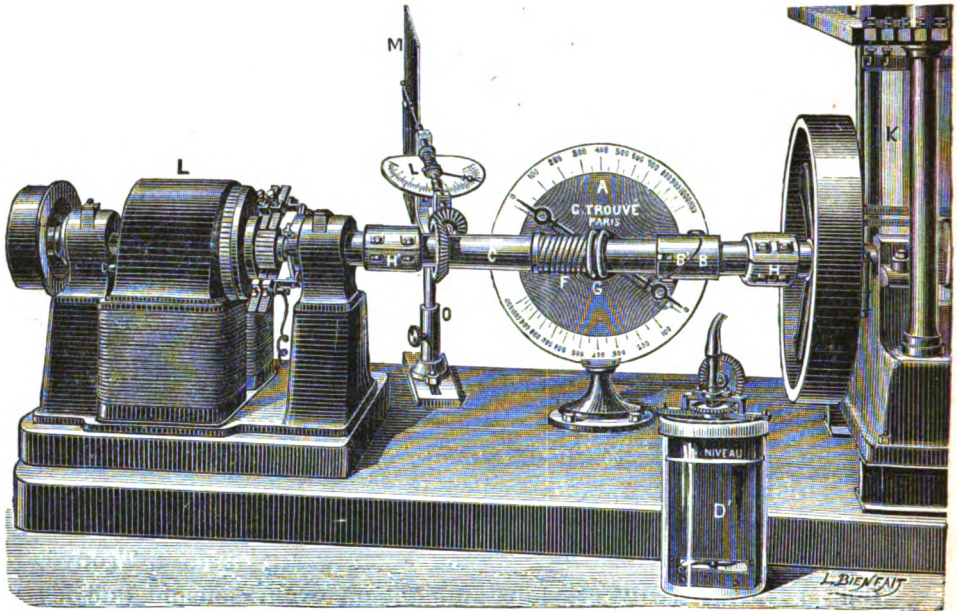


FIG. 22. — Dynamomètre d'absorption par machine dynamo-électrique.
Modèle définitif.
Système de M. Gustave Trouvé.

- A. — Cadran gradué empiriquement, indiquant l'effort dynamométrique.
- B, B'. — Manchons fixe et mobile à plans inclinés, disposés comme ci-dessus.
- C. — Arbre du dynamomètre.
- D'. — Compte-tours ou tourniquet à succion remplacé par l'appareil OLM ou indicateur des vitesses angulaires : cet indicateur des vitesses est une réduction du dynamomètre proprement dit.
- E. — Dynamo d'absorption.
- F. — Léger ressort antagoniste ramenant le manchon dans sa position normale au repos.
- G. — Gorge profonde du manchon mobile B' agissant sur la petite manivelle qui entraîne l'aiguille dans son mouvement curviligne sur le cadran A.
- H, H'. — Colliers à écrous reliant l'appareil dynamométrique au moteur K et à la dynamo E.
- K. — Moteur à vapeur.
- L. — Cadran indicateur des vitesses angulaires.
- OLM. — Appareil indicateur des vitesses angulaires, en tout semblable au dynamomètre proprement dit, composé des mêmes organes, mais en réduction. M est un volant à palettes légères.

senté par le combustible consommé, comparé au travail rendu.

2° Il convient aussi bien aux petites qu'aux grandes forces. Il peut s'adapter directement entre la puissance et la résistance,

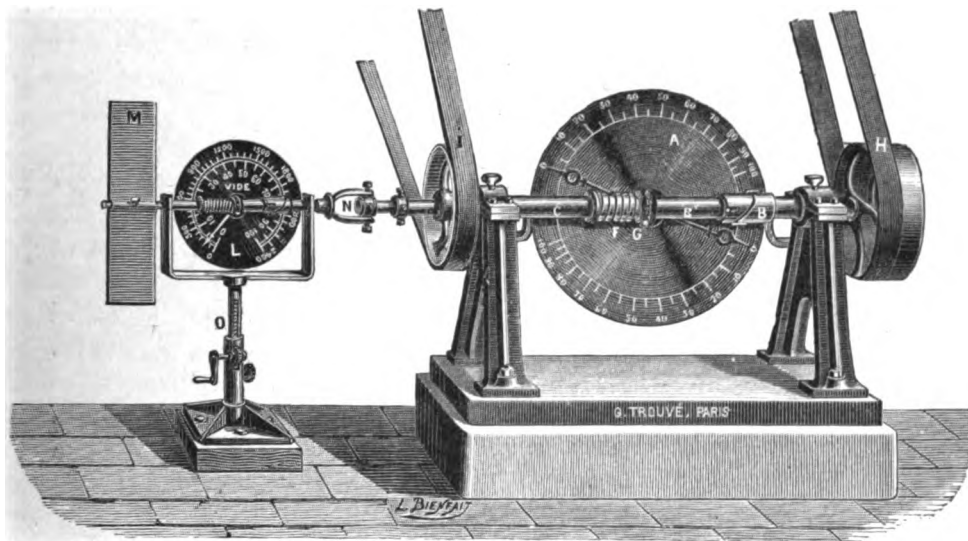


FIG. 23. — Dynamomètre universel de distribution ou de transmission vu sur son bâti.
Modèle définitif.
Système de M. Gustave Trouvé.

- A. — Cadran indiquant le couple dynamométrique.
- B, B'. — Manchons, fixe et mobile, à plans inclinés, actionnant l'aiguille du cadran A.
- C. — Arbre du dynamomètre.
- F. — Ressort antagoniste à boudin ramenant le manchon mobile B' dans sa position normale au repos.
- G. — Gorge profonde du manchon mobile B' agissant sur l'arbre coudé de l'aiguille du cadran A.
- H. — Poulies fixe et folle de commande recevant la courroie du moteur.
- I. — Poulie de transmission ou de distribution.
- L. — Cadran indiquant les vitesses angulaires, par un mécanisme en tout semblable, mais en réduction, à celui du dynamomètre d'absorption à palettes (fig. 19).

sans qu'on ait à se préoccuper ni du sens du mouvement ni de la position relative des machines entre elles.

3° Il peut, sans augmentation de son volume, vaincre toutes les résistances par l'emploi du ressort plat, qui évite les frotte-

ments, les effets de la force centrifuge, et qui lui permet de pouvoir doubler, tripler, quadrupler sa puissance, en doublant, triplant, quadruplant le nombre des lames, suivant la force à vaincre, et sans qu'il soit besoin de faire subir le moindre changement à aucun de ses organes.

4° Il constitue en même temps un frein d'absorption et un frein de distribution, donnant à lecture directe les valeurs exactes des deux facteurs du travail : $E \times V$, quelles qu'en soient les conditions.

Le tachymètre à tourniquet donne en outre des indications simultanées à distance sur plusieurs points différents; celles-ci peuvent être lues par les intéressés de leurs bureaux mêmes et sans dérangement.

5° Les résultats, toujours constants dans leur exactitude, et les indications permanentes peuvent être enregistrés par tous les appareils connus. En un mot, la simplicité du dynamomètre universel est une des garanties de son bon fonctionnement, et le frottement, tout à fait négligeable, des organes de mesure, est une des raisons de l'exactitude parfaite de ses indications.

III. — MACHINE DYNAMO-ÉLECTRIQUE A MANÈGE DE M. GUSTAVE TROUVÉ, POUR LA DÉMONSTRATION DANS LES COURS.

En décrivant le moteur électrique de M. Gustave Trouvé, nous avons montré qu'il présentait une modification spéciale et longuement étudiée de la machine Gramme. Il possède, en effet, un champ magnétique d'une grande puissance relative sous un très petit volume et avec un très petit poids. L'induit du moteur, ou bobine centrale, est formé par un noyau de fer doux, composé d'un grand nombre de disques très minces, en tôle de fer, ayant deux dixièmes de millimètres, séparés par des rondelles de papier.

Le changement était hardi et nouveau. Aussi, lorsque M. Gustave Trouvé présenta son moteur à la Société de physique de Paris, en signalant les particularités nouvelles du noyau de l'induit, il rencontra des incrédules. Il fut même vivement combattu sur la valeur de la substitution des disques isolés au fil de fer employé alors exclusivement dans les machines dynamos. M. d'Arsonval, membre de l'Académie de médecine, aujourd'hui professeur adjoint au Collège de France, et dont l'autorité est incontes-

table, rappela ses expériences personnelles exécutées d'après la méthode de Dulong sur des anneaux identiques, constitués, les uns par un fil de fer, les autres par des disques. Il conclut en faveur des premiers et contre M. Gustave Trouvé.

Dans ces conditions, et en présence d'une opinion aussi formelle et importante, que fit notre inventeur? Il réfléchit et pensa que, si les résultats obtenus par M. d'Arsonval se trouvaient contraires au fait expérimental apporté dans cette séance mémorable par les deux moteurs identiques mis en expérience, il fallait s'en prendre à la méthode employée ou, plus vraisemblablement peut-être, à l'épaisseur trop considérable (0^m,002) des disques adoptés par M. d'Arsonval. Là, en effet, se trouvait la cause probable du dissentiment car, depuis cette époque, tous les praticiens ont reconnu le bien-fondé et la valeur des résultats signalés par M. Gustave Trouvé, en construisant les machines nouvelles avec des inducteurs composés de disques séparés par du papier, selon la méthode de notre innovateur.

Dès 1875, le savant M. du Moncel, membre de l'Institut, aujourd'hui décédé, n'hésita pas à faire mention, dans ses célèbres ouvrages sur les progrès de l'électricité, des résultats tout à fait probants qu'il avait obtenus en remplaçant, dans une machine Gramme ordinaire, la bobine ancienne par une nouvelle bobine combinée selon la méthode préconisée par M. Gustave Trouvé. La couronne de cette bobine Gramme fut, en effet, entièrement formée de disques de tôle de 0^m,001 d'épaisseur, séparés par des feuilles de papier taillées à la fraise, avec des cannelures profondes pour loger le fil d'enroulement des bobines, afin que les parties saillantes ou dents de l'anneau réduisissent au minimum l'entre-fer. Depuis lors, on a étendu le feuilletage des induits combinés par M. Gustave Trouvé, dès 1875, aux inducteurs de toutes les machines. Les plus récents sont construits sur ce procédé.

Nous avons dit aussi que l'induit, dans le moteur de M. Gustave Trouvé, était constitué par des disques minces en tôle de fer d'une épaisseur de deux dixièmes de millimètres, séparés par des rondelles de papier. Ajoutons que les inducteurs le recouvrent concentriquement. Afin de donner au champ magnétique son maximum d'intensité, M. Gustave Trouvé a réduit à la limite extrême l'entre-fer, c'est-à-dire l'espace compris entre l'inducteur et l'induit. Dans ces conditions, la puissance développée est vraiment remarquable, car la force d'un demi-cheval-vapeur est produite par un moteur pesant seulement de 8 à 10 kilogrammes, et le cheval-électrique de 75 kilogrammètres est donné par un

moteur pesant de 20 à 25 kilogrammes! Ces chiffres parlent suffisamment d'eux-mêmes pour que nous n'insistions pas.

Ce sont des moteurs créés dans ces conditions que M. Gustave Trouvé dispose sur un manège mu à bras, constituant, dans son nouvel ensemble, une charmante et légère petite machine dynamo de démonstration (fig. 24). Un seul homme peut la manœuvrer aisément et la déplacer à sa guise pour toutes les expériences à faire dans les cours et les cabinets de physique. En présentant cette nouvelle invention au Congrès international d'électricité tenu à Paris en août 1889, M. Gustave Trouvé passa en revue les moyens usités jusqu'à ce jour pour mettre en mouvement les machines d'électricité statique, et qui sont les suivants :

1° Les moteurs à gaz qui ont le désagrément de produire de la vapeur d'eau;

2° Les moteurs à eau qui ne peuvent être employés que dans les grandes villes;

3° Le prolongement de l'axe de la machine qui détériore l'appartement et place dans le voisinage du malade un voisin importun;

4° Les moteurs électriques actionnés par une pile qu'il faut surveiller et entretenir;

5° Les moteurs électriques mis en mouvement par de la force motrice transportée à distance.

Après avoir développé les avantages et les inconvénients des moyens ci-dessus employés, il mit en mouvement la petite dynamo dont nous écrivons l'historique, avec deux hommes seulement, et fit marcher un moteur dont le travail pouvait être transmis à une longue distance. Avec sa petite dynamo, il fit fonctionner, séance tenante, une forte machine électro-statique de Carré, porta à l'incandescence un galvano-cautère et alluma un ensemble de douze lampes. Les résultats furent si frappants et si décisifs que deux médecins étrangers l'adoptèrent immédiatement et n'ont pas cessé de s'en servir dans leur cabinet de consultations. En effet, le salaire des hommes employés chez eux est si peu élevé (1 franc par jour), qu'ils ont trouvé économie à supprimer la pile actionnant le moteur électrique qui met en mouvement la machine statique, pour y substituer la nouvelle dynamo de M. Gustave Trouvé. On peut l'actionner facilement par un homme ou deux, loin de la réceptrice. Comme ce transport de force à distance n'absorbe pas plus de 40 à 50 0/0 du travail développé, il en résulte que l'homme produisant facilement 8 à 10 kilogrammètres par seconde, pendant quelques heures que

durera la consultation médicale, il restera de disponible sur l'axe du moteur récepteur un travail correspondant à 4 à 5 kilogrammètres, c'est-à-dire plus qu'il n'en faut pour entretenir la machine statique en plein fonctionnement.

Deux manivelles ont été placées par M. Gustave Trouvé dans la construction de cette petite dynamo, afin d'avoir recours à un ou deux aides, même à quatre si cela était nécessaire. Voici la

description technique de cette petite machine appelée à rendre d'éminents services dans les laboratoires de physique, les cabinets médicaux et les cours d'enseignement.

Le moteur réversible de M. Gustave Trouvé que nous avons décrit dans ce chapitre constitue la machine dynamo-électrique. Il est placé sur le sommet du manège qui est composé avec les deux manivelles citées plus haut, de deux grandes poulies et de deux plus petites, en y comprenant celle de la dynamo. Le tout est monté sur une colonne cannelée et terminée à sa base par un trépied. Le rapport des poulies entre elles est tel, qu'à un tour de manivelle correspondent 50 tours à la bobine de la dynamo petit modèle et 40 tours à celle

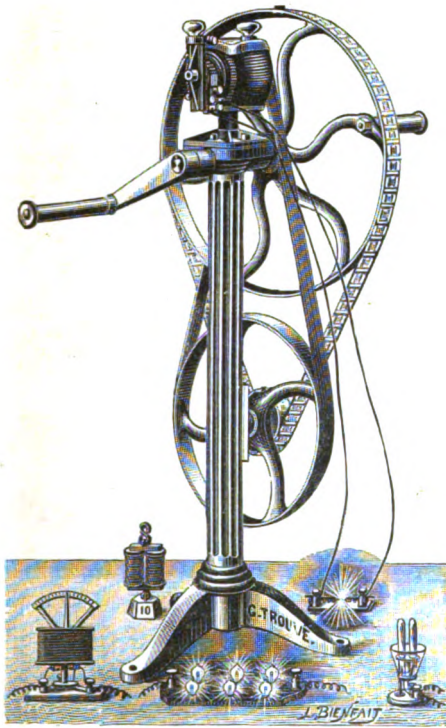


FIG. 24. — Machine dynamo-électrique de démonstration, de M. Gustave Trouvé. La dynamo est placée sur la partie supérieure du manège.

du grand modèle. Ce rapport dans les vitesses est nécessaire, sans quoi les aides chargés de maintenir la machine en plein fonctionnement seraient obligés d'accélérer excessivement leurs mouvements, ce qui épuiserait avec rapidité leurs forces. Un homme, en effet, selon les expériences qui ont été faites, ne peut produire un travail utile de 8 à 10 kilogrammètres par seconde, pendant un temps un peu prolongé, qu'en ne dépassant pas le

chiffre de 40 tours à la manivelle par minute. Ces conditions se trouvent remplies dans les manèges ingénieusement combinés par M. Gustave Trouvé, et qui se manœuvrent avec aisance et sans fatigue.

Pour réduire au minimum les pertes dues au frottement et au glissement des courroies, à leur pression sur les axes, M. Gustave Trouvé a combiné, selon les cas, divers modes de transmission dont voici une description succincte.

1° Sur la première commande dont la vitesse est modérée, il emploie une chaîne Galle, à longs maillons, engrenant uniquement par quatre ou six dents rapportées sur les poulies. La seconde transmission, dont la vitesse est plus accentuée, se fait par une courroie légère ou avec une corde à boyau dans des poulies à gorge. Cette transmission convient très bien au grand et au moyen modèle.

2° Le petit modèle s'accommode de la courroie pour la première transmission et de la simple corde à boyau pour la seconde transmission.

Lorsque la dimension et le poids de la dynamo arrivent au point qu'un seul homme ne puisse plus la transporter facilement, M. Gustave Trouvé ne la place plus sur la tête du manège, comme on la voit sur la figure 24, il la dispose alors au bas du manège, sur une petite plate-forme, ainsi que le montre la figure 25.

Dans un cas comme dans l'autre, la dynamo sert de générateur d'électricité. Pour s'en rendre compte, on peut répéter facilement les expériences classiques, en mettant le manège en mouvement et en dirigeant le courant dans les divers appareils représentés au pied des deux dessins 24 et 25. Le courant électrique engendré manifeste sa présence en déviant de la verticale l'aiguille du galvanomètre de démonstration de Bourbouze, qui est placé à gauche (fig. 24). L'action magnétisante se manifeste sur un électro-aimant dont l'armature, attirée violemment, supporte un poids minimum de 40 kilogrammes. A droite de la même figure, le courant volatilise une spirale de fil de fer et décompose l'eau en ses deux éléments (2 volumes d'hydrogène et 1 volume d'oxygène) dans un voltamètre. En dirigeant le courant sur les six petites lampes à incandescence visibles au bas du dessin, on les voit répandre tout de suite une éclatante lumière.

Si l'on cesse d'agir sur le manège, de façon à ne plus employer la dynamo comme générateur d'électricité, mais comme moteur, c'est-à-dire si on lui fournit de l'électricité au lieu de lui en demander, le manège est mis en mouvement. On a ainsi une

démonstration frappante de la réversibilité des moteurs électriques, en même temps qu'une idée de la transmission de la force à distance, puisque le générateur et le moteur, réunis par des fils conducteurs, peuvent être éloignés l'un de l'autre autant qu'on le désire.

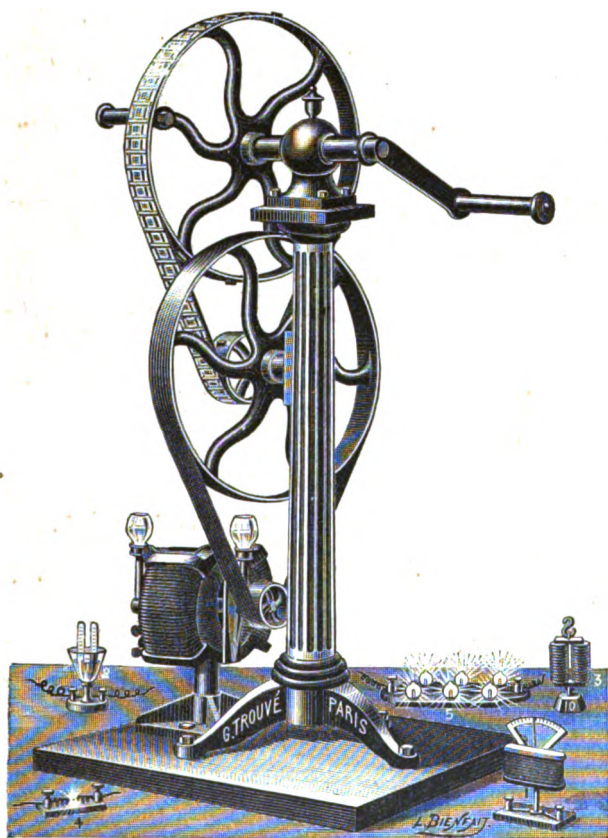


FIG. 25. — Machine dynamo-électrique de démonstration, de M. Gustave Trouvé.
— La dynamo est placée à gauche du pied de l'appareil.

Toutes ces qualités réunies concourent à faire de cette petite machine un appareil de démonstration destiné à être placé dans tous les laboratoires et à rendre d'éminents services dans les démonstrations et dans toutes les expériences courantes. Elle est légère, mobile, transportable à bras d'homme; elle s'amorce immédiatement et avec la plus grande facilité, même sur les circuits les plus résistants. Elle est réversible et créatrice de transmission

de force à distance. Elle possède, en un mot, toutes les qualités et toutes les propriétés désirables pour un bon appareil d'utilité et de démonstration. M. Gustave Trouvé, en la présentant à la Société de physique de Paris, a émerveillé les membres en montrant qu'elle s'amorçait sur une seule lampe à incandescence, consommant 0,5 ampère seulement, placée dans le circuit, et qu'avec la même facilité elle pouvait éclairer de 8 à 10 lampes identiques.

Sur l'explication qui lui était demandée pour cette propriété inattendue, M. Gustave Trouvé a répondu qu'il attribuait cette grande facilité d'amorçage, ainsi que la puissance relative que développent ses machines, au champ magnétique, d'abord, qui est ici très puissant, et, ensuite, à la disposition concentrique des circuits inducteurs et induits. L'induction qui s'exerce entre les deux circuits n'est certainement pas nulle dans cette machine. Pour s'en rendre compte, M. Gustave Trouvé a eu l'idée de remplacer, dans un de ses spécimens, les inducteurs en fonte de fer par le modèle même, en bois, qui avait servi à couler ces derniers, en les enroulant d'une même quantité de fil conducteur. Un courant lancé dans ce système, sans pièces polaires magnétiques, le mit en mouvement avec une certaine vélocité. Le travail développé était encore assez considérable, suffisant même pour activer une machine à coudre, un tour d'amateur. La preuve expérimentale était faite une fois de plus en faveur des applications nouvelles de notre inventeur.

IV. — LES PILES DE M. GUSTAVE TROUVÉ.

Le père de la pile électrique, le lecteur s'en souvient, c'est l'illustre physicien italien Volta (1745-1827), qui a donné la théorie du contact. Mais, depuis ce temps, les piles ont bien changé! Elles sont devenues presque innombrables et, chose à noter, la théorie primitive a été abandonnée, après des luttes mémorables, pour une nouvelle théorie. C'est qu'en effet, tout en reposant sur des faits irréfutables, elle n'était pas complète parce qu'elle ne tenait pas compte, comme le dit très bien le docteur Bardet, dans son excellent *Traité d'électricité médicale*, de tous les faits qui donnent naissance au courant. La nouvelle théorie est connue

sous le nom de *théorie chimique*. Elle a été définitivement établie, principalement par les travaux de Faraday, Grothus, César Becquerel.

On sait que la théorie de Volta repose sur le contact du zinc et du cuivre, qui constituent les couples de sa pile. L'expérience prouve, en effet, que toutes les fois que deux métaux différents sont mis en contact, ils se trouvent posséder chacun un potentiel différent, le cuivre prenant une tension négative, le zinc devenant positif, et une production d'électricité résulte du contact de ces métaux hétérogènes.

La théorie chimique de la pile a été imaginée par Grothus, en prenant un couple formé de deux lames de zinc et de cuivre réunies extérieurement par un fil métallique plongeant dans une solution étendue d'acide sulfurique. Il se produit deux phénomènes corrélatifs, qui sont : une combinaison chimique et une mise en liberté d'électricité. Il y a production dans l'intérieur de la pile ainsi constituée et enfermée dans un vase, d'un véritable flux ou courant de fluide, se dirigeant du zinc au cuivre, et allant du cuivre au zinc à l'extérieur. Ceci établi, il ne s'agissait plus que d'exiger d'une pile, pour en avoir un service excellent, les trois qualités suivantes : simplicité, constance, grande intensité.

Une foule d'inventeurs se sont jetés dans ces recherches, et sont parvenus à des résultats très divers. Aujourd'hui l'expérience acquise demande qu'on renonce aux piles à deux liquides, pour aboutir à une réelle simplicité, car avec le vase poreux, elles sont une cause de complication et de gêne. De plus, la différence de densité entre les deux liquides produit toujours des effets d'endosmose et d'exosmose à travers le vase poreux. Ce sont des effets qui usent en peu de temps la pile, même au repos. C'est à cette cause notamment qu'il faut attribuer l'usure rapide du modèle classique de Bunsen qui, ayant ou non fonctionné, est, au bout de huit à dix heures, tout à fait hors de service.

Aujourd'hui, parmi les piles énergiques à un seul liquide, une seule réunit la simplicité à une force électro-motrice élevée et à une grande intensité, c'est celle au bichromate de potasse, sans que ses promoteurs soient parvenus à lui donner de la constance, car elle s'affaiblit aussitôt qu'elle est en action, et arrive même en très peu de temps à ne plus donner du tout de courant.

M. Gustave Trouvé a découvert le moyen de lui fournir une constance grandement suffisante pour les usages domestiques et médicaux, tout en lui conservant sa simplicité et son intensité

primitives. Voici la modification qu'il a imaginée et qui est très ingénieuse.

On sait que le bichromate de potasse se dissout dans l'eau froide, dans la proportion d'environ 100 grammes pour 1 litre, c'est-à-dire au dixième en poids. Si on dissout ce sel à chaud, l'eau en prend une plus forte proportion; mais il se produit un grave inconvénient. Une fois le liquide refroidi, le sel se dépose et forme des cristallisations tellement adhérentes aux parois des vases, qu'il les déforme toujours et les brise souvent. De plus, quand la pile au bichromate de potasse a fonctionné pendant un certain temps, il se forme de l'alun de chrome qui, à son tour, cristallise avec les mêmes inconvénients et encrasse les charbons, qui sont à la fin recouverts d'une gaine tout à fait nuisible au fonctionnement.

M. Gustave Trouvé a imaginé de modifier ainsi la préparation du liquide chargé de donner de la constance à la pile. Il jette dans de l'eau du bichromate de potasse réduit en poudre (125 à 150 grammes pour 1 litre), il ajoute ensuite, en versant lentement et en mince filet, et en agitant constamment le liquide, jusqu'à 450 grammes d'acide sulfurique par litre, soit un quart en volume. Le mélange liquide s'échauffe peu à peu, et le bichromate de potasse, une fois dissous, demeure limpide et ne dépose pas par la cristallisation en se refroidissant. Pendant la fonction et même après épuisement complet, cette solution de bichromate de potasse acidulé ne laisse pas se former des cristaux d'alun de chrome. On n'en trouve aucune trace, même après plusieurs mois, si on a eu le soin d'éviter l'évaporation. Le résultat est très important et ouvre des horizons nouveaux à l'étude des mélanges et des combinaisons des liquides. On dirait, dans le cas présent, que ce liquide a été fait tout d'une pièce, et qu'on se trouve en présence d'une solution nettement définie. Il y a là, sans aucun doute, un maximum de saturation atteint une fois pour toutes, une sorte de point précis où, la sursaturation étant produite, il ne peut y avoir aucune oscillation ni en deçà ni au delà.

Le résultat est d'autant plus remarquable et précieux, qu'il devient inutile de constituer un réservoir d'acide ou de sel de chrome, comme dans la pile de Daniell, qui emmagasine le sel de cuivre, car le bichromate de potasse ajouté après le mélange ne se dissout plus dans le liquide déjà acidulé. Les proportions indiquées plus haut sont définies et constituent un liquide normal incapable de recevoir d'autres mélanges étrangers.

La constance de cette pile est donc absolument assurée par ce fait seul, qui frappera suffisamment l'esprit, que le liquide se trouve sursaturé. En effet, tant que le bichromate qui est en excès, et pour ainsi dire mis en réserve, n'est pas épuisé, la constance dure et ne cesse qu'au moment où tout rentre dans les conditions ordinaires des piles au bichromate de potasse à solution non sursaturée.

La préparation spéciale, imaginée par M. Gustave Trouvé, ne pouvait que renforcer la puissance de cette pile, puissance

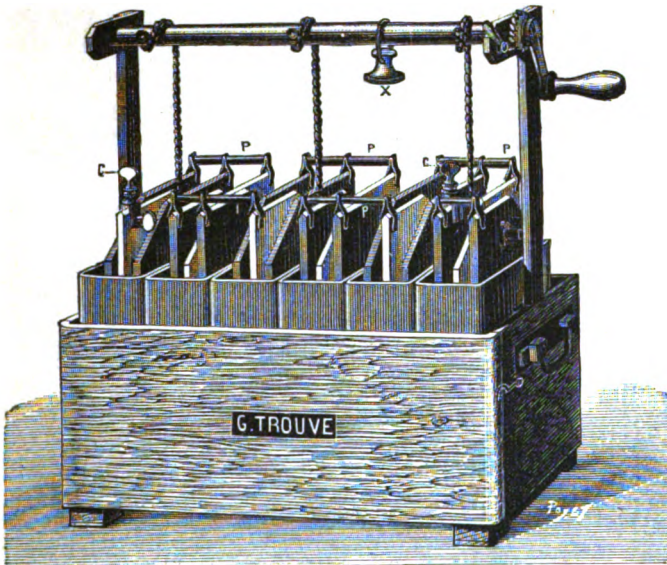


FIG. 26. — Pile de M. Gustave Trouvé, constante et à grand débit, avec auge et treuil perfectionné, et munie de pinces élastiques et mobiles, pour établir la relation des éléments entre eux.

due aux indications de Poggendorff, qui, en réalisant le premier le liquide au bichromate, a découvert la combinaison qui donne la force électro-motrice la plus considérable. Quant à la simplicité, elle s'explique d'elle-même; elle découle de la constitution de la pile qui, étant à un liquide unique, ne peut pas être moins compliquée. Cependant le problème n'était pas encore entièrement résolu. Il restait une dernière difficulté, celle de la mise en service ou de la manipulation de la pile. Si on laisse les zincs et les charbons séjourner dans le liquide excitateur, la pile s'épuise, même à circuit ouvert et sans fonctionner. Si on ne sort que le zinc seulement, comme dans la pile-bouteille, par exemple, le

charbon, demeurant toujours dans le liquide, ne tarde pas à se saturer, à s'encrasser, c'est-à-dire à être couvert de cristaux d'alun de chrome. M. Gustave Trouvé a eu soin de parer à ces deux inconvénients graves en montant sur sa pile un treuil particulier qui, au moyen d'une manivelle, relève les charbons et les zincs et empêche ainsi tout contact inutile entre le liquide et les éléments. Le mécanisme de ce treuil a encore été perfectionné par un petit arrêt en bois que l'on peut voir en X dans la figure 26 et qui est destiné à empêcher les éléments de remonter trop haut et de sortir des vases.

M. Georges Dary, dans une excellente brochure sur la *Navigation électrique*, a donné une description fort détaillée et très claire de cette pile nouvelle, à auge et à treuil, qui s'est répandue rapidement dans les cabinets de physico. Nous lui empruntons les détails explicatifs suivants sur toutes les parties qui la constituent. Elle se compose :

1° D'une auge en bois de chêne, munie d'autant de cuves en ébonite (caoutchouc durci) qu'il y a d'éléments, et surmontée d'un treuil, avec rochet, encliquetage et point d'arrêt automatique.

2° D'un nombre d'éléments variant de 6 à 12, mais plus généralement de 6, pour en faciliter le maniement.

3° Du liquide exciteur : acide sulfurique et bichromate de potasse, dans les proportions que nous avons indiquées plus haut.

L'auge a été construite d'une façon ingénieuse, afin de pouvoir, au moyen du treuil, plonger à volonté les éléments dans le liquide ou les en faire sortir complètement. De cette manière, il est facile de varier la production d'électricité suivant le plus ou moins d'immersion, et de la faire cesser en élevant les éléments au-dessus du liquide, sans que ceux-ci sortent complètement des cuves. L'arrêt de bois, auquel nous avons fait allusion, remplit cet office. En le supprimant, ou bien en le poussant de côté, à droite ou à gauche, la hauteur du treuil permet alors de rendre les éléments indépendants, et on peut vider ou remplir avec aisance les cuves. La face antérieure de l'auge est munie d'une charnière qui lui permet de s'abattre et de faire sortir les vases sans déranger les éléments. Il est alors facile de les nettoyer et de les remplir à moitié avec du liquide neuf. Il est utile aussi de faire tremper de temps en temps les charbons dans de l'eau ordinaire un peu chaude, afin d'en revivifier les surfaces.

Les éléments sont formés d'une lame de zinc et de deux

charbons cuivrés galvaniquement dans leur partie supérieure, comme on peut le voir dans la figure 27.

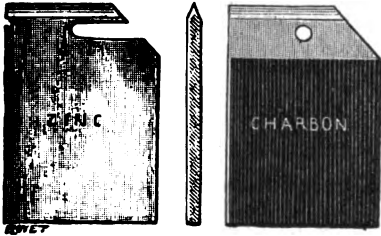


FIG. 27. — Éléments de la pile de M. Gustave Trouvé, dont les charbons sont cuivrés à la partie supérieure.

Ce cuivrage a pour but de consolider les charbons, matière toujours un peu friable, et de diminuer considérablement la résistance du circuit extérieur de la pile, en augmentant ainsi la conductibilité du charbon.

Le zinc des éléments (fig. 27) est amalgamé dans toute la masse, et il présente à sa partie supérieure une encoche, qui sert à le fixer à l'axe métallique isolé et

recouvert d'une chemise en caoutchouc, sur lequel repose tout le système. Cette encoche permet de déplacer très rapidement les zincs, soit pour les amalgamer, soit pour tout autre motif. Enfin les contacts sont établis par des pinces mobiles d'un modèle fort ingénieux, spécial encore à M. Gustave Trouvé, et déjà employées, bien longtemps avant, pour sa pile galvano-caustique, dont nous allons parler plus loin.

Il faut veiller à ce que les zincs soient toujours amalgamés avec soin. Cette opération peut se faire facilement, car ils sont placés à cheval sur l'axe qui les supporte, au moyen d'une fente transversale pratiquée dans leur partie supérieure. Il n'y a donc qu'à desserrer les écrous qui maintiennent tout le système et qui sont placés aux deux extrémités. L'amalgame des zincs s'effectue très facilement dans une assiette contenant de l'eau acidulée au $1/20^{\circ}$ environ et un peu de mercure que l'on étale sur les zincs en les frictionnant énergiquement avec une brosse.

Si l'on veut se dispenser de cette opération un peu laborieuse, on se contente d'immerger les zincs dans une solution de mercure, dans de l'eau régale, suivant la formule que voici :

Acide chlorhydrique.	750 grammes.
Acide azotique.	250 —

Dans le mélange, on fait dissoudre à chaud 200 grammes de mercure, puis on ajoute 1000 grammes d'acide chlorhydrique.

L'immersion du zinc ne doit pas durer plus d'une seconde.

Telle est l'énergie du liquide, que ce temps suffit pour amalgamer et décaper l'élément, quelque sale qu'il puisse être.

La batterie de la pile à treuil est composée couramment de six éléments. Elle donne un courant de grande intensité et sert à exciter les moteurs de M. Gustave Trouvé; mais elle peut, avec les mêmes avantages, être utilisée à animer les grandes bobines d'induction, les lampes à incandescence, etc. Elle est indispensable dans les cabinets de physique où elle s'est, du reste, promptement répandue.

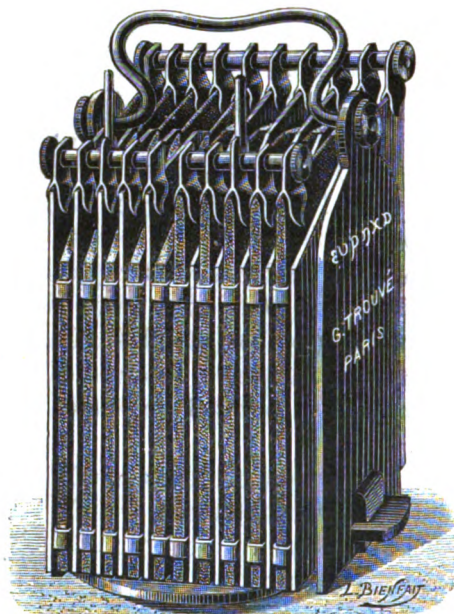


FIG. 28. — Pile ou batterie portative à grande surface de M. Gustave Trouvé.

M. d'Arsonval, qui a fait faire de grands progrès aux applications de l'électricité, à la physiologie expérimentale, et qui est un des meilleurs élèves de Claude Bernard, a trouvé, après de nombreuses expériences avec cette pile, que la force électro-motrice était en moyenne de 2 volts par élément, et la résistance de $0^{\text{ohm}},0016$. L'intensité est considérable en court circuit; elle peut atteindre une centaine d'ampères.

En débit normal, les constantes sont, pour la force électro-motrice de chaque couple, de 1 volt,9 et $0^{\text{ohm}},08$ pour la résistance.

Dans ces conditions, on obtient d'une batterie de six éléments un courant constant de 20 à 25 ampères et de 11 à 12 volts pendant plusieurs heures. C'est un beau résultat, comme on le voit, et dont on peut modérer à volonté les effets par l'immersion plus ou moins prononcée des éléments dans leur solution.

Pour l'usage spécial de la galvanocaustique thermique, M. Gustave Trouvé a rassemblé, sous la forme portative et sous un très petit volume (fig. 28), dix éléments de sa pile au bichromate, occupant environ 2 décimètres cubes. Cette pile, si connue et si appréciée du monde médical, est celle qui, jusqu'à ce jour, fournit, sous le volume le plus réduit, la plus grande somme

d'énergie et le minimum de résistance intérieure. Son poids est d'environ 5 kilogrammes, et, malgré son exigüité, elle a donné, en court circuit, à M. d'Arsonval, au Collège de France, 118 ampères, 4 volts, avec une résistance de $0^{\text{ohm}},0010$. La partie immergée représente un cube de $0^{\text{m}},12$ de côté. Elle [est composée de 10 charbons et 10 zincs.

La cage de cette pile à grande surface est formée simplement par trois plaques d'ébonite. L'une sert de base et les deux autres constituent les montants. Le tout est maintenu, à la partie supérieure, par la poignée même.

L'écartement des éléments, zinc et charbon, est obtenu facilement au moyen de jarretières de caoutchouc élastique que l'on place spécialement en haut et en bas des charbons. Ces jarretières ou bracelets, que l'on obtient en sectionnant un tube de caoutchouc souple, servent encore de coussins en cas de chocs violents, et évitent la rupture des charbons. Dans cette pile, comme dans celle à auge et à treuil, les mêmes contacts mobiles à pinces sont employés, et ils offrent, comme nous l'avons vu, le grand avantage de se placer et déplacer instantanément pour être nettoyés et faciliter l'amalgame des zincs. De plus, ils servent à relier, suivant les cas, les éléments en quantité ou en tension.

Une batterie de six éléments, soumise à des essais au Collège de France, sur un moteur de M. Gustave Trouvé, ayant un poids de 3 kilogrammes 300 grammes, a développé au frein un effort mécanique de 3 kilogrammètres 75 par seconde, ce qui est très remarquable pour un appareil d'un volume aussi minime. En passant, n'hésitons pas à rappeler que le kilogrammètre est l'unité de force équivalente à l'effort nécessaire pour élever, en une seconde de temps, un poids de 1 kilogramme à 1 mètre de hauteur. D'après une autre série d'expériences, entreprises par le même savant dans le même établissement, avec des moteurs d'une force d'un demi-cheval et d'un poids de 8 kilogrammes, et d'une force d'un cheval et d'un poids de 16 kilogrammes, le rendement obtenu a été de 60 à 65 pour 100, pour un nombre d'éléments variant de 24 à 48, et à une vitesse moyenne de 2400 tours par minute, ainsi qu'il résulte de l'examen du tableau qui se trouve en tête de la page suivante.

Il va de soi qu'en augmentant les dimensions du moteur Trouvé, et en même temps la puissance de la pile électrique, on obtient un rendement mécanique supérieur. Ce rendement est d'autant plus élevé que le moteur est plus puissant. Il peut alors atteindre 90 et 92 pour 100.

NUMÉROS des expériences.	MOTEURS essays.	NOMBRE des éléments.	DÉVELOPPEMENT des lettres au litre.	POIDS NET équilibrant l'enlèvement.	NOMBRE de tours en une minute.	NOMBRE de kilopascals en une seconde.	NOMBRE d'ampères.	NOMBRE de volts au différence de potentiel aux bornes de moteur.	FIL des conducteurs.	FIL des bobines.
1 ^o	1/2 cheval	24	2 mètr.	0 k. 200	2900	19,33	14	35	20/10	12/10
"	"	30	2 "	0 300	2400	25	18	34	"	"
"	"	36	2 "	0 300	2700	27	19	43	"	"
2 ^o	"	24	2 "	0 200	2800	18,70	17	32	20/10	14/10
3 ^o	"	24	2 "	0 200	2760	18,40	11	38	20/10	10/10
"	"	36	2 "	0 400	2300	30,70	16	46	"	"
"	"	40	2 "	0 500	2400	38,80	17	50	"	"
4 ^o	1 cheval	36	2 "	0 700	2100	49	14	55	30/10	15/10
"	"	42	2 "	0 800	2440	65	17	60	"	"
"	"	48	2 "	0 900	2320	77,80	19	66	"	"

Nous avons montré comment le liquide excitateur avait été l'objet d'importantes modifications.

La solution de bichromate de potasse indiquée par Poggenдорff et dans les livres classiques, ne comportait que 100 grammes de bichromate de potasse par litre d'eau acidulée au dixième d'acide sulfurique. M. Grenet avait poussé l'acidulation au sixième, en conservant les proportions de Poggenдорff pour le bichromate. M. Trouvé a augmenté de beaucoup la durée et la constance de sa pile en rendant la solution plus riche en bichromate et en acide. Il a pu dissoudre jusqu'à 250 grammes de ce sel par litre d'eau, en acidulant au quart. Il suffit d'entretenir les zincs toujours bien amalgamés pour qu'ils ne soient pas plus attaqués que dans la solution de Poggenдорff et de Grenet. Voici, en résumé, la composition fixe du liquide excitateur de la pile Trouvé :

Bichromate de potasse pulvérisé. 4 kilogr.
 Eau. 8 —
 Acide sulfurique. 3 — 600

Les résultats obtenus par M. d'Arsonval à l'aide de la pile et du liquide excitateur décrits ci-dessus sont les suivants :

1^o Force électro-motrice : 2 volts en moyenne par couple (le liquide n'ayant pas encore servi);

2° Intensité au moment de l'immersion, 118 ampères en court circuit.

$$E = 2 \text{ volts.}$$

$$r = 0^{\text{ohm}},0016,$$

3° Constantes, $E = 1 \text{ volt}, 9.$

$$r = 0^{\text{ohm}},07 \text{ à } 0^{\text{ohm}},08.$$

Des expériences ont été entreprises en vue d'éprouver la constance de cette pile. Quatre batteries attelées sur une machine Gramme ordinaire ont produit 14 kilogrammètres par seconde pendant deux heures consécutives sans affaiblissement notable dans l'intensité.

Après ces expériences, faites par MM. Hospitalier et Gaston Tissandier, ce dernier n'a pas hésité à remplacer les accumulateurs par cette pile pour actionner l'hélice motrice de ses aérostats.

Il n'est pas inutile de rappeler, parmi les notions qu'il est important d'acquérir, pour la pratique des piles, que les matières, sels, métaux, acides, qui entrent dans la composition des éléments et des liquides excitateurs, sont nécessairement, et malgré toutes les précautions, plus ou moins impures. Les corps étrangers donnent naissance à des couples locaux dont les courants partiels vont souvent à l'inverse du courant principal. Plus la pile dure longtemps, plus ces actions contraires s'accroissent et produisent des résistances de plus en plus appréciables et nuisibles. Il y a donc avantage à dépenser toujours le plus promptement possible tout le travail utile pour profiter du maximum d'intensité. D'ailleurs, le principe qui est si vrai en mécanique et que l'on peut modifier de la façon suivante, trouve ici une éclatante modification : on gagne en intensité ce que l'on perd en durée. En effet, une pile ne contient toujours qu'une certaine somme fixe d'énergie qui se développe sous forme d'électricité. Il est évident que, si on consomme cette énergie avec une grande rapidité, le fonctionnement durera moins longtemps. D'un autre côté, les actions nuisibles auront moins le temps de se produire et le rendement sera plus élevé. Les nombreuses expériences de M. Gustave Trouvé l'ont toujours amené à cette conclusion et il faut se rappeler que c'est sur ce principe qu'a été conçue la pile perfectionnée qu'on désigne sous son nom et qui a été accueillie par l'Académie des sciences avec tant d'empressement.

Il était important, dans la pratique de l'éclairage électrique, afin de ne pouvoir alimenter qu'une ou deux lampes à la fois,

de pouvoir transformer **une pile à grand débit en pile à moyen débit**. M. Gustave Trouvé a imaginé un moyen ingénieux pour obtenir ce résultat. Il dispose les zincs en triangle, comme on le voit dans la figure 29, de façon que la surface croît à peu près dans le même rapport que l'affaiblissement du liquide et constitue toujours le tiers de la surface des charbons.

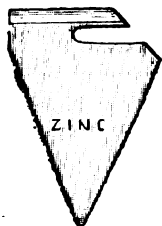


FIG. 29. — Élément zinc modifié pour piles à petit débit de M. Gustave Trouvé.

En réglant convenablement, à l'aide du treuil, la pénétration du zinc dans la solution, on arrive à un rendement suffisant, mais qui s'écarte néanmoins de celui des piles à grand débit.

Il est utile de se rendre compte des mesures de puissance de débit, de durée et de prix de revient de la pile de M. Gustave Trouvé pour organiser l'éclairage électrique à la maison. Le lecteur trouvera les renseignements dans les tableaux suivants qui ont l'avantage, en rapprochant les données, d'en faire mieux saisir l'ensemble et les relations. Le premier et le second tableau présentent le travail de deux batteries à grand débit du modèle (fig. 26) que nous avons décrit. Le tableau numéro 3 donne le travail d'une pile à vase poreux (fig. 34), de l'ancien modèle à deux liquides, et à faible débit. L'examen des chiffres de ces résumés comparatifs peut se passer de commentaires développés. Cependant il n'est pas inutile d'insister sur le maintien tout à fait remarquable de la force électromotrice dans les piles à grand débit. D'autre part, l'intensité du courant y conserve également une marche tout à fait satisfaisante. Son affaiblissement a lieu d'une manière progressive, sans soubresauts, comme dans la pile ordinaire au bichromate de potasse. Lorsque le travail a cessé, l'analyse du liquide permet de constater la réduction complète de la liqueur. On constate en outre que le rendement est plus considérable avec les piles à grand débit qu'à débit moyen ou à petit débit. C'est donc bien la vérification pratique de la proposition que nous avons formulée, à savoir qu'il y a avantage, comme rendement, à consommer rapidement l'énergie renfermée dans une pile, au lieu de prolonger sa durée.

Nous nous sommes étendu longuement sur la pile à grand débit de M. G. Trouvé; trop longuement peut-être pour nos lecteurs et pour notre éditeur. Néanmoins, nous ne pouvons résister à la tentation de mettre en parallèle les résultats consignés dans

TABLEAU N° 1. — Deux batteries TROUVÉ, constantes et à grand débit.

Constantes $E = 1$ volt 9. — $r = 0^{\text{hm}} 07$ à $0^{\text{hm}} 08$.

(Neuves, n'ayant pas encore servi.
118 ampères en court circuit
 $E = 2$ volts par couple, $r = 0^{\text{hm}} 0016$.)

FONCTIONNEMENT	FORCE électro-motrice.	QUANTITÉ en ampères avec la résistance des fils.	NOMBRE de lampes de 14 à 16 volts et de 8 à 10 bougies.	Pouvoir éclairant. TOTAL	INTENSITÉ du courant.	ZINC CONSOMMÉ	REMARQUES
Venant d'être chargées	Par 6 éléments 12 volts 6	65 ampères	10 lampes	Bougies 100	12 ampères 6	0 kil. 912 pour les 12 éléments, ou 0 kil. 076 par élément très bien répartis.	Solution Bichromate... 1 k. » Eau... 8 k. » Acide sulfurique 3 k. 600
Après 3 heures de travail	— 12 — 3	31 ampères 50	8 —	— 80	11 — 34	Le zinc consommé dans la	Les lampes ont été
Après 4 —	— 12 — 1	25 —	6 —	— 60	9 — 45	soignée du banquet de la Presse	maintenues rigoureusement au même pouvoir
Après 4 1/2 —	— 12 — »	23 —	4 —	— 40	6 — 30	scientifique, n'a été que de	éclairant.
						0 kil. 600 pour 127 éléments.	
						Il n'y avait que 6 lampes par	
						12 éléments, qui n'ont pas été	
						épuisés complètement. Les	
						éléments eux-mêmes ne plou-	
						geaient qu'à moitié.	

TABLEAU N° 2. — Deux batteries TROUVÉ, constantes et à grand débit.

Constantes $E = 1$ volt 9. — $r = 0^{\text{hm}} 07$ à $0^{\text{hm}} 08$.

(Très anciennes, ayant servi depuis
plusieurs années.
112 ampères en court circuit.)

FONCTIONNEMENT	FORCE électro-motrice.	QUANTITÉ en ampères avec la résistance des fils.	NOMBRE de lampes de 14 à 16 volts et de 8 à 10 bougies.	Pouvoir éclairant. TOTAL	INTENSITÉ du courant.	ZINC CONSOMMÉ	REMARQUES
Venant d'être chargées	Par 6 éléments 12 volts 7	61 ampères	10 lampes	Bougies 100	12 ampères 4	0 kil. 900 grammes pour	Solution Bichromate... 1 k. » Eau... 8 k. » Acide sulfurique 3 k. 600
Après 3 heures de travail	— 11 — 5	30 —	8 —	— 80	11 — 3	12 éléments, ou 0 kil. 074 par	Les lampes ont été
Après 4 —	— 11 — 5	24 —	6 —	— 60	9 — 42	élément.	maintenues au même
Après 4 1/2 —	— 11 — 4	22 —	4 —	— 40	6 — 28		pouvoir éclairant.

TABEAU N° 3. Deux batteries TROUVÉ constantes, à vases poreux et petit débit (Voyez la figure 31).
 Constantes E=1 volt 9. — 1° La résistance très irrégulière d'un élément à l'autre n'a pas été déterminée.

(Les batteries, de six éléments chacune, n'étaient pas neuves : elles avaient déjà servi.
 En court circuit, 20 ampères.)

FONCTIONNEMENT	FORCE électro-motrice.	QUANTITÉ EN AMPÈRES avec la résistance des fils.	NOMBRE de lampes de 14 à 16 volts et de 9 à 10 bougies.	POUVOIR éclairant.	INTENSITÉ du courant.	ZINC CONSOMMÉ	REMARQUES
Venant d'être chargées. Après 4 heures de travail les résultats sont les mêmes que ci-dessus.	vols. 6 éléments, 11,7 6 — 12	Ampères, 15,75 } — 17,01 } moyenne.	Lampes, 3	Bougies, 30	Ampères, 4,006	0 k. 980 en 14 h. ou 0 k. 090 par élément, très réguliè- rement repartis.	SOLUTIONS Bichromate, 1 k. Eau, 5 Acide, 1,800
Après 8 heures de travail.	6 éléments, 11,1 6 — 11,7	Ampères, 9,45 } — 13,86 }	Lampes, 3	Bougies, 24	Ampères, 3,77		Vase poreux.
Après 10 heures —	6 éléments, 10,2 6 — 11,1	Ampères, 5,67 } — 8,83 }	Lampes, 2	Bougies, 20	Ampères, 2,62		Eau acidulée, $\frac{1}{10}$ avec le zinc.
Après 12 heures —	6 éléments 9,1 6 — 10,5	Ampères, 3,10 } — 6 }	Lampes, 1	Bougies, 10	Ampères, 1,26		Les lampes ont été maintenues au même pouvoir éclairant.

les tableaux qui suivent et ceux obtenus par M. E. Hospitalier et publiés dans l'*Electricien* du 1^{er} mai 1883 et dans l'*Electrical Review* du 28 avril 1883.

Nous laissons la parole au maître.

LES PILES AU BICHROMATE DE POTASSE

DE M. G. TROUVÉ

Résultats d'expériences faites par M. Hospitalier
sur deux batteries de six éléments (1).

« Chaque batterie de six éléments se compose (fig. 26) d'une auge en chêne garnie de six cuvettes rectangulaires en ébonite qui contiennent le liquide de chaque élément.

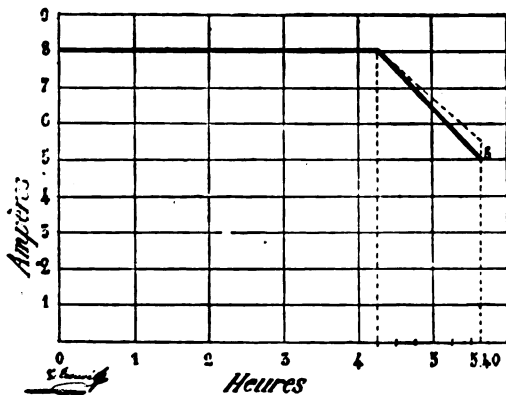


Fig. 30. — Diagramme de fonction de deux batteries de M. G. Trouvé.

Les zincs et les charbons, reliés entre eux par des pinces mobiles, sont montés sur un treuil qui permet de faire varier à volonté leur immersion dans le liquide et de régler le débit, en plongeant plus ou moins les éléments, c'est-à-dire en faisant varier la résistance intérieure de la batterie et sa surface active. Enfin, un arrêt en bois empêche les éléments de

sortir complètement des cuves; en supprimant cet arrêt, en le poussant de côté, la hauteur du treuil permet de les rendre absolument indépendants, de manière à vider ou à remplir les cuves en ébonite. La face antérieure de l'auge est munie, à cet effet, d'une charnière, qui permet dès lors de l'ouvrir et de sortir les cuvettes sans déranger les éléments.

Les éléments sont formés d'une lame de zinc et de deux charbons cuivrés galvaniquement à leur partie supérieure. Le zinc présente une encoche qui sert à le fixer à l'axe métallique recouvert de caoutchouc qui supporte les éléments. Cette dispo-

(1) Note présentée à la Société française de physique le 20 avril 1883.

sition permet de déplacer très rapidement les zincs pour les amalgamer ou les remplacer.

La composition du liquide pour une batterie de six éléments est la suivante :

	kilogrammes.
Eau.	8,0
Bichromate de potasse pulvérisé.	1,2
Acide sulfurique.	3,6
	<hr/>
Total.	12,8

La solution renferme donc 150 grammes de bichromate par litre d'eau au lieu de 100 grammes, comme dans la solution de Poggendorff.

Pour un débit plus rapide, M. Trouvé augmente encore la quantité de bichromate et dit parvenir à faire dissoudre 200 et jusqu'à 250 grammes de bichromate de potasse par litre d'eau.

Voici comment M. Trouvé prépare la solution :

Il jette dans de l'eau du bichromate de potasse *en poudre*, à raison de 150 grammes de ce sel par litre d'eau; après avoir agité, il ajoute en versant en *mince filet* et *très lentement* jusqu'à 450 grammes d'acide sulfurique par litre, soit un quart en volume, en continuant d'agiter; le mélange liquide s'échauffe peu à peu et le bichromate, une fois dissous, reste limpide et ne dépose pas par cristallisation en se refroidissant.

La préparation demande de huit à dix minutes. Il faut avoir bien soin de ne pas faire usage d'un agitateur en bois qui serait rapidement carbonisé en épuisant inutilement une partie de la solution.

Le poids moyen d'une batterie de 6 éléments se répartit ainsi :

	kilogrammes.
Six zincs.	7,680
Douze charbons.	5,400
Six cuvettes en ébonite.	1,620
Contacts	0,600
Boite en chêne.	3,000
Montants en fer.	2,300
Liquide.	12,800
	<hr/>
Poids total.	33,400

Soit 67 kilogrammes environ par deux batteries.

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES

Les 12 éléments montés en tension ont été déchargés sur 6 lampes Swan en dérivation.

Le débit a été réglé, en manœuvrant le treuil de chaque batterie, de manière à maintenir un courant constant de 8 ampères pendant quatre heures un quart. Au moment de l'immersion, le coup de fouet, dû à la grande force électromotrice initiale de chaque élément, a fourni un courant de 12 ampères, bien que les zincs ne fussent plongés que de 2 centimètres environ. Après quelques minutes, le courant est revenu à son intensité normale de 8 ampères. Un léger échauffement du liquide a ensuite provoqué une légère augmentation du débit, qui est redevenu normal quinze minutes après la mise en marche. La pile a fonctionné dans ces conditions pendant une heure et demie sans qu'on ait dû abaisser les zincs. A partir de ce moment, on a compensé l'affaiblissement du débit en augmentant graduellement la surface immergée. Les variations n'ont jamais dépassé un demi-ampère et le courant moyen a été très soigneusement maintenu à 8 ampères pendant quatre heures un quart (fig. 30), temps après lequel les zincs se trouvaient complètement immergés et plongeaient de 15 centimètres environ dans chaque élément. A partir de ce moment, la décroissance a été très régulière et l'expérience arrêtée en soulevant les zincs et les retirant complètement du liquide lorsque le courant a atteint 5 ampères. La décharge se divise donc en deux phases :

1^{re} phase. — Débit maintenu constant à 8 ampères pendant quatre heures un quart.

2^{re} phase. — Débit régulièrement décroissant de 8 à 5 ampères pendant une heure et vingt-cinq minutes.

1^{re} Phase constante.

Différence de potentiel aux bornes des lampes.	14,15	volts.
— — — des batteries.	16,70	—
Intensité du courant.	8	ampères.
Débit, par seconde, dans le circuit extérieur.	133,6	watts.
— — — .	13,5	kilogrammètres.
Durée de la phase constante.	15 300,00	secondes.
Quantité d'électricité fournie.	122 400,00	coulombs.
Energie disponible dans le circuit extérieur.	206 550,00	kilogrammètres.

2° Phase décroissante.

Pendant cette seconde phase, le courant moyen a été de 6,55 ampères pendant une heure vingt-cinq minutes ou 5100 secondes, et l'énergie électrique moyenne disponible dans le circuit extérieur de 9 kilogrammètres par seconde.

Travail total.

Lorsqu'on totalise les deux phases qui représentent le débit réel dans les conditions de l'expérience, on trouve les résultats suivants :

Quantité totale d'électricité fournie.	456 900,00 coulombs.
Energie totale disponible.	253 350,00 kilogrammètres.

Le cheval-heure étant égal à 270 000 kilogrammètres, ces chiffres montrent que les deux batteries ont fourni ensemble 0,96 de cheval-heure, soit sensiblement un demi-cheval-heure par batterie de 6 éléments.

Cinq batteries de 6 éléments, soit 30 éléments en tension, suffiraient donc pour alimenter une lampe à arc brûlant des charbons de 9 millimètres de diamètre; avec un courant de 7 ampères et 40 volts de différence de potentiel aux bornes de la lampe, pendant plus de cinq heures.

Consommation du zinc. — Les zincs pesés avant et après l'expérience ont indiqué une consommation de :

	grammes.
Pour la première batterie.	751
Pour la seconde.	712
Total.	1463

Soit en moyenne 122 grammes par élément.

La consommation *minima* a été de 103 grammes et la consommation *maxima* de 133 grammes. La consommation théorique, déduite de la quantité d'électricité et des équivalents électro-chimiques, est de 53 grammes par élément ou 636 grammes pour les deux batteries.

Il résulte de ces expériences que deux batteries Trouvé de 6 éléments chacune, chargées à neuf, représentent une énergie

électrique *disponible* de 1 cheval-heure, ou 270 000 kilogrammètres, sous un poids qui ne dépasse pas 67 kilogrammes (1).

La consommation est représentée par les chiffres suivants :

	grammes.
Zinc	1463
Bichromate de potasse.	2400
Acide sulfurique.	7200

Ces chiffres permettent de calculer facilement quel est le prix du cheval-heure d'énergie électrique disponible, lorsqu'on

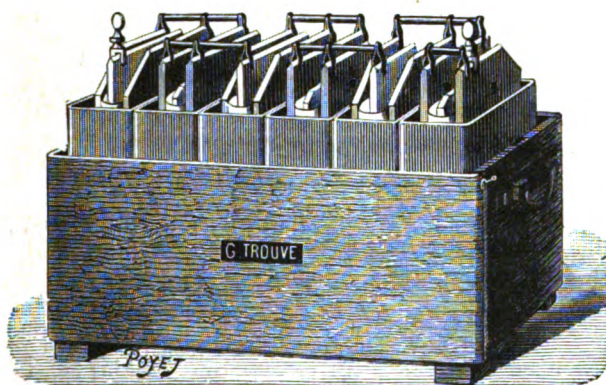


FIG. 31. — Pile à faible débit, modèle à vase poreux et à deux liquides, de M. Gustave Trouvé.

se place dans les conditions moyennes de débit dont les résultats sont consignés ci-dessus. »

M. G. Trouvé dispose également cette pile pour fonctionner à deux liquides et à petit débit (fig. 31). Dans ce cas elle est munie de vases poreux dans lesquels plongent les zincs. La composition des solutions qui l'alimentent est consignée au tableau n° 3.

Les figures 32, 33, 34 et 35 font voir le détail de la construc-

(1) « Il importe de faire remarquer ici qu'aucune disposition n'a été prise au point de vue de la légèreté, et qu'il serait facile de réduire ce poids à 50 kilogrammes. Ce chiffre est inférieur à ce que les accumulateurs ont pu fournir jusqu'à présent sous le même poids. »

Depuis lors, M. G. Trouvé, pour des expériences de navigation aérienne répétées, a considérablement réduit leur poids, en s'arrêtant au strict nécessaire. C'est ainsi qu'il est arrivé à construire des batteries de 12 à 15 kilos par cheval-heure. C'est un beau résultat.

tion de la pile humide qui a été si commodément substituée à la pile liquide, dans bien des cas, notamment dans les appareils électro-médicaux et de télégraphie militaire de notre infatigable inventeur. Cette pile est une pile Daniell modifiée ; elle présente le grand avantage de fonctionner sans liquide, ou du moins sans liquide libre pouvant se renverser ou fuir des vases qui le contiennent.

Les électrodes zinc et cuivre, de forme circulaire, sont séparés par de nombreuses rondelles de papier buvard (fig. 32). La moitié de cette colonne de papier, celle qui est contiguë au cuivre, est fortement imprégnée de sulfate de cuivre, par une immersion dans une solution concentrée et bouillante de ce sel. La moitié supérieure voisine du zinc est faiblement imprégnée de sulfate de zinc par immersion dans une solution étendue et froide. L'ensemble est monté sur une tige centrale en cuivre rouge, soudée à l'électrode inférieur, également en cuivre. Cette tige, isolée latéralement par une gaine de caoutchouc, traverse toutes les rondelles de papier ainsi que l'électrode supérieure en zinc, pour venir se suspendre au centre d'un disque d'ardoise ou de caoutchouc durci, servant de couvercle au récipient de verre qui renferme le couple.

La tige centrale, filetée à sa partie supérieure, constitue le pôle positif du couple. Une tige latérale, émergeant pareillement du couvercle, est en communication avec l'électrode zinc. C'est le pôle négatif.

Si l'on dessèche la pile, les deux électrodes se trouvent isolés l'un de l'autre, et l'appareil, inerte quoique chargé, conserve indéfiniment sa provision de matières actives. Par une simple apparition à l'air, le papier et les sels qu'il contient s'humectent, le sulfate de zinc surtout, et la pile peut fonctionner. Sa résistance est alors très grande.

Si on veut la mettre franchement en activité, il suffit de la tremper dans l'eau, puis de la laisser égoutter dans sa position normale avant de la replacer dans son récipient. Le papier buvard reste imprégné des sulfates dissous, et la pile, quoique ne contenant pas de liquide libre, peut fournir un courant d'intensité suffisant pour les besoins de l'horlogerie électrique ou de la télégraphie.

C'est sous cette forme qu'elle est employée avec avantage à l'Observatoire de Paris, depuis de longues années, pour l'enregistrement des phénomènes météorologiques.

Enfermée dans un vase de verre, comme le montre le dessin,

la pile garde longtemps son eau d'imbibition. Elle est très constante et sa durée est fort grande parce que les sels ne peuvent se mélanger comme dans les couples à liquides libres. C'est

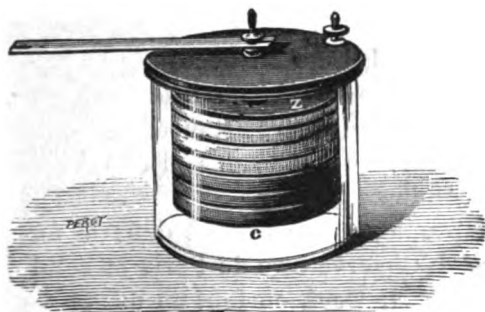


FIG. 32. — Pile humide enfermée dans un vase de verre, système de M. Gustave Trouvé.

seulement à la surface que les deux sulfates de cuivre et de zinc pourraient progresser l'un vers l'autre, véhiculés par l'humidité ambiante. Mais M. Gustave Trouvé a prévu cet inconvénient, et il y a paré en disposant les papiers par disques de douze rondelles chacun et de deux diamètres, alternativement différents, de sorte que la géné-

ratrice de la colonne spongieuse est une ligne brisée, infranchissable pour les sels voyageurs.

Quand il s'agit d'une pile de plusieurs couples, il n'est pas nécessaire que chacun d'eux ait un récipient. On en met un certain nombre dans la même boîte et on les fixe au couvercle commun, en prenant les dispositions convenables pour les couplages et les isoléments.

Ce dispositif de M. Gustave Trouvé, qui empêche radicalement la diffusion du sulfate de cuivre du côté zinc, si onéreuse dans les diverses formes de la pile Daniell, est facilement applicable à quelques autres combinaisons voltaïques primaires ou secondaires. Voici le tableau des données de constructions relatives au modèle de la figure 32 :

Diamètre des électrodes.	9 centimètres.
Distance entre les électrodes	5 —
Cet espace est rempli par	12 disques.
Les disques sont composés chacun de	25 papiers.
Soit en tout	300 —
Poids du sulfate de cuivre occlus ($\text{SO}^4\text{Cu}, 5\text{HO}$) . . .	300 grammes.
Poids du sulfate de zinc occlus ($\text{SO}^4\text{Zn}, 7\text{HO}$). . .	20 —

On peut assurer que 300 grammes de sulfate de cuivre correspondraient théoriquement à une émission totale de 235,000 cou-

lombs; mais la pile est pratiquement épuisée avant d'avoir fourni cette quantité. Son débit étant faible, elle peut travailler continuellement pendant plusieurs mois; en service intermittent, on l'a vue fonctionner deux années de suite. Le papier dure aussi longtemps que l'électrode zinc. On le remplace en même temps que lui.

Il va de soi qu'en allongeant la pile on accroit à la fois sa capacité de travail et sa résistance; mais, en l'élargissant, on n'accroit que sa capacité et l'on diminue sa résistance.

La résistance est plus grande que celle des piles à liquides libres, de dimensions correspondantes.

Cette pile humide s'est propagée rapidement dans la forme que nous venons de décrire. L'Observatoire de Paris et celui de Cordoba, ce dernier dirigé par M. Beuf, en font un usage constant dans les appareils d'enregistrement. Niaudet, dans son *Traité élémentaire des piles*, justement apprécié et très recherché, ne craint point de dire que, sous cette forme, la pile au sulfate de cuivre atteint une constance remarquable et qu'elle doit être considérée comme la plus constante des piles connues.

Telle était aussi l'opinion de M. A. Bréguet, jeune savant des plus compétents et trop tôt enlevé à la science.

Voici comment il s'exprime à ce sujet dans un remarquable article sur *l'Unification de l'heure dans les grandes villes par le moyen de l'électricité*, paru dans le *Génie civil* du 1^{er} novembre 1880.

Après avoir passé en revue toutes les difficultés inhérentes au transmetteur, aux contacts à opérer et aux transmissions électriques, M. A. Bréguet en arrive à celles que présentent les piles.

« Dans le nouveau transmetteur, les contacts sont au nombre de trois et fonctionnent parallèlement. C'est donc un tiers du courant principal qui traverse chacun d'eux, et par là l'influence oxydante se trouve de beaucoup diminuée. La pile fonctionne donc douze heures sur vingt-quatre, ce qui est considérable, et ce qui constituait une nouvelle difficulté à vaincre, la plupart des piles ne résistant pas à un travail aussi prolongé, sans nécessiter un entretien minutieux et fréquent. Après quelques recherches ce fut à la pile humide au sulfate de cuivre que l'on s'arrêta, et les résultats qu'on put en obtenir furent tout à fait inespérés. Cette pile, inventée par M. Trouvé, est une forme particulière de celle de Daniell; mais au lieu de contenir des dissolutions complètement liquides de sulfates de cuivre et de zinc, elle les retient dans les pores de rondelles de papier buvard. Les transports causés par les électrolyses secondaires se trouvent

alors contrariés et il s'ensuit une régularité presque absolue de l'intensité du courant. »

M. Gustave Trouvé l'a répandue à un très grand nombre d'exemplaires, en trois ou quatre formats, pour l'horlogerie, les usages médicaux et la télégraphie militaire. Dans ce dernier cas, son application devait faire progresser le télégraphe portatif. La pile de ce genre, construite spécialement dans ce but, est composée de trois boîtes superposées (fig. 33), dont chacune contient trois éléments. Ces boîtes sont faites en caoutchouc durci. Le couvercle auquel sont attachés les trois éléments est en ardoise. Avec ces neuf éléments, on peut faire fonctionner le parleur à plusieurs kilomètres de distance.



FIG. 33. — Pile militaire de M. Gustave Trouvé.

Cette pile militaire, on le conçoit facilement, peut être maniée, sans précaution aucune, inclinée sur le côté, ou même mise à l'envers, dans les voitures de transport, sans aucun inconvénient. On peut l'appliquer également à tous les appareils d'avertissement ou autres qui pourront fonctionner dans les trains de chemins de fer et, en général, partout où la pile devra être utilisée.

A côté de ce premier modèle de pile humide, M. Gustave Trouvé en a construit une autre forme plus simple et dont voici la description.

Ici, chaque couple se compose uniquement d'un tube de verre (fig. 34), rempli de rondelles de papier buvard imprégnées comme nous avons dit, et de deux disques, l'un de cuivre, l'autre de zinc, placés aux deux bouts de la colonne de papier. Le tube est fermé à chacune de ses extrémités par un bouchon de liège que traverse un fil de cuivre soudé à la rondelle correspondante.

Les dimensions de ces couples sont variables. Ils peuvent avoir couramment 1 centimètre de diamètre intérieur et 10 centimètres de longueur. Fabriqués en quantité, ils pourraient revenir à la modique somme de 25 centimes l'un. De cette façon, il serait possible, dans un espace restreint, de superposer un grand

nombre de ces couples, pour former une pile de haute tension, très bien isolée, constante, durable, d'un prix très modique et d'une inappréciable valeur pour l'étude et l'étalonnage des appareils de mesure. La meilleure manière de la monter consiste à suspendre verticalement les éléments à des cadres horizontaux. Pour la commodité du transport et de l'usage, M. Gustave Trouvé a eu l'idée de les caser par groupes dans des boîtes maniables. La figure 35 représente une pile humide de 500 couples ainsi combinée. La caisse a 80 centimètres de longueur sur 20 de largeur.



FIG. 34. — Pile humide montée en colonne, système de M. Gustave Trouvé.

On sait tout l'intérêt que présentent les batteries de tension pour l'étude de l'électricité à haut potentiel. Malheureusement, le montage d'une pile d'un nombre considérable de couples est si coûteux, l'isolement en est si difficile, que peu de physiciens ont pu jusqu'à présent s'offrir une batterie de plusieurs milliers de volts. On cite cependant M. Gassiot avec ses couples zinc, platine, eau, et M. Warren de la Rue, mort en 1886, avec ses piles au chlorure d'argent. La célèbre batterie secondaire de 800 couples, avec laquelle M. Gaston Planté exécuta ses magnifiques expériences, ne peut pas entrer ici en ligne de

compte, car elle donne des effets de quantité qui ne pourraient être obtenus avec les piles très résistantes de M. Gustave Trouvé. Mais, grâce aux couples tubulaires, nous pensons avec M. Emile Reynier que les hauts potentiels pourraient être étudiés commodément et recevoir des applications pratiques. C'est à ce point de vue particulier que la pile humide, dans sa forme la plus simple et la plus économique, est appelée à donner de l'imprévu.

Nous ne saurions trop insister sur le dispositif fondamental de la pile humide qui fait que les deux liquides restent séparés beaucoup mieux qu'ils ne le sont par les vases poreux. Avec ce système, l'usure du sulfate de cuivre ne se produit plus guère que par suite du passage du courant. En d'autres termes, dans cette combinaison, il n'y a presque pas de travail intérieur perdu. Or, on sait que cette perte est le plus grand défaut de la pile Daniell. Le disque de cuivre est maintenu au centre par une tige isolée des rondelles de papier et du zinc. Elle dépasse la table d'ardoise qui

surmonte l'élément et qui sert de couvercle au vase de verre ou d'ébonite dans lequel l'élément est à l'abri des courants d'air et de la poussière. Le bord du vase est rodé et l'ardoise bien dressée, de sorte que tout se trouve dans une capacité hermétiquement close et par conséquent à l'abri de l'évaporation. Ainsi constitué,

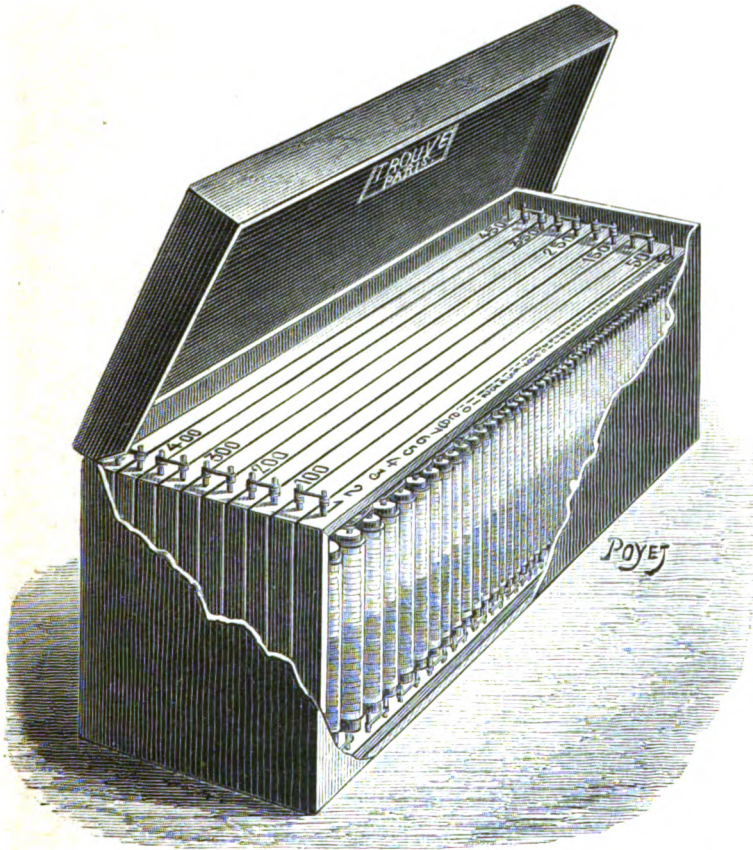


FIG. 35. — Pile humide de 500 couples. Système de M. Gustave Trouvé pour l'étalonnage et le contrôle des appareils de mesure.

l'élément peut fonctionner pendant plus d'une année, sans qu'on ait à s'en occuper en aucune façon. Cependant, il va sans dire qu'au bout d'un certain laps de temps, plus ou moins long et variable avec l'activité du travail qu'on demande à la pile, elle finit par s'épuiser. Le sulfate de cuivre se réduit, et le courant, après s'être peu à peu affaibli, devient insensible.

Il faut alors recharger l'élément. C'est une opération facile et

qui consiste à tremper dans une solution chauffée et saturée de sulfate de cuivre la partie inférieure de l'élément. On prépare cette solution dans une cuvette de cuivre faite exprès; elle s'élève jusqu'à un niveau marqué. Le couvercle de l'élément porte sur le bord de la cuvette, de telle sorte que le papier s'imbibe jusqu'à la hauteur voulue, sans qu'on ait à la chercher.

Quant au sulfate de zinc, il se forme constamment par l'action de la pile; il n'y a donc jamais à en remettre. Mais le zinc lui-même s'use et, au bout d'un certain temps, devra être remplacé. On profite de ce moment pour renouveler le papier. Le cuivre, au contraire, débarrassé du cuivre pulvérulent déposé par l'action du courant, sert indéfiniment.

Tel est l'élément humide, du nom que lui a donné M. Gustave Trouvé. Cette dénomination est rigoureusement exacte, tandis que le nom de *pile sèche*, qui a cours dans l'enseignement classique, n'est pas justifié, appliqué aux piles de Zamboni, qui n'agissent réellement que grâce à l'humidité qu'elles absorbent. L'élément humide de M. Gustave Trouvé possède la même force électromotrice que l'élément Daniell, dont il ne diffère que par la forme. Sa résistance varie avec le diamètre des rondelles de cuivre et de zinc et avec l'épaisseur de la pile de papier intermédiaire. Pour un diamètre donné des disques métalliques, on ne pourrait pas diminuer par trop la quantité de papier sans faire perdre à la pile les qualités de durée qui font l'un de ses principaux mérites. Par contre, à mesure que l'épaisseur du papier est augmentée, la durée possible du service actif est accrue, en même temps que la résistance.

La pile humide de M. Gustave Trouvé présente tous les avantages connus de la pile Daniell, notamment la dépolarisation complète de l'électrode, et par suite une grande constance. Mais on peut même ajouter que, sous cette forme, la constance prend un caractère inaccoutumé. En effet, avec la forme ordinaire, on remarque que la force électromotrice est absolument invariable, tandis que la résistance intérieure oscille d'une manière continue, surtout quand le courant est interrompu et rétabli. Chaque fois qu'on mesure à nouveau la résistance intérieure d'une pile de Daniell, on trouve une valeur différente, et cependant ces valeurs changeantes conduisent à une valeur unique de la force électromotrice. Ce phénomène s'explique par les variations perpétuelles de la composition du liquide.

On a fait à ce sujet l'expérience suivante. On laisse le soir une pile fermée sur un galvanomètre approprié, en notant au préalable

la déviation de l'aiguille. Le lendemain matin, on retrouve la même déviation. De cette observation on est amené à conclure que, pendant douze heures de circuit fermé, la force électromotrice et la résistance intérieure de la pile n'ont pas varié. Si, alors, on ouvre le circuit, ne fût-ce qu'une seconde, et qu'on le referme aussitôt, on trouve une nouvelle déviation; et si l'on prend les mesures, on constate que la résistance intérieure a changé et a seule changé. Quelle que soit la cause de ces variations subites, il faut admettre qu'elles s'opposent à une constance absolue du courant que peut fournir la pile.

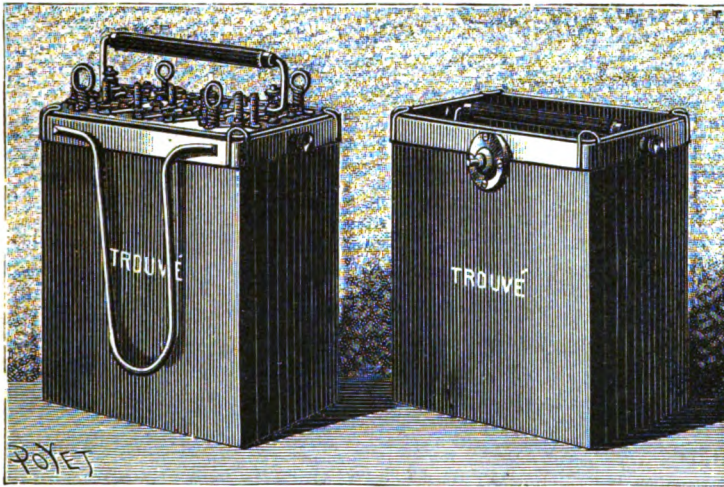


FIG. 36 et 37. — Batterie universelle automatique de M. Gustave Trouvé, représentée en fonction et au repos.

Dans la forme donnée par M. Gustave Trouvé, la pile ne présente pas, du moins au même degré, les variations de résistance, et surtout ces variations ne sont pas aussi subites. Mais le principal avantage de la disposition nouvelle, c'est la suppression du travail intérieur de la pile quand le circuit est ouvert. On peut dire, en résumé, d'une pile de Daniell, qui ne fournit pas de courant, qu'elle est un cheval à l'écurie, c'est-à-dire qu'elle consomme sans produire. C'est là son inconvénient principal. Il n'existe plus dans la pile humide, parce que les liquides ne peuvent s'y mêler que très difficilement. Nous ajouterons que c'est la seule disposition connue qui permette de donner à la pile une résistance intérieure quelconque, mais voulue.

Un des côtés très intéressants de l'esprit inventif de M. Gustave Trouvé consiste dans la recherche de la simplification appliquée aux appareils pour aider à leur transport et à rendre leur maniement plus facile. C'est ainsi qu'il a donné une forme peu encombrante au générateur d'électricité destiné aux expériences de laboratoire. La batterie universelle automatique qu'il a créée, dans ce but, et que les figures 28 et 29 présentent en fonction et au repos, pèse à peine 3 kilogrammes. Elle est peu encombrante, et malgré son poids relativement faible, elle permet d'opérer avec une grande sûreté et de mettre en jeu les appareils destinés à l'étude des ferments et à la micrographie.

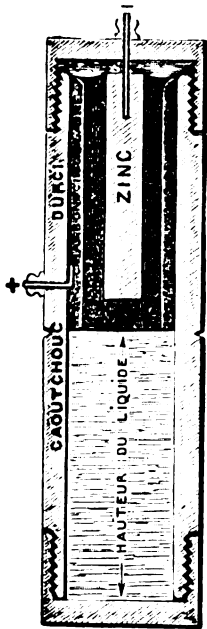


FIG. 38. — Pile hermétique à renversement, de M. Gustave Trouvé (grandeur d'exécution).

M. Gustave Trouvé ne s'en est pas tenu là. Pour animer ses bijoux, il lui fallait rendre l'électricité portable et toute individuelle, en mettre la source même dans la poche de chaque personne. Il y est parvenu par l'invention de sa pile à renversement, à laquelle il a donné diverses formes réduites et qu'on nomme, selon les cas, pile-étui ou pile de gousset (fig. 38). Cette pile est formée d'un couple zinc et charbon ou d'un couple zinc et platine. Le charbon, dans le premier cas, le zinc dans le second, est fixé au couvercle de l'étui. Le liquide, composé d'une solution saturée de sulfate acide de mercure, remplit la moitié inférieure du fond. Tant que l'étui conserve sa position ordinaire, le sommet en haut, le fond en bas, l'élément ne plonge pas dans le liquide; il n'y a ni dégagement d'électricité, ni usure du zinc, ni dépense par conséquent. Mais dès que l'étui est renversé, ou

placé horizontalement, le courant naît et se continue tant que le zinc n'est pas usé et que le sulfate de mercure n'est pas épuisé. C'est le courant fourni par un ou plusieurs éléments de cette pile minuscule, cachés dans un gousset de gilet ou le pli d'une robe, que M. Gustave Trouvé fait circuler tour à tour dans une foule de petits appareils ou bijoux pour les animer et leur faire causer d'agréables surprises.

La pile de poche est un peu plus forte que la pile de gousset. Les piles 39 et 40 sont en tout semblables, elles ne diffèrent que

par le volume et le nombre des éléments. La pile 39 est composée de deux couples et la pile 40 de trois couples de charbon et zinc, ou d'un plus grand nombre, suivant les foyers lumineux à obtenir, plongeant dans la solution sursaturée au bichromate de potasse modifiée. Comme nous venons de le dire, les deux piles ne diffèrent entre elles que par le nombre de couples, et la description suivante s'applique aux deux : une auge en ébonite à trois compartiments contient la solution qui la remplit aux deux tiers. Le couvercle B,

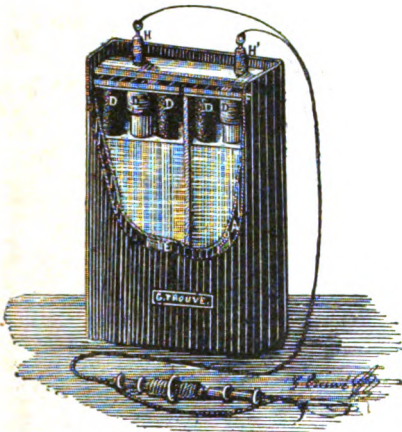


FIG. 39. — Pile de poche de M. Gustave Trouvé de deux éléments.

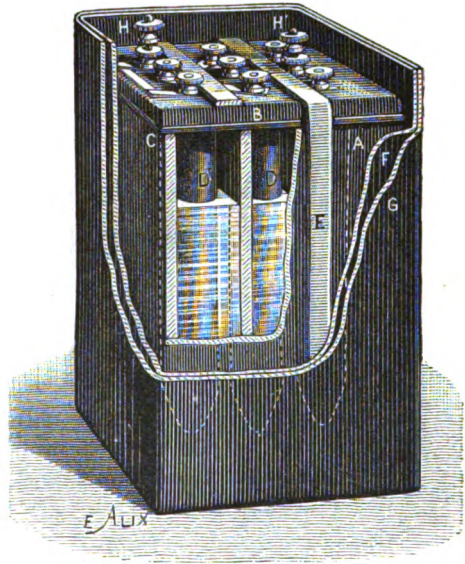


FIG. 40. — Vue intérieure de la pile de poche de M. Gustave Trouvé de trois éléments.

qui porte les éléments D, D, est en caoutchouc durci ou ébonite. Il constitue, avec une feuille de caoutchouc souple C, une fermeture étanche à la manière des soupapes de sûreté des machines à vapeur, pressé qu'il est sur les auges par les deux bracelets E, E' en caoutchouc très élastique. Pour plus de sécurité, le tout est introduit dans une enveloppe simple ou double F, G, en caoutchouc durci, mince et léger, dans laquelle ou dans lesquelles se produiraient de légers suintements, si parfois la pile était soumise à une danse trop désordonnée. Comme on le voit, la sécurité est complète, sous ce rapport surtout.

Les deux boutons H, H' reçoivent les fils conducteurs qui se rendent aux bijoux ou aux objets qu'il faut illuminer. Un petit

commutateur placé tantôt sur le couvercle de la pile, tantôt sur le trajet des cordons, permet d'éclairer à volonté les bijoux dont on est muni. En A est représenté le corps d'ensemble de la pile constituant les auges.

La durée de l'éclairage varie naturellement suivant le volume de la pile et proportionnellement à sa capacité, c'est-à-dire de trente-cinq à quarante minutes pour la pile de poche donnée de grandeur naturelle (fig. 39), et de une heure environ pour le modèle plus volumineux, et qui peut se loger encore facilement dans la poche de derrière d'un paletot ou dans celle d'un pardessus.

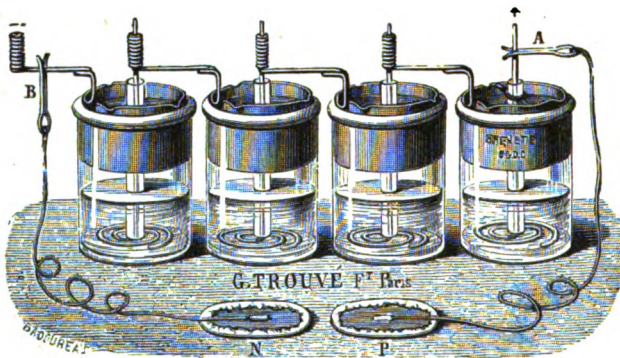


Fig. 41. — Pile au cuivre de Callaud, modifiée par M. Gustave Trouvé.

Lorsque les effets à obtenir sont de courte durée, comme au théâtre, les piles de M. Gustave Trouvé peuvent alimenter jusqu'à huit foyers. M. Gustave Trouvé en a mis jusqu'à vingt-quatre sur la même personne, qui produisaient des effets éblouissants. On peut s'amuser plusieurs heures, en n'usant pas la pile d'un seul trait; d'autant plus qu'il est facile de s'échapper un instant pour renouveler le liquide de la pile, qui reprend alors toute son action.

Les petits accumulateurs de M. Gustave Trouvé permettent bien l'éclairage de ses bijoux, mais ils ne présentent pas les mêmes avantages que les piles ci-dessus, c'est-à-dire de pouvoir se recharger sur place. Quand l'énergie électrique emmagasinée est épuisée, c'est fini. A capacité égale, ils sont du reste plus lourds.

M. Gustave Trouvé a porté encore son esprit inventif sur la pile de Callaud, dans un but humanitaire. La disposition qu'il a imaginée pour les besoins de l'électrothérapie lui a permis

de constituer un appareil, le plus simple et le plus économique qu'il soit possible d'imaginer. En voici la description.

Au fond du vase de verre plonge un fil de cuivre tourné en spirale plusieurs fois et émergeant du liquide par son bout droit que l'on isole en le faisant passer dans un tube également en verre (fig. 41). De cette manière la spirale sert seule de lame positive. Le zinc est circulaire et maintenu par des rabattements de métal à la partie supérieure du vase, dans lequel il ne s'enfonce que de quelques centimètres. Des cristaux de sulfate de cuivre sont déposés dans le fond au préalable et l'on remplit d'eau. Au bout d'un certain temps de fonctionnement, le liquide à la partie inférieure est saturé de sel de cuivre, tandis que la partie supérieure est saturée de sulfate de zinc.

Au point de vue théorique, la différence de densité des deux solutions semble suffisante pour empêcher leur mélange. Il n'en est cependant pas tout à fait ainsi dans la pratique, et il faut éviter avec soin toute manœuvre pouvant amener le mélange des deux solutions. Par conséquent, ces éléments ne peuvent constituer que des appareils absolument à demeure.

Ces petits inconvénients sont largement rachetés par la constance du courant, la modicité du prix et la simplicité de la construction. Un système très rudimentaire et très solide de contacts permet d'accoupler rapidement et économiquement les éléments. Un fil de cuivre coudé deux fois à angle droit est soudé au zinc et tourné en ressort à boudin par son extrémité libre. On engage dans le ressort à frottement dur le bout du fil de cuivre positif de la pile suivante et tous les éléments peuvent être ainsi accouplés en tension. Réunis dans une boîte appropriée, ils forment une batterie très économique utilisée en *électricité médicale*, ainsi que nous allons le voir au chapitre suivant.

CHAPITRE IV

Appareils électro-médicaux.
Appareils à courant constant et continu.
Appareils à courants induits.
Electrodes.
Appareils électro-statiques.
Appareils galvano-caustiques.

Dans le chapitre précédent, nous avons passé en revue toutes les piles inventées par M. Gustave Trouvé : nous allons voir ici leurs applications à l'électrothérapie.

Nous commencerons par la plus économique, celle de Trouvé-Callaud, dont les éléments, réunis dans une boîte appropriée, constituent l'appareil le plus simple et le plus économique de tous.

La force électro-motrice de cette pile, d'après le docteur Bardet, est sensiblement égale à celle de la pile de Daniell, c'est-à-dire pratiquement de 1 volt. La résistance est d'abord très forte au commencement de la fermeture du circuit. Lorsque la solution s'est chargée de sulfate de zinc, elle diminue considérablement. La variation suit sensiblement les chiffres suivants pour le petit modèle employé dans les appareils à courant constant et continu de M. Gustave Trouvé :

Au commencement de la marche.	40 ohms
Après un jour de marche.	22 —
Après deux jours de marche.	12 —
Après cinq jours de marche.	10 —
Après dix jours de marche.	8 —
Après vingt jours de marche.	6 —

A partir du vingtième jour, la résistance reste sensiblement constante et égale à 6 ohms, en moyenne.

M. Gustave Trouvé garnit ses grands appareils à courant constant et continu pour cabinet de médecin, dont nous donnons la figure plus loin, avec des éléments au chlorhydrate d'ammoniaque; mais il emploie de préférence l'élément Callaud-Trouvé lorsqu'il s'agit de produire des courants très constants et de longue durée.

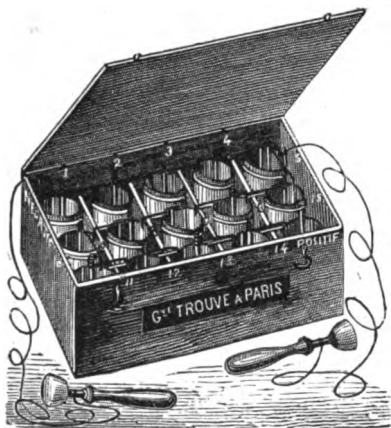


Fig. 42. — Batterie Trouvé-Callaud à courant constant et continu, très économique, à l'usage des malades.

Notre inventeur a aussi constitué avec sa pile humide, dont nous avons déjà parlé, mais en la montant différemment et par groupes, une série d'appareils légers et portatifs à courant constant et continu, d'un emploi général en électrothérapie, très appréciés du corps médical tout entier auquel ils rendent tous les jours des services signalés.

Deux rondelles épaisses de zinc et de cuivre sont reliées entre elles par une couche

de 5 à 6 centimètres de rondelles de papier à filtre. Le tout est maintenu en situation par un axe isolant muni d'écrous. La moitié de l'épaisseur du papier, correspondant au cuivre, est imbibée d'une solution concentrée de sulfate de cuivre et l'autre moitié, correspondant au zinc, d'une solution de sulfate de zinc. On obtient ainsi une sorte de Daniell humide où le papier fait diaphragme. Un pareil élément peut durer un an, environ, sans qu'il soit besoin d'y toucher. Au bout de ce temps, on régénère le sulfate de cuivre usé en le trempant à moitié, du côté cuivre, dans une solution bouillante et concentrée de sulfate de cuivre.

Il existe trois dimensions d'éléments de cette sorte. Les plus grands ont 10 centimètres de large sur 7 à 8 de hauteur. Les moyens n'ont pas plus de 5 centimètres de large sur une hauteur à peu près égale à celle du grand élément. Quant au petit modèle, il a exactement le diamètre d'un sou français, sur une hauteur de 5 à 6 centimètres. Les deux premières grandeurs sont logées dans des vases hermétiquement fermés, disposés dans des boîtes élégantes par groupes de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24, 32, 40, 50 éléments. Quant au petit modèle, M. Gustave Trouvé le monte sur un support spécial, par batteries de 40 ou

80 éléments. Ces petites batteries ont l'avantage d'être extrêmement portatives, et possèdent une grande résistance intérieure pour éviter, en électrothérapie, une action chimique trop vive aux points d'application des courants.

La pile donne en court circuit un courant de 20 à 30 milliampères, intensité suffisante dans la majorité des applications. Comme la résistance de la pile est considérable, l'intensité varie peu si l'on ajoute au circuit des résistances relativement faibles. Par suite, une batterie de ce genre employée pour les usages thérapeutiques, fournira toujours un courant d'une intensité moyenne, mais égale. De plus, en raison même de la résistance de la pile, la constance sera, pour ainsi dire, absolue. Ce genre d'appareil est celui qui offre le plus d'avantages pour le transport et la durée, et ce sont là des avantages sérieux.

Les applications de l'électricité pénétrant de plus en plus, chaque jour, dans la thérapeutique, il a fallu donner aux piles médicales des agencements commodes et séduisants à l'œil, pour ne pas effrayer le malade, toujours prévenu contre l'aspect trop formidable des appareils. On les forme d'un certain nombre d'éléments groupés en série, c'est-à-dire en tension. Des fils conducteurs réunissent les éléments de deux en deux par exemple; mais l'agencement des fils destinés à transmettre le courant varie beaucoup.

Lorsqu'une pile doit uniquement servir aux malades, on se contente de grouper les éléments dans une boîte avec des fils conducteurs pour pouvoir disposer à volonté du courant d'un nombre déterminé d'éléments. Pour cela, ils sont réunis de deux en deux, et la boîte porte extérieurement les numéros 0, 2, 4, 6, 8, etc., de telle sorte que le zéro représente le négatif et chacun des chiffres suivants le positif (fig. 43 et 44).

Dans ces conditions, on dispose bien du courant correspondant au nombre des éléments que l'on désire employer, mais cependant il faut, pour augmenter ou diminuer son intensité, commencer par l'interrompre durant un instant. Par suite l'opération se compose de deux temps : 1° ouverture du circuit; 2° fermeture du circuit. Or cette ouverture et cette fermeture du circuit déterminent dans l'économie des troubles particuliers, non dangereux, mais d'une sensation désagréable et fatigante, connus sous le nom de chocs voltaïques, et qui ne sont autres que les effets de phénomènes d'induction occasionnés dans l'organisme fonctionnant comme un conducteur ordinaire. Dans beaucoup de cas et surtout quand on opère dans des régions

sensibles, telles que l'œil, le cou, la colonne vertébrale, les chocs voltaïques trop répétés peuvent amener cependant à la fin des troubles pathologiques inattendus. M. Gustave Trouvé, par une

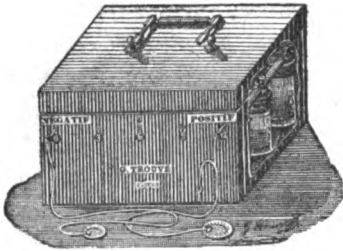


Fig. 43. — Appareil à courant constant et continu portable de 12 éléments de la pile sèche de M. G. Trouvé, à l'usage des malades.

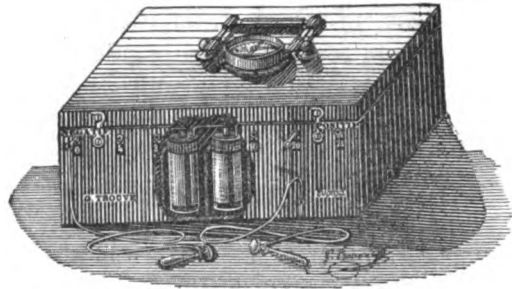


Fig. 44. — Appareil portable à courant constant et continu de 24 éléments au chlorhydrate d'ammoniaque avec galvanomètre, système de M. G. Trouvé.

disposition d'une extrême simplicité, a supprimé cet inconvénient, Il a simplement bifurqué le fil conducteur qui se déplace. Dans ces conditions, la gradation est progressive et se fait sans interruption dans le courant, comme avec un collecteur.

Néanmoins, dans la pratique médicale, un collecteur de groupement des éléments est absolument indispensable. On peut considérer les collecteurs comme découlant de deux types principaux, à savoir : ceux qui procèdent d'un mouvement rectiligne et ceux qui agissent suivant une courbe, à la manière d'une aiguille sur un cadran. Les premiers, dits à curseur, tiennent beaucoup de place et ne permettent pas d'utiliser également les éléments de la batterie, de sorte que les premiers éléments servent toujours et les derniers très rarement ; il en résulte une usure inégale de la batterie. Les collecteurs à manettes au contraire tiennent beaucoup moins de place et permettent, par la combinaison de deux manettes, un groupement raisonné des éléments. Le collecteur de M. Gustave Trouvé appartient à ce dernier type ; il permet donc d'utiliser les éléments les uns après les autres et dans l'ordre que l'on désire, le tout s'exécutant sans aucun choc voltaïque. Nous en étudierons le fonctionnement dans les divers appareils qui vont suivre et dont il constitue la partie principale.

La figure 45 représente un appareil construit spécialement

pour l'usage médical. C'est un véritable meuble de cabinet qui affecte la forme d'un buffet dans l'armoire duquel se trouvent

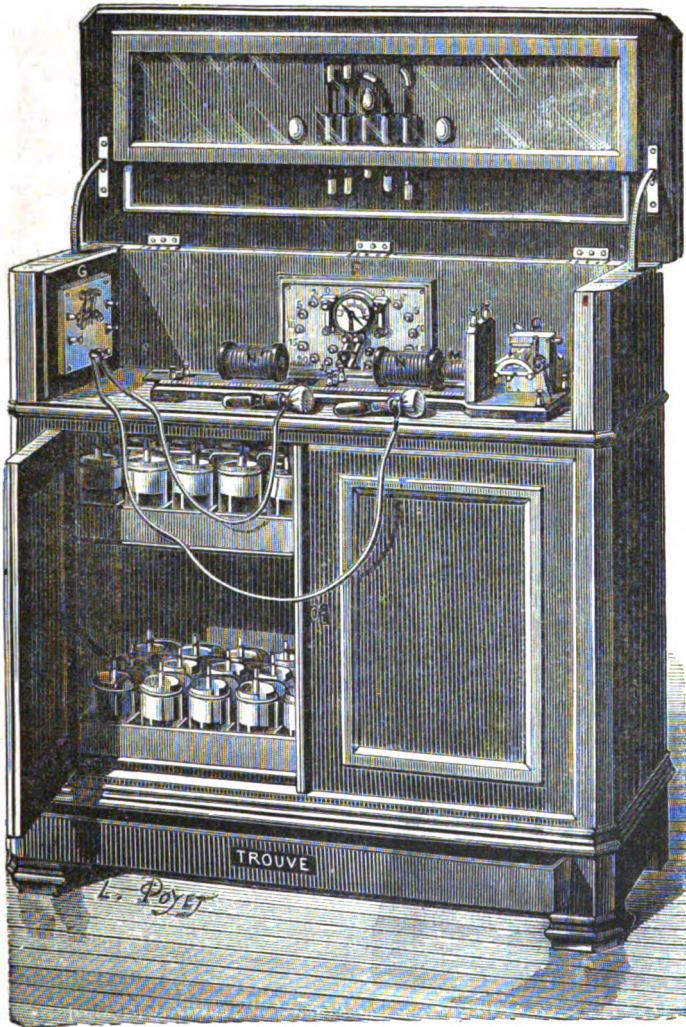


FIG. 45. — Grand appareil d'électrothérapie pour cabinet médical, système de M. Gustave Trouvé.

80 éléments de pile Trouvé-Callaud au sulfate de cuivre, ou 60 éléments au chlorhydrate d'ammoniaque, reliés par des fils, dissimulés dans l'appareil, au collecteur F. Celui-ci est placé à la partie supérieure, dans un compartiment qui se ferme

avec un couvercle, pour mettre les instruments à l'abri de la poussière. Il est vissé dans une position verticale, sur la paroi du fond, et le galvanomètre d'intensité, gradué en milliampères, est fixé au milieu. La prise de courant se fait à gauche, sur un commutateur G à deux directions, disposé de telle sorte que l'on puisse, sans changer les fils de place, employer successivement les courants de la pile ou les courants induits fournis par le grand appareil d'induction C disposé, comme on le voit, sur la tablette du buffet. Cet arrangement a l'avantage de réunir sous la main de l'opérateur tous les appareils d'usage nécessaires.

Le collecteur F est composé de deux séries de boutons sur lesquelles pivotent deux manettes. Les séries de boutons sont numérotées comme suit et permettent toutes les combinaisons possibles : 0, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40. Au milieu des deux manettes est placé le galvanomètre d'intensité et, immédiatement au-dessous de celui-ci, se trouve l'inverseur du courant, composé

de deux manettes accouplées. Il a pour fonction, comme son nom l'indique, de faire changer le sens du courant pendant les applications.

L'appareil très portable de M. Gustave Trouvé est composé de 40 ou de 80 couples humides (fig. 46). Les éléments sont fixés au-dessous d'une tablette d'ébonite sur laquelle sont disposés le collecteur, le galvanomètre d'intensité et un inverseur de courant. Cet appareil est d'une grande légèreté et sert surtout dans tous les cas médicaux nombreux où le traitement doit se faire en dehors du ca-

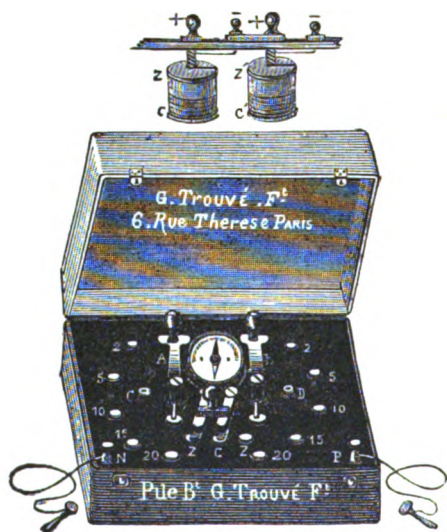


FIG. 46. — Appareil très portable avec collecteur, système de M. Gustave Trouvé.

binet du médecin, au domicile du malade. Les couples qui composent la batterie sont des éléments humides Trouvé, que nous avons décrits longuement au chapitre III de cet ouvrage. Deux éléments figurent dans le dessin, au-dessus de l'appareil.

Pour recueillir le courant de la batterie, afin de l'utiliser dans

la pratique médicale, l'appareil est muni, comme le grand appareil de cabinet de M. Gustave Trouvé, d'un collecteur à deux manettes A et B (fig. 46), dont le jeu permet d'obtenir, en graduant progressivement le nombre des éléments, de 2 en 2, par exemple, le courant des 40 ou des 80 éléments.

Le galvanomètre d'intensité, placé entre les deux manettes, sert à mesurer le courant, tandis que l'inverseur, placé au-dessous,

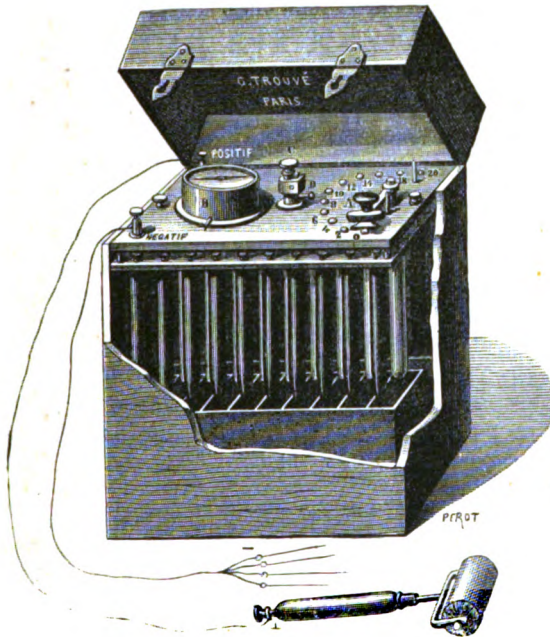


FIG. 47. — Petit appareil électro-médical très portatif de M. G. Trouvé, formé de 20 éléments à courant constant et continu.

sert à en intervertir le sens, suivant la position qu'il occupe, à gauche ou à droite sur le collecteur.

Cet inverseur est aussi disposé pour provoquer des intermittences dans le courant, mais M. Gustave Trouvé a pensé qu'il était plus simple de les produire au moyen d'une petite pédale ajoutée à un des manches des électrodes; de cette façon, le médecin reste libre de ses mouvements et n'a pas besoin de se tourner vers l'appareil.

Malgré tous ces perfectionnements, M. Gustave Trouvé a créé encore de nouveaux appareils en harmonie avec les progrès ascendants de l'électrothérapie.

Les courants de faible énergie furent d'abord seuls employés, puis l'intensité fut augmentée progressivement au fur et à mesure du développement des nouvelles méthodes et en même temps que se perfectionnaient les appareils de mesure.

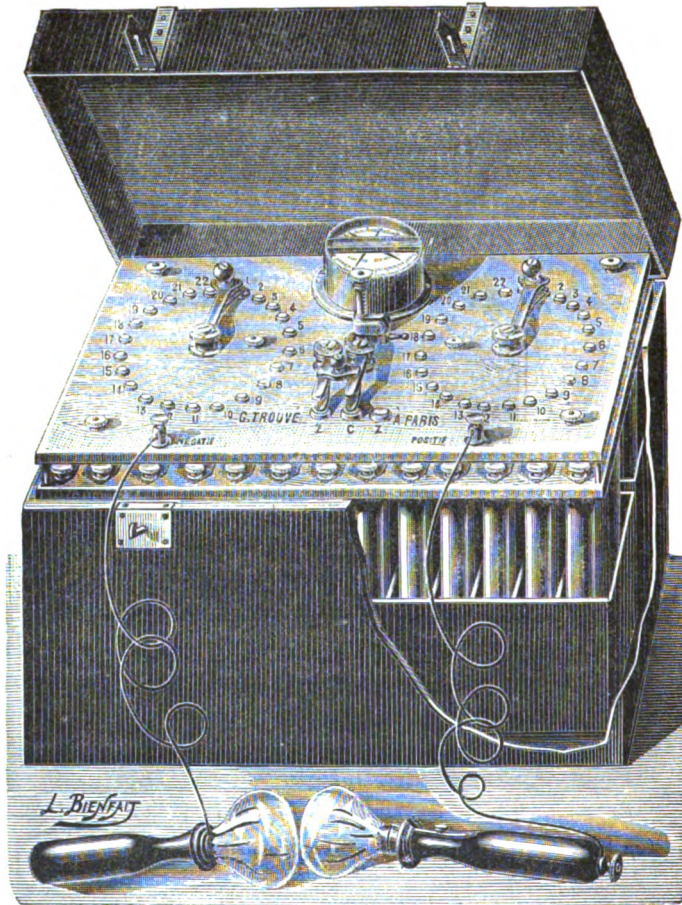


FIG. 48. — Grand appareil électro-médical portable de M. G. Trouvé, formé de 44 éléments à courant constant et continu.

De quelques milliampères, en effet, on en est arrivé à employer couramment des intensités de 25, 30, 40 et 50 milliampères. Quelques médecins même, dans certaines affections, ne reculent pas à employer l'électricité à doses plus élevées. Dans ces conditions, il est donc absolument nécessaire qu'ils aient à leur

disposition des appareils très perfectionnés, dont les indications soient absolument sûres et précises.

Ce sont des appareils possédant ces qualités que M. Trouvé a combinés et construits (fig. 47 et 48). La disposition de ces deux appareils est la même; ils ne diffèrent entre eux que par le nombre (20, 30 ou 44) de leurs éléments au bisulfate de mercure.

Celui de la figure 47 est formé de 20 à 30 éléments seulement. Il est très portatif et à courant constant et continu très énergique. Il peut servir en même temps à l'électrolyse des tumeurs, comme l'indiquent les deux électrodes dont il est muni. En effet, d'un côté on voit quatre aiguilles à acupunctures en platine, destinées à pénétrer dans les tissus, et de l'autre un électrode

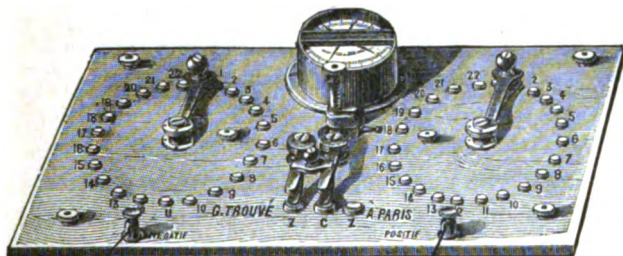


FIG. 49. — Collecteur de la pile Trouvé.

mobile en forme de rouleau destiné à établir la communication électrique.

L'appareil à grande batterie de 44 éléments (fig. 48) est, comme nous l'avons dit, en tout semblable au petit appareil (fig. 47), et la description qui suit s'applique aux deux instruments.

La batterie que contient l'appareil est surmontée d'un collecteur (fig. 49) muni d'un inverseur de courant et d'un galvanomètre gradué ici de 0 à 350 milliampères; elle peut s'enlever tout d'une pièce et être séparée de son enveloppe très élégante, en bois noir verni.

Ce collecteur est disposé de telle sorte qu'il permet de grouper des éléments de la batterie sans interruption dans le courant, sans avoir à redouter le plus petit choc voltaïque, la graduation se faisant très progressivement de un en un élément jusqu'aux 20, 30 ou 44 composant l'appareil. Par le jeu des deux manettes qui commencent la graduation à partir du centre de la batterie pour aboutir, l'une au 10^e, 15^e, 22^e élément positif, l'autre au 10^e, 15^e, 22^e élément négatif, on n'a point à craindre l'inversion

involontaire du courant, ni l'usure inégale des éléments; ils peuvent au contraire être utilisés ainsi chacun leur tour, [de manière à les épuiser uniformément.

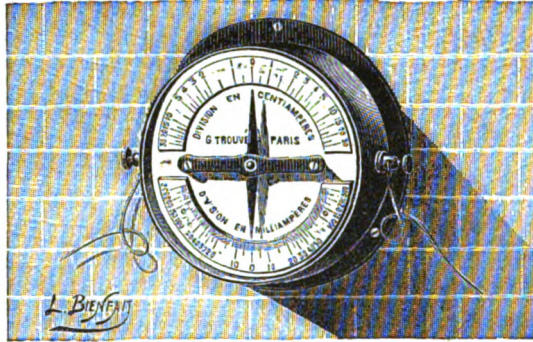


FIG. 50. — Galvanomètre vertical.

Les éléments ont une force électromotrice de 1 volt,5 avec une faible résistance intérieure. Ils sont formés par trois crayons, dont deux en charbon taillé dans un bloc et le troisième en

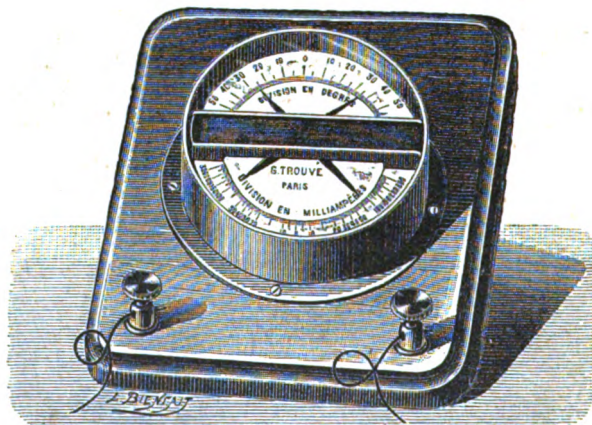


FIG. 51. — Galvanomètre horizontal.

zinc. L'appareil peut être mis en action ou au repos, à volonté, par le moyen d'une tige centrale graduée avec précision, qui permet de faire plonger les éléments, d'une quantité voulue, dans une solution sulfate acide de mercure bien déterminée.

Dans ces conditions, on peut, avec cet appareil, faire varier le débit de la batterie, graduer la force électromotrice, et avoir avec précision l'intensité totale en milliampères par le galvanomètre.

Ce galvanomètre, qui peut être vertical (fig. 50) ou horizontal (fig. 51), est gradué en milliampères d'un côté et de l'autre en degrés.

M. Trouvé a conservé d'un côté les degrés pour les raisons suivantes :

1° Les deux graduations permettent d'utiliser au moyen d'une table de comparaison les galvanomètres anciens;

2° Les degrés permettent d'apprécier les plus petits déplacements de l'aiguille quand celle-ci arrive aux dernières indications de l'échelle en milliampères.

Dans la construction et l'étalonnage des galvanomètres d'intensité, la conservation des degrés d'un côté est d'un grand secours, selon M. Trouvé, pour tracer avec précision l'échelle empirique des intensités, en milliampères, par exemple.

Nous nous expliquons :

L'échelle des intensités étant obtenue empiriquement, on est obligé, en l'absence de tout point de repère sur le cadran, de noter et pointer immédiatement la position de l'aiguille pour chaque intensité déterminée.

L'étalonnage et le pointage doivent donc se faire simultanément par une même personne, ce qui présente certains inconvénients au point de vue de la fabrication.

Au contraire, avec le cadran divisé préalablement en degrés, mécaniquement, et par conséquent avec précision, on peut confier l'étalonnage à une personne compétente qui n'aura qu'à noter le nombre exact de degrés pour chaque intensité et confier ensuite cette table à un ouvrier exercé qui fera le pointage et le tracé de l'échelle des intensités correspondantes avec une grande précision, puisqu'il n'aura d'autre préoccupation que celle de faire reprendre à l'aiguille du galvanomètre les positions indiquées par son prédécesseur compétent, dont il a la table sous les yeux.

La graduation en milliampères, dans les galvanomètres de M. Trouvé, est faite sur un limbe amovible, qui peut être déplacé et remplacé par un autre ou réétalonné, si on le juge nécessaire, à la suite d'accidents arrivés à l'appareil. Il est très important dans la pratique journalière de pouvoir vérifier et réétalonner à volonté ces appareils un peu susceptibles aux chocs violents

qu'ils peuvent recevoir dans le transport, sans être arrêté par une dépense qui serait assez élevée, s'il fallait remplacer ou refaire entièrement le galvanomètre; tandis qu'elle est positivement insignifiante pour le réétalonnage avec cercle amovible.

Les phénomènes d'électricité induits par le voisinage d'un courant électrique sur un circuit voisin, ou, plus simplement, phénomènes d'induction, pressentis et indiqués par le génie d'Ampère, mais seulement caractérisés et étudiés par le vaste esprit de Faraday, ne pouvaient laisser indifférent M. Gustave Trouvé. C'est avec justice que les expressions nouvelles de *faradisation* et de *faradique* sont entrées dans le langage scientifique, d'autant plus que beaucoup de phénomènes biologiques et électro-physiologiques ne sont que des phénomènes d'induction.

Les appareils qui se rapportent à cette partie de l'électricité sont très nombreux. On peut les diviser en trois classes :

1° Appareils volta-faradiques, dans lesquels l'induction est développée par le courant de la pile. Leur principal type est la bobine de Ruhmkorff;

2° Appareils magnéto-faradiques, dans lesquels l'induction est développée à l'aide d'aimants permanents. Les principaux types sont les machines de Clarke, de Gramme (types de laboratoire), de Trouvé, de Gaiffe;

3° Appareils dynamo-électriques, dans lesquels le champ magnétique est formé par la terre. On les appelle dynamos parce que la force (*δύναμις*) est transformée en électricité. Les deux principaux types sont les machines de Siemens et de Gramme.

Les appareils de la première classe sont nommés volta-faradiques, parce que l'induction, découverte définitivement par Faraday, y est obtenue à l'aide de la pile découverte par Volta.

Ils peuvent s'animer à l'aide de toutes les piles, à la condition que la résistance de l'élément soit faible. Nous avons déjà vu qu'une faible intensité, mais à haut potentiel, est suffisante pour la généralité des appareils électro-médicaux à courant constant et continu, tandis que, pour les appareils faradiques, il n'est pas nécessaire d'avoir du potentiel mais de l'intensité, et qu'un ou deux éléments suffisent. Pour les bobines Ruhmkorff un peu puissantes, il faut employer de grands couples réunis cependant en tension, au nombre de quatre à douze, ou même plus, suivant la dimension.

La bobine de Ruhmkorff proprement dite, un peu puissante, ne peut être employée telle quelle en thérapeutique, car elle constitue un appareil dangereux. Aussi les constructeurs se

sont-ils ingénies à combiner des appareils pour l'usage médical dans lesquels les phénomènes d'induction sont produits et réglés avec une précision mathématique. Dans cet ordre d'idées, les appareils imaginés par M. Gustave Trouvé et présentés à l'Académie des sciences, à l'Académie de médecine, à la Société de physique de Paris, en avril et juillet 1878 et au Congrès International des Electriciens pendant l'Exposition universelle de 1889, ne laissent absolument rien à désirer.

Le premier, par sa grande précision, est destiné plus particulièrement aux études physiologiques, car il donne à chaque seconde de temps le nombre d'intermittences, à un centième près.

Le deuxième, bien que ne pouvant rivaliser de précision avec le précédent, donne le nombre d'intermittences à un quinzième près. Il est plus que suffisant pour la pratique médicale. Il répond du reste à un desideratum souvent formulé par les médecins.

Il y a une réelle importance en faradisation à pouvoir régler à volonté la quantité des intermittences. Jusqu'alors, dans la pratique médicale ordinaire, on s'était contenté d'appareils munis du trembleur de Neef, avec lequel on peut faire varier les intermittences entre des limites plus ou moins étendues, mais sans jamais en connaître le nombre. Cependant quelques physiologistes, et, parmi eux, surtout Duchenne (de Boulogne), avaient entrevu la nécessité de contrôler le nombre des passages successifs du courant par chaque seconde de temps. Cet éminent savant, à cet effet, avait fait disposer une pendule dont le balancier, marquant la demi-seconde, lui donnait à volonté une interruption ou deux par seconde. Ce système avait rendu de grands services à ce physiologiste dans ses applications d'électrisation localisée à la pathologie et à la thérapeutique par courants induits et par courants galvaniques intermittents.

D'un autre côté, on avait utilisé dans le même but le métronome, et même la roue de Masson. Mais, comme on le voit sans peine, ces divers systèmes d'interrupteurs avaient pour principaux inconvénients d'avoir un champ de variations trop restreint et de n'être pas transportables.

Le D^r Onimus, voulant apprécier exactement l'influence des intermittences lentes ou rapides sur les mouvements du cœur et sur la contractilité musculaire, dans certains cas de paralysie, eut la bonne inspiration de s'adresser à M. Gustave Trouvé, et voici l'appareil portatif qu'ils réalisèrent ensemble.

Cet appareil d'induction à chariot (fig. 52) est constitué par une bobine inductrice indépendante des bobines induites, de la

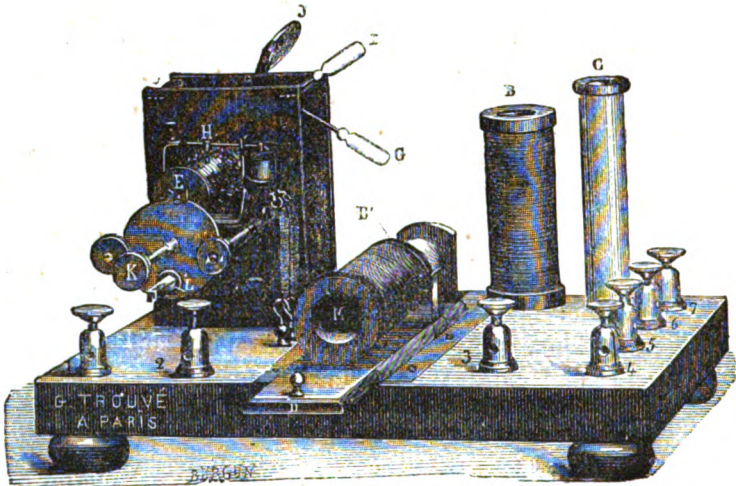


FIG. 52. — Appareil d'induction à chariot Trouvé-Onimus, avec interrupteur, à mouvement d'horlogerie.

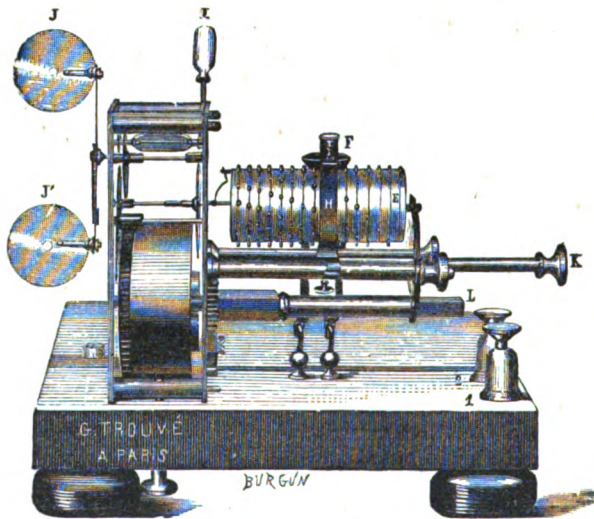


FIG. 53. — Interrupteur à mouvement d'horlogerie de M. Gustave Trouvé.

pile hermétique de M. Gustave Trouvé, des différents accessoires en usage en électrothérapie, et d'un interrupteur spécial qui en forme la partie principale.

Voici la légende explicative des figures 52 et 53.

M, bobine inductrice et C son tube graduateur.

BB', bobines induites, se plaçant à volonté à la place l'une de l'autre sur le chariot.

D, chariot pour graduer les courants.

E, cylindre muni de touches ou chevilles, mù par un mouvement d'horlogerie.

FH, interrupteur à mercure.

K, bouton pour déplacer le style.

JJ', ailettes du volant à résistances variables.

L, remontoir du mouvement d'horlogerie.

IG, même levier en positions différentes; I est pour la mise en mouvement du cylindre et G pour l'arrêt instantané.

1 et 2, serre-fils pour recevoir les rhéophores d'une pile à courant continu.

3 et 4, serre-fils pour ceux de la pile à produire les courants induits.

On recueille les courants induits en plaçant les cordons des électrodes en 5 et 6 pour l'extra-courant; en 6 et 7, on recueille les induits; en 5 et 7, l'extra-courant et les induits réunis.

L'interrupteur (fig. 53) se compose d'un cylindre divisé, dans le sens de sa longueur, en vingt parties. Chaque partie est munie, suivant la circonférence du cylindre, d'un certain nombre de touches ou chevilles, dont le nombre croit suivant une progression arithmétique, c'est-à-dire qu'à la première division, il y a 1 touche ou cheville; à la deuxième, 2; à la troisième, 3; à la vingtième, 20.

Le cylindre est mù par un mouvement d'horlogerie dont la vitesse se règle au moyen d'un régulateur ou volant, à vitesse variable, ce qui permet de donner au cylindre le nombre de tours que l'on désire par seconde. Un style se meut à volonté parallèlement à l'axe du cylindre et peut être mis successivement en contact avec les différents nombres de touches, ce qui a pour but d'interrompre le courant autant de fois qu'il y a de touches à la position qu'il occupe.

Supposons que le style se trouve à la première division, où il n'y a qu'une touche; voici ce qui va se passer. Si le cylindre ne fait qu'un tour par seconde, le courant est interrompu toutes les secondes, et si on lui fait occuper successivement toutes les positions jusqu'à la vingtième, on aura 2, 3, 4....., 20 interruptions du courant par seconde. Si l'on donne ensuite au cylindre une vitesse de 1, 2, 3, 4, 5... tours par seconde, chaque touche sera pour ainsi dire multipliée par ce même nombre de tours. On

obtiendra ainsi, avec la plus grande précision, depuis une jusqu'à cent interruptions, en passant par les intermédiaires, et l'on aura, dans un temps donné, un nombre d'interruptions donné.

Mais comme, dans la marche du cylindre, il serait impossible de lire les divisions et, par suite, de placer le style au nombre voulu, M. Gustave Trouvé a placé, parallèlement au cylindre, une petite règle en ivoire divisée aussi en vingt parties, correspondant aux divisions du cylindre, et, en regard du style, une petite aiguille que l'on met sur la division déterminée pour obtenir le nombre d'intermittences voulu.

Nous allons expliquer maintenant comment M. Gustave Trouvé est parvenu à obtenir que les passages successifs du courant principal ne varient pas en durée, quel qu'en soit le nombre dans un temps donné. Cette précision dans la durée du passage successif du courant a une importance capitale; autrement, quelle comparaison établir entre des phénomènes qui varieraient entre eux justement comme la source qui les produirait.

Remarquons en passant que cet appareil est le seul qui donne des courants d'égale durée, quel qu'en soit le nombre par seconde.

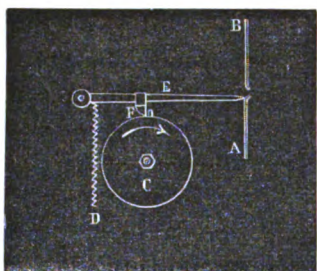


Fig. 54. — Schéma du style indicateur des intermittences de l'interrupteur d'induction de M. Gustave Trouvé.

A cet effet, le style E, représenté dans le schéma de la figure 54, comporte deux contacts flexibles A et B, en platine, superposés l'un à l'autre sur une plaque d'ébonite. Ces derniers sont mis directement et à volonté dans le circuit au moyen d'un ressort à boudin. On conçoit, dès lors, que, si le contact supérieur B est dans le circuit, le passage

du courant sera établi au moment même où le style sera soulevé par une touche du cylindre C, pour cesser immédiatement lorsque la touche sera passée.

Or, comme d'un côté, toutes les touches du cylindre ont les mêmes dimensions et la même vitesse, et que, de l'autre, le style E et le ressort antagoniste D restent invariables, il en résulte que le temps du soulèvement du style reste lui-même invariable, quel que soit le nombre de soulèvements pour une révolution du cylindre. Il en est de même du passage du courant, qui est lié au soulèvement du style.

Les choses se passent autrement si la communication électrique a lieu par le contact A, car le passage du courant aura lieu pendant toute une révolution du cylindre, si le style est placé sur la première division, soit une seconde, par exemple, tandis que, le style étant placé sur la vingtième division du cylindre, le temps du passage du courant n'atteindra pas $1/20$ de seconde. En un mot, la durée des passages successifs du courant variera comme le nombre même des intermittences, et c'est là le fait de tous les interrupteurs.

Il résulte des deux effets que nous avons expliqués que, pour produire des courants induits successifs, rigoureusement égaux, ce qui n'a lieu qu'avec cet appareil, il faudra établir la communication électrique avec le contact B et avec le contact A pour produire des courants continus intermittents ou des courants induits variant en durée.

Les deux serre-fils 1 et 2 ont été disposés, à cet effet, pour placer le patient et l'interrupteur dans le circuit d'une batterie à courant constant et continu. Dans ces conditions, l'interrupteur au repos, le patient reçoit des courants constants continus et permanents; il suffit alors de mettre l'interrupteur en mouvement pour avoir des intermittences.

M. Gustave Trouvé a encore indiqué le moyen de se servir de cet interrupteur pour déterminer d'une manière irréfutable le nombre des vibrations que doit donner le trembleur d'une bobine de Ruhmkorff quelconque, pour obtenir immédiatement le maximum d'effet. Dans ce cas, les contacts, au lieu de se produire par les deux lames métalliques A et B, se font dans des auges à mercure, comme dans l'interrupteur bien connu de Léon Foucault.

Si l'on examine avec soin le schéma (fig. 54), on aperçoit facilement que les contacts du style E avec les deux ressorts frotteurs A et B se font à glissement et tangentiellement, et que, par conséquent, la fermeture et l'ouverture du courant s'exécutent brutalement, sans passer par des variations de pression, conditions les plus favorables à la production des courants induits et des chocs musculaires isolés, nets et bien tranchés. On recueille ces derniers en plaçant les cordons des électrodes en 5 et 6 pour l'extra-courant; en 6 et 7, on recueille les induits; en 5 et 7, on recueille l'extra-courant et les induits réunis (fig. 52).

M. Gustave Trouvé a construit sur un grand modèle, représenté par la figure 55, l'appareil que nous avons décrit plus haut. Il est établi sur une tablette longue, munie de coulisses et d'une règle divisée, permettant de faire glisser des bobines à fil gros ou

à fil fin N et N' sur la bobine inductrice. Celle-ci même peut servir de bobine à très gros fil, en prenant l'extra-courant aux bornes

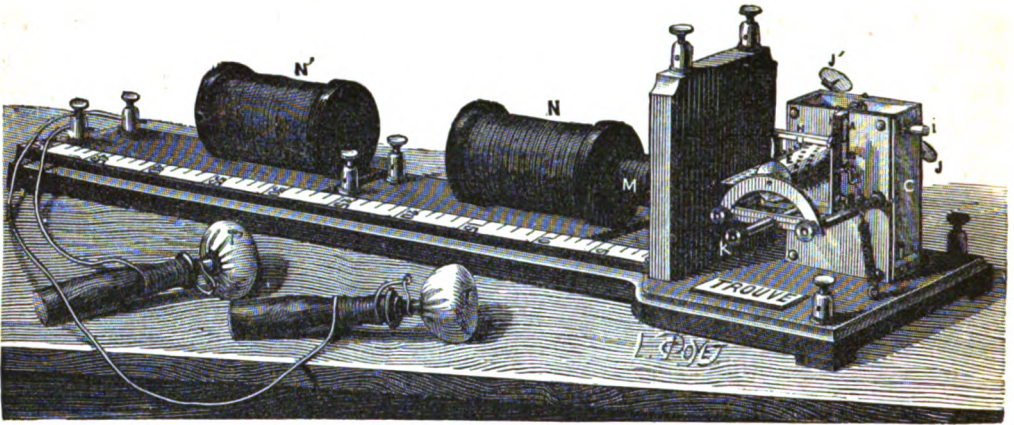


Fig. 55. — Grand appareil d'induction à chariot, nouveau modèle de M. Gustave Trouvé.

qui se trouvent sur la planchette verticale soutenant l'inducteur. Cet appareil est également muni de l'interrupteur à mouvement

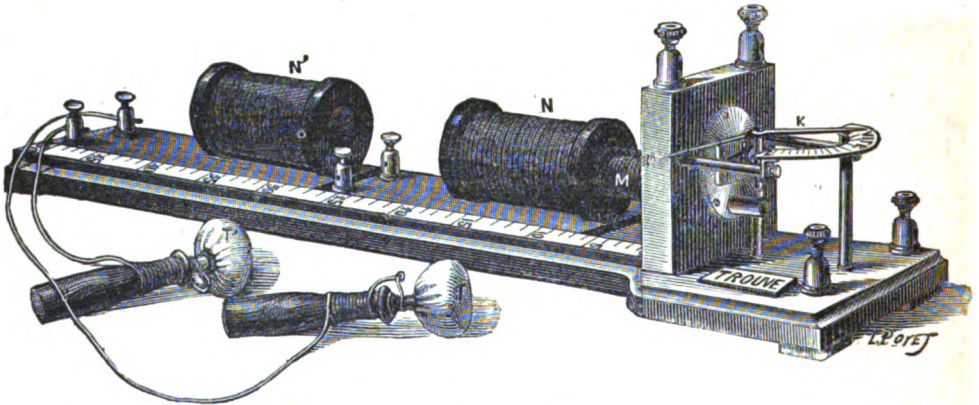


Fig. 56. — Grand appareil avec régulateur des intermittences à pendule horizontal extensible et à limbe gradué.

d'horlogerie. Il constitue l'un des meilleurs et des plus beaux instruments d'induction qui puissent être employés en médecine ou en physiologie expérimentale; il fonctionne comme celui des fig. 52 et 53.

Les figures 56 et 57 représentent deux appareils à chariot semblables dont un de petit modèle (fig. 57). Ils sont portatifs et munis du trembleur spécial de M. Gustave Trouvé. Mais l'infatigable inventeur, toujours préoccupé d'être utile à la pratique de chaque jour, de chaque heure, pour ainsi dire, du médecin, a imaginé un appareil tout réduit, sans chariot, remplissant les mêmes conditions que les précédents pour la production et la notation des intermittences. Cet appareil portatif (fig. 58) a été

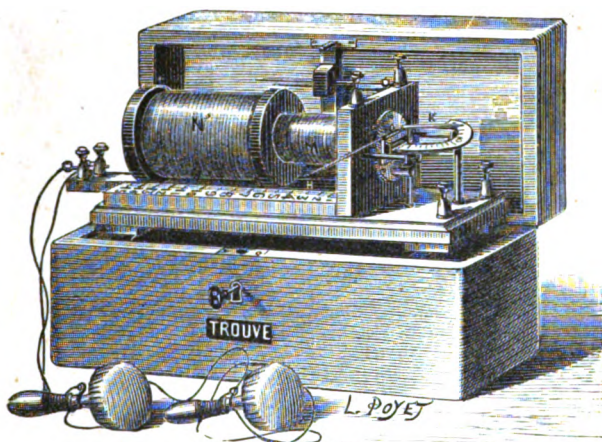


FIG. 57. — Appareil d'induction à chariot portatif de M. Gustave Trouvé.

présenté à l'Académie de médecine, dans la séance du 5 juin 1877, par M. Gavaret, dans les termes suivants :

« Ce nouvel appareil d'induction est destiné, par M. Gustave Trouvé, par son prix et son volume, à la pratique médicale. Il réalise un perfectionnement considérable. Il est de la plus haute importance dans les applications thérapeutiques de pouvoir régler à volonté le nombre des émissions du courant induit. Un seul appareil a, jusqu'ici, permis d'atteindre ce but : c'est le régulateur des intermittences de MM. Gustave Trouvé et Onimus, que nous avons autrefois présenté à l'Académie de médecine (1). Mais cet appareil est d'un prix un peu élevé et ne peut guère être employé que dans le cabinet même du médecin.

« Au moyen d'une disposition très simple, M. Gustave Trouvé

(1) Voir les figures 52 et 53.

est parvenu à construire un régulateur qui permet au praticien de faire varier à volonté, et avec une grande exactitude, le nombre des émissions du courant induit entre 3 et 50 par seconde de temps. Ce nouveau régulateur est très portatif, d'un maniement très simple, et son prix ne dépasse pas 30 francs.

« Ce nouvel appareil peut aussi être employé à la recherche des projectiles dans les plaies par armes à feu. Dans la pratique, il peut donc remplacer le grand appareil régulateur des émissions du courant induit de MM. Trouvé et Onimus, en même temps que l'explorateur-extracteur électrique de M. Trouvé, qui a été présenté à l'Académie en 1867. »

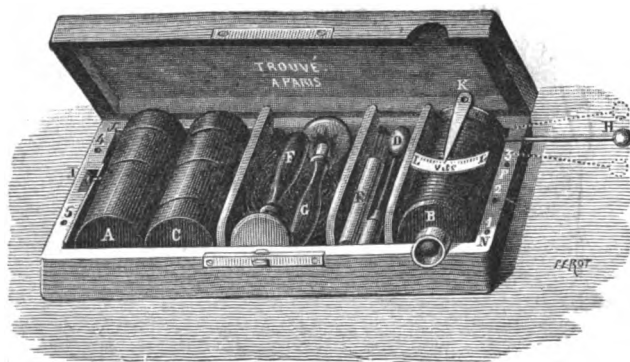


FIG. 58. — Appareil d'induction portatif de M. Gustave Trouvé.

Comme les précédents (fig. 56 et 57), il est remarquable par la disposition et la simplicité de l'interrupteur qui est ici un trembleur d'une disposition spéciale. Ce trembleur, dans lequel l'auteur a associé avec la loi du pendule ce principe de géométrie : *La perpendiculaire abaissée d'un point sur une droite est plus courte que toute oblique*, comprend une armature montée sur pivot vertical sur laquelle s'ajustent des prolongements métalliques, de façon à ralentir considérablement le nombre de ses oscillations, à les doubler et à les quadrupler à volonté, comme on le verra tout à l'heure. Nous disons oscillations parce que cette armature, avec sa partie extensible, est un véritable pendule horizontal.

Une lame de ressort en platine, placée parallèlement à l'armature, joue le rôle habituel des ressorts antagonistes des trembleurs ordinaires. Cette lame de ressort n'est en rapport avec l'armature que par son extrémité libre, de façon que, n'en portant

pas le poids, elle constitue avec l'armature le trembleur le moins susceptible qui soit connu : aussi l'appareil peut-il faire des chutes sérieuses sans qu'on ait à craindre des détériorations de ce côté.

Un pivot vertical, placé un peu au-dessus et à moitié du trembleur, pouvant tourner sur lui-même d'une demi-circonférence, porte, fixées dans la même direction, à son extrémité supérieure, une aiguille qui parcourt un limbe gradué et une came en platine à moitié de sa hauteur.

On peut donc faire occuper à cette came toutes les positions que l'on veut, en s'écartant de la perpendiculaire, soit à droite, soit à gauche, jusqu'au moment où elle est parallèle au trembleur. On comprend aisément que plus la came s'écartera de la perpendiculaire, plus le chemin parcouru par le trembleur sera grand, et, par suite, les oscillations seront de plus longues durées. Si donc on place l'aiguille au point extrême de rotation, le trembleur ne fonctionne pas, puisqu'il n'y a aucun contact, la came lui étant parallèle, et il reste dans la position normale.

Si nous plaçons l'aiguille à la première division du limbe au moment où la came arrive à être en contact, le trembleur, muni de ses rallonges, donnera, par exemple, un battement ou une intermittence par seconde, et la deuxième division du limbe en donnera deux, la troisième 3, la dixième 10, etc., et les intermittences augmenteront jusqu'au moment où l'aiguille, et par cela même la came, arriveront à être perpendiculaires au trembleur.

Si l'on ôte successivement la première et la deuxième rallonge, qui ont été calculées pour doubler et quadrupler exactement les nombres inscrits sur le limbe, le nombre des vibrations du trembleur sera également double ou quadruple, et l'on obtient ainsi les nombres suivants pour chaque seconde de temps :

1° Trembleur muni de deux rallonges. . .	1, 2, 3, 4. . .	10
2° Trembleur muni d'une seule rallonge . .	2, 4, 6, 8. . .	20
3° Trembleur démuné de deux rallonges. . .	4, 8, 12, 16. . .	40

Les chiffres inscrits sur le limbe sont déterminés préalablement au moyen d'un petit chronographe enregistreur, imaginé et construit spécialement dans ce but, par M. Gustave Trouvé, dès 1870.

Les services que tous ces appareils sont appelés à rendre à la physiologie expérimentale sont incontestables. Ils sautent aux yeux, car ils permettent d'apporter plus de précision et de méthode dans l'application des courants. Désormais, on pourra déterminer instantanément et toujours le nombre d'intermittences du courant

et les mettre synchrones avec les fonctions biologiques normales des principaux organes animaux, comme le cœur, les poumons, etc., de manière à obtenir les meilleurs résultats. Ces appareils laissent bien loin derrière eux tous ceux qui ont été imaginés et construits pour servir au diagnostic et à la thérapeutique. Dans les asphyxies, par exemple, lorsqu'on agit avec les courants induits sur les organes cardiaques et respiratoires, la rapidité des intermittences est bien plus nuisible que l'intensité du courant. Nous sommes de l'avis des docteurs Legros et Onimus; si l'idée si juste de Hallé et de Sue de placer des appareils électriques dans les postes de secours aux noyés était exécutée, ce sont des appareils offrant les avantages de ceux de M. Gustave Trouvé qu'il faudrait employer car, en limitant le nombre des intermittences, des mains même non exercées pourraient en faire usage sans aucun danger.

Afin de prouver que ses appareils sont d'une efficacité incontestable pour ramener les noyés à la vie et que des soins malentendus sont au contraire aussi dangereux que sont bienfaisants des soins éclairés, M. G. Trouvé prend d'abord deux rats qu'il immerge simultanément après avoir rendu synchrones des battements de leurs cœurs les battements de son appareil.

Quand l'un et l'autre ne donnent plus signe de vie, il les retire de l'eau et abandonne l'un d'eux à lui-même pour servir de témoin; mais la mort ne tarde pas à survenir. Le second, par contre, traité électriquement, revient vite à la vie, car les battements physiologiques normaux de son cœur sont renforcés par les courants électriques successifs dont les durées coïncident exactement avec eux.

M. Trouvé fait l'épreuve inverse et reprend alors deux autres rats bien portants qu'il immerge de nouveau et qu'il retire de l'eau lorsqu'ils tombent dans les dernières convulsions de l'agonie.

L'un, abandonné à son sort, revient à lui quand l'autre est tué par le traitement électrique, sous des courants se suivant trop rapidement et dont les durées successives ne concordent plus du tout avec les battements physiologiques normaux. Ceux-ci n'étant plus aidés et amplifiés, comme dans l'expérience précédente, mais contrariés, finissent naturellement par cesser, par suite de contracture tétanique des organes.

Dans ces deux expériences, l'un des pôles de l'appareil est situé dans le rectum et l'autre dans le voisinage du cœur ou sur le thorax.

Cette démonstration est donc complète et très concluante.

Récemment, M. Gustave Trouvé a imaginé un nouveau com-

mutateur interrupteur, destiné aux courants très énergiques et de haut potentiel, dont il supprime ou atténue considérablement l'étincelle de rupture, en préservant de tout accident celui qui le manœuvre. Il est dit à déclenchement et se compose de quatre équerres métalliques, disposées deux à deux sur un socle de matière isolante.

Ce commutateur, étant surtout destiné à l'éclairage électrique, sera décrit plus loin en détail.

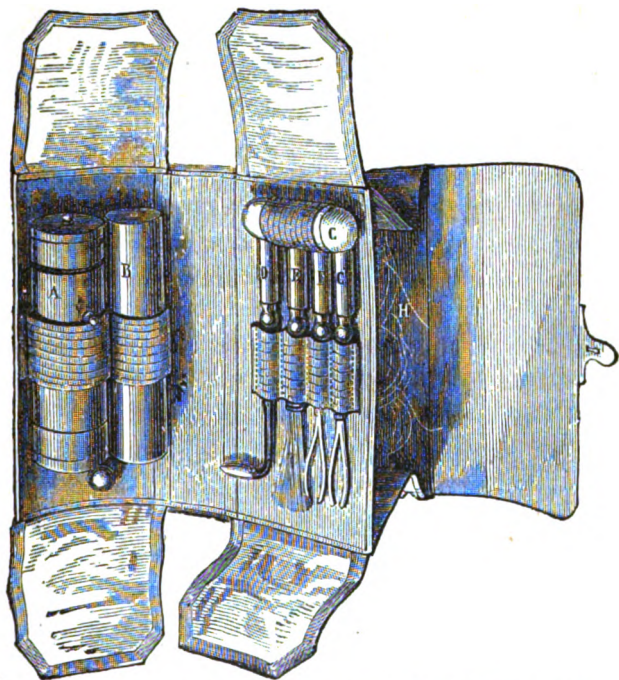


FIG. 59. — Trousse médicale-électrique de M. Gustave Trouvé.

Trousse électro-médicale de M. G. Trouvé. — Nous devons, avant de terminer l'application des courants voltaïques et faradiques de l'électricité à la médecine, placer la *trousse électro-médicale* de M. G. Trouvé, créée dès l'année 1865.

Il lui revenait de droit, en effet, de combiner cette trousse, indispensable aux praticiens des villes et des campagnes. Nous ajoutons toutefois que les médecins lui préfèrent aujourd'hui les appareils de haute précision que nous venons d'étudier.

Le premier devoir du médecin, comme l'a écrit Claude Bernard, est de chercher à soulager immédiatement le malade. Le

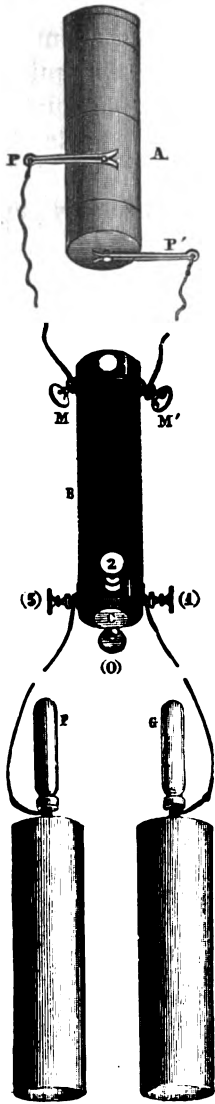


FIG. 60. — Pile armée et développée de la trousse médicale électrique de M. G. Trouvé, prête à fonctionner (grandeur naturelle).

client, en effet, ne demande qu'un apaisement à ses souffrances, par quelque moyen que ce soit. Les trouses médicales chirurgicales, dentaires, pharmaceutiques sont d'un secours perpétuel. Il manquait à cet arsenal militant de l'art de guérir, depuis l'introduction effective de l'électricité dans la matière médicale, une trousse électrique.

Ce petit appareil électro-médical a été combiné par M. Gustave Trouvé, en un porte-feuille en cuir semblable aux trouses ordinaires des chirurgiens. La figure 59 le représente ouvert et développé. Il contient en A une pile; en B les poignées avec la bobine d'induction dans leur intérieur; en C le tube à sulfate; en D l'excitateur avec olive ou boule; en E le peigne; en F et G les deux pinces porte-éponges; en H les cordons.

Lorsque le moment d'opérer est venu, on dévisse le couvercle de la pile A; on verse dans son étui 3 ou 4 grammes de bisulfate de mercure, et on remplit d'eau ce dernier jusqu'à la moitié, ou jusqu'au trait gravé extérieurement. On remet en place le couvercle après avoir pris soin de bien essuyer le pas de vis, et on agite pour bien mêler le sel à l'eau. Cela fait, la pile est prête à fonctionner, et il suffit pour la mettre en activité de la renverser le couvercle en bas. On extrait alors les cordons H avec les petits manches F et G, représentés, grandeur d'exécution, dans la figure 60. On extrait par pression la bobine d'induction B des poignées et on visse les cordons en 0 et en 2, si l'on veut obtenir un courant de quantité qui ait beaucoup d'action sur les muscles et peu d'action sur les nerfs. Si, au contraire, on veut un courant de tension excitant vivement les nerfs, on les attache en 1 et 3. On relie ensuite les deux

cordons ou fils conducteurs d'une part aux pôles ou bornes P et P' de la pile A, et de l'autre part aux extrémités M et M' du fil inducteur ou fil principal de la bobine. Le circuit est alors

complètement fermé, le courant s'établit, et le trembleur ou interrupteur se met en mouvement dès que la pile est renversée ou posée sur son couvercle. Ce mouvement se manifeste par un bruit comparable à celui du bourdonnement d'une grosse mouche.

Pour augmenter ou diminuer l'intensité des effets physiologiques, on fait sortir ou rentrer plus ou moins le tube graduateur en cuivre en tirant ou en poussant sur le bouton O.

Le trembleur, représenté au double de sa grandeur dans la figure 61, est situé sur l'une des faces de la bobine à l'intérieur ;

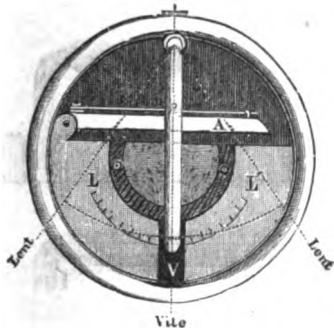


Fig. 61. — Trembleur ou interrupteur du courant de la bobine de la trousse médicale électrique, au double de sa grandeur.

en faisant avancer le petit bras de levier de l'armature A vers les points LL' qui signifient *lentement* ou vers le point V qui signifie *accélération* ou vitesse, on diminue et on augmente la succession des chocs.

Trois conditions nécessaires suffisent pour faire varier le nombre des vibrations entre des limites très éloignées et assurer un fonctionnement parfait, surtout au point de vue de la durée. La pile au bisulfate de mercure ne donne presque pas d'étincelles, et le petit modèle à charbon circulaire engendre

un courant assez intense pour communiquer au courant d'induction, né des interruptions successives, une très grande énergie.

Avec une pile au bichromate de potasse, ce courant enflamme un tube de Geissler et devient tellement énergique que l'on ne peut toucher les bobines, même alors que le tube graduateur en cuivre est complètement enfoncé.

L'armature est articulée pour que le ressort mince et délicat n'ait point à la supporter. Sans cette précaution, un léger choc pourrait mettre l'appareil hors de service, tandis qu'il résiste même aux chutes les plus violentes. Nous croyons cet interrupteur de M. Gustave Trouvé préférable à tous les trembleurs employés jusqu'ici pour les bobines de Ruhmkorff.

Les avantages de cet appareil qui a acquis une grande vogue, sont très nombreux. Son petit volume, l'indépendance et la solidité de tous ses organes, la propreté de la pile que l'on peut charger chez soi et porter même dans son gousset, ont rapidement popularisé son usage. Ajoutez qu'elle peut être expédiée

par la poste, comme échantillon de marchandise, sans crainte d'avarie.

Ainsi que le lecteur s'en rend compte, avec une surprise sans cesse renouvelée, l'esprit de notre inventeur pénètre par-

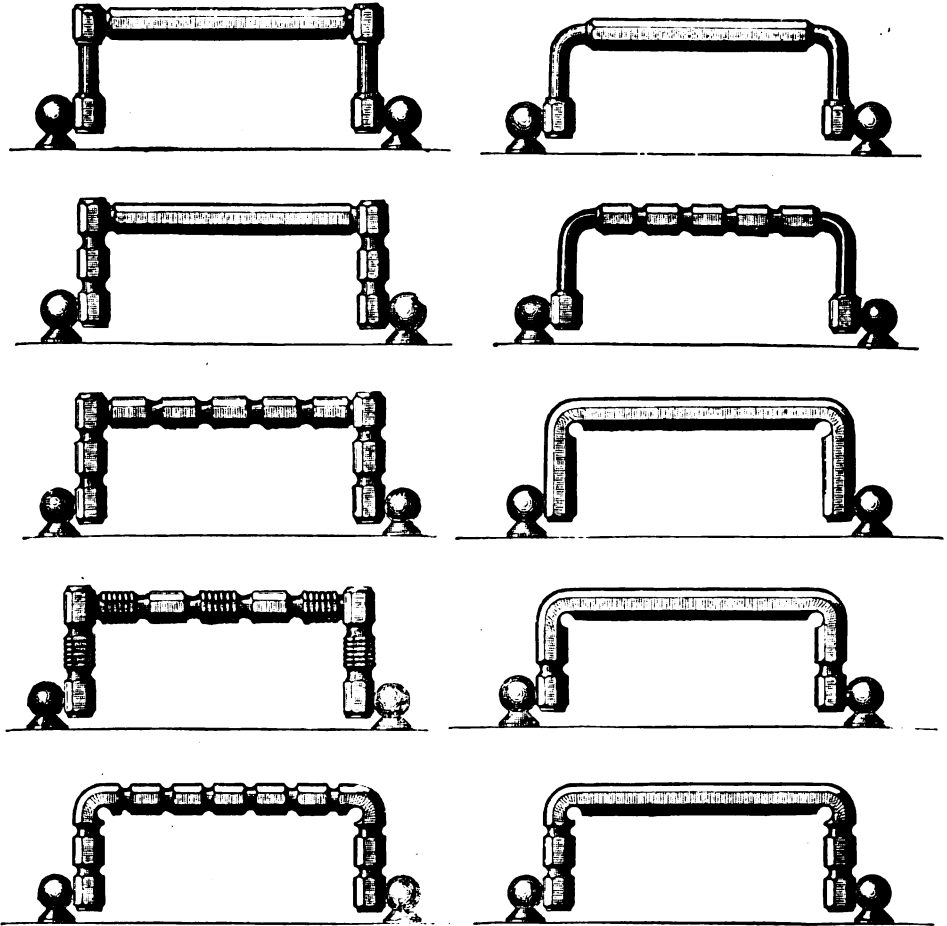


FIG. 62. — Poignées variées pour appareils électro-médicaux dessinées par M. G. Trouvé.

tout, dans le domaine des faits électriques, pour aplanir les difficultés, simplifier les combinaisons, pour apporter un souffle créateur et original dans les découvertes qu'il sème constamment sur son chemin.

Et pour montrer que M. Trouvé descend même jusqu'aux

plus petites choses, que rien ne le laisse indifférent, nous donnons le dessin des poignées élégantes qu'il a construites pour ses appareils électro-médicaux. Il existe bien dans le commerce des poignées fort gracieuses, forme Louis XV, par exemple, mais elles ne peuvent guère servir dans ce cas où l'harmonie avec la sévérité des appareils de M. G. Trouvé serait rompue.

Il existe une soixantaine de modèles différents de ces poignées, mais nous n'en montrons seulement que quelques-uns des plus gracieux (fig. 62), déposés au greffe des Prud'hommes du Tribunal de commerce de la Seine.

Électrodes inventés et construits par M. G. Trouvé. — Nous venons de passer en revue les appareils médicaux à courant constant et continu et à courants induits. Dans la majeure partie des applications, les électrodes employés sont des boutons de charbon de cornue recouverts de peau de chamois et ayant la forme de champignons. D'autres fois ce sont de simples plaques métalliques recouvertes également de peau de chamois.

On comprend qu'il existe une variété infinie d'électrodes, qui doivent varier de forme suivant la partie du corps à électriser. Tantôt M. Trouvé s'est contenté de leur apporter une simple modification, en substituant, par exemple, dès l'année 1863, l'étain au cuivre; tantôt il s'est ingénié à en créer de nouveaux. Nous devons signaler à ce sujet *l'électrode laryngien, bipolaire et antiseptique, l'électrode unipolaire et bipolaire de l'œil, l'électrode cystométrique et l'électrode à localiser les courants dans les liquides, etc.*

Nous empruntons au journal *Les Mondes* du 15 juillet 1869, les descriptions qui vont suivre, et nous faisons remarquer que, pour l'électrode laryngien, M. G. Trouvé se préoccupait dès cette époque de le rendre antiseptique.

Electrode laryngien. — Cet appareil est destiné à électriser les cordes vocales directement. Il se compose d'une tige principale creuse, se divisant à la naissance de la courbure, en deux branches également creuses représentant en coupe chacune un demi-cercle. Leurs extrémités libres, terminées par des boules, s'écartent l'une de l'autre par leur élasticité; un coulant faisant à peine saillie en modifie l'écartement à volonté. Deux fils conducteurs et isolés, passant dans l'intérieur de ces tubes en argent, viennent distribuer le courant aux deux boules aussi en argent, qui elles-mêmes sont isolées de l'ensemble. Un manche en ivoire, convenablement disposé et muni d'un bouton pour établir ou interrompre la communication du courant, termine cette appareil représenté à mi-grandeur (fig. 63).

Cette disposition a un grand avantage sur les électrodes dont on s'est

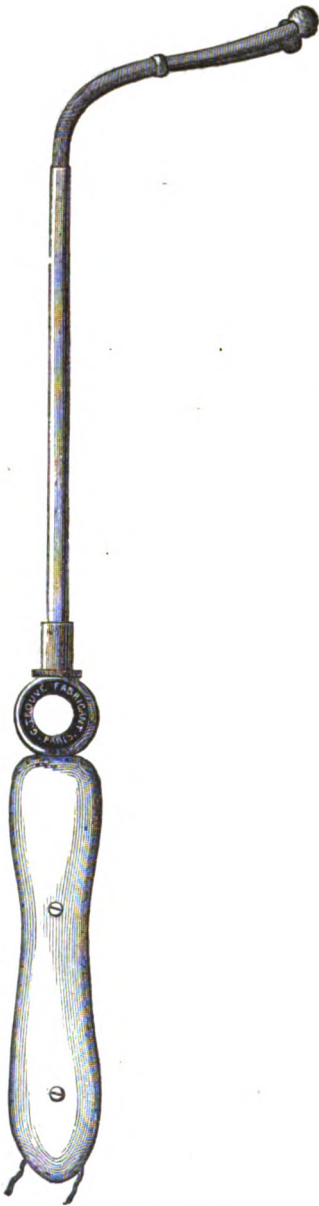


FIG. 63. — Electrode laryngien de M. G. Trouvé.

servi jusqu'ici : 1° comme on l'a vu plus haut, les fils conducteurs passant dans l'intérieur des tiges métalliques se trouvent par cela même à l'abri de tout accident; 2° on obtient une plus grande fixité dans l'ensemble, et un moyen excessivement simple de localiser plus ou moins l'électrisation; 3° le tout étant en argent, peut se nettoyer aussi facilement qu'un couvert de table, soit à l'eau froide, soit à l'eau chaude, soit dans les liquides antiseptiques, ce qui ne pourrait se faire avec les tiges isolées d'une sonde en gomme; et c'est principalement cette dernière objection appuyée par un ou deux cas d'inoculation de la syphilis qui a déterminé M. Trouvé à créer cette nouvelle disposition.

Citons encore, dans le même ordre d'idées, le *porte-caustique universel* de M. G. Trouvé, décrit dans le même numéro. Il peut être employé aussi comme électrode unipolaire, le liquide caustique renfermé dans les pores d'une éponge qu'il est chargé de tenir étant un bon conducteur du courant.

Si sa forme varie suivant la nature de l'organe à soigner, d'une façon générale néanmoins :

Il se compose d'une tige métallique droite ou courbe (fig. 64) terminée par une douille d'argent dans laquelle se meut une véritable main, composée d'un nombre variable de griffes ou doigts. Une goupille, glissant dans une chape pratiquée dans la douille, vient s'engager dans une baïonnette afin que l'instrument ne puisse lâcher accidentellement, ce qui est très important pour le porte-caustique laryngien représenté recourbé mi-grandeur, (fig. 64), tenant le coton ou l'éponge prêt à recevoir le caustique. Le droit représente celui de l'utérus ouvert et prêt à saisir le coton ou l'éponge, ce qui s'obtient en appuyant simplement dans le sens de la longueur de l'instrument. On lui fait lâcher

prise en dégageant la goupille de la baïonnette avec l'ongle et la poussant à l'extrémité de la chape; de cette façon les doigts ne sont jamais en rapport avec le caustique. Chacun de ces instruments vient s'assujettir dans le même manche à coulant, qui permet d'en modifier la longueur, comme il est facile de le voir par la coupure faite dans le manche; quelquefois, lorsqu'on le demande, la tige du porte-caustique droit est articulée à son extrémité, afin de pouvoir obtenir une inclinaison déterminée.

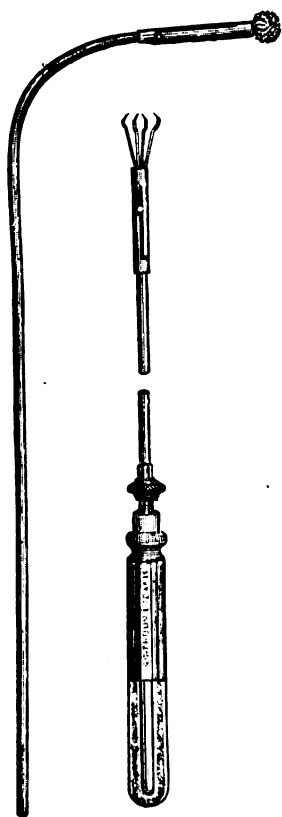


FIG. 64.
Porte-caustique universel
de M. G. Trouvé.

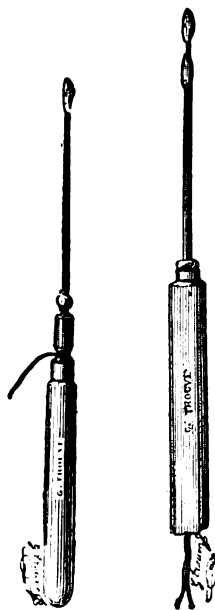


FIG. 65 et 66.
Électrodes unipolaire et bipolaire de l'œil.
Système de M. G. Trouvé.

Électrodes unipolaire et bipolaire de l'œil. — Les électrodes de l'œil sont composés d'une ou de deux lentilles très petites en argent dont les faces internes sont légèrement concaves pour épouser la sphéricité du globe oculaire. Les autres faces, convexes, sont recouvertes d'un émail isolant afin de soustraire la paupière à l'effet du courant.

La figure 65 représente l'électrode unipolaire, l'autre pôle étant appliqué dans le voisinage de l'œil, sur le cou, par exemple, pour établir le circuit.

La figure 66 représente au contraire l'électrode bipolaire, car chacune des lentilles communique séparément aux pôles de l'appareil.

Les célèbres oculistes de Wecker, Abadie, Galezowski, Gilet de Grammont font un emploi journalier de ces électrodes et en obtiennent des résultats très favorables.

Le contractomètre vésical lui-même peut être employé comme électrode; il suffit pour cela d'appliquer un des pôles du courant dans le rectum, l'autre pôle étant représenté par la colonne liquide que l'on met en communication avec le robinet de l'appareil.

Le contractomètre vésical prend alors le nom d'électrode cystométrique.

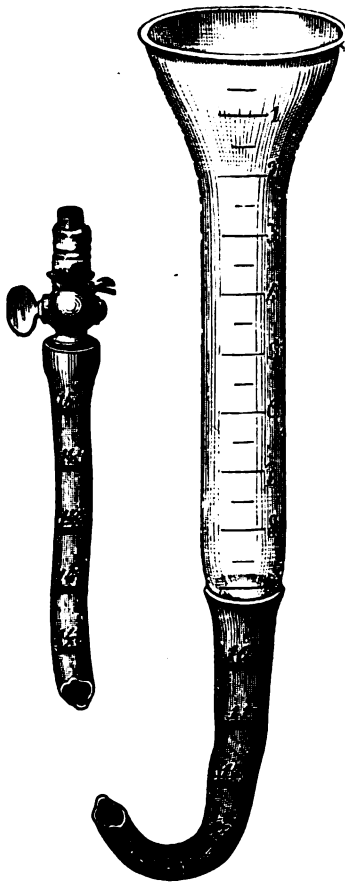


FIG. 67. — Electrode cystométrique de M. G. Trouvé.

Électrode cystométrique. — Ce nouvel appareil repose sur un principe immuable bien connu (équilibre des liquides dans les vases communicants). La figure le représente de grandeur naturelle.

Il se compose d'un tube en caoutchouc simple terminé d'un côté par un entonnoir en verre, tous les deux gradués comme le mètre, de l'autre par un robinet, muni d'une sonde et qui, en réalité, ne sert qu'à empêcher l'introduction d'une petite quantité d'air dans la vessie, surtout lorsque l'on s'en sert comme injecteur. La fonction

en est tellement simple qu'il est inutile de s'y arrêter plus longtemps : il suffira de dire qu'après l'avoir rempli d'eau pour chasser l'air du tube et l'avoir adapté à la sonde qui a servi à faire le cathétérisme, pour mettre l'entonnoir en communication avec la vessie, on compare la surface de niveau du liquide dans l'entonnoir à un point quelconque environnant et fixe; de cette façon, l'effort exercé sera mesuré par la hauteur de la colonne liquide. Cette hauteur sera indiquée en centimètres sur le tube en caoutchouc, à la

condition qu'on aura suivi d'une main le mouvement ascensionnel du liquide, et de l'autre pincé le tube en regard du point fixe mentionné plus haut, lorsque le liquide aura cessé de monter. En supposant, par exemple, une colonne de liquide de 95 centimètres (à peu près la pression moyenne d'une vessie normale) cela correspondra à 95 grammes de pression par centimètre carré.

On comprend que cet instrument qui sert à introduire le liquide dans la vessie, à l'électriser et à mesurer la force de contraction de cet organe, peut également être utilisé à en extraire les liquides. Il suffit pour cela de retourner l'entonnoir et de le placer plus bas que le siège de la vessie; de cette façon la colonne liquide fait siphon et s'écoule.

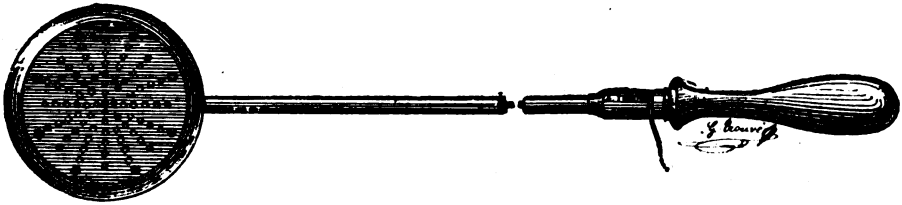


Fig. 68. — Electrode pour bain. Système G. Trouvé.

Aux appareils électro-médicaux étudiés plus haut sont adjoints, nous l'avons vu, des électrodes en charbon ayant la forme de champignons ou bien des électrodes en forme de plaques d'étain.

La substitution de l'étain au cuivre, qui date de 1863, est due à notre inventeur; depuis lors le cuivre a été complètement délaissé pour cet usage, car il a le grave inconvénient de s'oxyder au contact des liquides organiques.

L'électrode pour bain (fig. 68) de M. G. Trouvé a été construit sur cette donnée; il a pour but d'utiliser toutes les baignoires pour donner facilement et partout des bains électriques.

Il se compose d'une plaque d'étain communiquant avec un des pôles et renfermée au milieu d'un disque en ébonite dont une face est percée de trous à l'instar d'une écumoire.

Le fil conducteur qui aboutit à la plaque passe au milieu d'un tube également en ébonite, afin d'éviter toute dérivation du courant électrique à travers le liquide. Ce dernier n'est lui-même en communication avec l'électrode que par un seul côté, par la face percée de trous. A l'aide de cet électrode on peut facilement localiser les courants sur telle ou telle partie du corps.

Dans le cas d'une *électrisation générale*, l'électrode sert uniquement à établir la communication avec le liquide, sans aucun contact avec la baignoire, l'autre pôle étant placé sur une partie quelconque du patient. Dans ces conditions la masse liquide ne sera qu'un électrode de grande surface, enveloppant complètement le malade et l'électrisation sera répandue sur la surface immergée de son corps.

Dans le cas d'une *électrisation partielle ou locale*, les deux pôles sont en communication avec deux électrodes semblables plongés dans le liquide, et alors le courant ne s'établira qu'entre les deux faces percées et en regard l'une de l'autre : l'électrisation sera donc localisée dans la partie du corps qui viendra s'interposer entre elles et cela sans que les autres parties soient influencées. En promenant parallèlement ces deux électrodes, on peut arriver à intéresser successivement toutes les parties du corps à cette électrisation.

Les électrodes pour bain, créés par M. Trouvé, et d'une simplicité très grande, permettent donc d'obtenir des électrisations générales et locales et donnent des résultats identiques à ceux que l'on obtient avec des baignoires spéciales dont l'agencement est très dispendieux.

L'établissement thermal de Vichy, dont le D^r Perrin est le directeur, est muni d'une organisation modèle de bains électriques d'après le système de M. Gustave Trouvé. Les courants constants et continus sont fournis par son grand appareil d'électrothérapie (fig. 45) et les courants induits primaires ou secondaires par son grand et remarquable appareil d'induction (fig. 55), le plus précis de tous les appareils similaires.

Par l'emploi des électrodes spéciaux de M. Gustave Trouvé et le jeu de ses commutateurs, l'établissement distribue à volonté à une ou à plusieurs baignoires à la fois, soit des courants constants et continus, soit des courants induits, soit enfin les deux simultanément et organisés de façon à obtenir une électrisation locale ou générale par les deux méthodes.

Appareils médicaux électro-statiques. — L'électrothérapie n'emploie pas seulement des appareils à courant constant et continu et à courants induits, mais aussi des machines électro-statiques.

Nous ne pouvons passer celles-ci sous silence, d'autant qu'elles ont précédé les autres et retrouvent aujourd'hui un regain de nouveauté.

Ce qui d'ailleurs avait contribué à faire tomber en désuétude l'emploi de ces appareils, c'était la nécessité d'entretenir leur

mouvement à la main, car dans bien des cas la présence d'un aide est fort gênante pour le médecin, comme lorsqu'il s'agit de mettre à nu certaines parties du corps de la femme.

Aussi M. Trouvé a-t-il remplacé cet aide par son moteur. Passant en revue, dans une communication qu'il fit au *Congrès International des Electriciens*, tous les moyens employés jusqu'à ce jour pour mettre en jeu les machines d'électricité statique, M. Trouvé constate en effet :

1° Que les moteurs à gaz ont le désagrément de produire de la vapeur d'eau ;

2° Que les moteurs à eau ne peuvent être employés que dans les grandes villes possédant des concessions d'eau ;

3° Que le prolongement de l'axe de la machine détériore parfois l'appartement où se font les expériences. Il en conclut que les moteurs électriques sont préférables, malgré les soins qu'on doit apporter à la pile. Si l'électricité était distribuée à domicile, ce serait l'idéal.

M. Trouvé indique encore un quatrième moyen qu'il met aussi en action, devant les membres du Congrès, et qui consiste à utiliser la force musculaire humaine. Il charge deux hommes seulement de mettre en mouvement sa petite dynamo à manège que nous avons longuement décrite et dont il envoie le courant à son moteur placé sur la machine Wimshurst (fig. 69) ou Carré (fig. 70) qu'il entraîne avec une grande vélocité.

Le courant de la dynamo est du reste capable, non seulement de donner le mouvement à ces machines, mais encore de pouvoir illuminer des lampes à incandescence et de rougir un fil de platine qui peut alors servir de galvanocautère (Chap. III, fig. 24 et 25).

Quelques médecins étrangers, dans les pays où la main-d'œuvre est d'un excessif bon marché (1 franc par jour, par exemple), ont déjà sur les conseils de M. Trouvé, mis ce dernier moyen en pratique. Ils emploient alors un ou deux hommes placés loin de la machine réceptrice.

Comme ce transport de force à distance ne perd pas plus de quarante à cinquante pour cent du travail développé, et que l'homme produit facilement de huit à dix kilogrammètres par seconde pendant plusieurs heures, il reste disponible sur l'arbre du moteur récepteur un travail correspondant à quatre ou cinq kilogrammètres, c'est-à-dire une quantité de travail plus que suffisante pour maintenir la machine statique en bon état de fonctionnement.

Dans les machines électro-statiques de Wimshurst (fig. 69) et de Carré (fig. 70), les moteurs sont amovibles; il suffit de desserrer une vis et de les faire glisser pour rendre la machine indépendante et la faire fonctionner à la main. Notons, comme particularité,

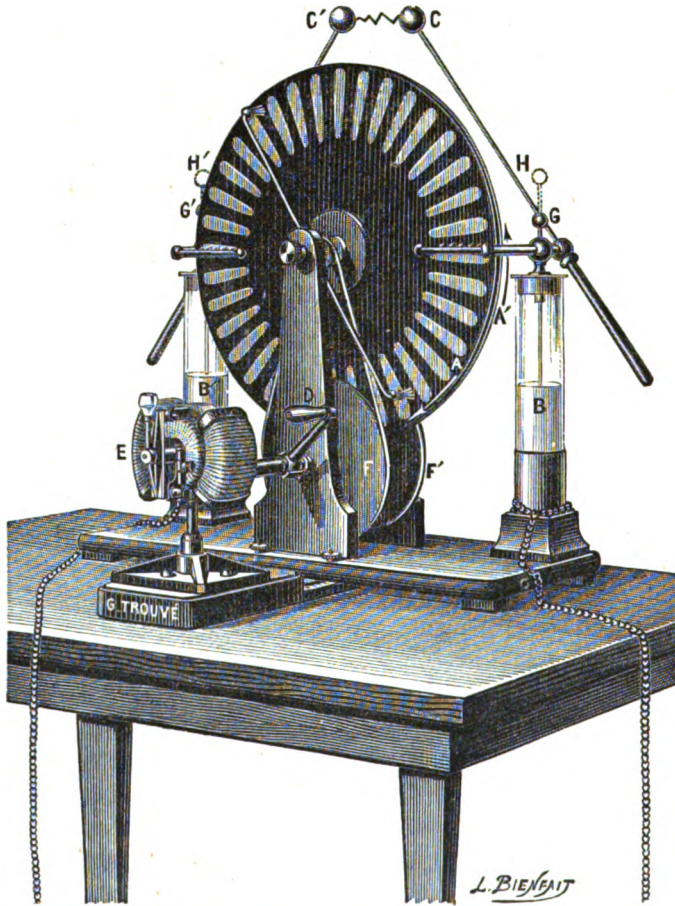


Fig. 69. — Machine Wimshurst mue par un moteur Trouvé.

A, A' plateaux d'ébonite, tournant en sens contraire. — B, B' condensateurs de la machine servant de supports aux excitateurs C, C'. Ces condensateurs sont mis en dehors de la machine ou en rapport avec elle suivant les positions H, H', ou G, G' des tiges. — D, manivelle pour donner le mouvement aux plateaux de la machine par l'intermédiaire des deux poulies de commande F, F'. — E, moteur électrique Trouvé pour actionner la machine sans l'intervention d'un aide. — G, G' position des tiges des condensateurs les mettant dans le circuit de la machine. — H, H' position les mettant en dehors du circuit.

le régulateur à étincelles figuré en H (fig. 70) et constituant le manche sur lequel se montent des excitateurs variés. Ce régulateur est d'une grande commodité, car il permet de régler la longueur des étincelles loin de la machine et à proximité du malade.

Nous croyons maintenant intéresser nos lecteurs en leur

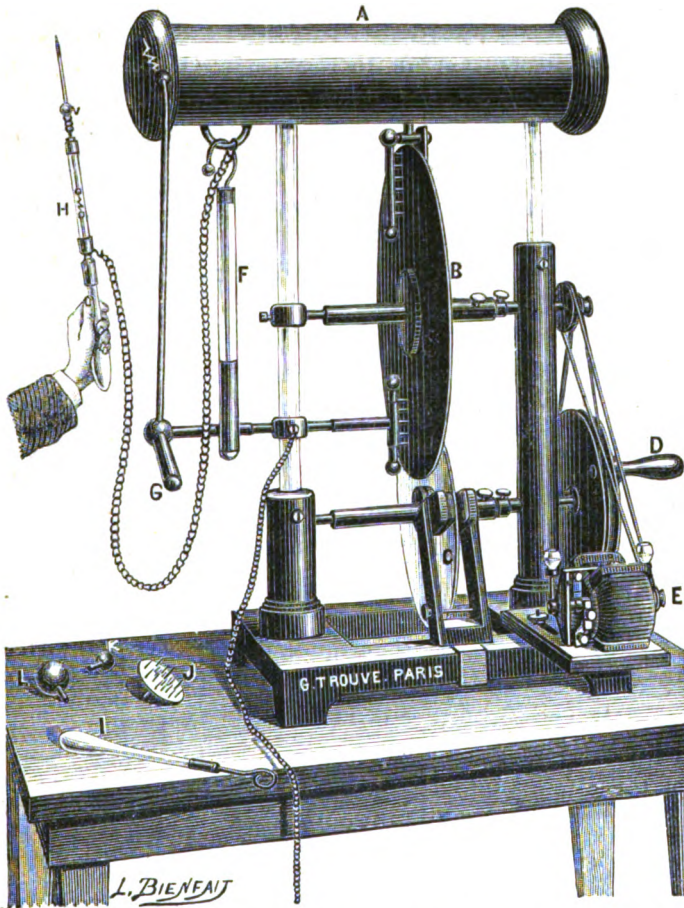


FIG. 70. — Machine Carré actionnée par le moteur Trouvé.

A, grand récepteur cylindrique. — B, grand plateau d'ébonite. — C, petit plateau de verre mis en mouvement par la manivelle D. — E, moteur Trouvé actionnant la machine. Ce moteur étant amovible, la machine peut être mue indistinctement par l'électricité ou par la main. — F, condensateur. — G, excitateur mobile monté sur le prolongement du peigne inférieur. — H, excitateur indépendant avec régulateur de l'étincelle. — I, J, K, L, variétés d'excitateurs, boule, pointes, etc., se montant sur le régulateur H.

parlant des expériences du professeur Hertz, très récentes et d'une si haute portée scientifique. Leur résultat incontestable est d'avoir définitivement démontré que l'électricité est due, comme la lumière, à des ondulations moléculaires.

Au Congrès d'électricité, elles ont été, unanimement et avec justice, déclarées les plus importantes qui aient été réalisées depuis cinquante ans, c'est-à-dire depuis celles de Faraday, sur l'induction.

Ces belles expériences du professeur Hertz ont été répétées en France par *M. Joubert*, l'éminent professeur de physique, et *M. de Nerville*, directeur du Laboratoire de la Société internationale des Electriciens.

MM. Edouard Sarrazin et Lucien de la Rive ont eux aussi présenté à l'Académie des sciences (1) une note sur ce sujet et ont apporté quelques résultats nouveaux dans ce champ si vaste et si riche de la science électrique.

Ces expériences ont été faites dans des laboratoires bien montés et avec un matériel tout spécial. *M. Arnoux* a répété les mêmes expériences, avec le concours de *M. G. Trouvé*, à l'Exposition annuelle de la Société de physique; mais ici le matériel est réduit à sa plus simple expression, il est tout à fait rudimentaire, car il est composé des appareils suivants :

- 1° Une machine genre Wimshurst (fig. 69) ou de Carré (fig. 70);
- 2° Quelques résonnateurs de différentes grandeurs passant de l'anneau à la forme rectiligne.

Ici, la machine électro-statique, du genre Wimshurst ou Carré, est entretenue en mouvement par un moteur électrique Trouvé afin de laisser la liberté aux mains de l'opérateur. Les résonnateurs (fig. 71, 72, 73) sont simplement formés par des tiges rectilignes ou par des boucles B en fil métallique dont les extrémités, limées en pointe, sont maintenues par des bouchons de liège. Les bouchons sont percés d'un trou perpendiculaire à l'axe, par lequel on observe le passage de l'étincelle entre les deux pointes A, A', maintenues par le liège en regard l'une de l'autre, à une faible distance.

Grâce à ce matériel aussi simple que rudimentaire, *M. Arnoux* et *M. Trouvé* ont pu faire voir que tous les résonnateurs, depuis le plus petit qui avait 5 centimètres de diamètre, jusqu'au plus grand de 50 centimètres, fonctionnaient également bien; démontrant ainsi qu'un vibreur de dimensions déterminées peut donner

(1) Séance du 13 janvier 1890.

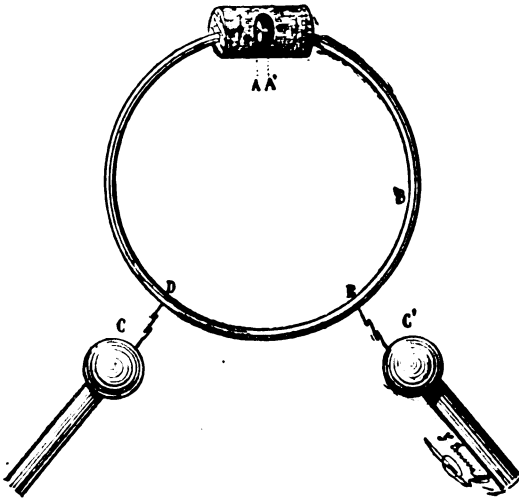


FIG. 71. — Résonateur en fil de fer placé à quelque distance des conducteurs des machines statiques.

lieu à la production de vibrations électriques, ayant des longueurs d'ondes très différentes, contrairement à l'opinion de M. Hertz. Il

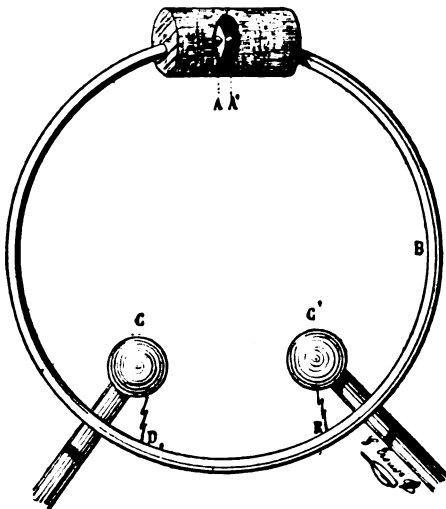


FIG. 72. — Résonateur placé en regard des conducteurs des machines statiques.

en résulte que chaque résonateur choisit, parmi toutes les vibrations produites, celles qui lui conviennent.

Il est intéressant de faire remarquer aux personnes qui possèdent une machine statique, qu'elles peuvent répéter ces expériences sans apporter aucune modification à leur machine.

Si l'on répète les expériences avec la machine munie ou dépourvue des condensateurs, les étincelles du résonnateur ont la même apparence que celles du vibreur qui est ici constitué par les tiges excitatrices C, C', de la machine. Elles sont brillantes avec les condensateurs, ou en effluves sans les condensateurs.

Toutes choses égales d'ailleurs, le phénomène est certainement moins brillant qu'avec la bobine de Ruhmkorff, mais il est très suffisamment net avec les machines (fig. 69 et 70) ayant des plateaux de 0^m,50 de diamètre.

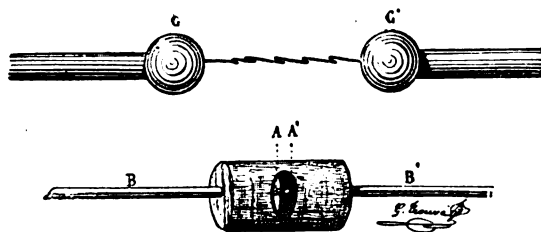


FIG. 73. — L'étincelle à l'air libre. L'étincelle de résonnance.

Les figures 71, 72 et 73 ne sont que des variantes de cette même expérience, indiquée déjà, croyons-nous, par M. Lodge. Elle donne une idée bien nette de l'énorme résistance offerte au passage du courant ondulatoire, lorsque l'on fait éclater une étincelle entre les points D, E, d'une boucle B, comme le montrent les figures 72 et 73, puisqu'on obtient facilement des étincelles entre les extrémités A, A', malgré le court circuit existant entre les boules C, C' du vibreur. M. Arnoux et M. Trouvé ont même pu réussir à obtenir des étincelles avec un second cercle tenu parallèlement au premier à une faible distance; mais le phénomène est moins accentué dans le second cas que dans le premier.

Comme on le voit, la simplicité des instruments est telle qu'elle ne peut être dépassée. Aussi ces expériences ont-elles été relatées dans la plupart des journaux d'électricité : *le Génie civil, la Lumière électrique, la Science pour tous*, etc.

Appareils galvanocaustiques. — Au chapitre précédent, nous avons passé en revue tous les générateurs d'électricité inventés par M. Gustave Trouvé, entre autres sa pile à grande surface (fig. 28), dont le débit est considérable puisqu'il atteint 118 ampères en court

circuit, avec 4 volts comme force électro-motrice et 0^{ohm},001 de résistance intérieure. C'est cette batterie que M. G. Trouvé destine à la galvanocaustie.

Cette branche de la chirurgie est basée sur l'échauffement d'un fil de platine porté au rouge par le passage du courant voltaïque, suivant ces deux lois dues au célèbre physicien Joule :

La quantité de chaleur dégagée, dans l'unité de temps, dans un fil métallique homogène traversé par un courant voltaïque, est proportionnelle : 1° à la résistance; 2° au carré de l'intensité.

Ces deux lois s'expriment par la formule :

$$J = RI^2.$$

J étant la quantité de chaleur dégagée dans l'unité de temps, R la résistance du conducteur et I l'intensité du courant.

D'ailleurs, la propriété du courant électrique de porter à l'incandescence des fils de platine avait été appliquée pour la première fois en chirurgie par Heider, à Vienne (1845), et par Crusell, à Saint-Pétersbourg, puis par John Marschall (1850), et enfin Middeldorpf (1854), qui l'appliquèrent à la galvanocaustie, dont on peut dire que ce dernier est le créateur.

La forme des galvanocautères varie à l'infini, suivant la nature de l'opération et de la partie du corps à cautériser. Mais ils se rangent tous dans les quatre types suivants :

- 1° Cautères en forme d'anse;
- 2° Cautères en forme de couteau;
- 3° Cautères ponctués ou à bec d'oiseau;
- 4° Cautères pour boutons de feu.

Le grand appareil galvanocaustique est formé de sa pile à grand débit, étudiée au chapitre III (fig. 28), et composée de dix lames de charbon et de dix zincs placés, les uns et les autres, dans une cage en ébonite dont la poignée même fixe l'écartement ou le serrage de ces lames, et les contacts sont à pince élastique. Ainsi, tous les organes sont mobiles; cela permet au praticien de remplacer lui-même, sans le secours d'un homme du métier, les charbons et les zincs.

Cette disposition permet en outre :

1° De grouper les éléments dans l'ordre que l'on désire pour faire varier le courant en quantité ou en tension;

2° D'amalguer les zincs aussi souvent qu'il est nécessaire (ce qui rend la pile beaucoup plus constante dans ses effets);

3° De séparer les contacts de la pile quand on n'en fait pas usage, pour les mettre à l'abri de l'oxydation et vérifier facilement leur état;

4° De réduire l'épaisseur des zincs de manière à se les procurer partout et à pouvoir les remplacer soi-même.

La réduction de l'épaisseur des zincs, tout en diminuant le poids de la pile sans atténuer l'intensité du courant, permet encore de grouper sous le même volume un plus grand nombre d'éléments.

Le grand appareil galvanocaustique de M. Gustave Trouvé.

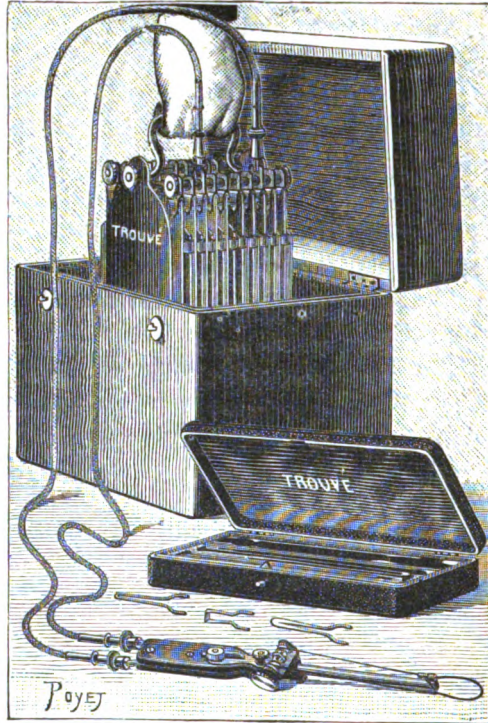


FIG. 74. — Grand appareil galvanocaustique de M. Gustave Trouvé.

(fig. 74), est placé dans une auge en ébonite renfermée dans une boîte vernie contenant une solution de bichromate de potasse bien définie, dont les proportions se trouvent au chapitre III. La batterie est ensuite réunie à un manche porte-cautére par deux conducteurs souples.

Le manche figurant au bas du dessin est représenté agrandi en A, dans la figure 75, où il est muni d'une anse de platine G, montée sur la tige conductrice F et dont les extrémités s'enroulent sur un treuil d'ivoire E. Ce manche est disposé pour recevoir

également à volonté les trois cautères L, O, P, visibles sur les deux figures et qui ont la forme, l'un d'une lame de couteau, l'autre d'un bouton de feu et le troisième d'un bec d'oiseau.

Les tiges F, M, sur lesquelles se montent l'anse de platine ou les cautères, sont à deux conducteurs concentriques isolés l'un de l'autre par une pâte infusible qui fait corps avec eux, leur permet de résister à toutes les températures auxquelles peuvent être soumis les appareils, et empêche ces détériorations qui se produisaient avec l'ivoire et le caoutchouc durci, matières employées exclusivement avant ce nouveau perfectionnement de M. G. Trouvé, et qui résistent peu à la chaleur.

L'écrin, représenté ouvert, contient une série de ces tiges et accessoires appropriés à toutes les opérations de la chirurgie. Il renferme, en outre, un fort cautère en porcelaine appelé *cautère de Middeldorpf*, composé, dans sa partie essentielle, d'un fil de platine enroulé en hélice sur une olive de porcelaine formant réservoir de calorique.

Le fonctionnement de tous ces instruments est des plus simples, car il suffit, lorsqu'ils sont montés comme l'indique la figure 74, de presser sur le bouton B pour qu'aussitôt l'anse de platine, ou le cautère dont le manche est muni, devienne incandescente tout le temps que durera la pression du doigt sur ce bouton. Disons toutefois que ce bouton ou commutateur est à verrou, pour rendre le courant intermittent

ou permanent tout en évitant la pression continue du doigt et en laissant toute liberté aux mains de l'opérateur.

Ce grand appareil est, sous le même volume, le plus puissant qui ait été construit jusqu'à ce jour, et il convient à toutes les opérations de la galvanocaustie ; aussi est-il très répandu.

La figure 76 représente un second appareil galvanocaustique, d'un emploi moins général que le premier, car il n'est destiné qu'aux petites opérations. C'est un diminutif de la pile à treuil du chapitre précédent (fig. 26), mais il n'est composé ici que de deux

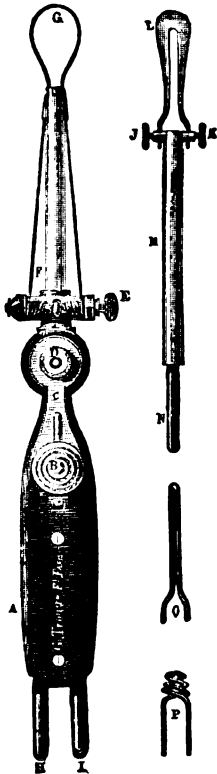


FIG. 75. — Manche et cautère de l'appareil galvanocaustique de M. Gustave Trouvé.

grands éléments au bichromate de potasse, supportés par un treuil au-dessus de deux cuves de verre ou d'ébonite; le tout renfermé, comme les précédents, dans une boîte en acajou ou en noyer verni. L'agencement des galvanocautères ne diffère pas de celui du grand appareil; ils sont proportionnés à l'intensité de la source électrique.

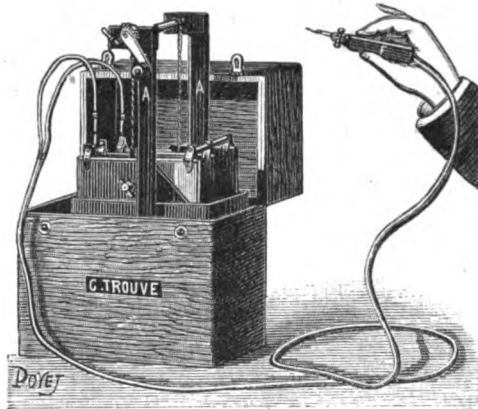


FIG. 76. — Petit appareil galvanocautérique de M. G. Trouvé, destiné aux petites opérations.

Après la description de ces deux appareils, nous ne pouvons mieux faire que de transcrire *in extenso*, pour les autres (*Odontologie*, n^o d'avril et de juin 1888), le passage d'une conférence, faite à la Société d'odontologie (24 avril 1888), par M. Serres, ancien élève de l'École polytechnique, professeur de mécanique à l'École dentaire de Paris, sur les applications des appareils de M. G. Trouvé à l'art dentaire.

Elle a aussi le grand mérite d'être simple et claire et d'embrasser, dans un rapide coup d'œil, les notions les plus élémentaires de l'électricité.

Messieurs,

Je viens vous présenter de nouveaux appareils, construits par M. Trouvé, déjà bien connu par ses inventions en électricité médicale.

Mais, avant de les faire fonctionner devant vous, permettez-moi de vous indiquer rapidement les règles qui président à l'emploi de l'électricité. Je serai obligé de rappeler les éléments de la science. Ils sont familiers à la plupart d'entre vous. Il se pourrait pourtant que leur exposé succinct fût utile à quelques-uns de vos confrères du dehors, et je n'ai pas cru devoir me limiter strictement à la description des appareils que je vous présente.

Je diviserai cette conférence en trois parties. Dans la première, je vous donnerai la description des sources d'électricité; dans la seconde, la définition et l'usage des unités de mesure électrique; dans la troisième enfin, je vous indiquerai les applications à l'art dentaire des appareils que vous voyez.

PREMIÈRE PARTIE

Description des sources d'électricité.

Pour beaucoup de personnes, l'électricité consiste dans l'attraction des corps légers et la production d'étincelles.

Mais ces phénomènes, connus des anciens, n'ont plus aujourd'hui qu'un intérêt historique ou scientifique. L'étude de l'électricité sous la forme où on l'emploie maintenant ne date que de l'année 1800, la première année du siècle, où fut publiée la découverte par Volta de la pile électrique.

C'est, vous le voyez, avec grande raison que l'on appelle et que l'on appellera plus tard ce siècle le *siècle de l'électricité*. Après avoir vu naître le premier appareil électrique utile, il va se terminer au milieu des découvertes les plus belles et les plus imprévues dans cette science.

Les sources d'électricité sont : les *piles*, les *accumulateurs* et les *machines électro-magnétiques*.

En principe, la pile est formée d'un vase contenant un mélange d'eau et d'acide sulfurique. Dans le liquide plongent deux lames solides, l'une de zinc, l'autre de cuivre, appelées pôles de la pile.

Si l'on réunit les deux pôles par un fil conducteur, ce fil prend un état particulier; on dit qu'il est traversé par un courant électrique.

Le courant se manifeste par l'élévation de température du conducteur, par la déviation d'une aiguille aimantée voisine, par la décomposition de l'eau et des dissolutions salines où l'on plonge les deux bouts du fil coupé en un point.

Changez le liquide, changez la substance des pôles et vous aurez les différentes piles employées.

Celle que vous voyez là contient comme liquide une dissolution de bichromate de potasse mélangée d'acide sulfurique; les pôles sont en zinc et en charbon. C'est une pile dite au bichromate de potasse. Ce modèle est celui que construit M. Trouvé.

Souvent, pour éviter l'affaiblissement graduel du courant à cause de la polarisation, c'est-à-dire du dépôt d'hydrogène sur le cuivre ou le charbon, on entoure ce pôle d'un vase poreux contenant ce que l'on appelle un *dépolarisant* ou corps capable d'absorber l'hydrogène.

Ce dépolarisant peut être, pour le cuivre, une dissolution de sulfate de cuivre, ou bien, pour le charbon, du peroxyde de manganèse, comme dans la pile Leclanché employée pour les sonneries d'appartement.

Dans la pile au bichromate de potasse, c'est ce sel qui fonctionne comme dépolarisant.

La nature du liquide excitateur, des pôles et du dépolarisant différentie les diverses piles, dont le nombre et la variété sont pour ainsi dire infinies.

Les piles précédentes s'appellent piles à liquides ou piles *hydro-électriques*. Mais il y en a d'autres.

Dans la conférence faite en 1885 devant vous, on a décrit une pile *thermo-électrique*, c'est-à-dire qui fournit de l'électricité quand on la chauffe. La pile décrite était la pile Chaudron.

Les piles de ce genre reposent sur ce principe que, si l'on chauffe la soudure de deux métaux différents, on produit de l'électricité.

Les modèles aujourd'hui employés sont des piles qui se chauffent au gaz. Elles donnent un courant parfaitement constant, à la condition que l'on maintienne, aussi, parfaitement constante, la température des soudures, ce qui n'est pas toujours bien facile. Toute variation dans cette température entraîne une variation dans les effets du courant.

Les piles thermo-électriques présentent certains avantages qui permettent de les mettre en parallèle avec les piles hydro-électriques. Cependant, jusqu'à présent, elles sont encore bien peu employées.

Enfin, il existe encore des piles appelées piles sèches. La principale, celle de Zamboni avec laquelle on peut produire de petites étincelles et décomposer l'eau, est formée de 200 disques de papier recouverts d'étain sur une face et de bioxyde de manganèse fixé à la colle sur l'autre face.

Ces piles peuvent fonctionner pendant plusieurs années sans usure notable. Mais elles donnent un courant bien faible, elles subissent facilement le contre-coup des variations d'humidité, ne fonctionnant plus dans l'air très sec ou très humide.

En résumé, Messieurs, je crois que les seules piles pouvant vous rendre de réels services sont les piles hydro-électriques, et en particulier les piles au bichromate de potasse. Je vous montrerai tout à l'heure tout ce que nous pouvons faire avec la pile de M. Trouvé.

Les accumulateurs, sur lesquels on paraît avoir fondé de grandes espérances, qui ne se sont pas réalisées jusqu'ici, portent aussi le nom de piles secondaires, par opposition aux piles précédentes appelées piles primaires. Ils le doivent à la façon dont l'électricité y est obtenue.

Il faut d'abord faire passer dans l'accumulateur le courant d'une pile primaire. Si on enlève ensuite cette pile et qu'on réunisse par un fil conducteur les deux pôles de l'accumulateur ainsi chargé, ce fil sera traversé par un courant électrique se manifestant toujours par les mêmes phénomènes.

Mais on peut se demander alors à quoi sert l'accumulateur. Il permet de transformer un courant de faible intensité, mais de longue durée, en un courant de plus grande intensité, afin de produire ainsi des effets plus énergiques. En se plaçant à ce point de vue, les accumulateurs sont plutôt des transformateurs.

La construction de ces appareils est fort simple. Ils se composent, en principe, d'un vase plein d'eau acidulée, où plongent deux lames de plomb, l'une recouverte sur sa surface d'une couche d'oxyde de plomb, l'autre d'une couche de plomb réduit.

Ces appareils sont surtout employés pour faire rougir les galvanocautères et pour les lampes à incandescence. Mais ils coûtent cher, sont sujets à des dérangements inattendus et exigent une grande surveillance. Pour les recharger,

après les avoir usés, il faut les renvoyer chez le constructeur, à moins d'avoir chez soi une source d'électricité, qu'il serait alors plus simple d'employer directement.

Les machines électro-magnétiques, dont il me reste à vous parler, sont fondées sur les phénomènes si curieux de l'induction ou production du courant électrique à distance.

Prenez un fil conducteur dont les extrémités sont réunies, formant un circuit fermé, déplacez-le dans le voisinage d'un courant électrique ou d'un aimant, le circuit déplacé sera lui-même traversé par un courant électrique, qu'on appelle courant *induit*.

Mais ce courant ne dure que le temps du déplacement, et, pour qu'il circule continuellement, on fait tourner le circuit induit, formé d'un fil enroulé sur une bobine, devant l'aimant ou le courant, appelé l'*inducteur*.

De plus, pendant l'approche, le courant induit va dans un sens, pendant l'éloignement il va en sens contraire; et pour que, dans le fil conducteur reliant les deux bornes de la machine, le courant soit toujours de même sens, il faut avoir sur l'axe un commutateur sur lequel appuient deux ressorts, ou mieux deux balais métalliques communiquant avec les bornes.

Ce sont là les dispositions bien connues des machines de Clarke et de Gramme, décrites dans tous les traités de physique ou d'électricité. Vous pouvez les voir ici sur ces machines construites par M. Trouvé, et que nous verrons tout à l'heure fonctionner comme moteurs.

Pour terminer cette description rapide, je dois encore vous expliquer quelques termes très usités.

Les machines électro-magnétiques peuvent avoir pour inducteurs des aimants ordinaires et s'appellent alors machines *magnéto-électriques*, ou simplement machines *magnétos*. Elles peuvent avoir pour inducteurs des électro-aimants, et s'appellent alors machines *dynamos-électriques*, ou simplement machines *dynamos*.

En général, une machine porte un commutateur sur l'axe, elle est alors à courant continu. Mais, pour quelques applications, par exemple pour la lumière, le courant peut très bien changer de sens sans inconvénient : les machines à lumière n'ont pas alors de commutateur sur l'axe, elles sont à courants alternatifs.

Telles sont, Messieurs, passées rapidement en revue, les différentes sources d'électricité. A laquelle devez-vous, en définitive, donner la préférence?

Sans doute, votre desideratum est celui de tous ceux qui emploient l'électricité : vous seriez heureux qu'il y eût une distribution d'électricité, comme il y a une distribution d'eau et de gaz. Le jour où l'on aura chez soi deux fils qu'il suffira de réunir par un conducteur pour avoir un courant, le jour où l'on pourra lire à la porte de chaque maison :

Eau, gaz et électricité à tous les étages,

ce jour-là, l'électricité deviendra d'un usage commode et général.

Mais, en attendant, elle peut vous rendre de réels services, à la condition d'avoir une source peu volumineuse, assez forte, sans dégagement de gaz désa-

gréable ou dangereux, et d'un prix moyen. Cette source, vous l'avez dans la pile au bichromate de potasse, qui se prête, comme vous le verrez tout à l'heure, à tous vos besoins.

DEUXIÈME PARTIE

Unités électriques.

Lorsqu'on réunit par un fil conducteur les deux pôles d'une pile ou les deux bornes d'une machine électro-magnétique en mouvement, le fil est traversé par un courant électrique, qui se manifeste par les phénomènes que je vous ai signalés : élévation de température du conducteur, décompositions chimiques, déviation de l'aimant.

Quand on peut juger de l'effet que pourra produire une source d'électricité, on mesure ce que l'on appelle la *force électro-motrice*, ou encore la différence de potentiel.

Pour donner une idée de ce qu'est cette quantité, on assimile le courant électrique à un courant d'eau, circulant dans une conduite dont les extrémités seraient à des niveaux différents. La force motrice de ce courant d'eau dépendrait de la différence de niveau des extrémités de la conduite.

Eh, bien! Messieurs, la même chose a lieu dans le fil qui relie les deux pôles d'une pile ou les deux bornes d'une machine. Ce fil est la conduite dans laquelle s'écoule le courant électrique. Les deux extrémités, c'est-à-dire les pôles de la pile, ou les bornes de la machine, sont à des niveaux électriques ou à des potentiels différents.

C'est cette différence de potentiel qui produit le courant et qu'on appelle *force électro-motrice*.

Une pile est formée de plusieurs éléments ou couples identiques. La force électro-motrice d'un élément de pile donné est toujours la même. Mais elle varie dans les différentes espèces de piles avec la nature des substances employées comme liquide et comme pôles.

On l'évalue à l'aide d'une unité appelée *volt* (du nom du physicien *Volta*), et voici la force électro-motrice d'un élément de chacune des principales piles employées :

PILES PRIMAIRES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Volta.	0volt,85
Daniell	1 ,08
Bunsen.	1 ,89
Leclanché	1 ,48
Trouvé	1 ,90

PILES THERMO-ÉLECTRIQUES

Clamond.	0volt,036
Chaudron	0 ,06

PILES SECONDAIRES

Planté.	1volt,85
-----------------	----------

Mais la pile employée étant toujours formée de plusieurs éléments, voyons quelle sera sa force électro-motrice.

Les éléments peuvent être réunis par les pôles de même nature ou de même nom, ou bien par les pôles de noms contraires.

En les réunissant par les pôles de noms contraires, on augmente la force électro-motrice ou *tension*, qui devient alors proportionnelle au nombre des éléments; mais on augmente en même temps la résistance du circuit.

En les réunissant par les pôles de nom semblable, on ne change pas la force électro-motrice, qui reste alors la même que celle d'un élément; mais, en diminuant la résistance du circuit, on augmente le débit, ou la *quantité* d'électricité.

De sorte que, suivant que l'on veut obtenir des effets de tension ou des effets de quantité, on devra réunir les éléments par les pôles de noms contraires ou par les pôles de même nom.

En général, on forme d'abord plusieurs petites piles d'éléments réunis en quantité, et l'on réunit ensuite en tension les piles ainsi obtenues. Nous verrons plus loin la règle générale à observer.

Outre la force électro-motrice, différence de potentiel aux pôles de la pile, on mesure l'intensité du courant qui passe dans le circuit. C'est la quantité analogue au débit dans la conduite d'eau, ou bien la quantité d'électricité qui passe en une seconde en un point quelconque du conducteur.

L'intensité s'évalue en *ampères* (du nom du physicien *Ampère*); elle dépend à la fois de la force électro-motrice de la source et de la résistance du circuit. Nous allons voir bientôt la relation qui existe entre ces trois quantités.

La résistance est analogue au frottement de l'eau dans la conduite. Le fil reliant les pôles de la pile oppose au passage du courant une résistance qui dépend de sa nature, de sa longueur, de sa section.

L'argent, le cuivre sont bons conducteurs de l'électricité et opposent au courant une résistance moindre que toute autre substance, à longueur et à section égales. Le fer, le platine, le charbon opposent plus de résistance que le cuivre.

Des fils de même substance sont plus résistants quand ils sont longs et fins que lorsqu'ils sont courts et gros.

Le liquide de la pile oppose aussi au passage du courant une résistance, qui dépend de la nature de ce liquide et des surfaces en contact.

Les résistances s'évaluent en *ohms* (du nom du physicien *Ohm*). Voici les résistances spécifiques d'un certain nombre de liquides et de fils conducteurs.

Résistance d'un fil d'un mètre de long et d'un millimètre de diamètre :

Argent recuit.	0ohm,01937
Cuivre recuit.	0 ,02057
Platine recuit.	0 ,1166
Fer recuit.	0 ,1251
Nickel recuit.	0 ,1604
Mercure liquid.	1 ,2247

Résistance en ohms d'un cube liquide d'un centimètre de côté :

Dissolution d'acide sulfurique.	1ohm,88
Dissolution de sulfate de cuivre	45 ,7
Acide nitrique.	1 ,45

Les piles thermo-électriques n'ont aucune résistance intérieure. C'est là, dans certains cas, un de leurs avantages.

Le physicien Ohm a découvert une loi très importante, qui établit justement une relation entre la force électro-motrice de la source, la résistance totale du circuit, et l'intensité du courant qui le traverse. Voici cette loi :

L'intensité du courant évaluée en ampères est égale à la force électro-motrice évaluée en volts, divisée par la résistance totale du circuit évaluée en ohms.

La résistance totale est la somme de la résistance intérieure de la pile et de la résistance du fil conducteur reliant les deux pôles.

Supposons, par exemple, que l'on prenne un élément de pile de force électro-motrice et de résistance intérieure connues (ces quantités sont appelées les constantes de la pile); si l'on réunit les deux pôles par un fil de résistance déterminée, on sait immédiatement quelle est l'intensité du courant qui passera dans ce fil. Il suffit de faire la somme des résistances de la pile et du conducteur et de diviser par cette somme la force électro-motrice de la pile.

Avec les notions qui précèdent, je vais pouvoir vous indiquer les règles qui président au montage des piles.

Quand on réunit les éléments en tension, c'est-à-dire par les pôles de noms contraires, on multiplie la force électro-motrice, mais on multiplie en même temps la résistance de la pile par le nombre des éléments. Au contraire, quand on les réunit en quantité, c'est-à-dire par les pôles de même nom, on ne change pas la force électro-motrice, mais on divise la résistance de la pile par le nombre des éléments, ce qui augmente l'intensité du courant.

Il faut, pour obtenir le rendement maximum, former d'abord des piles partielles avec des éléments réunis en quantité, puis réunir ces piles partielles en tension, en s'arrangeant de telle sorte que la résistance intérieure de la pile soit égale à la résistance extérieure du fil qui réunit ses pôles.

Il résulte de ce qui précède que les piles thermo-électriques se prêtent bien aux effets de tension électrique, mais qu'elles ne doivent pas être employées pour les effets de quantité, puisque leur résistance intérieure est nulle et qu'elle ne peut être ni multipliée, ni divisée par le nombre des éléments.

Je terminerai cette seconde partie en vous indiquant qu'avec une source électrique dont vous connaissez la force électro-motrice et la résistance, et dont vous réunissez les deux pôles par un fil de résistance connue, vous pouvez savoir, non seulement quelle sera l'intensité du courant qui traverse le circuit, mais encore la quantité de chaleur développée.

Cette quantité de chaleur, évaluée en *joules* (du nom du physicien Joule), est égale à la résistance du fil multipliée par le carré de l'intensité du courant,

Il est important de la connaître pour savoir si le fil pourra être porté à l'incandescence et pour éviter de le brûler.

Après ce rapide exposé des mesures électriques, il ne me reste plus, Messieurs, qu'à faire fonctionner devant vous les appareils de M. Trouvé.

TROISIÈME PARTIE.

Voici, Messieurs, la source d'électricité qui va nous servir à faire marcher tous les appareils.

C'est une pile à bichromate de potasse, construite par M. Trouvé, et présentée en 1885 à l'Académie des sciences par M. Jamin.

Elle se compose de six éléments réunis dans une boîte en ébonite, dont le couvercle portant les pôles peut être à volonté maintenu soulevé ou enfoncé dans la boîte, les pôles plongeant dans le liquide. Elle est très portable, peu encombrante, et pèse, toute chargée, environ 3 kilogrammes.

Chaque élément a pour constantes :

Force électro-motrice.	1 volt,9
Résistance intérieure.	0ohm,09 à 0ohm,10

La pile entière coûte 50 francs. Pour les usages auxquels nous l'emploierons, les éléments sont réunis par deux en tension, et les trois piles ainsi formées en quantité. Une charge coûte 0 fr. 25. Nous verrons pendant combien de temps elle peut faire fonctionner cet appareil.

Voici maintenant les moteurs. On a construit, à l'origine, des moteurs électriques fondés sur les propriétés des électro-aimants, comme les moteurs bien connus de Froment; mais aujourd'hui, les moteurs électriques sont toujours des machines dynamos à commutateur sur l'axe, c'est-à-dire à courants continus.

C'est qu'en effet ces machines sont reversibles : en les faisant tourner, elles produisent de l'électricité; ce sont, comme nous l'avons vu précédemment, des sources d'électricité; inversement, en faisant passer un courant électrique dans le fil de l'induit, elles se mettent en mouvement et ces machines deviennent des moteurs.

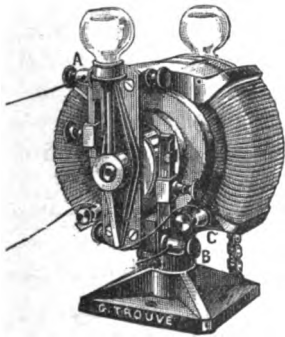


FIG. 77. — Petit moteur électrique genre Gramme, de M. G. Trouvé.

Je vais vous montrer cette réversibilité avec les grosses machines dynamos qui sont sur cette table. Ce sont des machines du genre Gramme. Elles sont formées de deux anneaux concentriques : l'anneau extérieur fixe est l'électro-aimant inducteur; l'anneau intérieur mobile est l'induit, dont les extrémités du fil communiquent avec les bornes (fig. 77).

Faisons passer dans l'induit un courant électrique, en reliant les deux bornes aux pôles de la pile; vous le voyez, la machine tourne.

Elle peut servir de moteur et est munie à cet effet d'une poulie.

Réunissons maintenant par une courroie les poulies des deux machines, et

faisons de nouveau passer dans la première le courant de la pile. Elle tourne et entraîne l'autre dans son mouvement.

Mais alors l'induit de la seconde machine est traversé par un courant électrique, et la preuve c'est que, si nous rapprochons l'un de l'autre deux fils communiquant avec les bornes, il se produit entre eux une étincelle. La seconde machine est alors une source d'électricité.

Il est bon de remarquer qu'en général, si l'on veut employer la machine comme moteur, l'induit est à gros fil, afin de ne pas trop diminuer l'intensité du courant de la source; si l'on veut, au contraire, l'employer comme machine électrique, l'induit est à fil fin, et le courant est alors de plus grande tension.

Ces machines, dont je viens de vous montrer la reversibilité, sont destinées

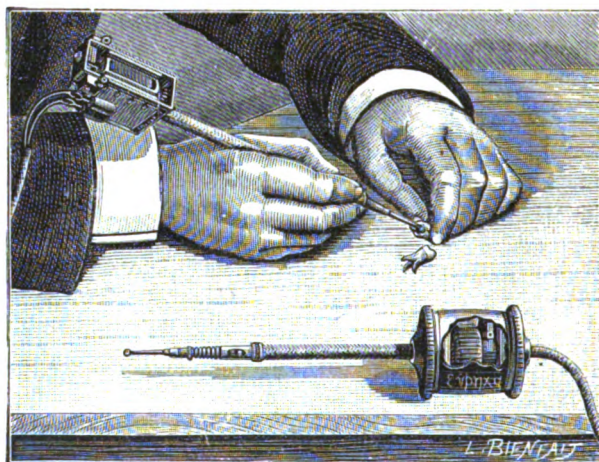


Fig. 78. — Electro-fraise de M. G. Trouvé.

à la navigation électrique et sont trop fortes pour la plupart des usages auxquels vous voulez les employer. La plus grande pèse 15 kilogrammes et donne un cheval-vapeur; la seconde, sous un poids de 8 kilogrammes, donne un demi-cheval.

Mais M. Trouvé en a construit d'autres, plus propres aux applications dentaires.

Voici d'abord un petit moteur de même forme que les précédents, mais de moindres dimensions. Il pèse 2 kilogs 1/2 et donne 10 kilogrammètres, ce qui est plus que suffisant pour le tour à fraiser. Son prix est de 200 francs. La pile peut le faire marcher pendant une heure, en dépensant une charge de 9 fr. 40.

M. Trouvé a construit, en vue de cette conférence, un petit appareil qui me paraît résoudre de la façon la plus satisfaisante le problème de la rotation de la fraise par l'électricité. Le petit moteur, dont l'induit est une bobine Siemens, a déjà été employé par lui pour des expériences de navigation aérienne. Il pèse 90 grammes et peut fournir un travail de 2 kilogrammètres,

ce qui est parfaitement suffisant. Enfermé entre deux plaques, il forme une sorte de boîte de très petit volume.

L'axe du moteur se prolonge par une tige, qui porte le support de la fraise. Le tout, ne pesant pas plus de 150 grammes, se tient facilement à la main et se manie comme un crayon. M. Trouvé appelle cet appareil l'*électro-fraise*.

Voici également une électro-fraise dont le moteur est rond, comme les premiers que je vous ai montrés (fig. 78).

Une charge de la pile peut faire fonctionner les électro-fraises pendant deux heures.

Pendant que je vous parle de moteur, permettez-moi de vous montrer un petit appareil, qui n'a rien d'électrique, mais qui peut vous rendre quelque service. C'est le *fraiseur à archet* de M. Gustave Trouvé.

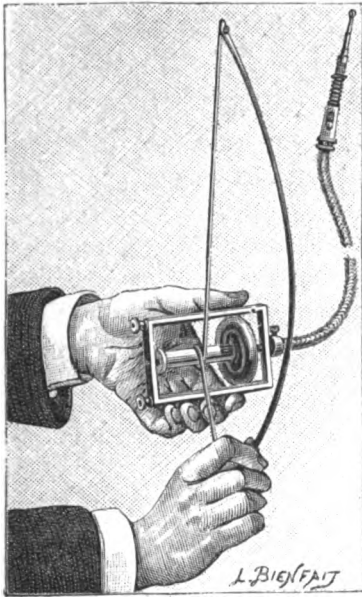


Fig. 79. — Fraiseur à archet de M. G. Trouvé.

Autour d'un arbre de rotation, qui supporte la fraise et qui est muni d'un petit volant, passe une corde : ses deux bouts sont reliés à une tige que l'on fait mouvoir à la main comme un archet. En imprimant un mouvement de va-et-vient à cet archet, on peut faire tourner la fraise d'un mouvement régulier. La corde n'est pas tendue : en relevant la main, on la rapproche de l'appareil, de façon que la corde ne frotte pas sur l'axe ; on abaisse la main en l'éloignant, la corde frotte et fait tourner l'axe (fig. 79).

L'appareil, construit d'abord pour le docteur Laillier, de l'hôpital Saint-Louis, était destiné à faire mouvoir une fraise pour enlever les lupus dans les maladies de la peau. Il a été abandonné parce que la consistance molle des tissus ne permettait pas l'emploi de la

fraise. Mais le moteur était bon et peu coûteux, et il méritait d'être signalé aux dentistes.

En résumé, Messieurs, vous voyez là des moteurs électriques d'un emploi avantageux.

Rappelons que ces derniers moteurs ne sont pas les seuls que M. G. Trouvé ait appliqués à la chirurgie et que son petit moteur à manège (fig. 80), décrit à la page 61, peut rendre de grands services aux dentistes en leur procurant le moyen d'avoir de la chaleur et de la lumière.

Nous allons maintenant nous servir de la source d'électricité pour faire fonctionner d'autres appareils.

Voici d'abord un maillet électrique de M. Gillard. Il nous suffit d'employer deux éléments de M. Trouvé, et vous voyez qu'il marche d'une façon satisfaisante.

Au lieu d'utiliser, comme dans les machines dynamos, les phénomènes d'induction pour élever la température des conducteurs on peut le faire par un courant direct.

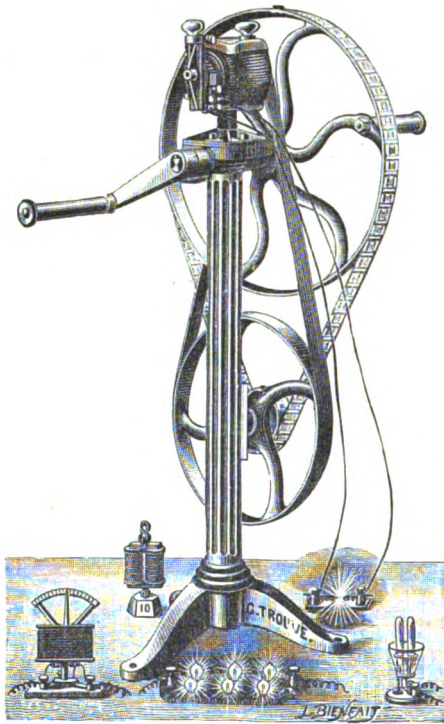


FIG. 80. — Moteur Trouvé monté sur colonne.

Nous avons vu tout à l'heure comment elle varie : les fils longs et fins s'échauffent plus que les fils gros et courts, les fils de platine plus que les fils de cuivre.

C'est la propriété utilisée dans les galvanocautères. On fait passer un courant électrique dans un fil de platine assez fin, ce fil rougit et peut alors servir à cautériser. Mais, pour essayer de le volatiliser, ou, comme on dit, de le brûler, ce qui exigerait son remplacement, on ne prend qu'une source peu énergique.

En voici un pour lequel deux éléments de la pile suffisent. Dans cette boîte est une collection de cautères de formes variées. On les adapte à un manche que l'on peut tenir dans diverses positions ; il est muni d'un anneau permettant de tirer progressivement le fil (fig. 81 et 82).

Voici encore une poire à air chaud du modèle de M. Barbe, pour sécher les cavités ; l'air qui circule, quand on presse la poire, est chauffé par un fil de platine rougi. Avec un seul élément, vous voyez qu'elle fonctionne bien.

L'incandescence du conducteur peut devenir suffisante pour être employée comme éclairage. On a alors une lumière fixe, sans odeur, très intense, conservant aux objets leur coloration naturelle, et pour toutes ces raisons infiniment supérieure à toutes les lumières d'huile, de pétrole ou de gaz.

Je vais vous montrer maintenant des appareils d'éclairage employés en histoire naturelle, en médecine, en chirurgie et qui, dans l'art dentaire, pourraient rendre de grands services.

Ces appareils dont parle M. Serres seront bientôt décrits dans tous leurs détails au chapitre VII, où nous renvoyons nos

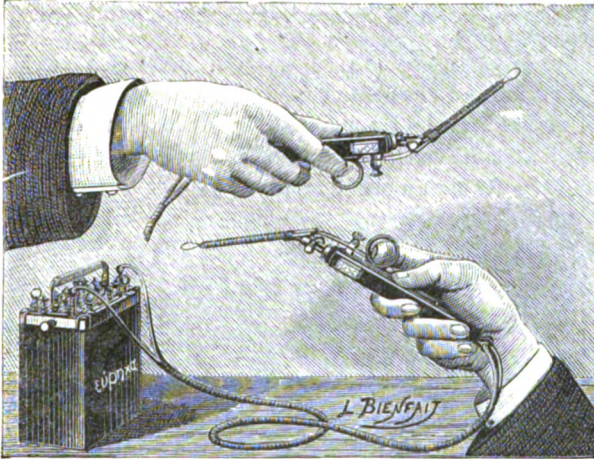


FIG. 81. — Appareil galvanocaustique en fonction.
Système de M. Gustave Trouvé.

lecteurs; mais nous laissons au savant conférencier le soin d'en donner dès maintenant un aperçu rapide :

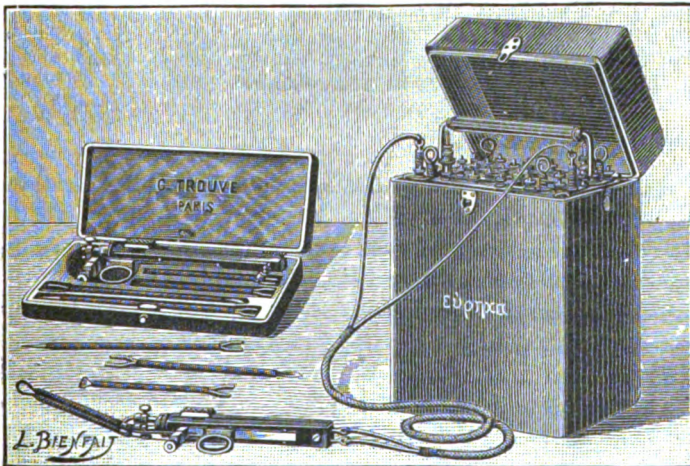


FIG. 82. — Appareil galvanocaustique de M. Gustave Trouvé.

Voici d'abord, dit M. Serres, le *polyscope* de M. Trouvé, formé d'une lampe à incandescence munie d'un miroir réflecteur et portée à l'extrémité d'une tige.

Employé en médecine, pour explorer les cavités du corps, il pourrait servir aussi à bien voir les coins les plus cachés de la bouche et, en particulier, la face interne des maxillaires, que l'on aperçoit ainsi facilement. Conservant aux corps leur coloration, il permet de distinguer les parties saines des parties malades, même les moins étendues.

Voici encore le *photophore* (fig. 83) de MM. Hélot et Trouvé, bien connu aujourd'hui. Il est formé d'une petite lampe à incandescence, portée dans un tube métallique, et devant laquelle est une lentille qui renvoie les rayons parallèlement. On obtient ainsi un éclairage d'une intensité vraiment remarquable.

L'appareil est porté sur un pied ou sur une plaque fixée au front de l'opéra-



Fig. 83. — Photophore électrique frontal du docteur Hélot et de M. Gustave Trouvé.

teur; il peut, à l'aide d'une articulation sphérique, être dirigé immédiatement vers un point quelconque.

Employé par les naturalistes pour les dissections fines, par les chirurgiens pour les opérations délicates, il leur a rendu de grands services.

A l'Académie des sciences, dans la séance du 3 août 1885, M. de Lacaze-Duthiers, s'exprimait ainsi : « Ce qu'il faut apprécier dans le photophore de M. Trouvé, c'est son petit volume et surtout son maniement très facile, qui permet de le placer comme on le désire. »

Dans la *Revue clinique d'oculistique* d'octobre 1883, le docteur de Wecker, après avoir recommandé l'emploi du photophore pour l'opération de la cataracte, ajoutait en terminant : « Dans aucun établissement important un pareil éclairage ne doit faire défaut, car, ainsi que nous l'avons dit, l'installation n'est nullement encombrante; les appareils sont d'un entretien facile et peu coûteux et mettent à notre disposition un moyen d'investigation d'une utilité pratique dont jusqu'à présent on ne pouvait se douter, comme nous avons pu nous en

convaincre par les diverses opérations que nous avons déjà pratiquées avec cet éclairage. »

Cet appareil pourrait donc aussi rendre de grands services pour les opérations dentaires. Une charge de la pile peut le faire fonctionner pendant trois heures.

Voici maintenant un appareil bien simple, permettant d'étudier une pièce anatomique, naturelle, artificielle, placée dans un liquide approprié.

Il est formé d'un bocal où l'on met dans un liquide le corps à observer. Le fond est un réflecteur plan argenté, le couvercle est un réflecteur parabolique au foyer duquel est portée la lampe électrique. De cette façon, les rayons

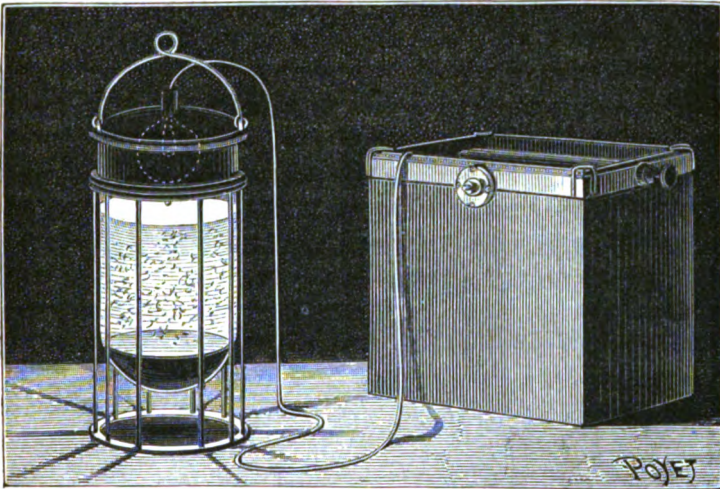


FIG. 84. — Appareil d'éclairage des liquides à culture microbienne de M. G. Trouvé.

lumineux subissent une infinité de réflexions parallèlement aux parois du bocal, et le liquide et le corps se trouvent puissamment éclairés sans qu'aucun rayon sorte de l'appareil (fig. 84).

Enfin, messieurs, je terminerai en vous montrant, toujours comme application de la lumière électrique, un appareil de projection, l'*auxanoscope*, de M. Trouvé. Il permet de montrer à tout un amphithéâtre, en l'agrandissant, un objet quelconque, opaque ou transparent, plein ou avec de nombreuses cavités, en lui conservant sa couleur et même son aspect brillant, terne ou quelconque.

Si cet appareil n'est pas d'un usage bien indiqué pour les praticiens, il peut rendre aux professeurs et aux étudiants de très grands services. Les effets sont vraiment merveilleux, comme vous allez le voir.

L'appareil simple est formé d'un tube cylindrique, portant à l'une de ses extrémités l'objectif et à l'autre une rainure où l'on place l'objet à projeter. Cet objet est éclairé par une lampe électrique, placée à l'extrémité d'un second

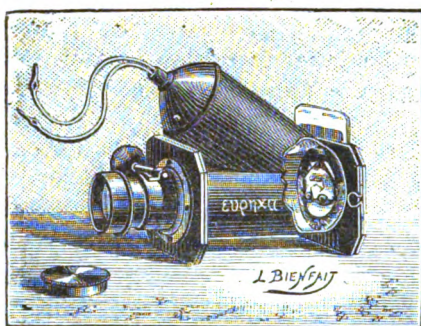


Fig. 85. — Auxanoscope simple de M. G. Trouvé pour la projection des corps opaques.

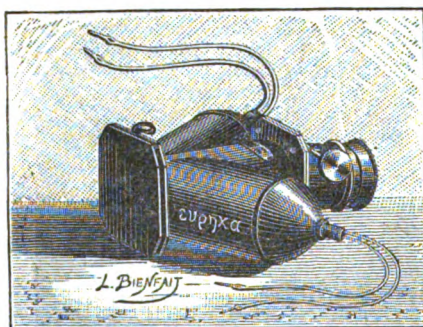


Fig. 86. — Auxanoscope double de M. G. Trouvé pour les corps opaques.

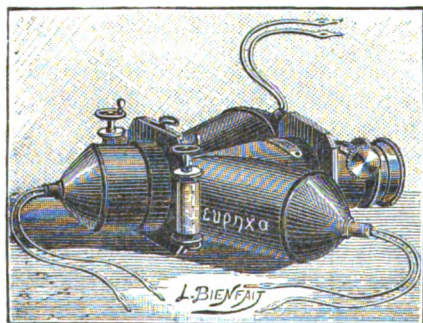


Fig. 87. Auxanoscope double de M. G. Trouvé combiné pour corps opaques et glaces transparentes.

tube, incliné sur le premier, et fermé par un couvercle parabolique au foyer duquel elle se trouve (fig. 85). Une charge de la pile peut le faire fonctionner pendant trois heures.

L'appareil double est analogue au premier; mais il y a deux lampes placées aux extrémités de deux tubes convenablement inclinés sur le premier (fig. 86). Une charge de la pile peut le faire fonctionner pendant deux heures.

Enfin, dans l'appareil combiné, on peut placer une lampe à l'extrémité opposée du tube qui porte l'objectif, ce qui permet la projection d'un corps opaque ou d'un corps transparent (fig. 87).

Nous projetons d'abord des pièces de monnaie. Voyez comme leur aspect métallique est bien rendu, et comme on distingue facilement les pièces d'or et les pièces d'argent.

Voici maintenant une pièce montée. La coloration figurée des tissus est bien nette, et les imperfections sautent aux yeux.

Enfin, le plus curieux c'est que nous pouvons projeter une lampe électrique en plein fonctionnement. On distingue bien nettement le fil incandescent et le globe de verre qui l'entoure.

Tels sont, Messieurs, quelques-uns des appareils anciens ou nouveaux qui permettent d'employer l'électricité dans l'art dentaire.

Je tiens à remercier ici M. Trouvé, dont la collaboration

si précieuse m'a permis de donner quelque intérêt à cette séance.

Je vous remercie, Messieurs, de l'attention que vous avez bien voulu me prêter; je serais heureux que cette conférence pût vous être utile en vous montrant tout le parti que l'on peut tirer de l'électricité.

Enfin, voici un dernier appareil (fig. 88) fort luxueux, combiné par M. G. Trouvé depuis cette conférence. Notre inventeur a voulu mettre ainsi son nouvel et dernier instrument en harmonie avec les cabinets somptueux de nos célèbres médecins et chirurgiens-dentistes. Cette disposition dernière a de plus l'avantage d'éviter au patient la vue de tous les organes intérieurs, et de lui enlever ainsi une frayeur à laquelle il n'est déjà que trop porté.

L'agencement intérieur de cet appareil est le même que celui des batteries automatiques de M. Gustave Trouvé; la mise en fonction ne se fait plus avec la main, mais avec le pied.

Afin d'enlever à cet instrument l'apparence d'un engin de

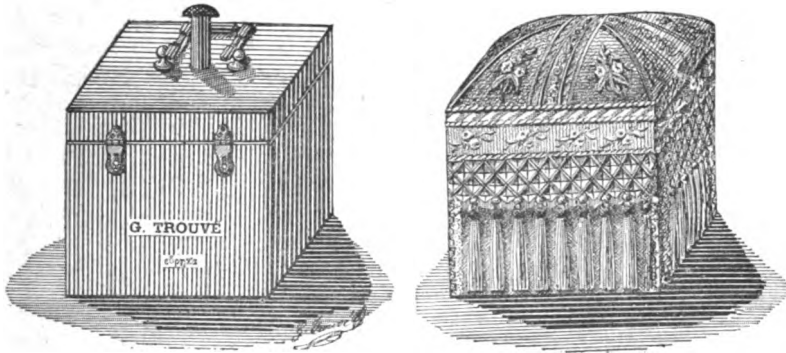


FIG. 88. — Appareil galvanocaustique à pédale, de M. Gustave Trouvé.

torture, M. Gustave Trouvé a eu la charitable pensée de le recouvrir d'une charmante tapisserie qui lui donne le caractère d'un délicieux petit meuble de salon.

Bien entendu la tapisserie n'influe en rien sur le fonctionnement de cet appareil.

Des cautères, appropriés à l'opération que l'on veut faire, sont mis en rapport avec la batterie par deux fils conducteurs souples formant une élégante cordelière. Ces cautères, rentrant dans la catégorie de ceux que nous avons décrits plus haut, il est inutile de revenir ici sur leur description.

Disons toutefois que cet appareil a été disposé par M. Gustave Trouvé non seulement pour rougir des cautères, mais encore pour éclairer ses polyscopes électriques.

Nous demandons pardon à nos lecteurs de nous être étendu si longuement sur ce chapitre; mais la ferme résolution que nous avons prise, dès le début de l'ouvrage, d'y décrire tous les

appareils de M. G. Trouvé, a guidé notre conduite. Nous avons au surplus la certitude que tel chapitre qui plaira le moins à quelques-uns sera le préféré de quelques autres et pour contenter tout le monde il n'y avait pas moyen d'agir autrement que nous l'avons fait.

D'ailleurs, que nos lecteurs un peu mécontents — et nous les excusons — se reprennent à espérer; nous arriverons bientôt à *l'éclairage électrique domestique* et à la description de *l'explorateur-extracteur électrique*, cet ingénieux et humanitaire instrument de M. G. Trouvé pour la recherche et l'extraction des projectiles dans les plaies par armes à feu. Sa place, il est vrai, serait, logiquement ici même, dans ce chapitre des applications de l'électricité à la médecine; mais l'envie grande de plaire avant tout à nos lecteurs nous rend sourd à cette considération. Reposons-nous donc un instant au milieu des bijoux électriques et des diamants éblouissants de M. Gustave Trouvé.

CHAPITRE CINQUIÈME

Les bijoux électro-mobiles et les bijoux électriques lumineux.

Bijoux électro-mobiles : Tête de mort, lapin, turco, grenadier battant du tambour, le décapité parlant, le papillon, les araignées, le presse-papier, etc.

Bijoux électriques lumineux : Épingles à cheveux, diadèmes, phares, étoiles, croissants, épingles de cravate, broches tête de hibou, broches de corsage, boucles d'oreille et bracelets, etc. — *Bijoux de soirée et de théâtre* : Ballet des fleurs (*Folies-Bergère*); lustre vivant (Poule aux œufs d'or, *Châtelet*); Amazones (Chilpéric, *Empire Theater*, à Londres); bijoux de la *Signora Zanfretta* (*Châtelet* et *Eden-Théâtre*); les *Amours d'une paire de candélabres*, par Bruet et Rivière; les épées étincelantes; la jonque japonaise surmontée d'une pagode chinoise en fleurs et feuillage lumineux; l'île fleurie électrique; le char de Neptune; le Flambeau d'Ascanio, à l'*Opéra*; la canne lumineuse et la canne torpille; les Diamants de la Couronne; le surtout lumineux.

Quand les bijoux électro-mobiles de M. Trouvé apparurent, ce fut d'abord un mouvement d'incrédulité qui surgit; chacun voulait les voir pour y croire, puis ce fut un cri universel d'admiration, et tout le monde voulut alors en posséder.

Malheureusement, la main qui les fabriquait était unique; elle appartenait à l'esprit qui en avait eu la conception et cette main, douée d'une incomparable habileté, resta seule capable de mener à bien la construction d'objets aussi petits, aussi minutieux à combiner. Il fut impossible de découvrir et même de dresser des ouvriers pouvant donner la somme de travail, de souplesse dans les doigts et de patience nécessaires pour édifier ces merveilles lilliputiennes. Aussi M. Gustave Trouvé n'eut-il jamais d'imitateur dans le même genre.

Comme les vins des grands crus, comme les éditions des illustres imprimeurs, les tableaux des maîtres célèbres, les bijoux électriques ou électro-mobiles ont une valeur sans limite de prix et toujours croissante, quand ils ont été fabriqués par leur créateur lui-même, tandis que ceux qui, depuis, sont sortis d'autres mains, — même sous ses yeux et sa surveillance, — sont d'une médiocrité relative; ils sont comme la copie est au modèle, les beaux vins de Chambertin et du Château-Lafitte aux piquettes de Suresnes et d'Argenteuil. Le lecteur nous pardonnera ces

comparaisons, qui peuvent lui paraître ambitieuses mais qui lui expliqueront pourquoi des mouches électriques, sorties des doigts vraiment féériques de M. Gustave Trouvé qui n'en fait plus, d'une valeur initiale de cinquante francs, se paient aujourd'hui sept, huit, neuf cents et mille francs même, quand le hasard des héritages ou des ventes en met aux enchères.

Au reste, les deux lettres suivantes, prises au hasard dans d'innombrables correspondances qui arrivent chaque jour des cinq parties du monde chez M. Gustave Trouvé, donneront une idée exacte et vivante de la véracité de notre appréciation. Elles sont fort jolies et spirituelles. Nous pensons que le lecteur en prendra connaissance avec plaisir, car elles prouvent que les savants et les inventeurs ont souvent des amis inconnus et des admirateurs persistants qui savent, à un moment donné, manifester leur sympathie avec délicatesse et un cœur ardent. Ce sont des documents psychologiques qui font autant d'honneur à ceux qui les inspirent qu'à ceux qui les composent.

Segonzac (Charente), 26 mai 1887.

A Monsieur Gustave Trouvé, 14, rue Vivienne, à Paris.

Depuis le jour de notre entrevue, Monsieur, votre esprit, certainement, s'est tenu dans des régions où la mouche est, sinon inconnue, tout au moins oubliée et où rien ne la rappelle au souvenir. Par contre, j'ai constamment vécu dans son aimable compagnie, la voyant le jour, la nuit, quand je suis réveillé, pendant mon sommeil, dans mes rêves. Au point où j'en suis épris, il m'est doux de penser qu'une fois en possession, ma jouissance ne sera pas troublée même par l'hiver, ce diptère athéricère ayant, grâce à vous, la faculté de vagabonder perpétuellement, sans tenir compte de la rigueur des saisons.

Il serait désirable que votre mouche perfectionnée se substituât, pour le bien de l'humanité, aux différentes variétés qui peuplent l'Univers.

En sollicitant de vous, Monsieur Trouvé, une satisfaction pour laquelle vous m'avez donné lieu d'espérer, je vous ai promis, en sus du prix qu'il vous plaira de me demander, six bouteilles de l'eau-de-vie fine Champagne, 1^{er} crû, récoltée par mon vieux père en 1814. C'est là ce que je puis offrir de plus précieux, de meilleur, et je vous l'adresse aujourd'hui par anticipation.

Vous voudrez bien ne pas interpréter cette avance dans le sens d'une mise en demeure de ma part, mais plutôt comme une supplication nouvelle, n'ayant pas d'autres moyens à ma disposition.

En effet, vous inviter à vous occuper un peu de moi, dans vos *moments perdus*, serait vous faire injure; dire qu'en m'étant agréable vous compterez une vive reconnaissance serait *promettre un grain de sable à la mer*; permettez-moi donc de me recommander par ma petite caisse qui, en attendant qu'elle

devienne le témoignage de ma gratitude, est l'expression d'un ardent désir que je vous prie instamment d'exaucer.

Du 15 juillet au 15 août, à Vichy; durant le mois de septembre, à Luchon, je serai fier de promener votre gloire avec la canne et l'épingle. Que je serais heureux s'il vous était possible de me mettre en mesure d'y promener la mouche.

Maintenant, Monsieur Trouvé, je ne crains pas d'affirmer que, sans avoir le mérite des merveilles de votre invention, mon eau-de-vie est aussi rare. Je n'en cède pas à moins de 30 francs le litre, encore le plus souvent, c'est comme à vous, par faveur. Ce qui caractérise surtout la fine Champagne, c'est l'arome qui s'en dégage. Laissez-moi essayer de vous rendre appréciateur si vous ne l'êtes pas déjà. Règle générale : ne jamais déguster après un dessert sucré, mais après le fromage, la noix, la noisette, l'amande. Alors mettre aux deux tiers un petit verre, le réchauffer pendant cinq minutes entre les mains, puis au lieu d'avaler d'un trait savourer goutte à goutte. Quand il est vide, continuer de réchauffer le verre, et le parfum qui s'en échappe est exquis.

Ainsi qu'il vous a plu de m'y autoriser au cours de notre entretien, je vous remettrai en mémoire, de mois en mois, nos promesses mutuelles qui reçoivent aujourd'hui un commencement d'exécution.

Ci-inclus un mandat de 10 francs pour vous couvrir des droits de régie et d'entrée qu'on m'a dit susceptibles de s'élever de 6 à 7 francs. Je veux que le colis vous parvienne en entière franchise.

Veillez, Monsieur Trouvé, m'épargner le supplice d'une longue attente et me croire votre bien dévoué serviteur.

Elie FERRAND.

Segonzac (Charente), 5 août 1887.

Monsieur Gustave Trouvé, 14, rue Vivienne, à Paris.

Vous me déclarez, Monsieur, et je le crois, que vous ne feriez pas pour tout le monde ce que vous offrez de faire pour moi. Il y aurait donc, de ma part, excès d'indélicatesse à ne pas accepter votre proposition avec empressement, même avec reconnaissance.

Au cours de votre aimable lettre, je trouve cette phrase : « J'espère qu'elle vous fera oublier la mouche à laquelle vous vous êtes arrêté. »

Peut-être est-ce manque de courtoisie? Mais je n'ose pas, sur ce point, tomber d'accord avec vous, j'aime mieux être sincère et vous dire : Jamais! Seulement je n'oublie point que vous mettez à me satisfaire un bon vouloir auquel vous n'êtes point tenu, je vous en remercie et me résigne.

Vous terminez par cette promesse éventuelle : « Bien entendu que si je puis mettre la main sur une, vous pouvez compter qu'elle n'ira pas dans d'autres mains que les vôtres. » Merci, encore, de cette nouvelle preuve de sympathie et soyez bien convaincu que jamais lettre ne m'aura causé plus agréable surprise que celle qui me l'annoncera, d'autant plus que j'en avais déjà promis l'étonnant spectacle à de nombreux amis. Pour ces derniers

qui ne la connaissent pas, il se pourrait que la tête de mort fût une réelle compensation.

En attendant qu'il vous plaise de me l'adresser, veuillez agréer, Monsieur Trouvé, la nouvelle assurance de mon admiration et de ma profonde estime.

Elie FERRAND.

Ces adorables objets appartiennent à deux catégories, à celle des bijoux électro-mobiles et à celle des bijoux électriques lumineux. L'entrée des premiers dans le monde date de 1865. L'apparition des seconds est postérieure aux événements militaires de 1870.

Les bijoux électro-mobiles sont doués de mouvements plus ou moins complexes, dus à des électro-aimants minuscules. Montés sur or et en épingles de cravates, ils sont animés à la volonté du porteur, à l'aide d'une pile hermétique de la grosseur d'une cigarette, qui se cache dans la poche du gilet et à laquelle ils sont reliés par un fil invisible.

Notre dessin représente une série de quinze bijoux électro-mobiles (fig. 89 et 90) réalisés par M. Gustave Trouvé. Nous allons les décrire en les numérotant à partir du grenadier placé à la droite de l'oiseau et en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

1. — Grenadier battant du tambour. Il se tient debout devant un gabion. Il exécute exactement tous les airs que l'on indique soi-même.

2. — Singe jouant du violon et placé sur un tambour.

3. — Turco sans son fez.

4. — Tête de mort coiffée d'une casquette de jockey. Les yeux et la mâchoire se meuvent dans le plan vertical.

5. — Lapin jouant avec deux petites baguettes. L'une s'élève quand l'autre s'abaisse et frappe sur un petit timbre placé devant lui.

6. — Sonnette électro-sphérique.

7. — Scène de théâtre représentant Arlequin et Colombine exécutant un ballet.

8. — Moteur électro-sphérique lilliputien. Le cercle et l'armature atteignent, en un instant, la vitesse de 400 à 500 tours par seconde.

9. — Lapin avec son mouvement à découvert.

10. — Tête de mort remuant les yeux et parlant.

11. — Turco avec des yeux qui se meuvent dans le plan horizontal et dont la mâchoire se meut dans le plan vertical.

12. — Singe à lunettes faisant des grimaces. Les yeux parcourent une demi-circonférence; la seconde moitié des yeux est

de la même teinte que la figure. Dans leur mouvement, on croirait voir les paupières se baisser, ce qui a généralement lieu chez l'espèce simienne.

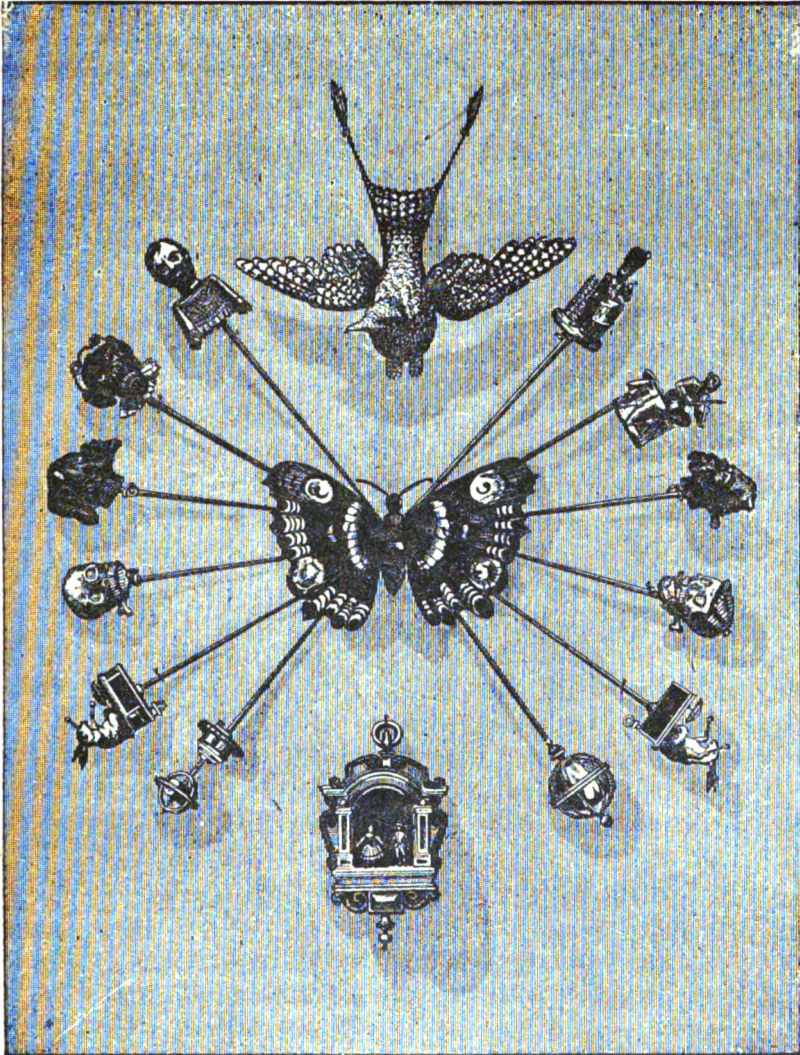


FIG. 89. — Série des bijoux électro-mobiles réalisés par M. Gustave Trouvé.

13. — Tête de décapité sur une table. Elle parle et remue les yeux.

14. — Oiseau en diamant, chantant, battant des ailes et remuant la queue, représenté agrandi (fig. 90).

15. — Papillon voltigeant.

Les ailes de ce dernier sont peut-être plus lourdes que celles de l'oiseau, mais sa conformation n'exige pas qu'elles s'agitent

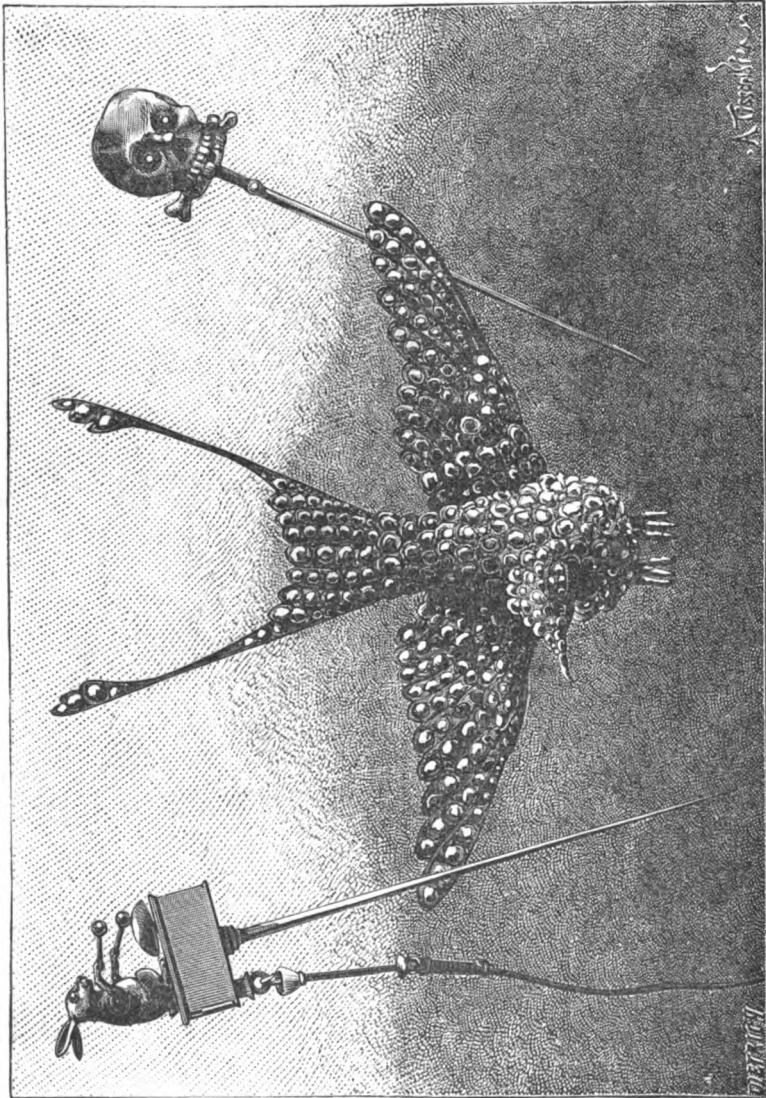


FIG 90. — Bijoux électro-mobiles de M. Gustave Trouvé.
Lapin, oiseau, tête de mort, grandeur d'exécution.

dans toutes les positions; aussi leur parcours est-il très grand. Lorsque le corps n'est pas assez gros pour recevoir le mécanisme, on l'installe sur une fleur qui se prête le mieux à cet effet ou bien sur un presse-papier électrique, comme on le voit plus loin.

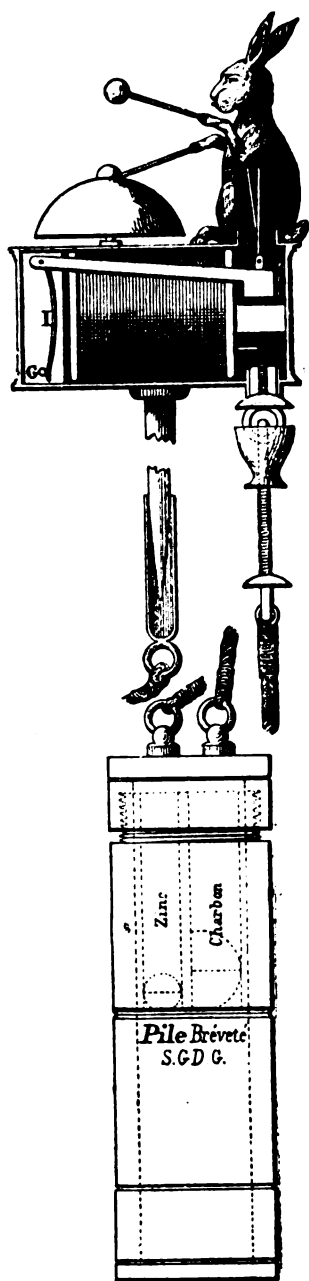


FIG. 91. — Mécanisme intérieur du lapin électromobile de M. Gustave Trouvé, grandi quatre fois.

Aux insectes si merveilleusement imités, dans leurs mouvements et comme formes anatomiques, par M. Gustave Trouvé, ajoutons ses mouches bourdonnantes et ses araignées si sveltes et si fuyantes. C'est la nature même.

Son araignée, de grandeur nature, par exemple, mérite d'être rappelée ici; elle marchait et parcourait avec la vélocité vitale un plateau semblable, en apparence, à ceux qui reçoivent les plats dans un festin, mais alors préparé électriquement. Vingt fois on la remettait sur le plateau et vingt fois elle en sortait avec le même empressement.

Nos dessins représentent, de grandeur naturelle, le lapin avec le fil qui le met en mouvement, l'oiseau et la tête de mort.

Pour équilibrer les ailes de l'oiseau, il faut suspendre aux petits leviers intérieurs, abaissés par l'électromoteur, un poids de 400 grammes. L'attraction, à 1 millimètre de distance, d'un électro-aimant pesant 2 grammes, animé par la petite pile de M. Gustave Trouvé, lui donne la vie durant une heure au moins. Arrivé à ce point, notre inventeur n'espérait guère aller plus loin. Cependant, après bien des essais infructueux, il était parvenu non seulement à imprimer du mouvement à ses oiseaux mais aussi à dépasser toute son attente. Les ailes ont un déplacement de 2 centimètres et font cinq mouvements par seconde, pendant quatre heures, sous l'action d'une petite pile à charbon circulaire, placée dans la chevelure ou sous le corsage.

L'épingle du lapin à baguettes se compose de trois parties distinctes :

1° Un socle en or, rectangulaire, surmonté d'un petit timbre et du lapin placé au sommet ;

2° Un électro-moteur ;

3° Un mécanisme pour le mouvement des baguettes. Le moteur est un électro-aimant boîtier avec culasse sur laquelle l'armature est articulée ; le petit ressort antagoniste droit I (fig. 91) qu'on voit sur le côté, sert à relever l'armature. Il prend son point d'appui sur une petite goupille, au bas de la culasse en G. Le commutateur qui lui fait pendant, placé du côté opposé, est disposé de telle façon que, dès que l'armature arrive au contact, le courant se trouve interrompu jusqu'à ce qu'elle retourne à son plus grand éloignement, pour être attirée de nouveau par une action contraire du commutateur, qui a rétabli le courant dans les mêmes conditions qu'il l'avait interrompu.

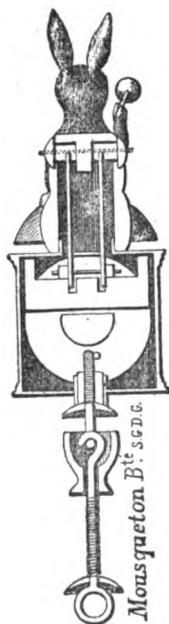


FIG. 92. — Coupe très agrandie de la bobine et du mousqueton du lapin électro-mobile de M. G. Trouvé.

De cette façon, on obtient un mouvement de va-et-vient qu'il est facile de communiquer aux pattes du lapin, au moyen de deux petites bielles articulées à la tête de l'armature, et fixées, comme on le voit très bien en regardant les figures 91 et 92, l'une en avant de la patte, l'autre en arrière, afin de décomposer chaque mouvement simple de l'armature en deux mouvements contraires des baguettes : l'un ascendant, l'autre descendant. Cette disposition est d'une simplicité remarquable. Le fer de l'électro-aimant et la culasse règlent le jeu du mécanisme dans la caisse rectangulaire sur la longueur, la bobine dans tous les autres sens. Elle représente une circonférence inscrite dans un carré.

Le turco électro-mobile se compose également de trois parties :

1° La partie en or constituant l'épingle ;

2° L'électro-moteur ;

3° La partie mécanique des mouvements.

Le mécanisme des yeux et de la mâchoire les fait mouvoir en sens contraire, c'est-à-dire les yeux horizontalement et la mâchoire verticalement. La figure 93 représente ces deux mouve-

ments. L'électro-moteur, agissant sur l'équerre Q, dans la petite chappe placée au-dessous de cette lettre, détermine le mouvement ascendant de la bielle tordue B. La bielle sollicite le levier L (fig. 94), fixé à la mâchoire en son centre de mouvement et terminé par un contre-poids P faisant office de ressort antagoniste, pour faire obstacle à la trop grande vitesse, une des plus grandes difficultés de ces mécanismes qui manquent de masse et d'inertie.

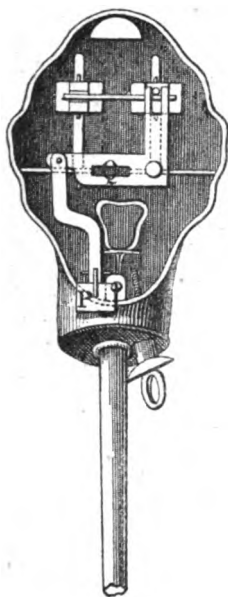


FIG. 93. — Vue intérieure très agrandie (l'électro-moteur étant enlevé) du mécanisme des yeux et de la mâchoire du turco électro-mobile de M. Gustave Trouvé.

Tandis que l'un des bras de l'équerre fait ouvrir la mâchoire, comme nous venons de le voir, l'autre bras fait mouvoir les yeux par l'intermédiaire d'une petite goupille fixée sur la bielle qui les réunit, et engagée dans une fente à l'extrémité de ce bras (fig. 93). L'électro-aimant soulève le levier de la machine avec son contre-poids, et celui-ci fait le reste, c'est-à-dire ramène les pièces au point de départ, toujours par la fonction d'un de ces commutateurs si bien agencés dont M. Gustave Trouvé a le secret, et qui varient plus ou moins d'un bijou à l'autre.

La durée de marche des bijoux électriques est vraiment surprenante. Une tête de mort et un lapin ont fonctionné régulièrement, pendant six mois, neuf heures chaque jour, et leurs mouvements n'ont pas encore cessé au bout de ce temps. C'est que ces petits appareils sont de vrais instruments d'horlogerie. Tout dépend de la pile; la rupture d'un cordon ou les autres accidents sont si faciles à réparer, qu'on peut dire qu'il n'y a pas de raison pour que leur service ait un terme.

On ne saurait imaginer rien de plus coquet, de plus gracieux, de plus amusant que ces petites figurines animées par la pile lilliputienne de M. Gustave Trouvé et son électro-moteur si microscopique, qu'il peut tenir dans 3 millimètres cubes, à peine la centième partie d'un dé à coudre. Tous ces objets sont autant de petits chefs-d'œuvre d'imagination et de mécanisme faisant produire à l'agent électrique une multitude de tours de force.

Supposons que vous portiez un de ces bijoux sous le menton,

un ami vous arrête dans la rue, et naturellement sa vue se porte sur la tête de mort ou sur le lapin. Vous glissez un doigt dans la poche de votre gilet, la pile fonctionne et aussitôt la tête de mort roule des yeux étincelants et grince des dents; ou bien le petit lapin se met à travailler comme un timballier de l'Opéra. Rien de plus amusant, de plus comique, de plus surprenant. Le seul regret, c'est que le porteur des bijoux électro-mobiles ne peut jouir de la vue de son excentricité; mais il se rattrape en lisant

son triomphe sur la physionomie étonnée des personnes qui ne sont pas dans le secret.

La pièce principale, le magnifique oiseau en diamants, que nous avons associée dans notre gravure (fig. 90) avec la tête de mort et le lapin, n'est plus un bijou de cravate. C'est une riche parure, animée, rayonnante, destinée à orner la tête d'une jolie femme dans un de ces tournois parisiens où la grâce, l'élégance, la richesse et la beauté se trouvent réunies comme à l'envi.

Quels regards de convoitise tomberont sur notre belle privilégiée, lorsque, touchant du doigt un petit contact invisible, elle fera instantanément de son oiseau un véritable essaim d'étincelles voltigeant, qui s'arrêtera à sa volonté, pour reprendre ensuite un

nouvel essor quand il lui plaira. C'est qu'en effet l'oiseau, comme la tête de mort et le lapin, se trouve en rapport avec la petite pile hermétique dissimulée dans une tresse de la chevelure. Nous avons décrit en détail, au chapitre de la production de l'électricité, ce merveilleux petit appareil qui est formé d'un couple de zinc et de charbon renfermé dans un étui de caoutchouc durci ou ébonite, fermant hermétiquement. Le zinc et le charbon n'occupent que la moitié supérieure de l'étui, l'autre moitié contient le liquide excita-
teur. Tant que l'étui conserve sa position naturelle, le couvercle en haut, le fond en bas, l'élément ne plonge pas dans le liquide. Il n'y a pas de production d'électricité, ni de dépense par conséquent.

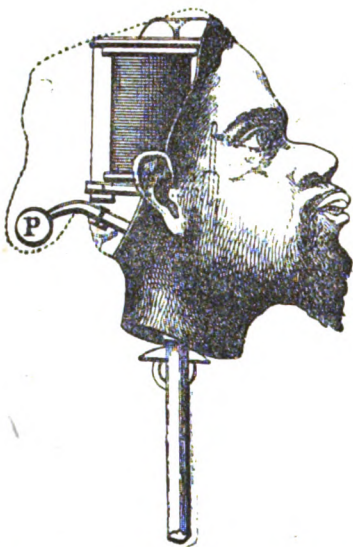


FIG. 94. — Coupe très agrandie de la bielle qui fait agir la mâchoire du turco électro-mobile de M. Gustave Trouvé.

Mais, dès que l'étui est renversé ou placé horizontalement, la réaction chimique, qui engendre le courant, a lieu et se continue tant que l'étui conserve cette position; au contraire, en redressant la pile toute fonction cesse : la tête de mort fait la morte, elle ne roule plus des yeux étincelants, ni ne grince plus des dents; le lapin ne frappe plus sur son timbre et on dirait que l'oiseau a été atteint par la balle meurtrière d'un chasseur impitoyable.

En créant et en introduisant cette pile dans la pratique, M. Gustave Trouvé a supprimé d'un seul coup toutes les difficultés inhérentes aux autres piles : plus d'émanations, plus d'épanchement de liquide, si désagréable; enfin, point capital, elle permet

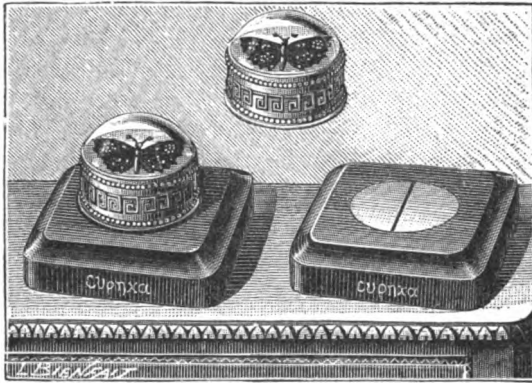


FIG. 95. — Presse-papier électro-mobile de M. Gustave Trouvé.

d'avoir avec soi un appareil toujours prêt à fonctionner, sans être obligé d'en charger et d'en nettoyer la pile constamment.

Le presse-papier électrique auquel nous avons fait allusion tout à l'heure en parlant du papillon, est de création récente (1877). C'est en quelque sorte un diminutif des bijoux électro-mobiles si délicats; il n'en présente pas les difficultés d'exécution et il peut même être fabriqué industriellement.

Il est constitué (fig. 95), par un électro-moteur simple enfermé dans un socle et capable de donner la vie à des oiseaux, à des insectes, à des papillons, naturels ou artificiels, placés sous une lentille plan-convexe, le tout reposant, pour marcher, sur le bloc qui renferme le générateur d'électricité.

Le presse-papier proprement dit et le socle-pile sont représentés séparés l'un de l'autre à droite sur le dessin. Le presse-papier

dans cette position est tout à fait dans son rôle; il est au repos.

Placé sur le socle, il se met en mouvement. Il est facile alors de se rendre compte de l'effet qui se produit. Les pôles de l'électro-moteur dépassent légèrement sa surface d'assise, tandis que ceux du générateur émergent à la surface supérieure du socle. Vient-on à réunir les objets en un seul, comme on le voit à gauche de la figure, la connexion électrique est établie entre le presse-papier et le socle-pile, et aussitôt le papillon entre dans tous ses ébats pendant tout le temps qu'on les laissera dans cette position. En les séparant de nouveau, le presse-papier et le générateur rentrent dans le repos absolu. Par l'effet de la lentille et le bruit produit par le frôlement des ailes, l'illusion de la vie chez le papillon est complète. Aussi une dame sensible, non prévenue, à qui nous le montrâmes pour la première fois, nous donna la note vraie; elle nous accusa de cruauté en pensant que nous avions renfermé ainsi le malheureux insecte pour le laisser mourir de faim. Beaucoup d'autres personnes s'y laisseront prendre.

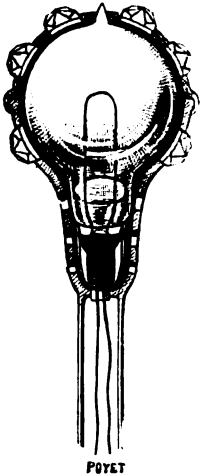


FIG. 96. — Coupe verticale de l'épingle à cheveux électrique et lumineuse de M. Gustave Trouvé. Grandeur d'exécution.

En 1869, quelques années après la réalisation des bijoux électro-mobiles, M. Gustave Trouvé avait essayé de les éclairer intérieurement à l'aide de petites spirales de platine portées à l'incandescence; mais le résultat ne lui avait pas paru satisfaisant. Et puis les mauvais jours, les jours sanglants, étaient venus.

Les événements terribles de 1870 et 1871 firent délaissier momentanément la science agréable. Mais M. Gustave Trouvé n'avait pas perdu son idée; il la continua à l'apparition de la lampe à incandescence à fil de charbon, inventée par Edison et Swan. Pour l'éclairage domestique et pour la construction de son photophore, M. Gustave Trouvé en a tiré d'abord un excellent parti; puis, grâce à elle, il a trouvé le moyen de réaliser les plus jolis bijoux électriques lumineux qu'on puisse imaginer, et dont les applications sont illimitées.

La lampe lilliputienne qu'il a su réaliser (fig. 96), pour les illusions, est de 3 à 4 volts. Il faut pour l'éclairer une pile de deux

couples au bichromate de potasse. Les gravures de notre livre donnent bien l'idée de la forme extérieure de ces charmants objets que nous allons décrire; mais ce qu'ils rendent imparfaitement,

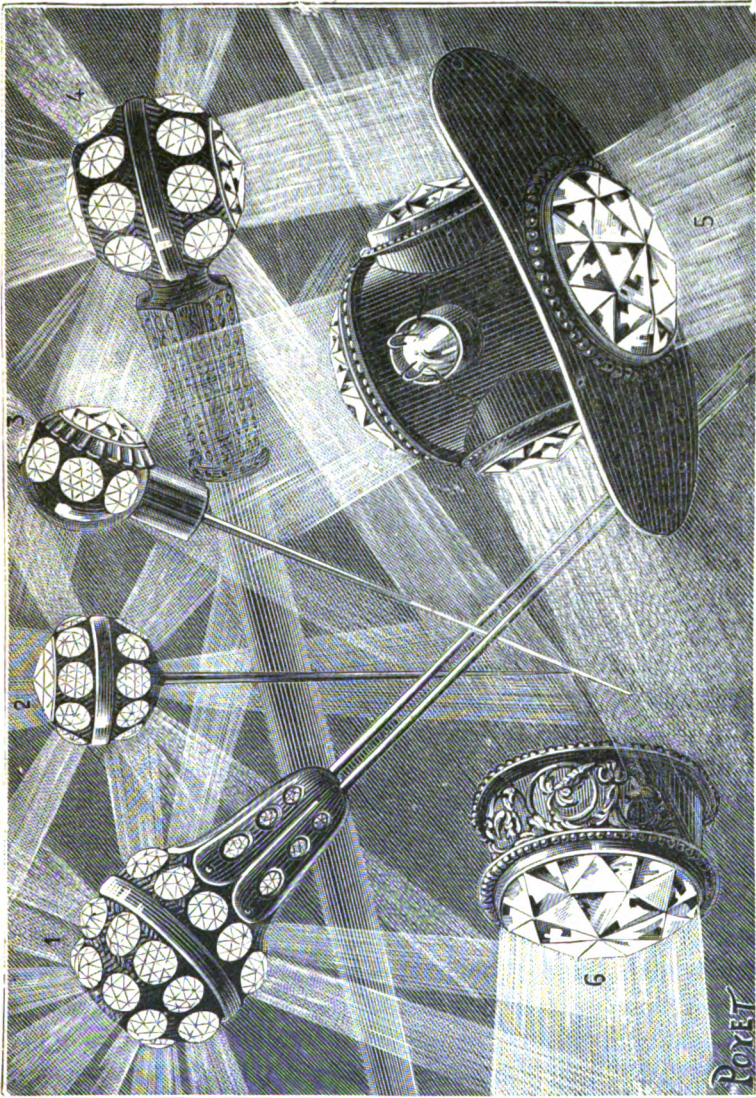


Fig. 97. — Bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé.
1. Epingle à cheveux. — 2 et 3. Epingles de cravates. — 4, Pomme de canne. —
5 et 6. Diadème et gros diamant monté pour constituer un collier.

malgré toute l'habileté de l'artiste, c'est l'effet lumineux qu'ils produisent. Nous allons essayer d'en donner une idée par nos explications.

J'imagine que vous rentriez tard le soir chez vous, que vous

ayez besoin de lumière; vous pressez simplement un bouton sur votre canne et vous avez instantanément un éclairage d'une intensité remarquable, qui vous permet à tous moments d'inonder de lumière tout ce qui vous entoure.

Voulez-vous porter à votre cravate une épingle élégante, faite de diamants et de rubis, qui ne ressemble à aucune autre épingle, l'électricité vous la procurera sous forme d'un petit globe que vous pourrez rendre lumineux à volonté; les dames, avec les parures en pierres précieuses électriques, font merveille, dans les soirées, au moment où elles apparaissent couvertes de petits foyers électriques qui font pâlir le Sancy et le Régent, diamants de la plus belle eau.

Mille autres applications se laissent entrevoir dans cet ordre d'idées : quand on sait répandre la lumière, toutes les voies sont ouvertes; il suffit d'émettre un vœu pour qu'il soit aussitôt réalisé, puisque l'on peut sous un très petit volume porter une source d'électricité dans sa poche.

C'est donc avec plaisir que nous décrivons dans toute leur simplicité quelques-uns des gracieux bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé.

Les dessins (fig. 97) nous montrent réunis six spécimens de ces magnifiques créations.

L'épingle à cheveux, pour la coiffure des dames, est garnie de rubis et de diamants à nombre égal, alternant ensemble. Les effets en sont ravissants et ce n'est qu'en les voyant qu'on se rend compte du soin apporté à l'exécution, et du résultat obtenu. Les rubis comme les diamants n'ont pas été travaillés par la taille ordinaire : ce sont de véritables petites lentilles en cristal à facettes, dont le foyer a été déterminé avec précision.

Le foyer lumineux lui-même occupe toujours une position invariable, c'est-à-dire le centre de la sphère, malgré les dimensions toujours variables des ampoules des lampes et l'inégalité en centrage du filament de charbon, dans les ampoules de verre. M. Gustave Trouvé a obtenu ce résultat d'une façon extrêmement simple et pratique, au moyen d'un petit collet métallique dans lequel est lutée l'encolure de la lampe dans une position voulue. Ce tube, toujours semblable, occupe une position invariable dans tous les bijoux représentés par nos gravures. De cette façon, s'il arrivait un accident à la lampe, le seul qui puisse survenir, sa rupture, le porteur du bijou peut lui-même y remédier immédiatement, en ouvrant son bijou et en remplaçant la lampe détériorée par une autre munie de ses cordons et du collet

métallique qui lui donnera dans le bijou exactement la position de la première, c'est-à-dire la position la plus favorable pour produire les effets étincelants remarquables auxquels nous avons fait allusion. Rien n'a été négligé pour obtenir le maximum de puissance lumineuse et pour la simplicité du fonctionnement. La lampe et, par cela même, le bijou sont mis en rapport avec la pile



FIG. 98. — Eventail électrique forme d'un bijou électrique lumineux Trouvé.
Ce bijou est entouré de magnifiques plumes d'autruche.

par l'intermédiaire d'un petit cordon souple à deux fils conducteurs que l'on dissimule sous les vêtements. La pile est placée dans une poche ou dans un repli de l'habillement.

Nous nous sommes étendu longuement sur l'épingle à cheveux, pour ne pas nous répéter, car ce que nous en avons dit s'applique à tous les autres bijoux. Il nous suffira donc maintenant d'énumérer les autres.

Les numéros 2 et 3 du dessin sont des épingles de cravates rubis et diamants. L'épingle n° 3 possède, en outre des rubis et des

diamants rangés autour de la boule suivant l'équateur, un gros diamant de face qui projette ses rayons au loin et permet de lire son journal, dans l'obscurité comme en plein jour, tout en guidant la nuit pour retrouver son logis.

Le numéro 4 est une pomme de canne ayant deux rangées de diamants et de rubis alternés sur la circonférence et deux gros diamants qui envoient leurs rayons puissants dans deux directions opposées. En remplaçant un des gros diamants par un rubis, on peut lancer à volonté, à distance, des rayons blancs et des rayons

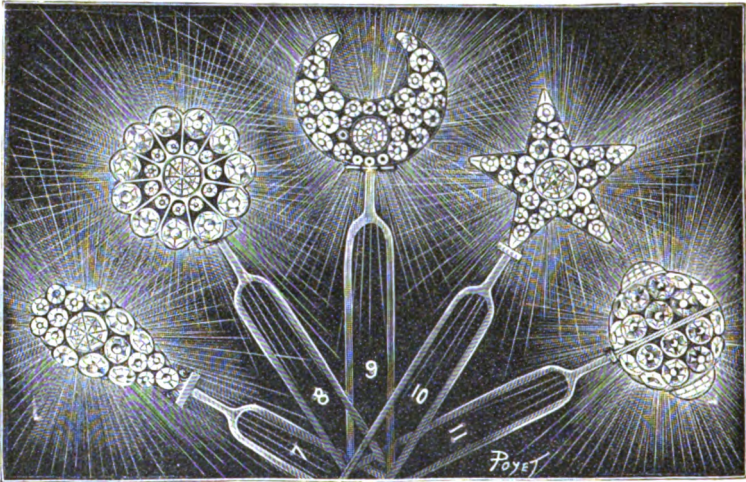


Fig. 99. — Série de bijoux électriques lumineux Trouvé, dont une étoile et un croissant.

rouges qui peuvent servir à établir une correspondance télégraphique lumineuse.

Le numéro 5 est une sorte de diadème destiné à produire son effet dans les ballets au théâtre. La plaque dans laquelle il a été réservé des trous, est destinée à l'assujettir à la coiffure de la danseuse. Cet appareil lance des flots de lumière blanche, rouge, verte, etc... dans 4 directions, mais il pourrait tout aussi bien être à 5, 6, 7 et 8 directions, si cela était nécessaire, tout en conservant le foyer unique central. Les plus beaux diamants, les plus beaux rubis, les plus belles émeraudes pâlissent à côté du diamant de M. Gustave Trouvé qui semble vouloir rivaliser avec le soleil.

Le numéro 6 est un gros diamant dans sa monture, faisant partie du collier étincelant dont étaient parées les danseuses qui

devaient figurer au nombre de 12 dans le ballet de *Kéraban le Têtu*. S'il faut en croire certaine rumeur, Jules Verne, l'auteur de la pièce, aurait pris ombrage du trop grand succès de cet accessoire électrique, et l'aurait interdit dans les représentations définitives.

La délicatesse de ces jolis bijoux est vraiment ravissante. Nous avons vu entre les mains de M. Gustave Trouvé des petites lampes destinées à éclairer des épingles de cravates ou des rosettes de boutonnière et qui n'ont pas 4 millimètres de diamètre.

A la nomenclature des innombrables bijoux électriques de M. G. Trouvé, que l'on verra disséminés dans ce chapitre, il faut ajouter ses éventails (fig. 98) d'un effet éblouissant, ses boucles d'oreilles, ses bagues, ses bracelets, ses ceintures, ses médallions, ses boutons de manchettes et de chemises, ses broches. N'omettons pas non plus ses baguettes magiques pour conduire les cotillons dans les bals et qui ont fait fureur. N'oublions pas surtout son binocle électrique porté par M. Coquelin cadet dans son célèbre monologue de *l'Hypnotiseur*.



FIG. 100. — Croissant ou bijou électrique lumineux Trouvé, monté sur peigne.

Les numéros 7, 8, 9, 10 et 11 du dessin (fig. 99), représentent une série de bijoux montés en épingles. Le n° 9 est représenté à part dans la figure 100. Les numéros 12 à 16 du dessin (fig. 101), donnent une variété de bijoux lumineux qui sont d'un éclat incomparable et parmi lesquels nous signalons le diadème-phare en joaillerie, les épingles de cravates, la broche tête de hibou, et la broche de corsage avec phare central et miroir réflecteur. Cette broche de corsage a constitué les célèbres décorations lumineuses apparaissant tout d'un coup sur les habits des personnages, dans le *Château Tire-Larigot*, pièce jouée aux Nouveautés-Parisiennes. C'est par le même procédé que M. Gustave Trouvé faisait apparaître sur le chapeau des acteurs

Brasseur et Berthelier les cartes de chaque adversaire, pendant une partie d'écarté d'inénarrable drôlerie.

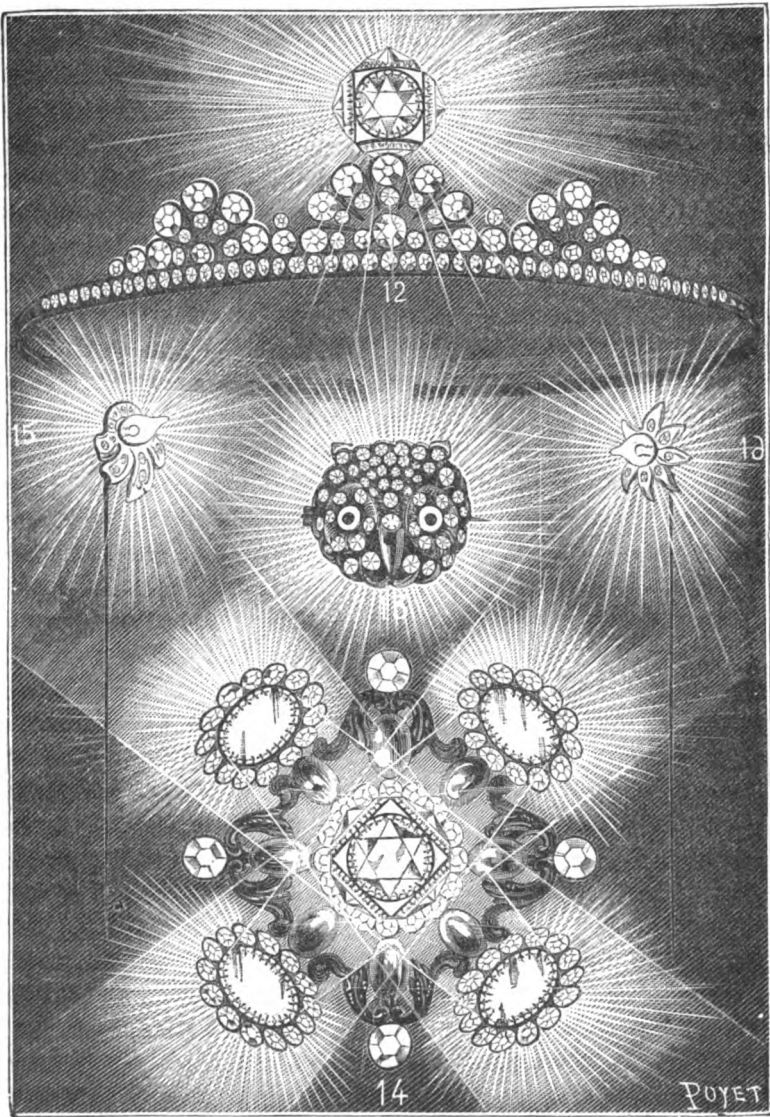


FIG. 101. — Bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé.
Diadème-phare, tête de hibou, etc.

Rien non plus n'a été négligé dans l'arrangement des rubis et diamants, alternant ensemble à nombre égal. Les effets en sont

surprenants. Sans les voir, on aurait peine à y croire. Les rubis comme les diamants, ainsi que nous l'avons déjà dit, n'ont pas la taille ordinaire. Ce sont de véritables petites lentilles à facettes, dont le foyer a été déterminé avec précision. Le point lumineux central occupe toujours une position invariable, c'est-à-dire le centre de la sphère, malgré les dimensions toujours changeantes des ampoules et des lampes.

Des effets sans précédent ont été obtenus au théâtre, dans les plus beaux ballets rendus vraiment merveilleux par cette féerique innovation. Les figures 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 et 109 représentent plusieurs danseuses parées des bijoux électriques lumineux. Se figure-t-on, dans un ballet, cinquante des plus jolies ballerines, munies des appareils de M. Gustave Trouvé, comme à l'*Opéra* et à *Empire Theater* de Londres, exécutant leurs mouvements légers et gracieux, leurs pirouettes entraînant et vertigineuses. Ni le langage, ni la gravure, ne peuvent donner une idée, même approchée, des effets puissants obtenus et des impressions ressenties à la vue de ce déchainement de lumière blanche, rouge, verte, dont les rayons viennent éblouir le regard, se déplacent en tous sens, s'entre-croisent; on dirait les étoiles du firmament affolées et n'obéissant plus à la gravitation universelle. En décembre 1883, le joli ballet de la *Farandole*, à l'*Opéra* de Paris, a dû son éclat et son succès, en très grande partie, à l'originalité et à la beauté de sa mise en scène électrique, imaginée par M. Gustave Trouvé. Il faudrait, pour décrire de tels spectacles, la plume sablée d'or d'un Théophile Gautier ou d'un Théodore de Banville.

La presse, qui dresse quotidiennement le procès-verbal des progrès scientifiques et des événements de tous genres, a relaté l'admiration générale, lorsque, en 1884, les bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé ont été introduits sur les principales scènes de Paris et de l'étranger. Nous appelons notamment l'attention du lecteur sur la figure 102 qui représente le lustre humain composé pour le *Châtelet* et le *Victoria Theater*, à Berlin, et que nous reproduisons d'après le dessin original de M. Cledat de la Vigerie. Les soixante foyers électriques à incandescence, alimentés par la pile Trouvé, produisent, au milieu des sujets vivants, un effet extraordinaire qui de longtemps ne sera pas dépassé au théâtre. C'est de plus une des applications les plus considérables de lumière électrique faites, jusqu'à ce jour, directement par la pile.

Un autre emploi très curieux de l'électricité dans les représentations théâtrales a été fait pour la première fois à Londres,

dans le duel de *Faust*, puis au Théâtre Déjazet dans la *Grenouille*, et aux Nouveautés, dans une *Revue*, à l'aide d'une nouvelle dis-

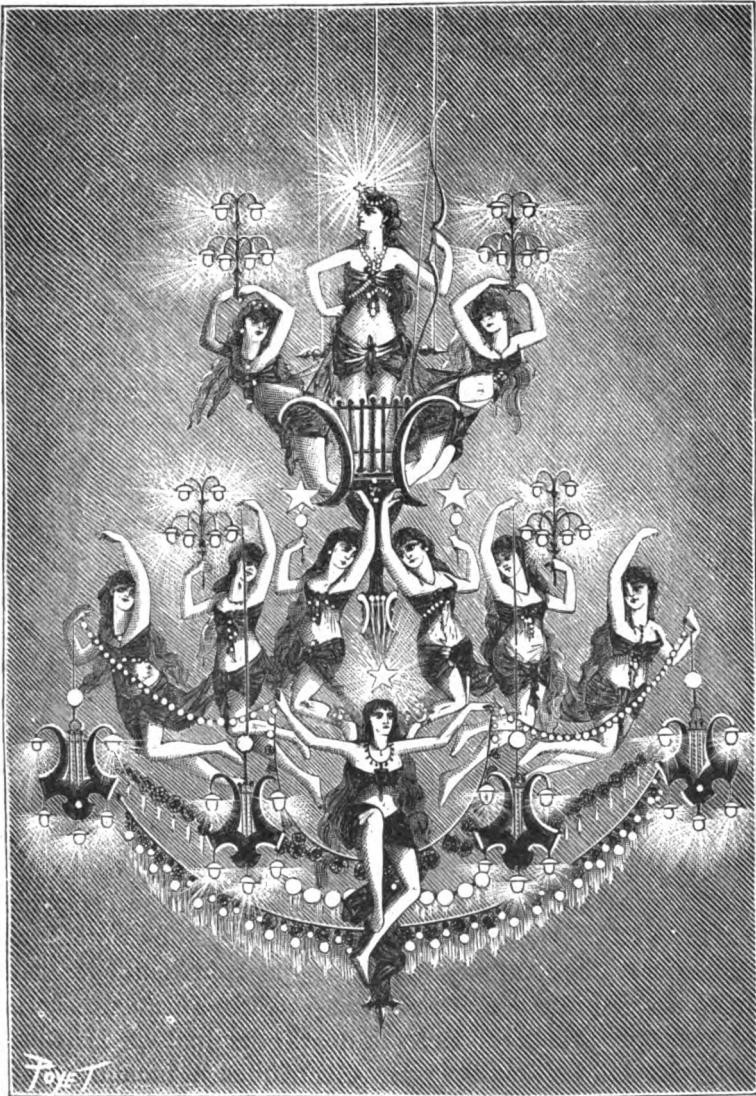


FIG. 102. — Lustre vivant composé de danseuses parées de bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé, représenté au théâtre du Châtelet « Poule aux œufs d'or » et au Victoria Theater, à Berlin.

position, imaginée par M. Gustave Trouvé dont le génie inventif est toujours en éveil.

Voici en quoi consiste ce dispositif. Les deux épées et les deux cuirasses sont les extrémités des pôles d'une pile de bichromate de potasse portée par les combattants. Quand les deux épées (fig. 103), qui, pour la circonstance, sont taillées en limes, se rencontrent, il jaillit de fortes étincelles; quand une des deux épées touche la cuirasse de l'adversaire, une lampe assez puissante (15 bougies) s'éclaire subitement et reste allumée tout le temps que dure le contact de la pointe de l'épée sur la cuirasse. Dans un coup fourré, les deux épées touchant réciproquement la cuirasse

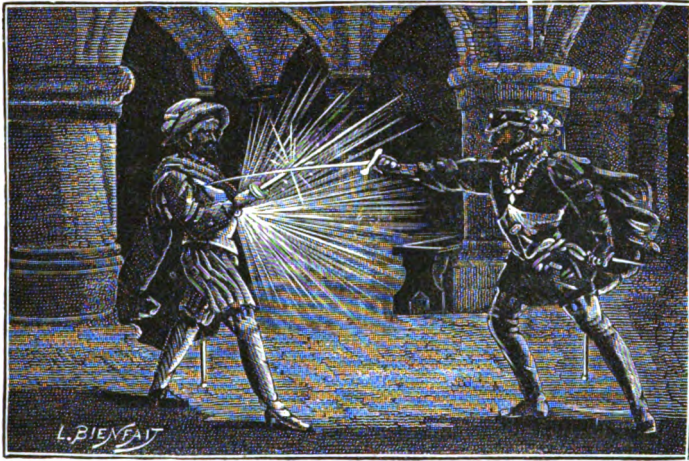


FIG. 103. — Les épées étincelantes; effet lumineux produit dans le duel de Faust, par un dispositif électrique dû à M. Gustave Trouvé.

opposée, les deux lampes s'allument simultanément en répandant une vive clarté autour des combattants.

Cet appareil pourrait, en dehors du théâtre, trouver son application dans une salle d'armes. Pendant un assaut, l'appareil éviterait toute contestation dans les coups. Sur la scène, les effets sont des plus curieux et des plus dramatiques.

Encore une autre application ingénieuse qui a été fournie par M. Gustave Trouvé est celle de petits phares électriques attachés sur la tête des chevaux dans un attelage ou sur le front des vendeurs de journaux dès que la nuit tombe. C'est ainsi qu'au début du mois de mai de l'année 1885, le « Morning News » constatait la grande sensation causée dans Paris, sur les boulevards, par les vendeurs électriques du journal politique le Soir. Tous ces petits phares circulant au milieu des promeneurs, pro-

duisirent une impression éblouissante qu'on n'a pas oubliée.

Tous les journaux de la presse politique, littéraire et scientifique de Paris, ont raconté toutes ces applications aussi diverses qu'ingénieuses et tous les journaux des départements se sont empressés de les reproduire. Nous ne donnerons comme type des éloges qui furent prodigués alors à M. Gustave Trouvé que l'article du journal *La France*. Mais nous ferons suivre cette citation d'une série d'appréciations données par les feuilles périodiques étrangères les plus importantes. Nous ne saurons jamais trop ce qu'on dit et ce qu'on pense de nos hommes illustres dans le monde entier.

Grand succès au théâtre des Folies-Bergère avec le divertissement des *Fleurs lumineuses*. Imaginez-vous une vingtaine de jolies femmes, habillées par H. Gray des costumes les plus frais, et s'illuminant tout à coup d'une lumière aussi vive que douce. Ajoutez à cela la musique du maestro Desormes, les pas inventés par Gradeluc, et vous comprendrez les applaudissements enthousiastes qui ont salué l'apparition de cette nouveauté, dont le plus grand attrait est dû à l'invention admirable du célèbre électricien Trouvé.

(*La France*, 3 avril 1884.)

Le ballet « électrique des amazones », au troisième acte, a été un spectacle des plus remarquables, les directeurs ayant fait usage de la merveilleuse invention de M. Trouvé, au moyen de laquelle chaque danseuse peut porter trois lumières électriques (1) qu'elle allume et éteint à volonté. Lorsque les cinquante jolies amazones ont allumé leurs lampes électriques, l'effet a été magique. Chacune d'elles portait une lance où brillaient deux lumières de couleurs différentes; deux étoiles éblouissantes étaient placées en outre dans les cheveux de la danseuse, qui portait au bras un bouclier étincelant de diamants et de rubis. Ce merveilleux spectacle, qui n'avait encore jamais paru sur aucune scène, a provoqué des applaudissements enthousiastes, et il est très probable qu'il aura un énorme succès.

(*The Globe*. — 18 avril 1884.)

Si on considère la donnée de « Chilpéric » plutôt comme un spectacle que comme un opéra, une des choses qui attireront certainement le plus de

(1) Par trois lumières il faut entendre trois parties éclairées : le casque, la lance et le bouclier; en réalité, chaque danseuse porte 10 points lumineux répartis comme suit : 4 sur son casque, 1 sur sa lance et 5 sur son bouclier (fig. 105).

spectateurs, c'est le ballet électrique. Le ballet dont nous parlons est l'un des trois que contient ce spectacle. Cinquante amazones paraissent à la fois sur la scène : chacune d'elles porte une lumière électrique sur son casque, une autre

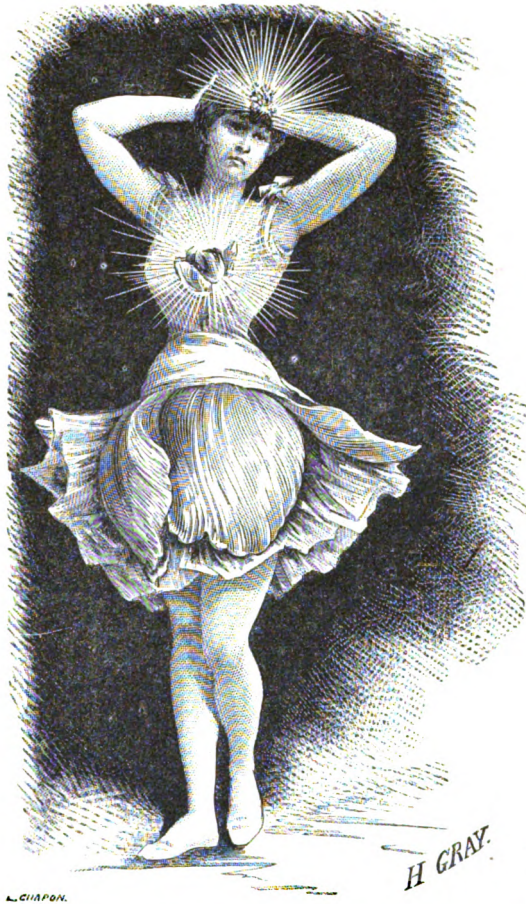


Fig. 104. — Danseuse parée d'une variété de bijoux lumineux électriques de M. Gustave Trouvé.

Ballet des fleurs au théâtre des Folies-Bergère, à Paris.

Les danseuses étaient au nombre de 25, représentant chacune une fleur différente.

au sommet de sa lance et cinq sur son bouclier. Les couleurs sont variées, et on n'a encore rien vu à Londres jusqu'à présent qui s'approche de l'effet ainsi produit. Cette invention est due à M. Trouvé, de Paris, et le ballet attirera tout Londres.

(*Morning Advertiser*. — 18 avril 1884.)

Le nec-plus-ultra de la magnificence scénique a été réalisé dans le troisième acte, au moment où une armée d'amazones, portant des armures lamées d'argent, des lances et des boucliers, apparaît soudain dans la lumière projetée par plus de quatre cents lampes électriques à incandescence; deux lampes sont placées sur la pointe de chaque lance, deux sur chaque casque et quatre sur chaque bouclier. Par l'emploi de lampes avec lentilles en verre de couleur, on a réalisé l'éclat du diamant, du rubis, de l'émeraude et de la topaze, et l'aspect éblouissant du spectacle était presque douloureux à la vue. L'appareil employé à cette occasion, et pour la première fois sur une scène théâtrale, est l'invention brevetée de M. Trouvé, de Paris. Les évolutions des amazones ainsi éclairées par la lumière électrique ont produit un effet merveilleux, et elles ne se sont retirées de la scène que pour laisser la place à une nouvelle surprise.

(*The Illustrated Sporting and Dramatic News.* — 26 avril 1884.)

Comme effet scénique, où a-t-on jamais vu quelque chose qui égale le ballet électrique des amazones dans le dernier acte? Cinquante belles danseuses revêtues d'armures d'un modèle charmant, après avoir exécuté diverses évolutions brillantes, avec une précision et une grâce parfaites, ont fait halte, et, soudain, on a vu apparaître sur leurs boucliers, leurs casques, leurs cuirasses scintillantes, et même au bout de leurs lances, une éblouissante illumination électrique de l'aspect le plus enchanteur qu'il soit possible d'imaginer. Les couleurs étaient variées et brillaient d'une manière intense; l'effet obtenu en contraste avec le feuillage sombre de la forêt placée au dernier plan de la scène, a été absolument saisissant de splendeur et de nouveauté. Tout Londres en parlera quand tout Londres l'aura vu. Rien qu'on puisse comparer à un spectacle de ce genre n'a encore apparu sur la scène moderne.

(*The Era.* — 20 avril 1884.)

Rien d'aussi brillant que le ballet électrique n'a paru jusqu'à présent sur la scène anglaise. Les danseuses du ballet sont revêtues de costumes de diamants, de rubis, d'émeraudes et de topazes, et l'effet de la lumière électrique qui brille sur ces costumes étincelants est presque trop éblouissant pour l'œil. La splendeur de ce ballet est sans précédent dans les annales de ce genre de représentations.

(*The Stage.* — 25 avril 1884.)

Relativement aux effets obtenus, rien de ce qui a paru jusqu'à ce jour sur une scène anglaise n'a égalé le « ballet électrique des cinquante amazones ».

dans lequel, à un moment donné, une nuée d'étoiles scintillantes se mettent à briller avec éclat sur les casques, les lances et les boucliers.



FIG. 105. -- Une des cinquante amazones parées des bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé. — Ballet de Chilpéri; à *Empire Theater*, à Londres.

Quand toutes les scènes d'une pièce sont charmantes, il est difficile de décider à laquelle on peut donner la préférence; mais si la pièce ne dépendait

que d'une seule scène, la « Revue de Minuit » serait suffisante à elle seule pour assurer le succès de « Chilpéric ».

(*Society*. — 26 avril 1884.)

..

Le « ballet électrique des amazones » est tout à fait nouveau comme mise en scène et comme action. On y voit environ cinquante amazones munies chacune d'un casque illuminé et portant aussi une lance et un bouclier. Au début de leur entrée en scène, elles offrent le coup d'œil ordinaire d'une troupe magnifiquement costumée, mais soudainement, les piles électriques Trouvé étant mises en circuit, l'effet produit est magique ; chaque guerrière se trouve éclairée subitement par six lumières électriques, aux applaudissements enthousiastes des nombreux spectateurs.

(*Weekly Times*. — 20 avril 1884.)

..

Le ballet électrique, dans lequel cinquante amazones portent une lumière électrique sur leur casque, au bout de leur lance et sur leur bouclier, est éblouissant. Le « ballet électrique des cinquante amazones » attirera assurément toute la ville pendant de longs mois encore.

(*Lady's Pictorial*. — 26 avril 1884.)

..

Le ballet électrique des amazones du sixième tableau est particulièrement remarquable. Chacune des cinquante amazones qui y prennent part porte de brillants feux électriques sur son casque, son bouclier et sa lance, et lorsque les guerrières exécutent les évolutions d'une revue de nuit, l'effet produit est unique en son genre.

(*Weekly Dispatch*. — 20 avril 1884.)

..

Dans un des ballets, on voit soudainement briller à la pointe des lances d'une troupe d'amazones, ainsi que sur leurs boucliers et leurs casques, des lumières électriques qui rayonnent à travers des globes de couleurs différentes. L'effet est réellement très beau et très éblouissant, et il serait difficile d'en trouver actuellement un analogue sur les scènes des théâtres de Londres.

(*News of the World*. — 20 avril 1884.)

..

Les ballets sont très jolis, notamment celui dans lequel chacune des dan-

seuses porte trois lumières électriques : une sur le front, une autre sur une hallebarde et la troisième sur un bouclier.

(*Times*. — 19 avril 1884.)



FIG. 106. — Mondaine parée d'un phare et d'un bouquet de corsage électrique lumineux de M. Gustave Trouvé.

Les ballets sont superbes et surprenants, et l'un d'entre eux produit un effet incomparable : c'est celui où la lumière électrique est mise en action et jaillit soudainement de la lance, du bouclier et du casque de cinquante amazones, en traversant des verres de couleur.

(*Lloyd's*. — 20 avril 1884.)

La grande exhibition de lumière électrique portative, brillant à travers des globes de couleur, appliquée à des armures défensives, donne aux gracieuses artistes qui en sont parées, l'apparence merveilleuse de messagers de la lumière marchant aux sons d'une musique martiale. Ce spectacle, ainsi que d'autres surprises trop nombreuses pour être mentionnées ici et qui n'ont rien de commun avec la trame de « Chilpéric » ne peut manquer d'attirer tout Londres, à « Empire Theater », pendant plusieurs mois encore.

(*Daily Telegraph*. — 18 avril 1884.)

Les costumes sont des plus magnifiques, de même que les ballets, spécialement celui dans lequel cinquante amazones, marchant sur la scène, font soudainement jaillir de leurs lances, leurs casques et leurs boucliers, la lumière électrique qui brille en traversant des verres diversement colorés. Cette application fera à elle seule la réputation du théâtre.

(*Morning Post*. — 18 avril 1884.)

Le summum de la splendeur a été atteint dans le ballet électrique, auquel ont pris part cinquante amazones revêtues d'armures et munies de lances et de boucliers, projetant les feux de plusieurs petites lumières électriques à travers des verres de couleur. Ce spectacle attirera, sans aucun doute, toute la ville.

(*Daily News*. — 18 avril 1884.)

Le ballet, auquel cinquante jolies amazones étincelantes de lumière électrique ont pris part, a obtenu un succès énorme. Des lumières éblouissantes brillaient sur chaque casque, illuminaient le bout de chaque lance et étincelaient sur chaque bouclier; et comme pendant que cette armée d'amazones exécutait ses savantes évolutions, la scène s'éclairait et s'assombrissait alternativement, l'effet a été des plus brillants.

(*Pull Mall Gazette*. — 18 avril 1884.)

La direction du théâtre a eu tellement à cœur de préparer une représentation qui attire de suite les amateurs de théâtre, qu'on prétend qu'une seule

scène, celle où se trouve le « ballet électrique », revient à mille livres environ. Cet effet est certainement nouveau. La scène représente le camp des Goths par

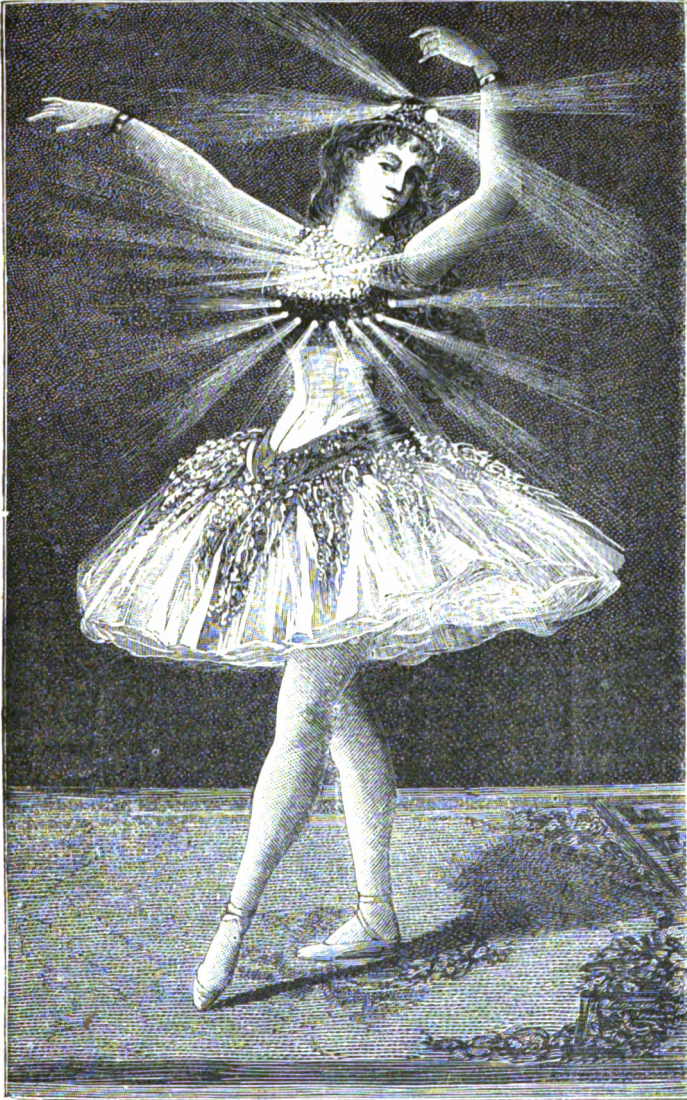


Fig. 107. — Première danseuse de ballet parée des bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé.

un clair de lune, et à cet endroit de la pièce se trouve intercalé un grand ballet militaire.

Chacun des cinquante guerriers recouverts de cottes de mailles, qui pren-

nent part à ce ballet, porte des étoiles électriques sur son bouclier, sur son casque et au haut de sa lance. Cet effet a été d'autant plus beau que les



FIG. 108. — La Signora Zanfreta, première danseuse du théâtre du Châtelet, à Paris, parée, dans la « Poule aux œufs d'or », des bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé.

lampes électriques sont disposées de manière à éclairer des verres colorés, figurant des groupes de pierres disposés sur le casque et le bouclier.

(*The Echo*. — 18 avril 1884.)

Au troisième acte, un brillant effet a été produit par l'entrée de quarante danseuses qui portaient des lumières électriques sur leur tête, à la pointe



FIG. 109. — La Signora Zanfreta, première danseuse de l'Eden-Théâtre à Paris, parée des bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé.

de leur lance et sur leur bouclier; le bouclier semblait être muni de quatre lumières, grâce à l'effet produit par des miroirs réflecteurs. Ce tableau a été vivement applaudi.

(Daily Chronicle. — 18 avril 1884.)

..

Le clou de ce spectacle, un ballet électrique, devrait attirer tous les Londonniens qui attendent souvent, pour aller voir un ballet, le prétexte de l'arrivée de ces parents de province réputés fort amateurs, lorsqu'ils visitent la métropole, de tous les établissements affectés au culte de la danse.

(*Funny Folks.* — 3 mai 1884.)

..

Mais la surprise de la soirée est l'illumination instantanée d'une armée d'amazones recouvertes d'armures, et portant chacune une lumière électrique à son casque, une autre à la pointe de sa lance et une troisième sur son bouclier.

(*Modern Society.* — 26 avril 1884.)

..

Il y a un ballet espagnol, un ballet d'amazones et un ballet électrique; ce dernier constitue une scène dont la beauté ne peut être surpassée; les boucliers, les lances et les haches d'armes d'une foule d'amazones y sont ornées de pierreries jetant des feux éblouissants.

(*Reynold's.* — 20 avril 1884.)

..

Les points principaux de la représentation de l'« Empire » sont des scènes variées entremêlées de ballets. L'un de ces ballets est une danse d'amazones dont les armures d'argent, les lances et les boucliers, scintillent soudainement sous les feux de trois cents lumières électriques. On s'imagine combien cette scène est charmante.

(*The London Figaro.* — 26 avril 1884.)

..

Le ballet électrique du troisième acte surpasse tout ce qu'on a tenté jusqu'à présent sur la scène et mérite, à lui seul, une visite.

(*The Queen.* — 26 avril 1884.)

..

La richesse de la mise en scène, doublée par un habile emploi de la lumière électrique portable, est très frappante.

(*The Graphic.* — 26 avril 1884.)

La pièce a été montée avec un luxe de prodigue, elle contient trois ballets somptueux dont l'un est un « ballet électrique de cinquante amazones »,



FIG. 110. — Candélabres vivants représentés à l'Eden-Concert de Paris, par Bruet et Rivière, parés des bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé.

chaque danseuse porte dans ce ballet trois lampes électriques, qu'elle peut allumer ou éteindre à volonté.

(*The Whitehall Review*. — 24 avril 1884.)

On ne saurait trouver plus d'unanimité. Toutes ces appréciations, venant spontanément, ont un double prix, parce que l'étranger n'est pas toujours tendre pour nos savants, nos inventeurs, nos écrivains, nos artistes. Aussi n'avons-nous pas hésité à les présenter.

S'il nous fallait, cependant, donner ici toutes les applications des bijoux électro-lumineux de M. Gustave Trouvé, un volume ne suffirait pas. Tout en nous limitant, nous devons ajouter avant de terminer ce chapitre la jonque japonaise de M^{me} de Nabat, jonque surmontée d'une pagode chinoise en fleurs électro-lumineuses de M. Gustave Trouvé. Ce fut à l'unanimité qu'elle obtint le premier prix dans une fête nautique de bienfaisance, donnée sur la Marne en 1887, et pour laquelle elle avait été créée. Le jeu d'un commutateur permettait d'éclairer à volonté l'intérieur ou l'extérieur de la jonque, ou même tout le navire à la fois. La lumière électrique vue, tantôt par transparence et tamisée par le feuillage ou les corolles des fleurs, tantôt directement, était du plus bel effet. Citons encore l'île Fleurie de M. Gustave Trouvé, à la fête de Chatou, le char de Neptune, dans une fête de Fantoches à Valparaiso, le flambeau d'Ascanio, les cannes lumineuses et les cannes torpilles et le surtout lumineux; enfin sa sirène qui inaugure de nouveau un genre de bijoux non lumineux, mais bien bruyants.

Ile fleurie. — Nous transcrivons du *Chat noir*, du 18 août 1888, les lignes suivantes :

La grande représentation de cette semaine a été donnée à Chatou. Spectacle nautique diurne et nocturne en plusieurs actes et énormément de tableaux, représenté sur une scène unique au monde. Immense succès. Auteurs, acteurs, actrices ont été acclamés, bissés et même embrassés. Le plus grand lampiste de notre époque et des autres, avait été chargé de l'éclairage; le nommé Soleil a mérité tous les éloges. C'est dans le ravissant décor qui se déroule entre les deux ponts de Chatou que la représentation a eu lieu.

La première partie se composait de régates masculines et féminines, de courses au canard et de joutes à la lance. Charmante innovation, la régata féminine. Toutes jeunes et la plupart jolies, ces rowingwomen luttent avec un acharnement et une énergie qui font plaisir à voir. Une seule critique. Le costume qu'elles ont adopté pour ramer n'est ni gracieux ni pratique, on trouvera certainement mieux. Toutes les courses, parfaitement organisées, ont été très intéressantes. Des bijoux étaient offerts en prix aux dames, et des objets d'art aux messieurs.

Les courses de canards et les joutes à la lance ayant été dirigées par M. Fournaise, conseiller municipal de Chatou; il serait superflu de dire qu'elles ont admirablement réussi.

Entr'acte pendant lequel un joyeux dîner de plusieurs centaines de couverts a été admirablement servi par les *trois* bonnes de l'hôtel.

Aussitôt après le dîner, les deux bords de la rivière ont été illuminés et la fête vénitienne a commencé. Elle était simplement éblouissante. Comme une plume, pas mal plus autorisée que la nôtre, pourrait seule vous la dépeindre,

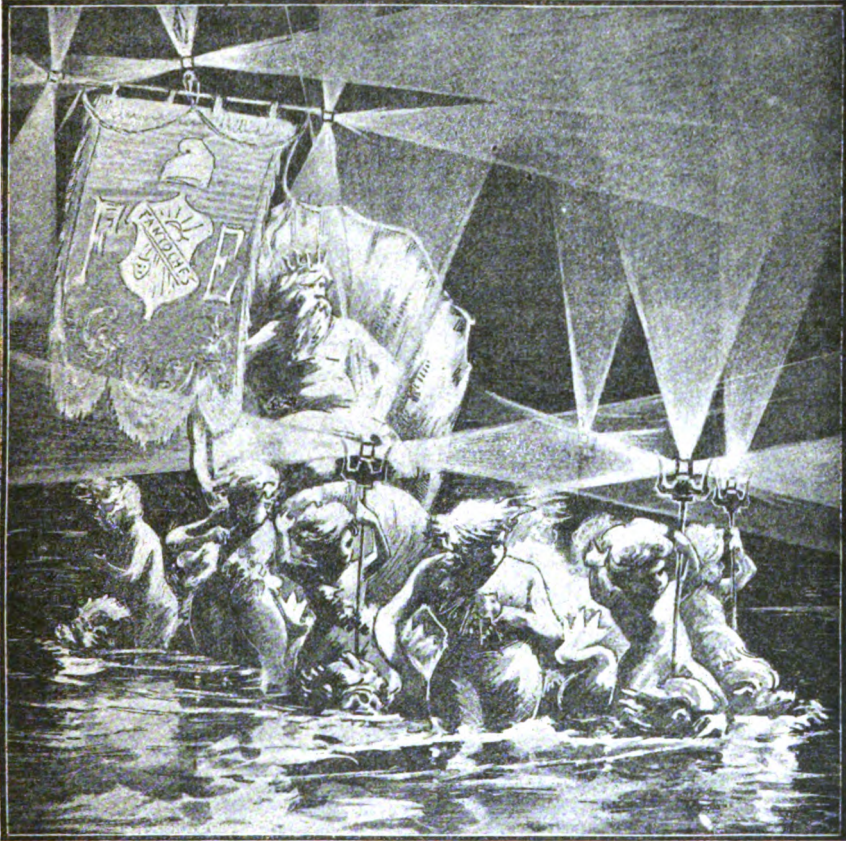


FIG. 111. — Char de Neptune décoré électriquement par M. Gustave Trouvé, pour une procession de Fantoques, à Valparaiso.

nous nous bornerons à essayer de vous décrire les embarcations les plus étranges et les plus remarquables.

La plus curieuse était certainement celle de M. Trouvé, l'électricien bien connu.

Elle représentait une île flottante, — l'île Fleurie, disait un poteau indicateur lumineux. — Sous la simple pression d'un bouton électrique, des milliers de fleurs et de fruits de toutes couleurs jaillissaient et scintillaient dans tous les buissons et instantanément changeaient de couleur. L'effet était

surprenant. Venait ensuite une tour Eiffel illuminée de haut en bas et voguant sans bruit sur la rivière. Elle n'avait peut-être pas les trois cents mètres réglementaires, mais peu s'en manquait. Parmi les navires de moindre importance, nous avons remarqué une yole, très simplement décorée, avec des feux vert clair, très jolie couleur sur l'eau, la nuit. Un chasse-canard nous a aussi séduit par les courbes élégantes de ses feux oranges et blancs; enfin, une yole entièrement garnie de lanternes japonaises nous a paru, vue de près, la plus artistiquement illuminée, mais au large elle se confondait avec les centaines d'embarcations qui incendiaient la rivière. La représentation a fini par le feu d'artifice obligatoire, suivi d'un bal enragé, dansé sous une tente très originalement décorée par un de nos jeunes artistes du plus grand avenir.

Et chacun s'en fut couché, enchanté, ravi, mais harassé de fatigue.

Pardon, un oubli impardonnable. Pendant toute la durée de cette fête, la faufare de Chatou, sous l'habile direction de son chef, a versé des torrents d'harmonie. La Seine a manqué déborder.

Baron B...

Dans le même ordre d'idées et parmi les quarante chars décorés électriquement par M. Gustave Trouvé pour une procession de Fantoques, à Valparaiso, au Chili, citons, pour sa belle exécution et son grand effet artistique le *char de Neptune* entouré de ses traditionnels tritons et sirènes. Le dieu est armé de son trident. Tous les tridents dont le cortège est armé jettent, de toutes parts, des feux éblouissants et multicolores. L'effet, nous le répétons, est digne des descriptions féeriques des *Mille et une nuits*. La figure 111 est une reproduction très fidèle du Char de Neptune, obtenue par une photographie directe.

Flambeau d'Ascanio. — On se souvient de la *première d'Ascanio*, donnée à l'Opéra le 21 mars dernier. Tous les décors sont fort beaux, et les directeurs, MM. Ritt et Gaillard, n'ont rien négligé pour encadrer d'une manière digne de notre Académie nationale de musique l'œuvre du célèbre voyageur, M. Camille Saint-Saëns.

Au troisième acte, dans le décor du jardin de Fontainebleau, dominé par la forêt, se danse le ballet mythologique, composé par M. Louis Gallet, l'auteur du livret; Phœbus-Apollon, sous les traits de M^{lle} Torri, apparaît avec le flambeau du génie (fig. 112), au milieu du gracieux cortège des neuf muses.

Les directeurs de l'Opéra désiraient un flambeau léger, de dimensions ordinaires, c'est-à-dire assez restreintes, s'alimentant par lui-même pendant douze à quinze minutes consécutives, de façon à supprimer toute batterie indépendante et les fils conduc-

teurs qu'il eût été difficile, d'ailleurs, de dissimuler dans les vêtements de la danseuse.

Ils s'adressèrent à M. G. Trouvé, dont l'habileté est hors de pair dans la construction de ces bijoux électriques qu'il a inventés.

Le flambeau qu'il leur construisit renferme six petits accumu-



Fig. 112. — Phœbus-Apollon et le flambeau du génie (Système G. Trouvé) dans le ballet d'*Ascanio*, à l'Opéra.

lateurs et une lampe à incandescence dissimulée dans les flammes multicolores.

La difficulté consistait à renfermer dans le manche de la torche des accumulateurs assez puissants pour produire une lumière éclatante, d'une durée de douze à quinze minutes; et cependant le flambeau devait être assez léger pour être porté et manié facilement par une jeune femme.

M. Trouvé a donc construit de petits accumulateurs disposés au nombre de six dans le flambeau, trois à la partie inférieure et

trois à la partie supérieure (fig. 113 et 114). Ces accumulateurs sont formés de lames de plomb de 5 centimètres de hauteur et de 7 de largeur. Les deux lames présentent une surface de 35 centimètres carrés et sont enroulées l'une sur l'autre; elles sont conte-



FIG. 113.
Vue du flambeau d'Ascanio.

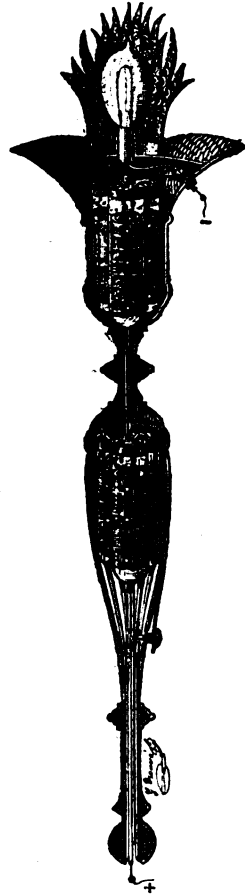


FIG. 114. — Coupe du flambeau d'Ascanio
avec accumulateurs.

Disposition et dessin de M. G. Trouvé.

nues dans un étui cylindrique en verre, consolidé lui-même par une enveloppe de gutta-percha en feuille.

La distance réservée entre les deux lames polaires a une grande importance pour des accumulateurs aussi petits. Si, en effet, pour augmenter la surface de ces lames, on réduit par trop l'espace qui les sépare, la résistance est insuffisante et la charge

diminue trop rapidement; si, par contre, on les éloigne de quelques millimètres, les surfaces actives sont trop faibles et elles ne sont plus en rapport avec l'énergie qu'on leur demande.

Entre ces deux voies extrêmes, l'expérience doit décider. C'est ce que M. Trouvé a justement pensé et il s'est arrêté à 1^{mm},5 pour l'écartement des lames polaires. La charge qu'il obtient dans ces conditions est suffisante non seulement pour une seule représentation, mais pour deux, séparées, ainsi qu'on le sait, par quelques jours d'intervalle. Les deux petites batteries ont leurs éléments réunis en tension et peuvent fournir, pendant trente à quarante minutes, un courant de 3 ampères et 10 volts, soit 30 watts.

M. Trouvé a combiné ingénieusement les communications électriques entre la lampe, les éléments et le commutateur.

Les fils conducteurs de la source d'électricité destinée à charger les accumulateurs aboutissent aux points + et —. Le courant entre en +, arrive à la batterie inférieure, suit la masse métallique et parvient à la batterie supérieure; de là, il gagne le contact — et revient à la batterie de charge. De cette façon, la lampe à incandescence reste en dehors du circuit. Celle-ci, en effet, est en relation, d'une part, avec le pôle négatif de la batterie supérieure et, d'autre part, avec un long conducteur central parallèle au premier qui aboutit près du pôle +, dont il est isolé, et leur jonction ne se fait précisément que par un bouton de pression ou commutateur, isolé lui-même de la partie métallique du flambeau.

L'examen de la figure permet de suivre facilement la marche du courant. Quand l'artiste veut faire paraître son flambeau lumineux, elle presse sur le bouton; le circuit se trouve fermé, le courant passe et la lampe à incandescence s'illumine. L'effet est tout à fait scénique et le résultat obtenu à l'Opéra fait le plus grand honneur à M. Gustave Trouvé, qui a conçu, dessiné et exécuté ce flambeau de sa propre main en moins de trois jours.

Le poids de chaque élément est de 70 grammes, soit 420 grammes pour les six éléments. En ajoutant le poids, bien léger d'ailleurs, du flambeau, on obtient environ un demi-kilogramme pour poids total de l'appareil; cela n'a rien d'exagéré, on en conviendra.

Supposons le flambeau rendu à lui-même, c'est-à-dire séparé de la batterie de charge et en état de fonctionner; si la danseuse appuie du doigt sur le bouton, la liaison des deux conducteurs parallèles et isolés normalement l'un de l'autre s'opère, le courant passe et le flambeau jette un faisceau de lumière de toutes couleurs pendant tout le temps que dure la pression du doigt. Si, au con-

traire, celle-ci vient à cesser, la lumière s'éteint et les batteries rentrent au repos.

Les flammes enveloppant la lampe à incandescence et composées de pierres à facettes rouges à la partie inférieure, jaunes au



FIG. 115.
Vue du flambeau d'Ascanio.

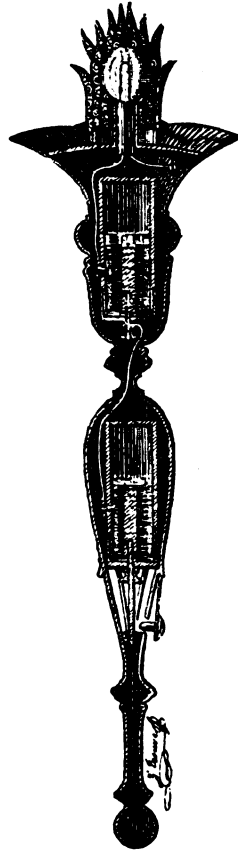


FIG. 116. — Coupe du flambeau d'Ascanio,
avec piles de M. G. Trouvé à renversement.
Disposition et dessin de M. Trouvé.

milieu et blanches à leur extrémité, ont été choisies et disposées ainsi par M. G. Trouvé pour donner l'illusion parfaite du feu vacillant d'un flambeau antique.

L'emploi des accumulateurs était tout dicté à l'Opéra, qui dispose d'un personnel compétent et d'une installation électrique très bien montée. Pour les théâtres moins favorisés, M. G. Trouvé a combiné un autre modèle (fig. 115 et 116), qui n'est qu'une

variante du premier; il n'en diffère que par la source électrique qui le met en jeu. Les piles de M. Trouvé, à renversement, remplacent ici les accumulateurs.

La figure 116 montre la coupe de ce flambeau.

Placé la tête en bas, celui-ci est au repos ainsi que les batte-

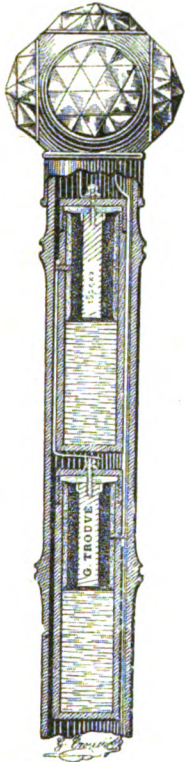


Fig. 117.
Canne-phare de M. G. Trouvé.

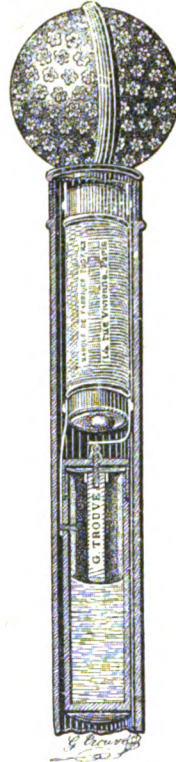


Fig. 118.
Canne-torpille de M. G. Trouvé.

rics. Mais il brille du plus vif éclat dès qu'on le redresse et que l'on agit sur le commutateur.

Cette nouvelle disposition permet de se passer d'une source extérieure d'électricité; les accumulateurs ont, en effet, l'inconvénient d'exiger trop de précautions, puisqu'un courant trop puissant pourrait les mettre hors de service.

Ces deux genres de flambeaux électriques de M. Trouvé ont figuré à l'Exposition de physique de Paris, où ils ont été très remarquables. Ils ont eu aussi les honneurs d'une description dans la

Nature et la Science pour tous, voire même dans les très sévères publications : *le Génie civil*, *l'Electricien* et *la Lumière électrique*.

A l'Opéra, son apparition est toujours saluée d'unanimes applaudissements.

M. G. Trouvé était d'ailleurs tout préparé pour mener à bien et réaliser sous une forme tangible les désirs exprimés par les directeurs de l'Opéra, MM. Ritt et Gailhard, pour leur ballet d'Ascanio.

Le flambeau d'Ascanio, en effet, n'est qu'une variante de ses cannes lumineuses, déjà bien connues.

Dans celle-ci, la lampe à incandescence, au lieu d'être entourée de flammes en pierreries, comme dans le flambeau d'Ascanio, est placée au milieu d'un petit phare formant la pomme de la canne (fig. 117). Deux petites piles hermétiques de M. Gustave Trouvé, à renversement, sont placées dans le bâton et alimentent cette lampe, dont l'intensité est largement suffisante pour lire son journal ou rentrer chez soi. Pour avoir de la lumière, il suffit de retourner sa canne.

Dans le même ordre d'idée, M. G. Trouvé a également réalisé depuis de longues années une canne-torpille (fig. 118), dont l'appareil électrique de sa trousse électro-médicale (fig. 60) est l'âme ; la pomme est formée de deux calottes hémisphériques, isolées électriquement l'une de l'autre, représentant les deux électrodes.

Dans la position normale de la canne, la pile est au repos et le promeneur n'éprouve aucune sensation ; retournée, elle donne, au contraire, une violente secousse, plus que désagréable, dangereuse même, pour l'imprudent qui en saisit la pomme. Les deux calottes formant les électrodes, munies de deux petites pointes acérées pour traverser simplement les vêtements, en font une arme de défense qui n'est pas à dédaigner.



Fig. 119. — Sphère sirène de M. Gustave Trouvé.

Nous décrirons, dans le chapitre consacré à la navigation électrique, le signal d'avertissement imaginé par notre inventeur pour ses canots, dont la marche est rapide et silencieuse. Il a voulu rendre cet appareil aussi utilitaire que possible et, avec son inépuisable esprit d'invention et de simplification, il en a fait des

réductions portatives sous formes variées de pommes de cannes, de parapluies, d'ombrelles, de médaillons, de sphères ornementales et même de montres (fig. 119, 120 et 121). On souffle, et le bruit est strident et prolongé, et en même temps que l'on possède

une canne de luxe ou un bijou élégant, on dispose d'un avertisseur qui, en cas de danger, sert d'appel au secours. Voici d'ailleurs ce qu'en dit un de nos maîtres, M. *Henri de Parville*, dans sa « *Revue des Sciences* » au *Journal des Débats*, du 29 juillet 1886 :

La canne de M. Trouvé est une toute petite invention qu'il convient de ne pas dédaigner; elle peut rendre des services. M. Trouvé est bien connu par ses bateaux électriques, il construit des petits bateaux qui naviguent... comme par enchantement. On pousse un ressort et voilà le canot qui file à la vitesse de

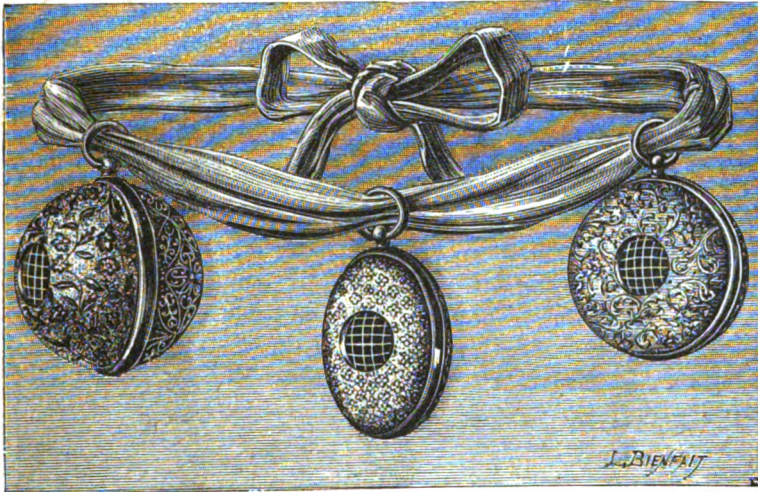


FIG. 120. — Signal de sûreté, sous formes de sphère ornementale, de médaillon, de montre, du système de M. Gustave Trouvé.

12 kilomètres à l'heure. Une pile puissante, un moteur électrique, et il n'y a plus qu'à bien tenir le gouvernail. Il manquait à cette installation une sirène, une sorte de trompette pour signaler la marche rapide de ces bateaux silencieux et éviter les collisions. On ne pouvait naturellement se servir du sifflet, ou de la sirène à vapeur. M. Trouvé a réalisé une sirène à air comprimé. On appuie sur un soufflet et l'air se rend par un tube à la sirène. Cette sirène consiste dans deux disques percés de trous se correspondant, mais inclinés en sens contraire. L'un de ces disques est fixe et l'autre mobile.

L'air comprimé traverse le disque fixe, rencontre les trous inclinés du disque mobile et par sa pression entraîne celui-ci dans un mouvement de rotation très accéléré.

Le son débute par un bruit rauque, passe rapidement par toute l'échelle de la gamme pour arriver à une note aiguë, stridente et soutenue. Cela déchire l'oreille.

On a souvent besoin, par le temps qui court, d'être entendu de loin et

d'appeler au secours. M. Trouvé a eu la bonne idée d'enfermer une de ces sirènes, réduites à des dimensions exigües, dans la pomme d'une canne, d'un parapluie. Le souffle humain remplace l'air comprimé du soufflet. On applique la bouche sur la sirène, et aussitôt retentit un bruit déchirant, sauvage, d'un timbre indescriptible. Cette sirène fait plus de bruit qu'un coup de revolver. Elle a l'avantage au moins de se porter sans danger. Elle pourra servir aussi de signal pendant les excursions à la mer et à la montagne. *Utile dulci!*

Nous ne pouvons quitter ce chapitre, consacré aux bijoux, sans inscrire le souvenir d'une journée historique dans les fastes de

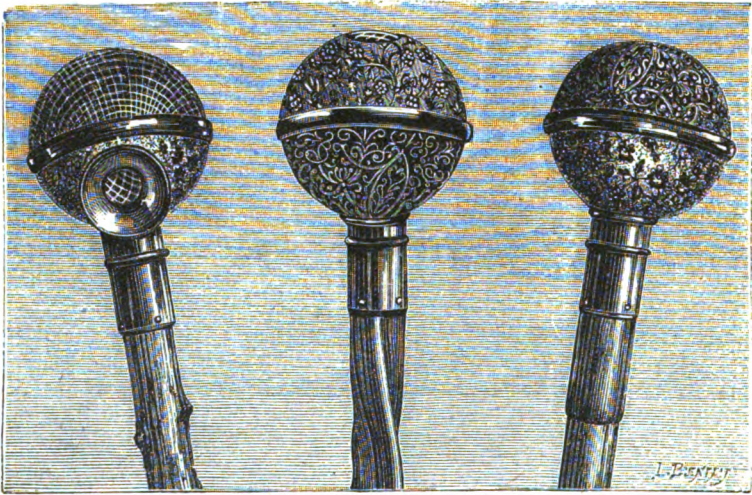


FIG. 121. — Signal universel à main ou canne de sûreté, système de M. Gustave Trouvé. — 3 modèles variés.

notre temps et dans laquelle la lumière électrique de M. Gustave Trouvé a joué un rôle prépondérant.

Nous en tracerons les principaux souvenirs d'après l'*Illustration* du 19 février 1887. Son éminent directeur, M. Lucien Marc, a pensé, avec raison, qu'il fallait garder la mémoire de cet événement et par le dessin et par la plume.

« Le 1^{er} février précédent, nous avons été convoqués au Ministère des finances, dans le palais du Louvre, afin de reconnaître, parmi les bijoux et les objets précieux dont est formée la collection des Diamants de la Couronne, ceux qui avaient été choisis précédemment pour être remis au fondeur de la Monnaie. On sait que la commission, chargée de fixer les destinations à donner aux fameux diamants, a décidé qu'une partie en serait mise

en vente, qu'une autre serait répartie entre les collections minéralogiques du Museum et de l'École des mines, que le reste, enfin, serait détruit. On nous avait donc réunis le 1^{er} de ce mois pour reconnaître définitivement les objets à détruire.

« A notre arrivée au Ministère, je trouvai nombre de personnes convoquées pour le même objet : des inspecteurs de l'Enregistrement et des Domaines, des inspecteurs des Finances, le directeur de la Monnaie; M. Luuyt et M. Adolphe Carnot, représentant l'École des mines, et frère cadet du Président actuel de la République française; Descloiseaux et Jeannetaz, représentant le Museum d'Histoire naturelle; un expert, un photographe, un électricien et ses aides. On nous prévint que l'opération aurait lieu dans l'un des caveaux dont se compose le sous-sol des bureaux du Ministère des finances et qui est voisin de celui où est déposée la caisse contenant les Diamants de la Couronne. Montrer les diamants au grand jour eût été une entreprise d'une extrême difficulté, à cause des formalités administratives qu'elle eût exigé. Gravier un escalier, chose ordinaire pour vous ou moi, devient une chose extraordinaire pour une caisse dont le contenu en pierreries, bijoux, perles, etc., est évalué à la somme assez ronde de 22 millions. Les bureaux auraient dû se mettre en mouvement et personne n'ignore, en France, qu'intéresser les bureaux à une affaire, c'est remettre sa solution aux calendes grecques. Or, comme il fallait absolument en finir avec les Diamants de la Couronne, la Commission avait décidé de se passer du concours des bureaux. Ce qui eût été compliqué au rez-de-chaussée devenait simple au sous-sol.

« Nous nous rendimes donc sur le théâtre de l'opération avec plusieurs des personnes convoquées. Après avoir traversé une partie de l'immense salle bien connue des gens qui, à la fin de chaque trimestre, y viennent toucher leurs rentes, nous arrivâmes devant un escalier en colimaçon conduisant aux profondeurs obscures du sous-sol.

« Les conversations, animées jusque-là, se ralentirent; cette descente, aux régions des millions, impressionnait certainement les assistants. Le silence se fit entièrement, un silence quasi-religieux, lorsqu'ils arrivèrent au bas de l'escalier, dans un caveau ayant un faux aspect de grotte de féerie avant le coup de baguette de la fée : à droite, à gauche, des voûtes surbaissées portées par des piliers trapus; en face de nous, des murs couronnés de grilles rébarbatives, donnant l'impression d'un voisinage de cachots; puis, au fond, à la clarté sépulcrale de trois becs de gaz, entre une table recouverte d'un tapis vert et une file d'armoires numé-

rotées, où les garçons de bureau déposent leurs vêtements, un groupe d'hommes causant à mi-voix.

« Eux aussi devaient assister aux constatations finales.

« Ils écoutaient attentivement M. Dauphin, l'honorable ministre des finances. Il avait amené sa femme et sa fille, une jeune et jolie personne, qui prenait visiblement plaisir à entendre son père parler bijoux et diamants. Au nombre des assistants, je remarquai MM. Alem, payeur de la dette publique; Defauconpret, chef du bureau des recettes; Escribe, commissaire-priseur; Touroude, de l'administration de l'enregistrement; Vanderheyem, l'expert en diamants, etc., tous ces messieurs debout auprès de la table, tandis que le photographe, E. Berthaud, installait son objectif à côté d'une balustrade voisine, et que M. Gustave Trouvé, l'éminent électricien, montait, avec ses ouvriers, la lampe devant fournir le foyer de lumière électrique nécessaire à la photographie des bijoux. Ce fut l'affaire de quelques minutes; la lumière jaillit éclatante, une lumière blanche de lune d'hiver, qui promena et entremêla nos ombres à la surface des voûtes.

« — Messieurs, dit alors l'un de nous, je crois que nous pouvons commencer.

« Tout le monde s'inclina, et MM. Tiphaine, directeur de l'Enregistrement et des Domaines; de Marcihae, caissier contral, et de Boisdeffre, contrôleur général du Ministère des finances, se dirigèrent vers le caveau contenant la caisse aux diamants. Cette caisse est déposée dans un coffre à trois clefs. Chacun de ces trois messieurs en possède une, de sorte que le coffre ne peut être ouvert que lorsqu'ils sont présents tous les trois. Témoin fidèle, je dois dire que, en se dirigeant vers le caveau grillé où est placé le coffre, ils avaient une attitude tout à fait de circonstance : la démarche grave, l'air mystérieux. Ils entrèrent dans le caveau : nous entendîmes le grincement des trois clefs dans les serrures, puis, un moment après, la caisse apparut sur un petit chariot, poussé par des garçons du ministère vêtus de l'habit bleu à boutons d'argent. Ils déposèrent la caisse devant la table au tapis vert.

« Cette fois la grotte s'illumina de feux électriques au coup de baguette de M. Dauphin. La caisse fut ouverte, et, devant nos regards éblouis, apparurent dans des écrins de toutes formes, les colliers de perles, les rivières de diamants, les bijoux, les croix enrichies de pierreries, les épées d'or ciselé, la couronne impériale, etc., qui composent le trésor des Diamants de la Couronne. Ce fut sur la table un ruissellement de clartés. L'un de nous dit assez haut pour qu'on l'entendit :

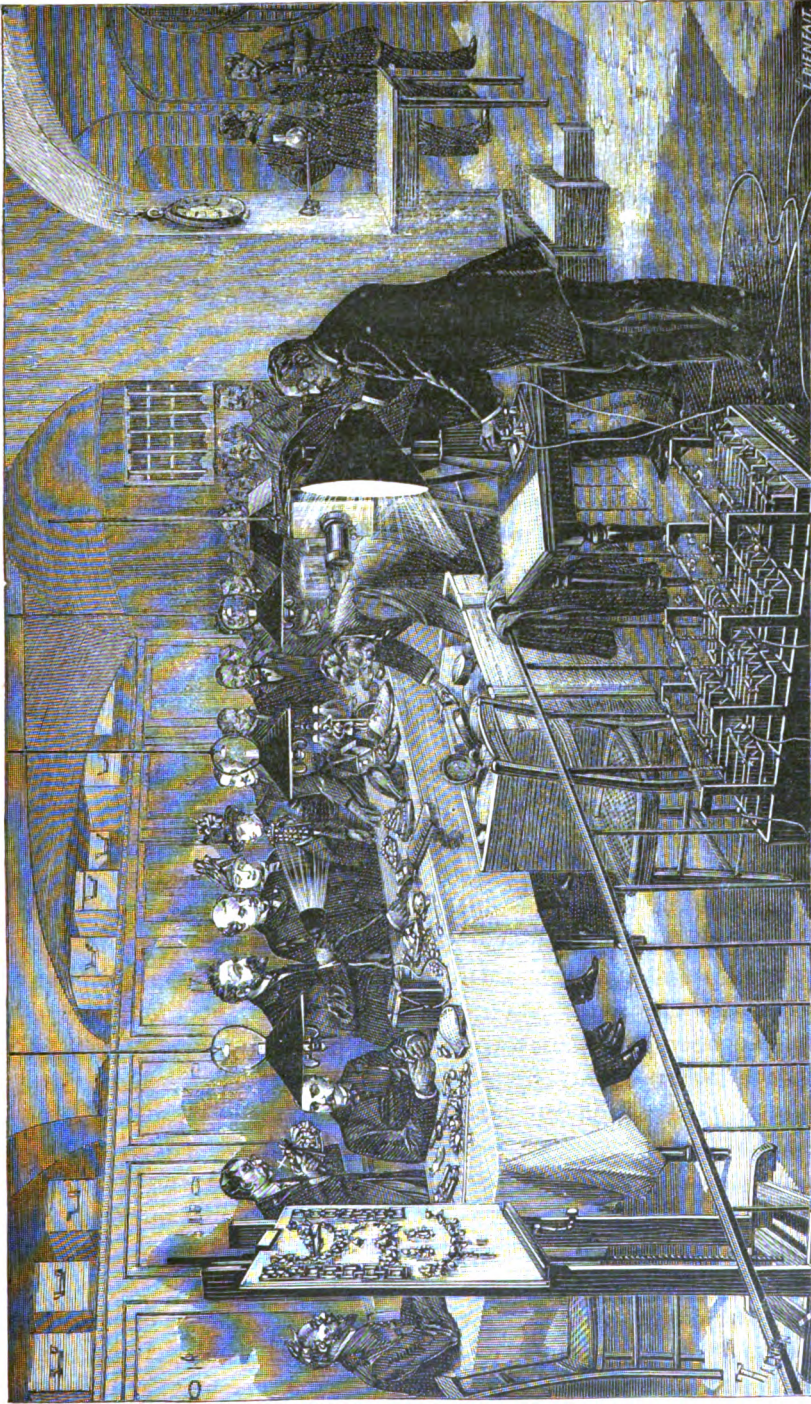


FIG. 122. — Les diamants de la couronne éclairés par la lampe électrique portative de M. Gustave Trouvé dans les caveaux du palais du Louvre, au Ministère des finances, le 1^{er} février 1887. D'après le journal *l'Illustration*. Reproduction interdite.

« — Il doit y en avoir pour une jolie somme! tandis que M^{lle} Dauphin, silencieuse et souriante, un peu troublée par l'apparition brusque de ces richesses, promenait ses regards d'un écrin à l'autre. Certainement elle se disait que les plus belles choses ont le pire destin et que ces roses, ces brillants, ces turquoises, ces perles qui avaient servi de parure à des reines, méritaient un autre sort que celui d'éblouir une commission de fonctionnaires rassemblés au fond d'un caveau.

« M^{lle} Dauphin fut tirée de ses réflexions, par un monsieur âgé, l'un de ses parents, qui lui désigna un écrin, au milieu duquel brillait un énorme diamant :

« — Le *Régent*!

« La fille du ministre eut une exclamation d'admiration; elle regardait ingénument le diamant sans oser le toucher :

« — Mais prends-le donc, lui dit son voisin; prends-le; tu pourras dire, au moins, que tu as tenu le *Régent* dans ta main!

« Tandis que M^{lle} Dauphin, rougissante et ravie, prenait le brillant et le replaçait dans son écrin, son père examinait, à la clarté d'une petite lampe à main tenue par M. Gustave Trouvé, un peigne dont les pierreries semblaient couler en ruisselets de feu entre ses doigts.

« C'est cette scène que représente notre gravure 122. Le ministre, debout derrière la table, occupe le milieu du tableau; M^{me} et M^{lle} Dauphin sont à sa gauche; M. Gustave Trouvé à sa droite; l'expert, M. Vanderheyem est assis et, plus en avant, un joaillier détache avec des pinces les pierreries de la couronne impériale, avant de la détruire à coups de marteau.

« Devant la table, on voit la caisse où sont renfermés les bijoux; au premier plan et à droite du dessin, sont l'appareil photographique et la lampe électrique, munie d'un réflecteur qui projette le faisceau lumineux sur un écran porté par un chevalet, où l'on place les objets à photographier. A la lueur blafarde de l'arc voltaïque, qui projette sur les voûtes les ombres démesurément agrandies des personnages, le tableau présente un aspect fantastique, inoubliable, et restera pour toujours gravé dans ma mémoire.

« Quelqu'un ayant fait observer que l'éblouissement de la commission devait avoir des bornes et qu'il fallait reconnaître le choix précédemment fait des diamants à vendre, à garder ou à retenir, on mit de côté, pour être conservés à raison de leur caractère artistique, historique ou de leur valeur, le *Régent*, estimé à 12 millions; une broche reliquaire, merveilleux travail de style Louis XV, enrichie de brillants de forme triangulaire; l'Épée

militaire, dite de Charles X, et qui fut montée en 1824; une montre du dey d'Alger, offerte en présent à Louis XIV; un petit éléphant noir, de Danemark, curieux spécimen d'émail; un grand rubis gravé, représentant une chimère et qui a figuré dans la Toison d'Or; une parure en pierres de couleur, de Louis XVI; un mazarin (brillant) qui commença sous Louis XIV la collection des Diamants de la Couronne; enfin un petit dragon orné d'une perle montée sur une plaque d'or émaillée.

« On reconnut ensuite les objets destinés à être détruits et livrés avec la couronne impériale de Napoléon III au fondeur de la Monnaie, deux épées à pommeau d'or ayant appartenu l'une au dauphin, l'autre à Louis XVIII, et plusieurs décorations étrangères enrichies de pierreries et de brillants. L'un des membres de la commission fit même observer que ces décorations ne pouvaient être exposées, sans inconvénient, dans un musée ou livrées au commissaire-priseur. Leur attribuer l'une ou l'autre de ces destinations eût été encourir les inconvénients d'un échange de notes diplomatiques. Les décorations furent donc, à l'unanimité, vouées au creuset de la Monnaie.

« On examina aussi les pierres à conserver pour le Muséum minéralogique : 3 briolettes (diamant), 3 rubis, 12 améthistes, 21 opales, 13 perles, 1 lot de petites perles, 2 lots de turquoises, 1 lot d'émeraudes, 1 lot de topazes roses, 1 lot de perles, 1 lot de pierres vertes, 1 diamant (portrait), puis un lot destiné à l'École des mines, et composé de rubis, d'émeraudes, de saphirs et de diamants.

« Restait, pour la vente qui doit avoir lieu au mois de mai prochain, 31.403 brillants, 21.119 roses, 2963 perles, 507 rubis, 136 saphirs, 312 émeraudes, 528 turquoises, 22 opales et 496 pierres diverses. Parmi les pierreries destinées à la vente, un grand nombre sont encore montées en colliers, en parures, en diadèmes, mais les montures seront brisées, on détruira le caractère particulier de chacun des bijoux et on pourra, sans trop encourir le reproche de profaner audacieusement des souvenirs historiques, étaler la marchandise sur la table de M. Escribe, commissaire-priseur.

« Le ministre et toutes les personnes qui l'assistaient ayant admiré les parures et en ayant fait photographier un certain nombre, les écrins furent refermés; M^{lle} Dauphin suivit des yeux le *Régent* qui allait reprendre sa place entre deux mazarins, puis les trois dépositaires des clefs du coffre aux diamants, gardant leur air sibyllin de gardiens du trésor, s'apprêtèrent à reconduire la caisse dans son noir caveau. M. Dauphin émit alors des doutes sur la possibilité de mener à bien la destruction des bijoux voués à la fonte.

« — L'opération est bien simple, répliqua un fonctionnaire qui avait une figure joufflu et rose de notaire bien portant. Voyez, monsieur le ministre, c'est ainsi qu'on s'y prend.

« Et je le vis saisir d'une main une pince dont il s'était muni, pendant que, de l'autre main, il s'emparait de l'une des épées destinées à être détruites. J'entendis le grincement de la pince sur le pommeau d'or de l'épée, dont la fine lame décrivit un cercle de lueurs. Et malgré moi, tout en reconnaissant que ce monsieur ne faisait que remplir les devoirs de son état, je ne pus me défendre d'une certaine émotion en voyant commencer la liquidation des Diamants de la Couronne par le bris d'une épée. Triste fin pour une arme... il est vrai qu'elle avait si peu servi ! La lame s'en alla d'un côté et le pommeau d'or de l'autre : l'opération était, en effet, des plus simples.

« M. Dauphin, rassuré, quitta le caveau avec sa femme et sa fille.

« Aussitôt son départ, la commission continua ses travaux de destruction. La couronne impériale eut le sort de l'épée. Quelques coups de marteau lui étaient destinés, mais un assistant eut l'idée de la déformer entre ses mains, et, d'emblème qu'elle était, elle devint un simple morceau d'or, qu'emporta le directeur de la Monnaie.

« Pendant que cette opération s'accomplissait, les assistants se murmuraient les uns aux autres, tout bas à l'oreille, le nom d'un homme qui avait, paraît-il, réclamé le privilège de détruire lui-même l'infortunée couronne. Je veux parler de M. Benjamin Raspail, qui a, il faut le reconnaître, quelque raison d'en vouloir à l'empereur défunt. M. Raspail voulait quitter sa belle et paisible résidence d'Arcueil-Cachan : — Je veux la briser, je la briserai moi-même, cette couronne, avait-il dit à maintes reprises.

« Mais l'homme propose et les événements disposent. M. Benjamin Raspail, qui a fait une chute, il y a quelque temps, est obligé de garder la maison ; il a dû se contenter de recevoir à titre de respectueux hommage le marteau qui devait servir à démolir la couronne impériale. Pour ma part, j'ai vivement regretté l'absence du député de la Seine dans les caveaux du ministère, car le spectacle d'un homme rendant à une couronne les coups de marteau reçus par lui du souverain qui la portait, eût été un intéressant épisode de la vie politique de notre temps.

« La première partie de notre mission était remplie ; on remit la destruction des autres objets au 11 février. Ce jour-là nous ne retrouvâmes que quelques-unes des personnes qui avaient été

convoquées une première fois. M. Dauphin et sa fille ne vinrent pas. Le photographe se replaça près de son appareil et M. Gustave Trouvé éclaira sa lampe. La caisse aux diamants, faite tout bonnement de bois blanc, fut ramenée avec le même cérémonial à trois clefs devant la table d'exécution, puis on biffa de l'inventaire, au fur et à mesure de leur destruction, les objets désignés. Durant la première séance, il avait été tiré des photographies d'un certain nombre de parures ; pendant cette seconde séance on en photographia encore quelques-unes. Nous allons oublier de dire qu'on nous avait adjoint deux ouvriers joailliers, dont l'un qui, dès son arrivée, sortit d'un long morceau d'étoffe, qu'il déroula sur la table, une collection d'outils : marteau, pince, échoppe, etc. Sans rire, avec ces outils et nos visages d'augures, une personne non prévenue nous eût tous pris pour des gens s'apprêtant à poser pour une seconde leçon d'anatomie devant Rembrandt.

« Ces ouvriers enlevèrent à l'échoppe les pierres d'une épée et celles d'une Berthe, travail assez rococo, commandée par l'impératrice, qui en avait vu une semblable sur les épaules d'une actrice d'un théâtre de féerie. En un clin d'œil, brillants, perles, topazes et rubis sautèrent sur le tapis vert, et le métal précieux, qui leur servait de monture, fut soigneusement pesé dans des balances de précision que notre dessin reproduit sous leurs cages de verre, puis remis au directeur de la Monnaie. Les décorations étrangères eurent le même sort, avec cette particularité que les roses, serties dans l'argent des rayons fixés au noyau des croix, étant en trop grand nombre pour qu'on pût les faire sauter une à une à l'échoppe, on décida de placer le tout dans un vase plein d'acide azotique. On sait que l'acide azotique dissout l'argent. Une fois le métal dissous, on n'aura qu'à recueillir les roses au fond du vase.

« — Mais le métal sera perdu, a dit un membre de la Commission, et nous ne retrouverons pas notre compte.

« On lui a fait remarquer que la somme ainsi sacrifiée ne dépasserait pas 2 à 3 francs par décoration, ce qui est un déficit minime pour une vente devant s'élever à plusieurs millions. Il a bien voulu passer outre.

« L'œuvre de destruction accomplie, les parures ont été déposées dans la caisse une à une, après appel nominal. La caisse fut ensuite fermée et reconduite en lieu sûr, tandis que les métaux lingotés étaient portés à la Monnaie pour être convertis en louis d'or ou en pièces d'argent. »

La vente des diamants au pavillon de Flore a eu lieu, on le

sait, avec un grand appareil. On a garni la salle de vente des plus belles tapisseries des Gobelins et on l'a meublée avec les fauteuils



FIG. 123. — Bouquet de fleurs lumineuses de M. G. Trouvé.

et les tables du Garde-Meuble. Acheteurs et acheteuses se sont partagés à coups d'enchères les dépouilles de la France royale et impériale.

Enfin nous terminons ce très intéressant chapitre des bijoux radieux de M. G. Trouvé, par l'offre à nos charmantes lectrices d'un bouquet..... *Le bouquet de fleurs lumineuses de M. G. Trouvé.*

Ce bouquet (fig. 123), composé de ces magnifiques fleurs dont Paris conserve le secret pour la légèreté, la fraîcheur et l'éclat et qui semblent rivaliser avec la nature, sont portées par un vase fort élégant, en bronze, dont les communications électriques sont si bien dissimulées que, si n'était l'éclairage subit des petites lampes à incandescence dissimulées dans les pétales des fleurs, mes lectrices le prendraient certainement pour une superbe jardinière garnie des plus beaux produits de nos fleuristes parisiens.

CHAPITRE SIXIÈME

Éclairage électrique domestique, industriel et militaire par les lampes électriques de M. Gustave Trouvé.

Lampes de bureau ; candélabres, bougeoirs, commutateurs. — Lampes portatives universelles de sûreté, lanterne de voiture ; mors électrique et mousqueton ; lampes des mines. — Compteurs d'électricité ; machines à deux anneaux sur le même arbre et à circuit magnétique fermé.

L'éclairage électrique des places publiques, des usines, des théâtres, des grandes salles, des gares de chemin de fer, de tous les endroits où une lumière puissante est indispensable, est aujourd'hui une question à peu près résolue en principe. Ce n'est plus qu'une question de dépense ; or les frais diminuant tous les jours à mesure que les progrès augmentent, l'électricité rivalise avec le gaz et présente même des avantages tellement supérieurs aux points de vue multiples de la clarté, de l'hygiène, de l'innocuité, qu'on abandonne le premier pour adopter le second. Le gaz ne disparaîtra pas, car il gardera beaucoup d'applications spéciales, mais pour l'éclairage, il est sur le point de se voir détrôner, non seulement dans les usages publics et industriels, mais aussi dans les services domestiques. Nous sommes à la veille, non seulement de voir toutes les rues des villes éclairées par l'électricité, mais aussi les maisons, les appartements, chaque pièce où nous vivons alternativement.

Il est plus que probable que le vingtième siècle ne connaîtra pas nos lampes fumeuses ou asphyxiantes alimentées par les huiles de pétrole ou oléagineuses ou bien par le gaz hydrogène carboné, si étouffant et si délétère.

Du domaine de l'éclairage public, la lumière électrique s'efforce de s'introduire au foyer domestique, sinon encore pour les usages domestiques proprement dits, du moins pour certains cas particuliers. C'est ainsi que des ateliers d'horlogers et de bijoutiers, qui

ont besoin d'une lumière très vive et qui, dans ce but, concentrent la lumière de leurs lampes au moyen de boules d'eau remplissant l'office de corps convergents, remplacent avec avantage ces attirails par des lampes à incandescence.

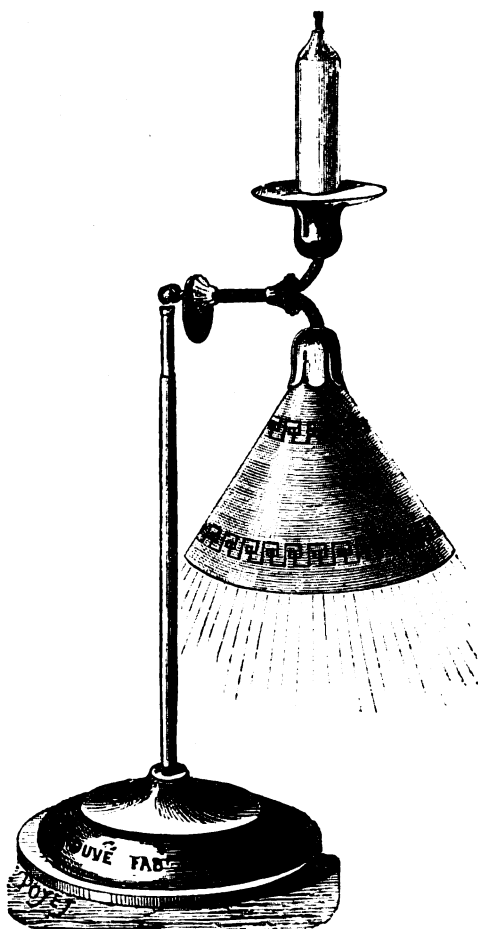


Fig. 124. — Lampe électrique de travail avec réflecteur pour renvoyer la lumière de haut en bas, système de M. Gustave Trouvé.

La lampe électrique à incandescence de M. Gustave Trouvé, le fécond inventeur, est alimentée par sa pile à bichromate de soude ou de potasse. Seulement, tandis que les lampes à éclairage de luxe sont montées sur des candélabres dans une position fixe, la nouvelle lampe de travail est montée à l'extrémité d'une tige à

coulisse dont la hauteur peut varier de vingt à quarante centimètres et sur un genou articulé qui permet de l'incliner dans tous les sens et dans toutes les directions et de conduire le faisceau lumineux sur le point qu'il doit plus particulièrement éclairer. Il

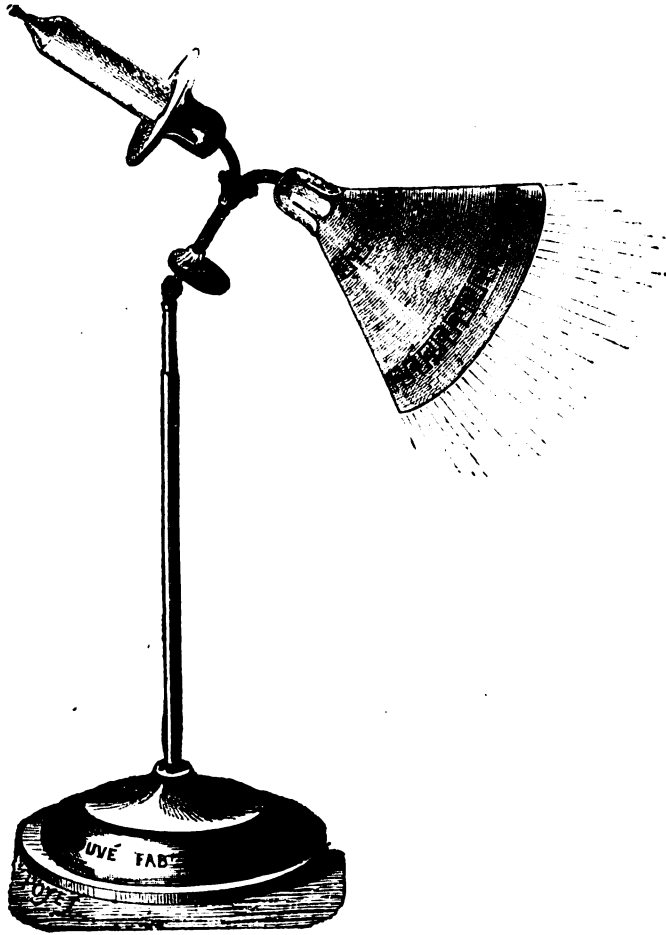


FIG. 125. — Lampe électrique avec réflecteur articulé pour concentrer et diriger la lumière dans toutes les directions; système de M. Gustave Trouvé.

suffit de jeter un coup d'œil sur les figures 124 et 125 pour se rendre compte de ses avantages et du parti utile qu'on en peut tirer.

Une bougie ordinaire s'implante à la partie supérieure de la lampe pour permettre le transport facile d'une pièce éclairée dans une autre qui ne le serait pas, disposition très utile dans bien des circonstances.

En résumé, la nouvelle application que M. Trouvé a fait de la lampe électrique est ingénieuse; elle résout le problème de l'éclairage domestique, au moins au point de vue de l'appareil d'éclairage lui-même.

Les chandeliers électriques créés par M. Gustave Trouvé sont

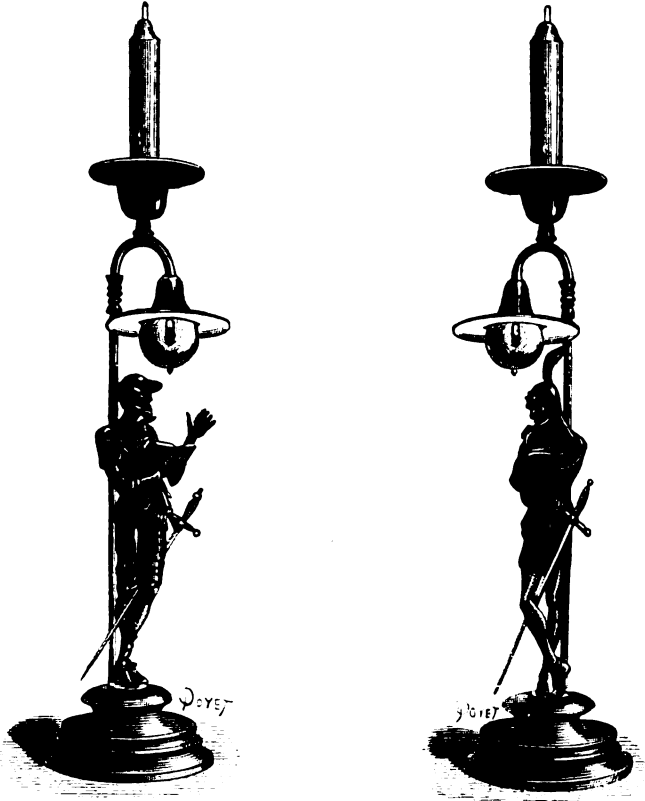


FIG. 126. — Paire de chandeliers électriques, Don-Quichotte et Méphistophélès, Système de M. Gustave Trouvé.

très élégants. Ils sont en bronze vert-de-grisé ou en bronze florentin et représentent des statuettes finement exécutées. La figure 126 représente un Don-Quichotte et un Méphistophélès qui sont très remarquables. En-dessus est placée une bougie ordinaire avec sa bobèche supportée par la tige contre laquelle est adossée la statuette. Sous la bougie, formant pour ainsi dire un élégant parasol sur la tête du sujet, une seconde bobèche sert de



FIG. 127. — Candélabre électrique
pour l'éclairage mixte, vu sans les bougies stéariques ;
système de M. Gustave Trouvé.

réflecteur, et sous elle est disposée, comme une fleur épanouissant sa corolle, la petite lampe de cristal. Au fond, et presque invisible, se trouvent les deux conducteurs souples en fil de cuivre. Ces deux chandeliers électriques sont véritablement gracieux et délicats.

Le candélabre électrique de M. Gustave Trouvé est naturellement beaucoup plus ornemental. Le modèle de nos deux figures 127 et 128 représente un reître du seizième siècle, fièrement campé le poing gauche sur la hanche, et tenant, de la main droite relevée, une lance sur laquelle il paraît s'appuyer. Cette lance est terminée par un candélabre à quatre ou cinq branches; en bas sort une frêle clochette, qui, sous la bobèche réflecteur, contient, comme le chandelier, une lampe électrique. Au fond existent toujours les deux fils de cuivre réunis en torsade. Ces candélabres, employés seuls ou disposés par paire, font un effet splendide sur la table. On peut estimer à douze bougies la force de lumière de chacune des petites lampes inférieures. M. Gustave Trouvé a eu la bonne idée de soigneusement combiner les deux systèmes d'éclairage, lumière électrique et lumière stéarique, sans nuire à l'ornementation, de façon à avoir un éclairage mixte très sûr (fig. 128). Il peut, en effet, se présenter des cas où, sans vouloir pour le moment un éclairage électrique, on ne puisse néanmoins se passer de lumière, sauf à réunir les deux, dès qu'on le désire. Grâce aux fils conducteurs, ces appareils peuvent, dans une certaine mesure, se déplacer, étant tout allumés. Il en est d'eux comme d'une lampe à gaz, à ce point de vue; mais une fois éteints, ils sont bien plus pratiques, puisqu'on peut détacher le fil, ce qu'on ne saurait faire pour un tuyau de gaz; et dans ce cas, ils sont redevenus, sans aucune modification, chandeliers ou candélabres ordinaires.

Une des premières installations de la lumière électrique à domicile a été exécutée par M. Gustave Trouvé, chez M. Schlesinger, avant l'année 1883. Le plan donné par la figure 129 suffira, avec quelques lignes de commentaires, pour permettre de se rendre compte de la simplicité des moyens employés. Le lecteur trouvera, au chapitre III consacré à la production de l'électricité, la description des piles si ingénieuses et si pratiques de notre inventeur.

Le salon, le bureau, la salle à diner, la chambre à coucher et la cuisine, sont éclairés soit alternativement, soit à la fois, ainsi que l'antichambre, où la lampe n'est pas figurée, et qui est entièrement occupée par le commutateur très agrandi pour en faciliter l'explication.

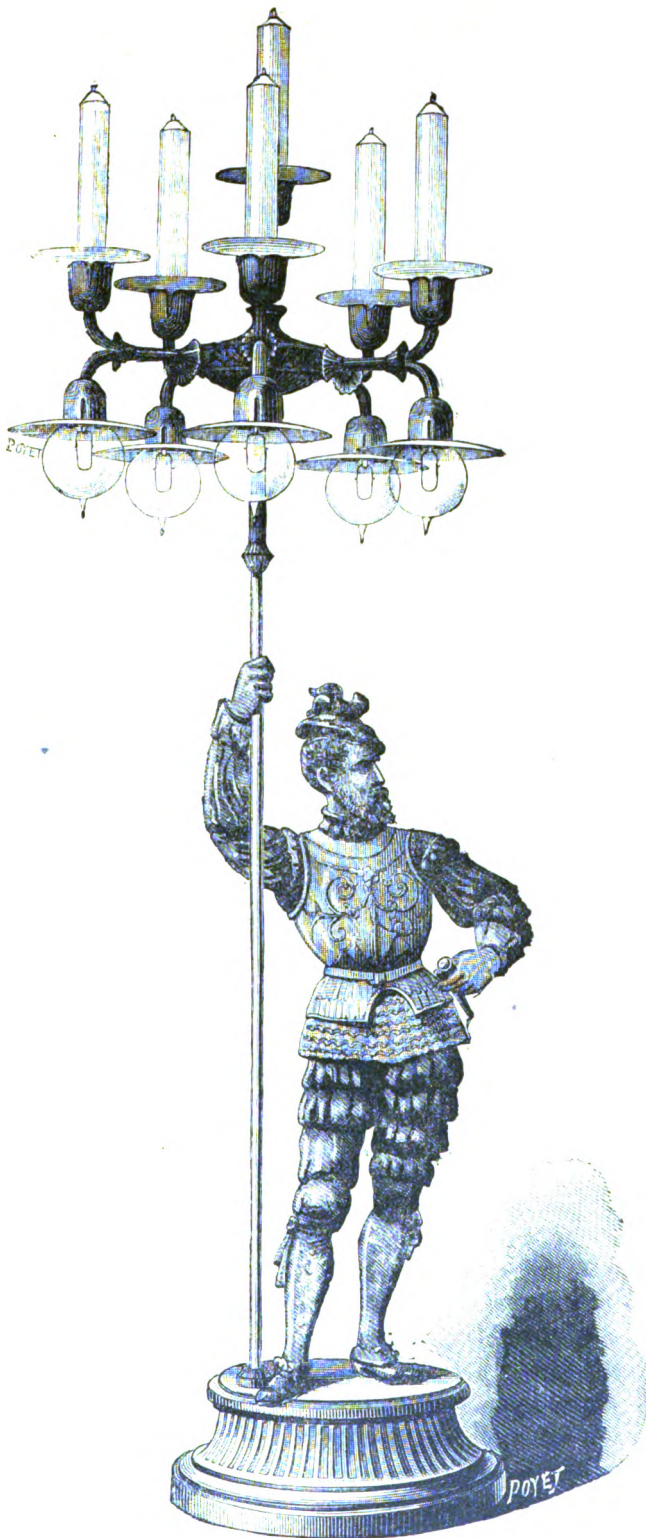


FIG. 128. — Candélabre électrique pour éclairage mixte, vu avec bougies stéariques; système de M. Gustave Trouvé.

Indépendamment de ce commutateur, M. G. Trouvé a encore imaginé pour plus de sécurité, un second commutateur interrupteur destiné aux courants très énergiques ou de haut potentiel dont il supprime ou atténue considérablement l'étincelle de rupture, tout en préservant de tout accident celui qui le manœuvre.

Il est dit à déclenchement et se compose de quatre équerres métalliques disposées deux à deux sur un socle de matière isolante.

Le levier de manœuvre pivote sur les équerres inférieures et

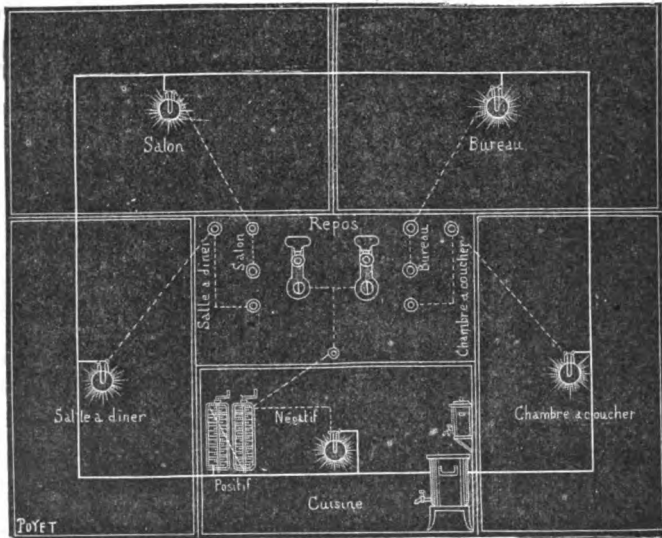


FIG. 129. — Plan, dressé par M. Gustave Trouvé, d'une installation de lumière électrique par piles, dans une maison.

s'engage à frottement élastique entre les deux équerres supérieures où aboutissent les conducteurs. Dans ces conditions, il fait partie du circuit. On le met en dehors du circuit, en exerçant sur lui une forte traction, par l'intermédiaire d'un crochet à manche isolant. Ces deux phases du fonctionnement sont parfaitement représentées par les dessins de droite et de gauche de la figure 130.

D'après le fonctionnement que nous venons d'expliquer, il est facile de comprendre que, contrairement aux commutateurs ordinaires, la distance qui sépare les pièces de contact au moment de l'interruption croit plus vite que le chemin parcouru par le levier, et qu'en outre il est entièrement en dehors du circuit. Pour ces

deux raisons, il convient dans les applications exigeant des courants énergiques.

L'usine centrale d'électricité de la ville de Tours, dont les courants sont alternatifs, emploie exclusivement ce commutateur. Plus de trois cents exemplaires sont en fonction dans cet établissement important; depuis qu'ils ont remplacé ceux anciennement employés, on n'a pas eu à relever le plus petit arrêt dans le fonctionnement ni le moindre accident.

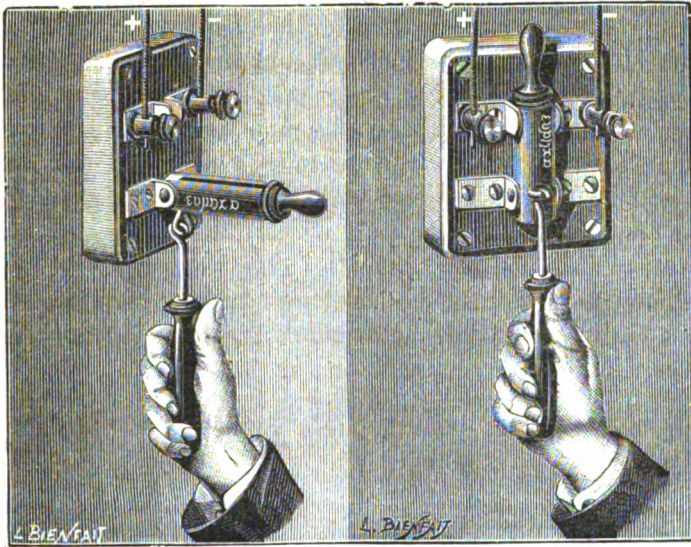


FIG. 130. — Commutateur interrupteur de M. Gustave Trouvé.
A droite, il fait partie du circuit électrique; à gauche, il est en dehors.

Dans la cuisine, à gauche, se trouvent deux batteries de six éléments chacune, reliés en tension. De l'un des pôles part un câble à lumière qui fait le tour de l'appartement et qui est figuré sur le dessin par un trait plein, partant du pôle positif et y revenant.

Le pôle négatif est figuré par un pointillé et se rend d'abord des piles à la lampe de la cuisine, qu'un commutateur ordinaire dessert. Une résistance spéciale est disposée sur cette lampe, de manière à lui permettre de brûler seule, alors même que l'on viendrait à éteindre brusquement toutes les autres.

De là le fil conducteur négatif se rend dans l'antichambre aux deux manettes qui occupent le milieu du commutateur pour

distribuer le courant dans les diverses pièces de l'appartement.

Plusieurs boutons reliés chacun à une lampe par le pointillé peuvent être mis en contact avec les manettes, chacun séparément ou accouplés dans l'ordre que l'on voudra, ou, enfin, tous ensemble.

On comprend aisément que le courant arrivant à chaque lampe par le trait plein (positif) et à chaque contact des manettes avec un bouton par le pointillé (négatif), illumine la lampe.

Pour éclairer le salon, il suffira donc de poser la manette de gauche sur le bouton du salon; pour éclairer la salle à diner, il n'y aura qu'à faire passer la manette sur le bouton de la salle à diner, et, pour avoir ces deux salles éclairées à la fois, qu'à remettre la manette en contact à cheval sur les deux boutons. Le commutateur va, du reste, de gauche à droite et de droite à gauche, en avant et en arrière, de manière à éviter tout contact et, conséquemment, tout allumage inopportun.

Il en sera de même pour le bureau et la chambre à coucher.

On constate facilement qu'il n'y a, dans ce dispositif, aucune complication difficile, et qu'une fois l'installation faite il est aussi aisé d'allumer une lampe électrique qu'une bougie ordinaire. Cela est même plus commode et surtout plus prompt, car il suffit de tourner une manette, sans user une boîte d'allumettes, comme cela arrive souvent, avant de se procurer de la lumière. Il est probable que les voleurs regarderont à deux fois avant de s'aventurer dans une maison ou dans un appartement qu'on peut, à volonté, illuminer d'un seul coup et plonger dans les ténèbres, et cela autant de fois qu'on le voudra et d'où l'on soit placé.

La simplicité d'entretien des piles productrices d'électricité est aussi grande que la simplicité du fonctionnement. Cela était essentiel. Il faut, en effet, que des manipulations longues et délicates ne soient pas l'accessoire obligé, et que chacun puisse s'éclairer électriquement sans être forcé de se transformer en garçon de laboratoire.

Afin de simplifier autant que possible ces manipulations et pour éviter tout pesage et tout dosage, M. Trouvé a installé dans la cuisine (on peut choisir la cave ou tout autre appartement écarté) deux réservoirs en grès peu embarrassants. Dans l'inférieur on met 4 kilogramme de bichromate pulvérisé pour chaque batterie; et puis on ajoute une quantité d'eau toujours identique et qu'un flotteur spécial ne permet pas de dépasser. La plus grande partie du bichromate se dissout immédiatement et il n'y a plus qu'à remplir d'acide sulfurique le réservoir supérieur, d'une capacité déterminée.

Il faut donc ouvrir le robinet du réservoir supérieur, robinet qui, exactement jaugé, ne laisse s'écouler l'acide que dans un temps et avec une vitesse déterminés. Il n'y a plus, pendant l'écoulement de l'acide, qu'à remuer avec une baguette de verre. Lorsque le robinet a cessé de couler, la solution de bichromate est prête à fonctionner. Elle sera distribuée ensuite dans les cuves des piles, qui sont en ébonite, matière légère qui résiste aux chocs et aux acides.

On le voit, le premier venu peut être chargé de ce travail, tout comme d'allumer le poêle; ce sera tout aussi facile, nous dirons même plus facile, car depuis l'installation de M. Schlesinger, installation toujours en fonction, le domestique n'a pas encore manqué l'entretien de la pile, tandis qu'il s'y est certainement repris souvent à plusieurs fois pour allumer le poêle.

Parmi les autres installations d'éclairage électrique domestique par les piles, exécutées par M. Gustave Trouvé, citons celle de M. le docteur Pietkiewicz; elle continue à fonctionner, journellement, depuis 1884 : l'antichambre, la salle à diner, le salon, le cabinet de consultation sont éclairés par les lampes à incandescence.

Depuis la même année, M. Bartholoni emploie la lumière électrique dans ses serres, les jours de réception.

Enfin, M. André Guet possède une installation, tout particulièrement originale, du système d'éclairage mixte, électricité et bougie, inauguré par M. Gustave Trouvé. Notre inventeur lui a, en effet, combiné, avec de vieilles baïonnettes de fusil, des appliques et un lustre de beaucoup de goût. Impossible de tirer un meilleur parti d'éléments si peu destinés à l'éclairage.

Pour les appliques, trois baïonnettes sont réunies par leurs milieux ou leurs pointes; et les douilles, tournés vers le haut, servent en même temps de chandeliers et de porte-lampes : lampes à incandescence, évidemment. Elles forment ainsi un genre de variantes, bien inattendues, des chandeliers et des candélabres que nous avons présentés au commencement du chapitre.

Le corps du lustre est un boulet autour duquel sont montées les huit baïonnettes, d'où émergent les lampes, et dont les pointes rayonnent dans toutes les directions.

L'ensemble de ces appliques et du lustre est, nous l'assurons, d'un pittoresque sévère et martial des mieux réussis.

Après ces descriptions qui, nous le pensons du moins, auront donné au lecteur une idée suffisante de l'éclairage électrique qu'on peut organiser chez soi à l'aide de la pile Trouvé, il nous reste

à donner les mesures de puissance de débit et de durée de cette pile. Nous avons établi ce travail comparatif dans trois tableaux que le lecteur consultera avec plus d'à propos au chapitre de la génération de l'électricité, et auxquels nous le prions de se reporter, pages 75 et 76, et où il lira la description que nous avons faite des piles de M. Gustave Trouvé.

Mais c'est le lieu de faire ici un rapprochement comparatif entre le prix de revient de l'éclairage électrique et celui du gaz. En adoptant les nombres ronds extraits de nos tableaux, nous constatons que quatre heures d'éclairage électrique, fourni par les piles perfectionnées de M. Gustave Trouvé, représentent les données suivantes :

La puissance totale lumineuse fournie par la pile étant en moyenne de 400 bougies pendant quatre heures, cela équivaut à 400 bougies brûlant pendant une heure ; or ces 400 bougies-heure dépendent :

0 kil. 912 de zinc ou 1 kil. environ à 0 fr. 75 le kil.	» 75
2 kilogr. bichromate de potasse.	4 »
7 kil. 200 acide sulfurique à 0 fr. 20 le kilogr . . .	4 40
	<hr/>
Total.	6 15
Usure des lampes, amortissement du premier prix d'achat des appareils (calcul fait pour 4 heures) . . .	» 05
	<hr/>
Total.	6 20

C'est donc une somme de 6 fr. 20 pour une lumière équivalente à 400 bougies pendant une heure.

Il n'est pas indifférent de faire remarquer que les chiffres qui servent de base à ce calcul ne sont pas des moyennes, mais des maxima. Pratiquement, on restera toujours au-dessous de cette dépense.

Voyons maintenant ce que nous donne le gaz. Un bon bec, le bec rond, supposé équivalent à dix bougies comme intensité de lumière, dépense environ 10 centimes à l'heure. Le gaz est mis ici au prix de Paris, c'est-à-dire à 30 centimes le mètre cube. Il est plus cher dans beaucoup de villes des départements. Cela nous donne donc une dépense de 10 centimes pour 10 bougies-heure ; 400 bougies-heure coûteront 40 fois plus, soit 4 francs. Ces prix de revient du gaz ne sont pas exagérés, parce qu'il faut tenir compte des fuites qui existent toujours plus ou moins et de l'amortissement des frais d'appareils et d'installation.

Ainsi, en résumé, une lumière équivalente à 400 bougies pendant une heure, soit 400 bougies-heure, revient à 4 francs seulement avec le gaz et à 6 fr. 20 par l'éclairage électrique, en supposant que les dix lampes soient allumées à la fois, si l'on n'en allume qu'une ou deux, c'est-à-dire si la pile est employée à faible débit au lieu d'être à grand débit, la consommation sera un peu plus grande, comme nous l'avons dit, et l'éclairage électrique sera notablement plus cher que le gaz.

Mais nous devons ajouter que le bichromate de potasse, qui coûte 2 francs le kilogramme en France, ne coûte que 1 fr. 10 en Hollande et en Angleterre, et que si les demandes venaient à être nombreuses, le prix, comme cela est arrivé pour tous les autres produits devenus industriels, baisserait assez promptement, et mettrait l'éclairage électrique par la pile à un prix inférieur à celui du gaz.

Indépendamment du côté scientifique de la question, il y a donc là un résultat économique important à noter; et nous pouvons résumer l'étude que nous venons de faire dans la formule suivante :

Pendant que la plupart des électriciens cherchaient la solution de l'éclairage électrique par la pile en *augmentant sa durée*, M. Trouvé la rencontrait en suivant un chemin tout opposé, c'est-à-dire en *réduisant le temps d'action*. — *N'est-ce point là un trait plein d'originalité?*

De la vie domestique aux usages industriels, il ne faut pas croire qu'il n'y ait qu'un pas à franchir. Il était nécessaire d'avoir beaucoup de science pratique et d'ingéniosité dans l'esprit pour donner à tous ces appareils une forme commode, un poids léger, leur enlever tout danger, en faire des serviteurs fidèles et prompts, obéissant aux mains les plus inexpérimentées ou les plus ignorantes. Il fallait imaginer des lampes portatives, automatiques, réglables, inversables. Comme le lecteur va le voir, M. Gustave Trouvé y est parvenu, grâce aux ressources infinies de son imagination si féconde d'inventeur et aux facultés de simplifications qu'il possède à un haut degré et qui justifient bien les qualificatifs *universelles, de sûreté, portatives, automatiques, réglables et inversables* qu'il donne aux lampes que nous allons décrire.

Les figures 131 et 132 donnent la représentation schématique ou les schémas de la lampe électrique universelle de M. Gustave Trouvé, avec la lampe à incandescence montée de côté sur le collier C. Dans les modèles que nous verrons plus

loin la lumière est placée perpendiculairement sur le sommet. L'appareil se compose d'une caisse ou vase D, à compartiments, formant le récipient d'une pile spéciale au bichromate de potasse de l'invention de M. Gustave Trouvé. En F est la poignée pour prendre l'appareil, en *i* le crochet pour le suspendre à la ceinture. A et B sont les boutons qui fixent en même temps à la caisse le collier et la courroie de cuir. En G et H sont deux petites clefs permettant de supprimer à volonté la fonction automatique de l'appareil. Sous le couvercle E sont montés les éléments en tension. Ce couvercle peut monter et descendre dans

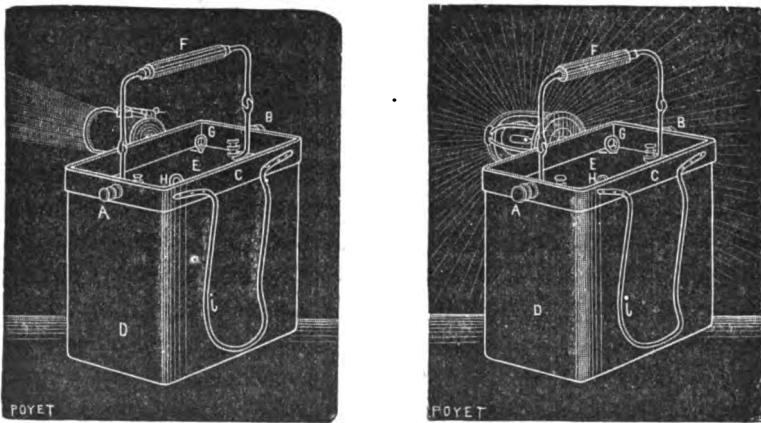


FIG. 131 et 132. — Schémas de la lampe électrique universelle, avec lumière sur le côté; système de M. Gustave Trouvé.

le vase qui contient le liquide excitateur. C'est par ce mouvement que s'effectuent l'allumage, l'extinction et le réglage de la lampe. La lampe proprement dite est renfermée dans sa double enveloppe de cristal et protégée en outre, dans l'un de ses types, par une cage métallique en forme de lanterne. Ces lampes sont essentiellement portatives, car leurs dimensions et leurs poids n'excèdent pas ceux d'une lanterne ou d'une lampe à huile ordinaire; en outre, possédant en elle-même la source d'électricité, aucun fil ne les relie à un point fixe, et on peut les transporter à toutes les distances, comme on ferait d'un simple bougeoir. Elles se divisent en deux classes. Les unes s'allument dès qu'on les pose sur une table ou qu'on les suspend par un crochet. Les autres s'éteignent au contraire

quand elles reposent sur leur base et s'allument quand on les prend par la poignée qui les surmonte.

Dans les appareils de la première classe, il est facile de s'expliquer comment le courant s'établit et la lampe s'allume

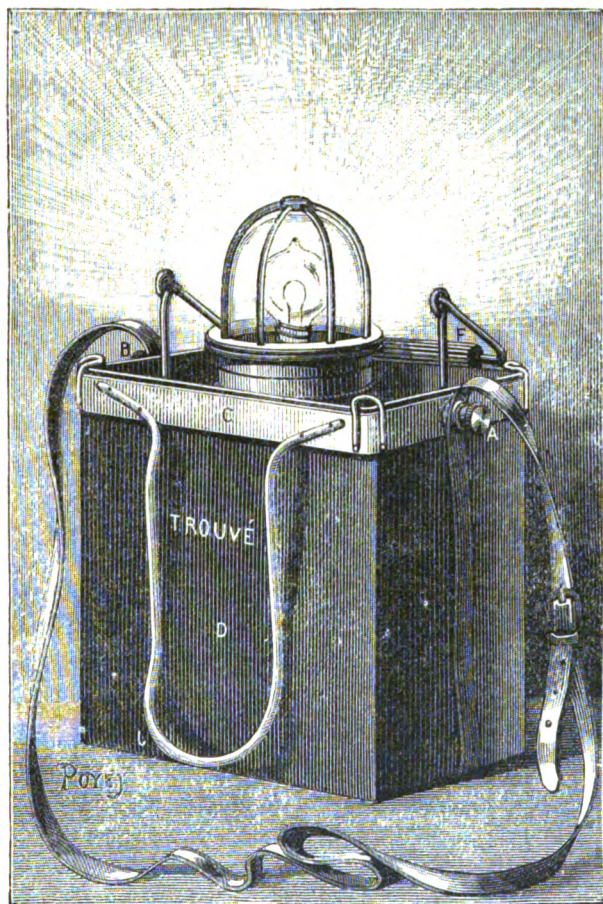


FIG 133. — Lampe électrique universelle de sûreté, portable, automatique, en fonction, au tiers d'exécution; système de M. Gustave Trouvé.

quand le couvercle est descendu. En effet, quand celui-ci est soulevé, les éléments de la pile ne plongeant plus dans le liquide, le courant cesse et la lampe s'éteint. Si donc, on s' imagine bien la poignée fixée au couvercle, qu'un ou plusieurs arrêts empêchent d'ailleurs de se séparer entièrement du vase, il est facile de se rendre compte que la lampe doit s'éteindre

quand on la suspend, ou qu'on la porte par la poignée; tandis qu'elle s'allume dès qu'on l'accroche à la ceinture au moyen du crochet fixé sur le vase, ou dès qu'on la porte en sautoir au moyen de la courroie indiquée sur les dessins. Ce

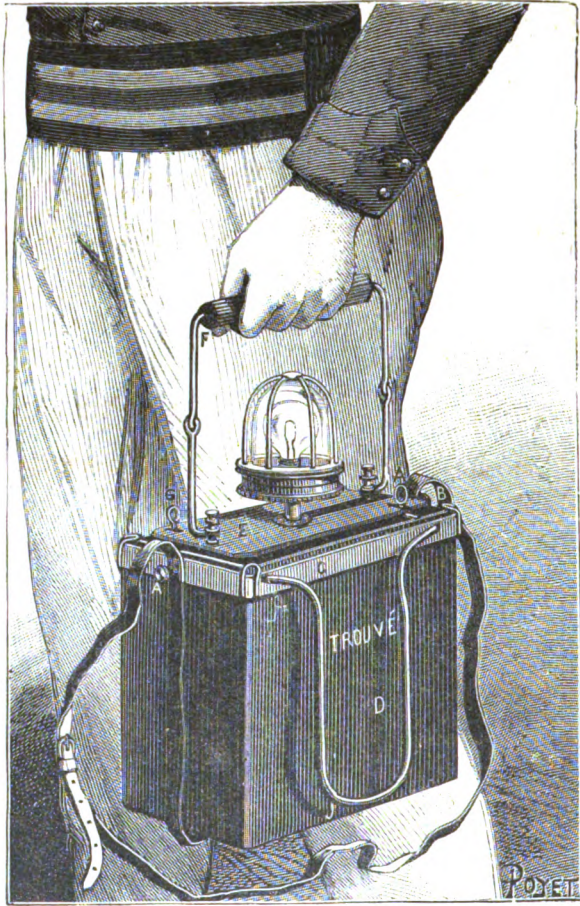


FIG. 134. — Lampe électrique universelle au repos, au tiers d'exécution; système de M. Gustave Trouvé.

modèle est spécialement destiné aux sapeurs-pompiers, aux gaziers et aux mineurs, généralement à tous ceux qui sont obligés de pénétrer dans des endroits dangereux ou remplis de matières explosibles ou inflammables. Il ne fonctionne pas durant tout le temps du transport, tandis qu'il jette instantanément un vif éclat, dès que rendu sur place le porteur l'accroche à sa

ceinture ou le passe en sautoir afin de garder l'usage de ses deux mains (fig. 133, 134 et 135.)



Fig. 135. — Employé de la Compagnie du gaz à Paris procédant à l'allumage des réverbères à l'aide de la lampe universelle de M. Gustave Trouve.

Les appareils de la seconde classe, c'est-à-dire ceux qui s'allument, dès qu'on les prend à la main (fig. 136), sont de forme ronde et conviennent surtout aux usages domestiques. Les

figures 137 et 138 en donnent la représentation schématique. Dans ce modèle, la poignée de l'appareil n'est plus fixée au couvercle du vase, mais sur le vase lui-même. Il s'ensuit que, quand on tient l'appareil à la main par la poignée, le couvercle

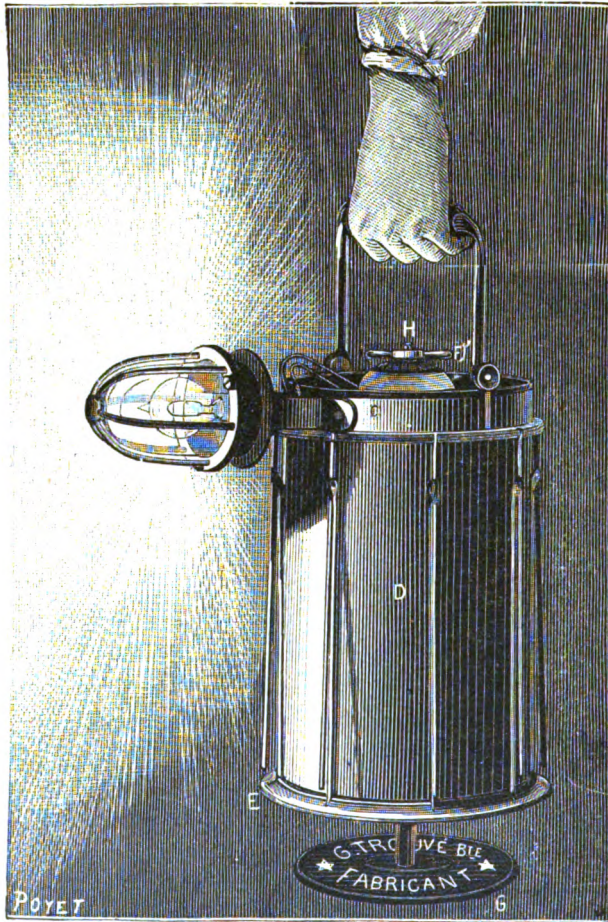


Fig. 136. — Lampe électrique universelle en fonction, et au tiers d'exécution; système de M. Gustave Trouvé.

et les éléments qu'ils portent descendent dans le liquide et la lampe s'allume. Les éléments remontent au contraire avec le couvercle, quand on pose la lampe sur sa base et elle s'éteint d'elle-même.

A cet effet une tige centrale, en rapport avec le couvercle

par un ressort à boudin et un écrou, traverse le centre du vase et touche la surface d'appui dès qu'on place l'appareil sur sa base. Cette tige centrale se termine à la partie inférieure par une large plaque circulaire G qui augmente la surface d'appui, ainsi qu'on le voit très bien dans la figure 139 qui donne une vue intérieure de l'appareil. Il suffit de le saisir pour obtenir immédiatement de la lumière.

Pour régler l'intensité de l'éclairage, il suffit de faire monter

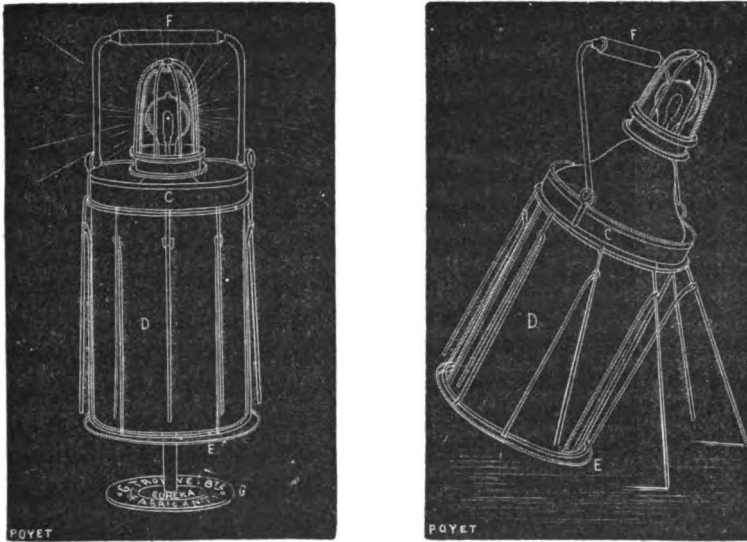


FIG. 137 et 133. — Schémas de la lampe électrique universelle de sûreté de M. Gustave Trouvé, avec lumière sur le sommet.

ou descendre, sur un pas de vis très allongé, pratiqué sur la tige centrale, le bouton II qui constitue une deuxième poignée. En vissant ce dernier, les éléments plongent davantage dans le liquide et l'intensité lumineuse augmente. En le dévissant, le ressort à boudin soulève le couvercle, et les éléments sortant du liquide, l'intensité lumineuse diminue.

M. Gustave Trouvé a pensé avec juste raison qu'il ne devait rien négliger pour perfectionner son appareil déjà si simple et si ingénieux, et qu'il le rendrait propre à servir aux mains de nos ménagères, s'il parvenait à s'opposer à l'épanchement du liquide contenu dans le vase. La disposition qu'il a employée pour empêcher le récipient de se renverser est remarquable

de simplicité. Il suffit de s'imaginer une sorte d'armature de parapluie dont les branches entourent l'appareil et sont librement suspendues ou articulées sur deux colliers C et E, comme on le

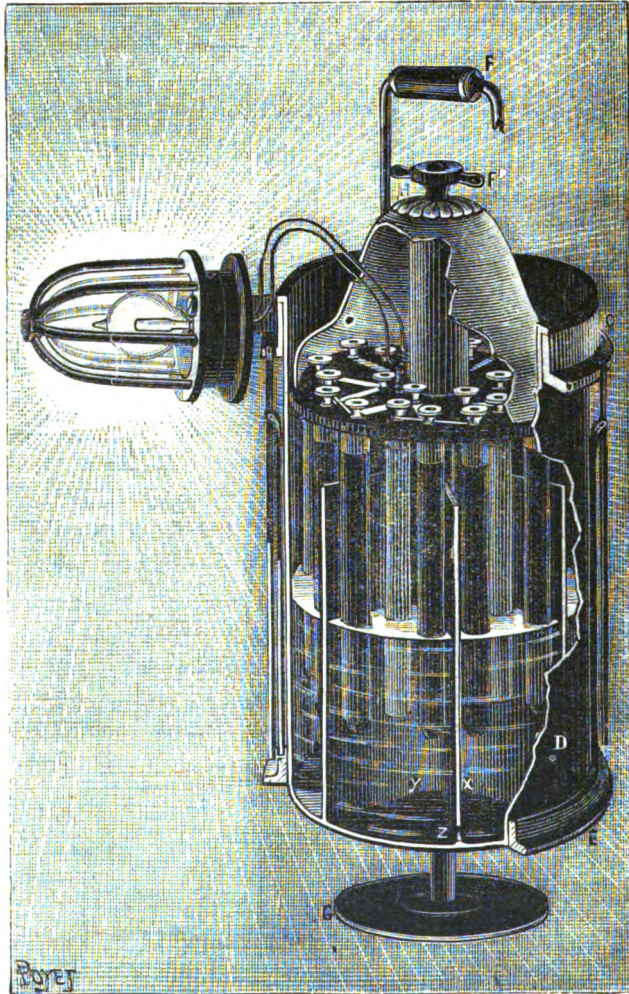


Fig. 139. — Vue intérieure de la lampe électrique universelle de sûreté de M. Gustave Trouvé.

voit dans les figures 138 et 140. Un simple coup d'œil jeté sur ces dessins permet de saisir facilement que, si le vase se renverse à droite ou à gauche, il trouve toujours une des branches d'armature qui oscille librement et qui, s'appuyant sur le sol ou la

table où est posé l'appareil, soutient ce dernier en formant jambe de force.

Tous ces perfectionnements donnent aux lanternes électriques de M. Gustave Trouvé mille applications extrêmement pré-

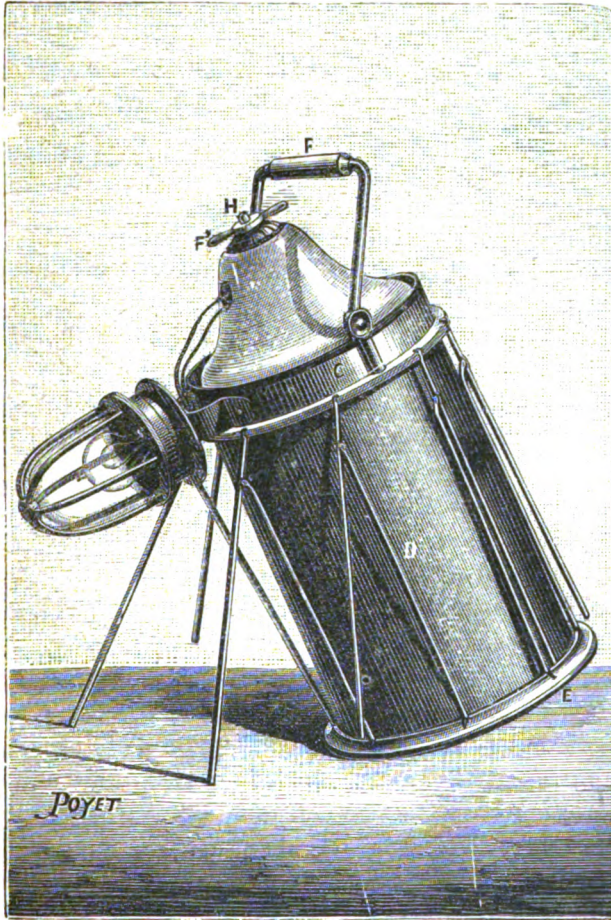


FIG. 140. — Lampe électrique universelle de sûreté, portable, automatique, inversable, de M. Gustave Trouvé, au tiers d'exécution et au repos, pour montrer le fonctionnement du parachute.

cieuses et inattendues. Rappelons d'abord leur emploi par les pompiers, les gaziers, les égoutiers (fig. 141), les mineurs, les distillateurs, les employés des poudrières, cartoucheries, la marine de l'Etat, pour les bâtiments de guerre, les observatoires, les aéroliers, pour relever la nuit les indications des instruments, les

agents de police, les gardes-chasse (comme chez le baron de Rothschild, le marquis de Beauvoir, le comte Potoki et M. Paul Dupont), les rondes de nuit dans les usines, etc. Pour les allumeurs de reverbères, la lampe de M. Gustave Trouvé peut remplir un double but : elle sert à éclairer l'homme qui la porte et, en outre, sa pile permet d'effectuer simultanément l'allumage des becs de gaz, comme on peut le voir figure 135.

Pour cet usage spécial, dès 1866, M. Gustave Trouvé avait combiné deux *allumeurs électriques* avec pile hermétique à renversement. L'un était à fil de platine, l'autre à étincelle d'induction. Ils furent employés par M. Bellot, alors directeur d'une filature à Loche.

Il fit également son *briquet de poche* qui est fort coquet ; mais il n'est pratique, en ce qui concerne le fumeur, que pour la cigarette.

Ce petit appareil se compose d'une minuscule pile hermétique, munie d'un petit capuchon renfermant et garantissant un fil fin de platine. Le fil de platine est porté à l'incandescence, en tournant le capuchon dans une position déterminée.

Nous citerons aussi, comme application domestique particulière de ces appareils, l'éclairage des voitures. La lampe Trouvé constitue en effet une lanterne extrêmement simple et commode, toujours prête à fonctionner et s'adaptant instantanément à tous les genres de véhicules. Son pouvoir éclairant étant cinq à six fois supérieur à celui des lanternes ordinaires à l'huile ou à la bougie, offre un grand avantage, tant pour l'éclairage extérieur que pour l'éclairage intérieur de la voiture, où il devient ainsi possible de lire la nuit aussi bien qu'en plein jour. Quelques médecins, entre autres M. le professeur Périer, dont nous rapportons d'intéressantes observations plus loin, s'éclairaient ainsi à l'intérieur de leurs voitures, depuis plusieurs années, en allant porter leurs soins à leur clientèle, et profitent de leurs courses pour dépouiller leur courrier, prendre des notes, lire, étudier et chasser tout ennui. D'autres personnes, voulant une lumière vive pour éclairer leur route, comme dans un retour de chasse, par exemple, ou en ayant besoin pour la publicité, s'éclairaient extérieurement avec la lanterne électrique de M. Gustave Trouvé, qu'elles utilisent, soit sous la forme où nous la présentons, soit légèrement modifiée, selon le cas.

La figure 142 représente une lanterne de voiture constituée par une lampe électrique simplement fixée sur un plateau au bout de la douille ordinaire des lanternes, ce qui ne change rien au

mode de montage de ces dernières et permet de s'en servir en cas de besoin, en les plaçant en réserve dans le coffre

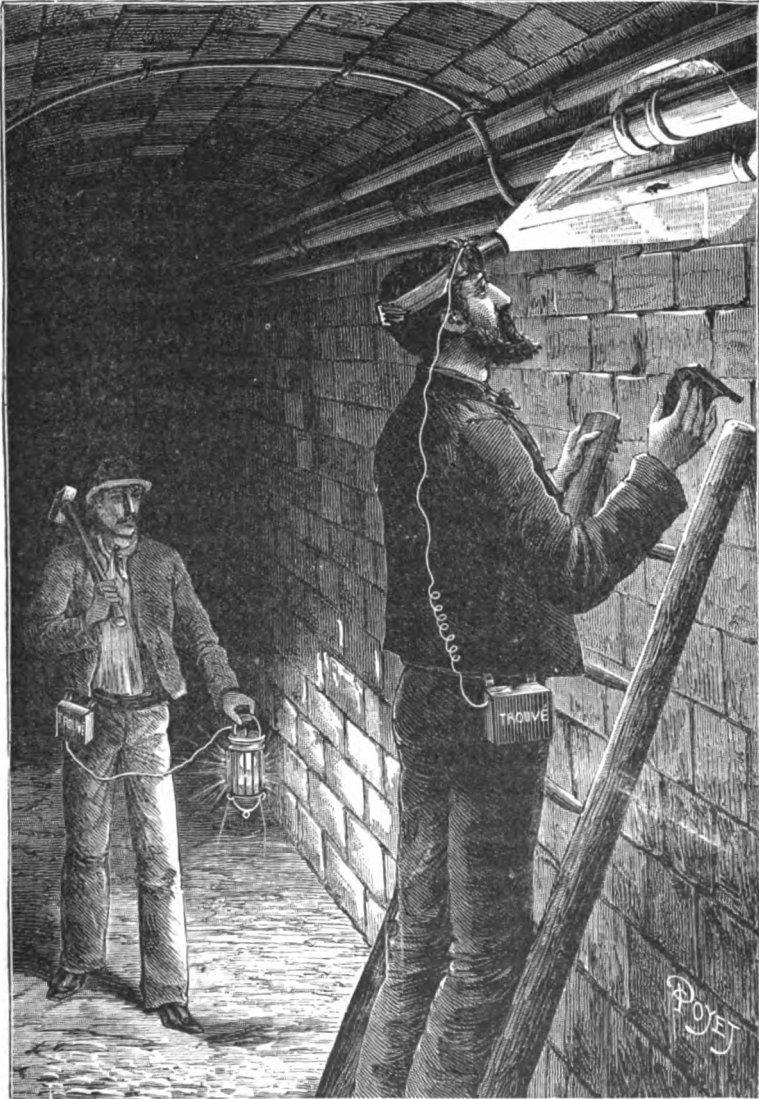


FIG. 141. — Recherche d'une fuite de gaz au moyen des appareils de M. Gustave Trouvé et du photophore frontal Hélot-Trouvé.

Elle peut donc s'adapter immédiatement à tous les genres de véhicules en usage. Mais pour les voitures en fabrication,

M. Gustave Trouvé dispose la batterie sous le siège du cocher et les globes à incandescence sont placés dans les lanternes mêmes. Souvent [aussi M. Trouvé les place dans des réflecteurs ou dans de petits phares, sur la tête des chevaux.

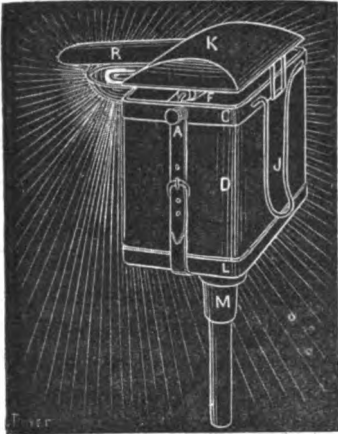


Fig. 142. — Lampe électrique universelle, servant de lanterne de voiture; système de M. Gustave Trouvé.

A l'étranger même, ce mode d'éclairage qui, dans toutes ses applications d'ailleurs, se prête admirablement bien, et avec une grande commodité, aux effets décoratifs, a, dès son apparition, excité d'abord une vive curiosité, puis causé une grande admiration.

Voici, par exemple, une lettre que M. Corneille Cadresco, directeur de la *Gazette de Jassy* (Roumanie), écrivait à M. Gustave Trouvé, en octobre 1890, et dans laquelle il lui relate la sensation que firent ces réflecteurs à Jassy, auprès de ses compatriotes :

Depuis deux semaines, toute la ville de Jassy est ébahie, quand je sors, le soir, me promener. Vos deux réflecteurs électriques, placés sur la tête de mes chevaux, font merveilles, et je pense que sous peu j'aurai beaucoup d'imitateurs.

Il me serait bien agréable, monsieur, de montrer à mes lecteurs, dans ma Salle des dépêches, les nombreux chefs-d'œuvre et curiosités que vous m'avez fait voir à mon dernier passage à Paris; entre autres vos charmants bijoux, votre canne lumineuse, votre canne-torpille et votre canne-sirène, si bruyante qu'elle me déchire encore les oreilles.

J'espère que vous serez assez gracieux pour me mettre à même de convaincre de visu mes sceptiques compatriotes et que vous voudrez bien m'expédier au plus tôt...

Corneille CADRESCO.

Puisque nous en sommes à l'éclairage électrique des voitures, il convient de dire aussi quelques mots d'un *mors électrique*.

L'invention du mors électrique contre les chevaux emportés date de 1866. Elle constitue la première application tentée dans cette voie. Elle a été entreprise par M. Gustave Trouvé avec la collaboration de M. Sidos, alors préparateur de physique au lycée Charlemagne, qui l'a présentée à la *Société d'encouragement*.

Ce mors est formé de deux parties métalliques isolées entre elles qui communiquent aux deux pôles d'une petite bobine d'induction, par les guides renfermant un fil métallique très souple. L'appareil électrique proprement dit est constitué par la pile hermétique Trouvé et la bobine d'induction de la trousse électromédicale décrite au chapitre IV, page 118, fig. 60. Toutes les deux sont renfermées dans une petite boîte placée en avant du garde-crotte de la voiture. Pour agir sur la bouche du cheval ou les muscles du cou, il suffit d'incliner, avec la main ou avec le pied, la petite boîte pivotant sur l'endroit où elle est fixée; immédiatement la pile à renversement et la bobine entrent en action. L'arrêt du cheval s'effectue instantanément. L'effet du mors peut être gradué à volonté, selon la résistance de l'animal, par l'inclinaison plus ou moins prononcée de l'appareil. Ce mors électrique a été expérimenté avec succès dans les principaux haras de l'État, sur les chevaux les plus rétifs. Cette application de l'électricité, essayée et renouvelée tant de fois, avec des succès divers, au dressement et à la conduite des chevaux, est la première qui ait été faite dans cet ordre d'idées. L'honneur tout entier en revient à M. Sidos et à M. Gustave Trouvé. Le mors électrique a fait l'objet d'un rapport à la Société d'encouragement.

Mousqueton. — M. Gustave Trouvé crée, au fur et à mesure de ses besoins, tous les mécanismes qui lui deviennent nécessaires pour compléter ses inventions. Il ne néglige rien, et il porte son attention sur les plus menus détails pour en faire l'objet de créations aussi ingénieuses qu'utiles. C'est ainsi qu'il a imaginé,



FIG. 143. — Petit mousqueton Trouvé.

comme nous l'avons vu, pour l'usage de ses bijoux électro-mobiles, un mousqueton ou borne serre-fil à ressort à boudin. Il sert à établir immédiatement la communication électrique entre la pile et le bijou.

C'est également lui qui fixe les cor-

dons de la pile dans l'explorateur, qui réunit les parties de câble de son télégraphie militaire, et qui établit la communication entre les guides et le mors électrique. Dans cette dernière application, il présente la plus grande commodité, car il permet d'atteler et de désatteler aussi facilement qu'à l'ordinaire. M. Gustave Trouvé lui donne aussi une forme des plus gracieuses; c'est une main tenant un anneau (fig. 143). L'ensemble de l'appareil est dès lors des plus artistiques. Détaché de ces appareils et fabriqué sur des dimensions variées, il peut servir d'un porte-clefs (fig. 144)

extrêmement commode et simple, car, contrairement aux anneaux, il permet d'emmagasiner, en même temps, et d'un seul coup, un grand nombre d'objets qui restent solidement contenus. Il est facile aussi de leur donner la liberté à tous à la fois.



FIG. 144. — Mousqueton porte-clefs; système de M. G. Trouvé.

N'omettons pas, parmi les intéressantes applications de M. Trouvé, la lampe électrique sous-marine (fig. 145). Cette lampe est un foyer de lumière électrique contenu dans un manchon en verre hermétiquement clos. Elle est en communication avec le générateur d'électricité et une forte pile au bichromate de potasse disposée dans l'embarcation qui porte les pompes destinées à envoyer de l'air respirable au plongeur. Alors celui-ci, avec sa lampe, peut aisément se rendre compte de ce qu'il doit faire, du dommage à constater et à réparer, etc.

C'est cette lampe qui, on s'en souvient, donna de si heureux résultats lors de l'obstruction du canal de Suez, en 1885, par une drague coulée au milieu du canal par un navire anglais.

En dehors de ces nombreuses applications, il en reste encore bien d'autres dans lesquelles ces ingénieux appareils peuvent rendre des services constants. M. C. Chassevent, un ingénieur distingué, ancien élève de notre célèbre Ecole centrale des arts et manufactures, en a tracé le rapide tableau dans les lignes suivantes :

« Vous, Monsieur, a-t-il dit, qui voulez bien nous lire, vous rentrez dans vos bureaux ou votre appartement après une absence plus ou moins longue. Une fuite de gaz a pu s'y déclarer; dans ces conditions le plus faible crachement d'une allumette frottée sur le mur peut provoquer une terrible et formidable explosion, avant même que vous ayez de la lumière.

« Au contraire, votre lampe électrique est déposée chez le concierge, par exemple, vous la saisissez, et malgré la lumière vive qu'elle vous donne instantanément, vous pouvez entrer impunément dans l'atmosphère la plus explosive. Loin d'avoir à redouter l'explosion, vous pouvez, averti par l'odeur, rechercher sans aucun danger d'où provient la fuite, la faire cesser et donner une issue au gaz, en ouvrant vos fenêtres.

« Vous, Madame, qui placez dans votre chambre le berceau où

dort l'un de ces bébés roses si tendrement aimés et dont vous êtes jour et nuit l'ange gardien, vous croyez entendre un léger bruit; vite votre main saisit la lampe qui s'allume aussitôt, et, sans bruit, presque sans mouvement, vous pouvez voir si le repos du cher petit être n'est pas troublé.

« Vous tous enfin, lecteurs, qui rentrez le soir chez vous après

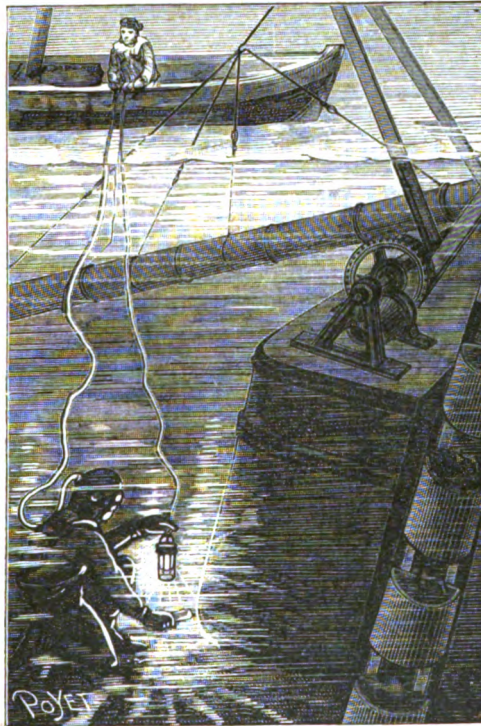


FIG. 145. — Lampe sous-marine de M. Gustave Trouvé, utilisée au canal de Suez en 1885.

le théâtre, quelle commodité d'avoir au bas de votre escalier un appareil sûr à tous les points de vue, qu'il suffit de prendre à la main pour avoir de la lumière, au lieu d'user sans succès, sinon sans impatience et sans danger, les neuf dixièmes d'une de ces boîtes d'allumettes soigneusement revêtues de la bande officielle, allumettes étonnantes qui ne prennent jamais et ne sont cependant pas de sûreté!

« Au théâtre même, combien de catastrophes épouvantables évitées par l'emploi de ces lampes, placées dans les galeries en des

points déterminés! Un accident de gaz se produit et occasionne l'extinction totale des becs de gaz de la salle : les ouvreuses saisissent aussitôt les lampes électriques, et en faisant cesser l'obscurité, grâce à un éclairage prompt et exempt de tout danger, mettent également fin à la panique d'où proviennent presque tous les accidents de personne en pareil cas.

« En voyage, à la campagne, vous voulez avoir de la lumière pour reconduire un ami à la gare, traverser un jardin, une cour : votre appareil est déposé dans l'antichambre, toujours prêt à vous servir au premier signal.

« Pour le service des chemins de fer, enfin, quel avantage pour les garde-barrières et les aiguilleurs d'avoir dans leur guérite une lanterne ne fumant pas, ne noircissant pas ses vitres, et jetant un vif éclat dès qu'ils la saisissent pour attendre le passage du train signalé. »

M. Gustave Trouvé a donné à ses lampes électriques plusieurs qualificatifs. Elles sont, a-t-il dit, *universelles, de sûreté, portatives, automatiques, réglables, inversables*. Ces titres sont nombreux; mais le lecteur a déjà vu que notre inventeur les a tous justifiés par la perfection de ses appareils. Ajoutons que le public a ratifié, sans conteste, toutes ces prétentions bien et dûment légitimées par l'usage. Nous pouvons en résumer les preuves essentielles dans les termes suivants :

Les lampes de M. Gustave Trouvé sont très portatives, puisqu'elles sont petites, maniables et légères. Elles sont universelles en raison de la quantité des services auxquels elles conviennent merveilleusement. Quant à la *sécurité*, à l'*automaticité*, au *réglage* et à l'*inversabilité*, nous allons passer en revue ces propriétés dans les paragraphes suivants :

SÉCURITÉ. — La lampe électrique, montée sur l'appareil, est renfermée dans une double enveloppe en cristal épais, garantie elle-même par une lanterne métallique; de sorte que, même si la lampe se brisait dans une atmosphère explosible, aucun accident ne pourrait se produire. La disposition de l'appareil est d'ailleurs telle, qu'aucun commutateur n'étant nécessaire, nulle étincelle électrique ne peut jaillir entre ses diverses pièces : la sécurité qu'il offre est donc absolue. C'est, du reste, le seul appareil qui ait présenté pour le service du corps des sapeurs-pompiers de Paris et de New-York la sécurité suffisante.

AUTOMATICITÉ. — Les lampes de M. Gustave Trouvé s'allument et s'éteignent automatiquement; c'est-à-dire qu'elles s'allument dès qu'on les prend à la main ou, au contraire, dès qu'on les pose sur

une table ou sur un support quelconque. M. Gustave Trouvé construit en effet deux types bien distincts d'appareils : les uns qui s'allument dès qu'on les pose sur une table ou qu'on les suspend par un crochet qu'ils portent, et les autres dès qu'on les prend à la main; ils s'éteignent quand on les pose. Dans les deux cas, l'allumage et l'extinction sont *automatiques*, et celui qui se sert de la lampe n'a aucune manœuvre à faire pour les provoquer.

RÉGLAGE. — Un bouton à vis, qu'il suffit de monter ou de descendre, permet de régler l'intensité de la lumière, depuis la lueur incertaine d'une simple veilleuse, jusqu'à l'éclat de quatre ou cinq bougies. Le bouton à vis de réglage constitue la 2^e poignée de la lampe, et permet d'en supprimer à volonté la fonction automatique. Vissée à fond, la lampe s'éclaire alors d'une façon permanente, qu'elle soit tenue à la main ou qu'elle soit déposée à terre ou sur un meuble, dans une position quelconque.

INVERSABILITÉ. — Enfin, pour qu'aucun accident ne puisse provenir par fuite ou par épanchement du liquide que contiennent les appareils, ceux-ci sont munis d'un dispositif aussi simple qu'ingénieux, qui les met à l'abri de tout renversement.

Ajoutons que ces lampes que le public, qui a toujours plus d'esprit que chacun, a nommé les lampes d'Aladin Trouvé, peuvent brûler environ trois heures en donnant une vive lumière qui est équivalente à celle de quatre à cinq bougies. Si l'intensité est moindre, la durée de l'éclairage augmente naturellement en proportion.

Si la lampe produit une intensité maxima de cinq bougies, on comprend en effet, pour employer une image familière, qu'on peut, comme si on avait réellement cinq bougies ordinaires à sa disposition, les allumer toutes cinq ensemble et s'éclairer trois heures par exemple, ou au contraire n'en brûler qu'une seule à la fois et s'éclairer pendant quinze heures.

Les lampes de M. Gustave Trouvé peuvent d'ailleurs, suivant les applications auxquelles elles sont destinées, être faites de toutes dimensions. Nous parlons ici du modèle courant, mais en augmentant les dimensions on pourrait obtenir une intensité et une durée d'éclairage plus grandes. Dans tous les cas, on voit que la durée d'éclairage fournie par les lampes de M. Gustave Trouvé (modèle courant) est plus que suffisante pour les usages auxquels elles sont destinées. Une durée de trois heures représente effectivement plusieurs soirées de service pour les usages domestiques auxquels ces lampes sont le plus utiles; par exemple : pour des-

ceindre et remonter un escalier, se rendre dans une cour, dans une cave, avoir immédiatement de la lumière la nuit en cas de besoin, etc.

En associant deux appareils du premier type (fig. 133 et 134) avec une lampe appropriée, on peut disposer d'un pouvoir éclairant de douze à quinze bougies pendant trois heures environ. Plusieurs de ces appareils ainsi construits ont été déjà employés par M. Doguin, entomologiste distingué, pour la chasse aux insectes pendant la nuit.

Les lampes de M. Gustave Trouvé ne sont pas destinées à se substituer complètement aux appareils d'éclairage fixes, à l'huile ou à la bougie; mais elles servent dans tous les cas où on emploie actuellement les lanternes, les bougeoirs et les lampes à main, dont le type est la petite lampe à pétrole ou à essence si dangereuse et si incommode. C'est là ce qui rend la lampe portable universelle si intéressante, principalement au point de vue des applications usuelles, que nous visons particulièrement en écrivant ces lignes.

N'oublions pas d'ajouter pour la compréhension parfaite de ce chapitre que les lampes électriques portatives sont devenues possibles, parce que M. Gustave Trouvé est un des premiers qui aient combattu l'opinion que les piles au bichromate de potasse à un liquide étaient très inconstantes et inapplicables aux expériences dont la durée dépasse quelques minutes. Il a établi, au contraire, dans une note à l'Académie des sciences, comme nous l'avons développé avec détails dans le chapitre consacré aux sources d'électricité, qu'avec des solutions convenablement préparées, des zincs parfaitement amalgamés et des surfaces de charbon suffisantes, la pile au bichromate acide de potasse, constituait un des réservoirs d'énergie électrique des plus légers, et présentait une constance assez grande pour un éclairage de plusieurs heures.

L'oxygène nécessaire à la dépoliarisation est emprunté à l'acide chromique, qui l'abandonne facilement au fur et à mesure du dégagement d'hydrogène, ce qui amène la production d'une quantité d'eau correspondante.

Poggendorff, puis Grenet, furent les premiers qui songèrent à employer le mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse pour dépoliariser l'électrode conductrice. Mais ils n'obtinrent qu'une dépoliarisation incomplète, ce qui tenait aux proportions de leur mélange, trop pauvre en bichromate et en acide sulfurique.

Le liquide excitateur de M. Gustave Trouvé a la composition suivante :

Eau.	1000 cent. cubes.
Acide sulfurique à 66°.	250 —
Soit en poids $250 \times 1,8 =$	450 gr.
Et enfin bichromate de potasse. . . .	125 gr.

On voit que le volume d'acide est exactement le $\frac{1}{4}$ du volume d'eau; Poggendorff employait seulement le $\frac{1}{10}$ et Grenet le $\frac{1}{6}$. M. Gustave Trouvé attache une grande importance à la fabrication du liquide excitateur.

Dans une terrine en grès vernissé, on met 125 grammes de bichromate de potasse pulvérisé, puis on y jette un litre d'eau froide, et on agite avec une baguette en verre ou en caoutchouc durci, pendant 1 à 2 minutes; 100 grammes de bichromate de potasse ont pu se dissoudre; l'excédent ne se dissout que par l'addition de l'acide sulfurique, addition qui doit se faire très lentement en versant l'acide en un filet très mince et en agitant constamment; on évite ainsi la formation d'alun de chrome, le liquide s'est un peu échauffé et, par refroidissement, il n'y a pas lieu de craindre une cristallisation.

C'est à cet excès d'acide sulfurique qu'est dû la constance de la pile, excès nécessaire pour maintenir le bichromate en dissolution et pour avoir de l'acide sulfurique en réserve; lorsque cette réserve commence à s'épuiser, le liquide devient moins résistant au passage du courant, car il s'est échauffé; d'où résulte que l'intensité de la pile se conserve et va même en augmentant; de sorte qu'au lieu de constater une diminution, on obtient des intensités qui vont légèrement en croissant pendant la moitié de la durée du fonctionnement d'une charge; le maximum de l'intensité étant vers le milieu de la durée de la charge.

Cet excès d'acide sulfurique nécessite, pour les zincs, une amalgamation puissante; pour éviter une attaque trop vive, ils sont amalgamés à saturation et cette saturation atteint 25 0/0 du poids du zinc. M. Gustave Trouvé pense que c'est une limite extrême, car le zinc présente l'apparence cristalline d'une composition définie, et on retrouve, déposé dans la liqueur lorsqu'on la renouvelle, exactement tout le mercure absorbé par le zinc dissous. Le zinc est, pour ainsi dire, toujours suintant. Les charbons employés sont des crayons en charbon de cornue, les seuls inusables.

La pile de la lampe universelle de M. Gustave Trouvé est formée de six éléments, réunis en tension, chaque élément est constitué par un crayon en zinc et trois en charbon. La disposition en crayon permet au liquide de circuler plus facilement et donne une grande facilité pour le remplacement des électrodes.

Cette circulation facile aide puissamment à la dépolarisation; aussi cette lampe donne-t-elle une constance remarquable quand elle est tenue à la main, c'est-à-dire quand on aide à la circulation des liquides par des mouvements.

Pour obtenir la même constance à l'état de repos, M. Trouvé double la surface des éléments, qui se composent alors de trois charbons et de deux zincs. Ces éléments sont renfermés dans une caisse en ébonite, divisée en six compartiments par des cloisons diamétrales, chaque élément ayant son compartiment.

La circulation des liquides est encore facilitée par de petits trous X, Y, Z, percés dans les cloisons, à la hauteur du fond (fig. 139). Ces trous ont aussi l'avantage de permettre au liquide de reprendre un niveau uniforme dans toutes les cases, au cas où des soubresauts viendraient à faire jaillir le liquide d'une case dans une autre.

Les six éléments sont réunis en tension sur un couvercle en ébonite. La lampe à incandescence proprement dite est renfermée dans sa double enveloppe en cristal, qui est protégée en outre, par une cage métallique en forme de lanterne. La lanterne contenant la lampe à incandescence n'est pas toujours fixée perpendiculairement au couvercle; elle est le plus souvent montée de côté sur le collier C, pour mieux utiliser la lumière. En résumé, la simplicité et les dispositions pratiques de tous ces appareils sont telles que le démontage et le nettoyage sont incontestablement plus faciles à opérer que celui des lampes à pétrole ou à essence.

Ces appareils si remarquables de simplicité et si efficaces dans leur fonctionnement ont été adoptés par la marine de l'État, la Préfecture de la Seine, les sapeurs-pompiers de Paris, la Compagnie parisienne du gaz, etc.

Ils peuvent donc être utilisés par les pompiers, les gaziers, les égoutiers, les mineurs, les distillateurs, les employés des poudrières, des cartoucheries, la marine de l'Etat pour les bâtiments de guerre, les observatoires, les aérostiers, les photographes en remplaçant l'enveloppe en verre blanc par une autre en verre rouge-rubis ou bleu, etc. Les services rendus par la merveilleuse lampe universelle de M. Gustave Trouvé sont

universellement reconnus et ont été appréciés par un juge d'une grande compétence, M. Henri Parroy, président de l'administration des pompes à incendie du gouvernement des Etats-Unis. Dans une récente visite à Paris, il déclarait dans son rapport qu'il y avait rencontré, en la lampe de M. Gustave Trouvé, cet instrument indispensable aux pompiers dont il rêvait depuis longtemps, mais qu'il avait vainement cherché en Amérique; c'est-à-dire une lampe électrique commode à manier et en même temps assez puissante pour illuminer les caves et les sous-sols, quelque épaisse que soit déjà la fumée qui s'y est accumulée avant l'arrivée des secours. J'ai apporté avec moi, dit M. Parroy, une de ces merveilleuses petites lampes, et je me propose d'en faire faire de semblables pour l'usage des pompiers de New-York.

Nous devons aux Etats-Unis les merveilleuses applications de l'électricité faites par Edison, M. Gustave Trouvé a su faire apprécier sa lampe même dans ce pays; sa devise, *Ευφημα*, est pleinement justifiée.

A la suite d'une solution si parfaite et de témoignages si éclatants et si justifiés, n'est-il pas permis de s'écrier : Le voilà donc enfin résolu le terrible problème, tant cherché de *la lampe de sûreté parfaite!*

Depuis Davy, des centaines de savants ont consacré leurs veilles, usé leur vie à la recherche de sa solution. Tous ont apporté des améliorations à la lampe primitive de Davy; et parmi les derniers, Mueseler, Morgan, Fumat, Marsault, ont presque touché le but. M. Marsault s'en est approché aussi près que le permettait l'élément sur lequel il travaillait : l'huile qui, pour brûler, a besoin du contact de l'air.

Les noms de tous ces chercheurs seront toujours cités avec reconnaissance. Mais, avec leur appareil, si perfectionné qu'il soit, le danger n'est pas complètement supprimé, et reste toujours menaçant. La communication avec l'air, si minime qu'elle soit, subsiste encore, et dès lors on a toujours à redouter ce fléau qui ravage les mines : LE GRISOU. Pour vaincre ce redoutable ennemi invisible et insaisissable, il fallait l'électricité, agent encore mystérieux, mais auquel la science finira bien par arracher tous ses secrets, et le contraindre à rendre à l'humanité tous les services dont il est capable.

N'est-ce point ce résultat admirable que M. Gustave Trouvé a réalisé pour l'éclairage des mines, si nous en jugeons par sa communication du 18 août 1890 à l'Académie des sciences?

Le Figaro du 19 août, qui la rapporte et sous un gros titre lui donne une mention spéciale, la fait précéder ainsi :

M. Berthelot, secrétaire perpétuel, a présenté à l'Académie des sciences une nouvelle lampe minière, dont l'illustre savant a fait suivre son analyse d'un brillant éloge de l'appareil.

« J'ai l'honneur dit, en effet, M. Gustave Trouvé, de rappeler à l'Académie, à propos de la catastrophe de Saint-Etienne, que je lui ai déjà fait présenter, dans sa séance du 3 novembre 1884 (t. XCIX), par un de ses membres illustres M. Jamin, la première lampe électrique portative de sûreté absolue.

« Cette lampe portative de sûreté est employée dans les poudreries de l'État, Sévran-Livry et Le Ripault, dans les écoles d'application d'Artillerie et du Génie de Versailles, Toul, Verdun, Épinal, Belfort; par la C^{ie} parisienne du Gaz et, à l'exclusion de toute autre, par les pompiers de Paris et la marine italienne.

« Le courant qu'elle fournit est de 1,5 ampère
et 11,4 volts

soit 17,10 watts pendant 3 heures,
c'est-à-dire 51,30 watts-heure.

« Cette énergie correspond à une intensité de 4,2 bougies pendant 3 heures ou de 1 bougie pendant 12 à 13 heures, éclairage bien supérieur à celui des lampes minières ordinaires.

« Des résultats aussi favorables me permettent d'assurer que la lampe électrique portative de sûreté rendrait dans les mines les mêmes services que ceux qu'elle rend chaque jour, aux sapeurs-pompiers de Paris, à la C^{ie} parisienne du Gaz, etc.

« Mais je dois évoquer ici, devant l'illustre Assemblée, la mémoire du regretté et savant modeste Gaston Planté, qui nous a laissé tous les éléments nécessaires pour construire une lampe minière parfaite. Nous n'avons pas besoin d'aller chercher à l'étranger les moyens de préserver la vie de nos mineurs. Ces moyens résultent des travaux mêmes de Gaston Planté dont les éléments doivent seulement acquérir une formation rapide.

« Dans cet ordre d'idées, j'ai réalisé un flambeau d'un faible poids et d'un petit volume, utilisé à l'Opéra dans le ballet d'*Ascanio*.

« Il est formé de 6 accumulateurs, genre Planté; son poids est de 420 grammes et il fournit pendant 40 minutes (deux représentations) un courant de 3 ampères et 10 volts, soit 30 watts, ce qui équivaut à un éclairage de 7,5 bougies, pendant 40 minutes ou bien à une bougie pendant 5 heures.

« Avec un poids de 840 grammes on aura une bougie pendant 10 heures et avec un poids de 1260 grammes une bougie pendant 15 heures.

« Ces résultats sont donc supérieurs à ceux d'une lampe étrangère présentée à l'Académie dans sa dernière séance.

« Ce n'est que par erreur, en effet, qu'on a pu évaluer l'in-

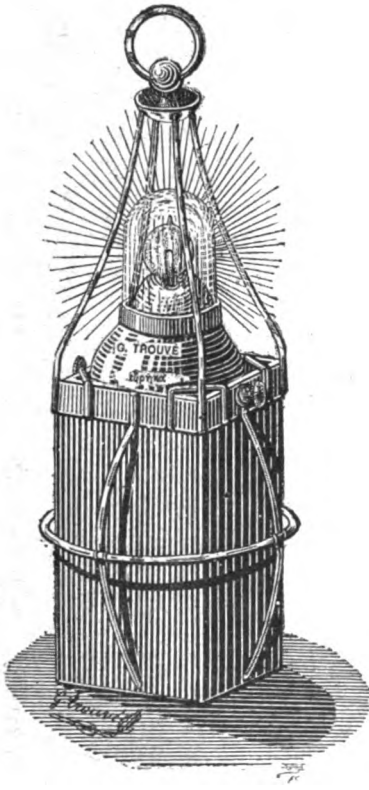


FIG. 146. — Lampe électrique minière carrée, de M. Gustave Trouvé.

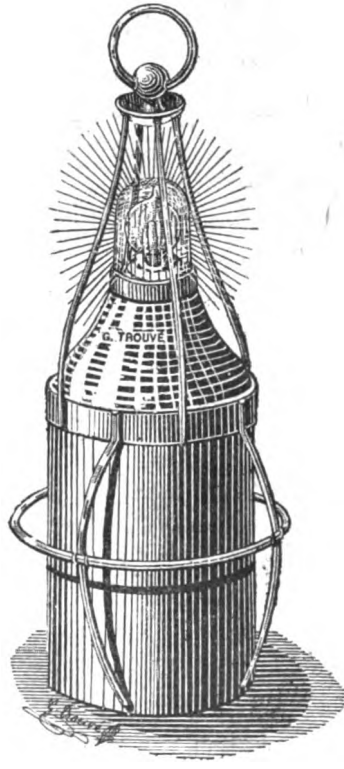


FIG. 147. — Lampe électrique minière ronde, de M. Gustave Trouvé.

tensité de celle-ci à une bougie, quand, au maximum, elle n'en peut fournir qu'un tiers.

« Si elle se charge, en effet, en 5 heures sous un courant de 1 ampère et 4 volts, soit 4 watts, et qu'on admette un rendement de 100 0/0, elle ne pourra restituer en énergie que ce qu'elle a reçu, c'est-à-dire 4 watts pendant 5 heures, ou un éclairage d'une bougie pendant 5 heures. Si l'on prolonge à 15 heures son service, ce ne sera qu'au détriment de son éclairage, et avec un

rendement de 100 0/0 elle ne donnerait pendant ce temps qu'un tiers de bougie.

« La réalisation de ma lampe électrique de sûreté et le flambeau d'Ascanio (fig. 113 et 114) m'autorisent à penser que ma lampe électrique minière, fondée sur les mêmes principes, donnera toute satisfaction. »

Cette nouvelle lampe qui n'est, comme le dit M. Gustave Trouvé, qu'une disposition particulière de sa lampe de sûreté, conserve le même aspect extérieur que les lampes ordinaires des mineurs.

L'inventeur a préféré leur conserver cette forme pour les faire accepter plus facilement par les Compagnies, et afin que, les mineurs eux-mêmes, habitués aux anciennes se familiarisent tout de suite avec celles-ci.

Les figures 146 et 147 représentent cette lampe en fonction; l'une est ronde et l'autre carrée, mais toutes les deux sont défendues contre les chocs par de solides armatures.

Certes, les immenses rayons que projettent la Couronne de la statue de la Liberté, qui s'élève à l'entrée du port de New-York, sont plus éclatants et ont une toute autre étendue que ceux de la petite lampe Trouvé. Mais à la lampe Trouvé l'honneur, disons la gloire, de préserver d'une mort fatale des milliers d'existences, de rendre le travail du mineur beaucoup moins pénible et de lui fournir les moyens de se protéger efficacement contre les mille dangers auxquels il est exposé.

Avec les lampes actuelles, c'est la lumière mesurée d'une manière parcimonieuse, et la crainte incessante du danger. Avec la lampe Trouvé, c'est la lumière répandue à flots par des milliers de petits soleils circulant dans les galeries souterraines, à travers le grisou rendu aussi inoffensif que la brise qu'on respire sur les plages de l'Océan. Les gaz explosibles et les matières inflammables ont aujourd'hui leur maître.

Si donc, il y a encore des incendies causés par l'inflammation des essences minérales, comme il s'en produit si fréquemment dans les caves de tous les marchands de ces substances inflammables, au contact d'une lumière libre, pétrole, essence, etc., tant pis pour eux. Il ne faudra pas ménager les condamnations et les dommages-intérêts envers les victimes de leur incurie ou de leur avarice. Les Compagnies d'assurances ne leur devront pas un sou.

S'il y a encore des désastres par suite d'explosions provoquées par la même cause, l'usage des lampes à feu libre,

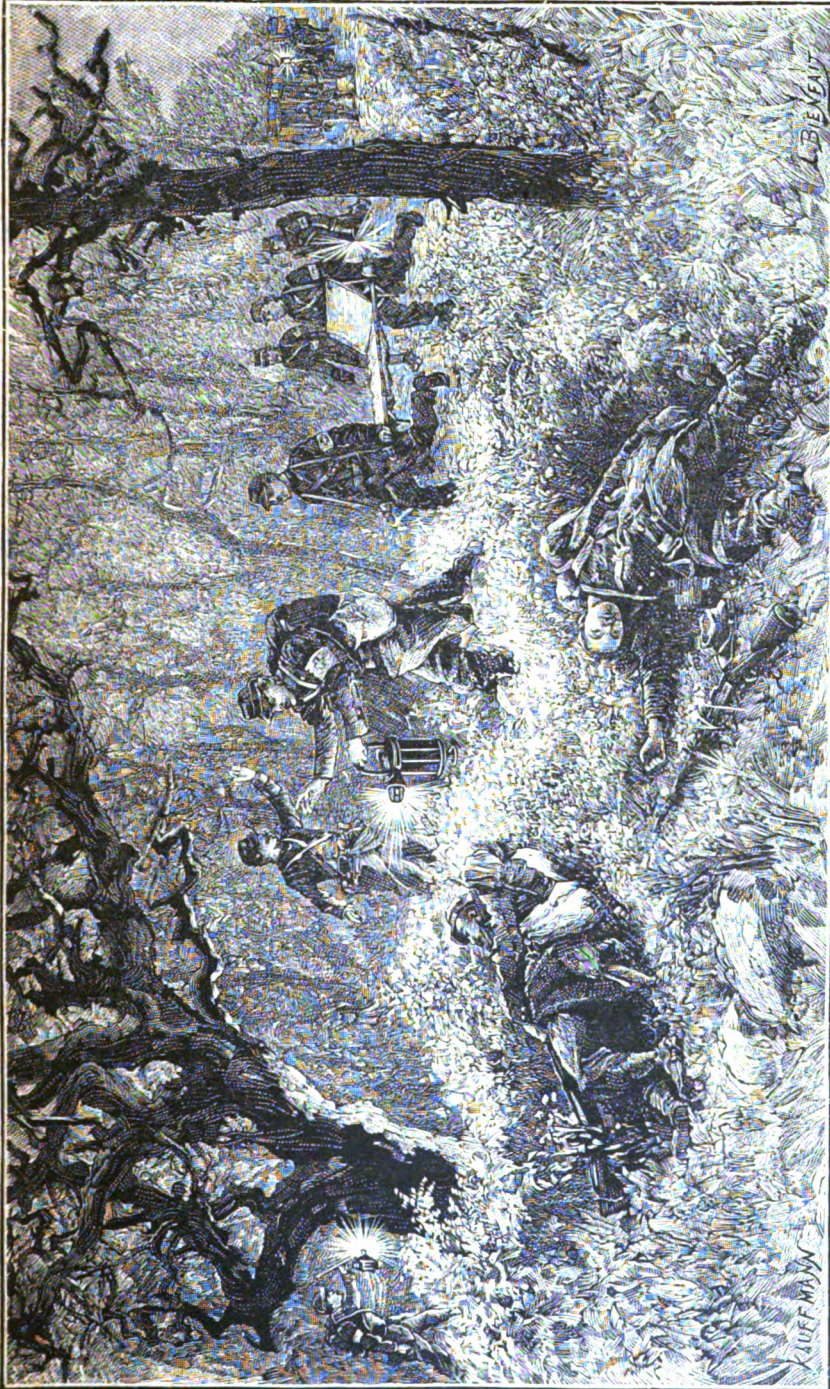


Fig. 148. — Application de la lampe électrique de M. Gustave Trouvé à la recherche des blessés d'après le Monde illustré, reproduction interdite.

dans les milieux contenant des gaz explosibles, les responsabilités seront énormes. Elles seront sans limites et impardonnables, car c'est un fait maintenant acquis, positif, indéniable : il existe une lampe de sûreté, absolument irréprochable, puisque la lampe électrique universelle de M. Gustave Trouvé met à l'abri de tout danger d'incendie ou d'explosion, dans n'importe quel milieu, avec une brillante et bienfaisante lumière.

Cela est tellement vrai qu'une Commission spéciale du Ministère de la Guerre a étudié récemment dans plusieurs corps de troupes, durant les grandes manœuvres, un nouveau système de recherches des blessés la nuit sur le champ de bataille. Avec les nouveaux modes de combat, on sait que les luttes et les attaques auront une superficie d'action beaucoup plus considérable que par le passé. Les plaines, les bois, les vallons, les villages seront parsemés de blessés, impossibles à secourir pendant l'action et qui devront attendre jusqu'à la nuit les secours nécessités par leur état.

Afin de faciliter ces recherches nocturnes, on a songé à la lumière électrique qui, par sa puissance d'éclairage, est seule capable de donner un résultat prompt et pratique, en illuminant rapidement tous les coins perdus les plus obscurs.

Dans ce but on fait coucher et cacher des soldats dans les champs et particulièrement dans les endroits boisés, comme le représente la figure 148 dont la composition est due à l'habile crayon de M. Paul Kauffmann et a été publiée dans le *Monde illustré*. Les corps d'infirmiers, escortés des voitures de secours et armés de la lampe électrique de M. Gustave Trouvé, se dispersent de tous les côtés et explorent toutes les parties les plus reculées des taillis et des fourrés. Ces essais ont donné d'excellents résultats et consacré l'usage dans les ambulances militaires de cet éclairage mobile.

Il ne faut pas croire que M. Gustave Trouvé ne s'est occupé que de l'éclairage domestique : les grandes installations ne lui sont pas non plus étrangères.

Mais notre but n'est pas de donner ici la description de ses appareils d'éclairage industriel, comme par exemple de sa dynamo construite sur une grande échelle. Nos lecteurs épris, nous l'espérons, d'un vif amour pour l'électricité, trouveront de semblables descriptions dans de nombreux ouvrages spéciaux.

Nous donnons cependant un compteur d'électricité de M. Gustave Trouvé et son système de monture de lampes; enfin sa dynamo à contact magnétique direct qui fut le premier appareil

à comprendre deux anneaux sur le même axe. Elle produit des courants continus ou alternatifs.

Nous en trouverons la description, sous forme de mémoire, dans : *Journal of the Franklin Institute of the state of Pennsylvania*, du 1^{er} janvier 1878.

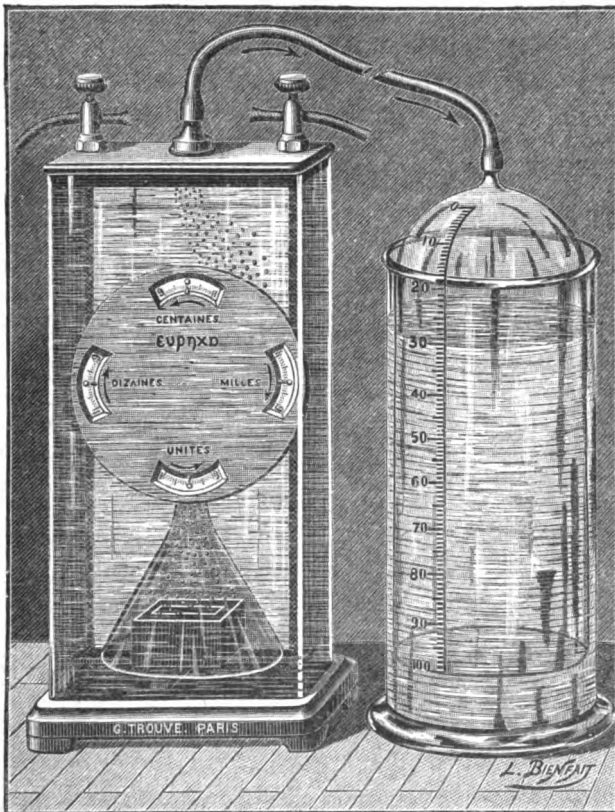


Fig. 149. — Compteur d'électricité de M. G. Trouvé.

Compteur d'électricité de M. G. Trouvé. — Ce compteur se range dans la classe des compteurs à action chimique ou à décomposition d'un liquide par le courant électrique à mesurer; ce liquide, ici, c'est l'eau, faisant partie du courant principal lui-même ou d'une simple dérivation.

Les deux gaz mis en liberté par le courant électrique, l'hydrogène et l'oxygène, agissent mécaniquement, dans ce compteur de M. Gustave Trouvé, sur une sorte de turbine ou roue à augets,

immergée dans l'eau acidulée et la mettent en mouvement. Le nombre des révolutions de cette turbine se trouve d'ailleurs indiqué, par l'intermédiaire d'un train de rouages, sur des cadrans dont l'un marque les unités, un second les dizaines, un autre les centaines, etc., de tours.

Toutes les pièces employées dans la construction sont inattaquables par les acides.

La figure 149 donne la vue de ce compteur; tous les organes en sont immergés; mais M. G. Trouvé a construit d'autres compteurs dans lesquels la roue seule plonge dans l'eau.

Le fonctionnement de tous ces différents compteurs est le même. Le train de rouages disposé au-dessus de larges électrodes de platine est noyé dans le liquide électrolytique. Les volumes de gaz, mis en liberté aux électrodes, dans l'unité de temps, sont on le sait proportionnels aux intensités correspondantes du courant analyseur. Le volume de l'oxygène, le volume de l'hydrogène ou le volume total de ces deux gaz, dans un laps de temps, mesure donc bien la quantité d'électricité employée puisque volume de gaz ou quantité d'électricité sont deux valeurs constamment proportionnelles. On peut également utiliser leur force mécanique de dégagement.

Aussi un entonnoir en verre recueille les gaz pour les faire agir sur la turbine du compteur, après quoi ils peuvent être recueillis séparément ou ensemble.

Dans le premier cas, l'oxygène peut être utilisé pour assainir l'appartement et l'hydrogène pour la chaleur. Ils peuvent être recueillis dans une cloche graduée et à immersion, comme le montre notre figure, et utilisés comme mélange détonant.

Ce compteur, d'une extrême simplicité, convient aussi bien pour la mesure des courants continus que pour la mesure des courants alternatifs. Il peut même se graduer

pour représenter l'énergie électrique sous toutes ses formes : ce sera, par exemple, un ampère-heure-mètre, un volt-heure-mètre, un watt-heure-mètre.

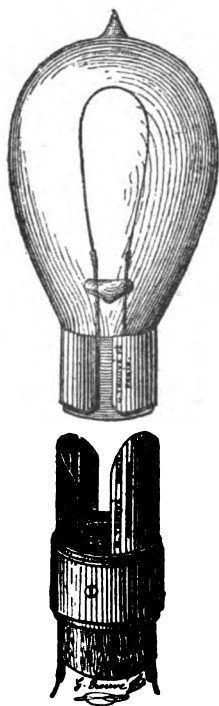


FIG. 153. — Système de monture des lampes à incandescence de M. G. Trouvé.

L'avenir nous apprendra sous quelle forme d'énergie il est préférable de le graduer; mais une des plus grandes qualités du compteur de M. G. Trouvé est sa simplicité qui permet de le construire à un prix si peu élevé (20 fr. environ) qu'il est à la portée de toutes les installations.

Système de monture de M. G. Trouvé pour ses lampes électriques. — Le système de monture des lampes de M. Gustave Trouvé est de la plus grande simplicité : deux lames sont fixées au support (fig. 150) et agissent comme ressort de pression sur deux autres lames métalliques fixées au collet de la lampe.

C'est grâce à cette extrême simplicité que M. Gustave Trouvé a pu dissimuler ses gentilles petites lampes dans les pétales des fleurs ou les appliquer à ses gracieux chandeliers (fig. 126), à ses candélabres (fig. 127 et 128). Ce système de monture se prête en effet, mieux que tout autre à la décoration.

MACHINES A COURANTS ALTERNATIFS ET A COURANTS CONTINUS

AGISSANT AU CONTACT MAGNÉTIQUE.

Mémoire de M. G. Trouvé au *Franklin Institute of the State of Pennsylvania.*

Les études que j'ai faites sur l'éclairage par machines dynamo-électriques ont pour but de procurer à toutes les machines indistinctement un rendement beaucoup plus élevé.

Les électro-aimants s'éloignant très peu, dans leurs fonctions, de la loi de la gravitation, nous avons été conduit, pour obtenir un maximum de rendement, dans nos machines dynamo-électriques, à agir toujours au contact.

En général, dans les machines ordinaires, comme dans celle de Gramme, par exemple, les effets se produisant à grande distance, on éprouve une grande perte dans le rendement. D'autres se trouvent dans de meilleures conditions, les électro-aimants s'influençant à une moindre distance. Néanmoins cette distance, nécessaire au jeu des organes, constitue toujours une perte qui serait beaucoup moindre si le circuit magnétique s'y trouvait réalisé comme le circuit électrique.

Le principe que nous avons fait breveter, s'applique d'une façon remarquable à toutes les machines électriques et a pour but de réaliser ce maximum, et d'augmenter, le rendement par conséquent, dans des proportions considérables

Nous allons donner tout à l'heure un croquis succinct d'une machine disposée pour fonctionner suivant notre principe.

Disons d'abord que cette machine se compose de deux électro-aimants, ou d'un plus grand nombre, se trouvant en contact magnétique permanent et

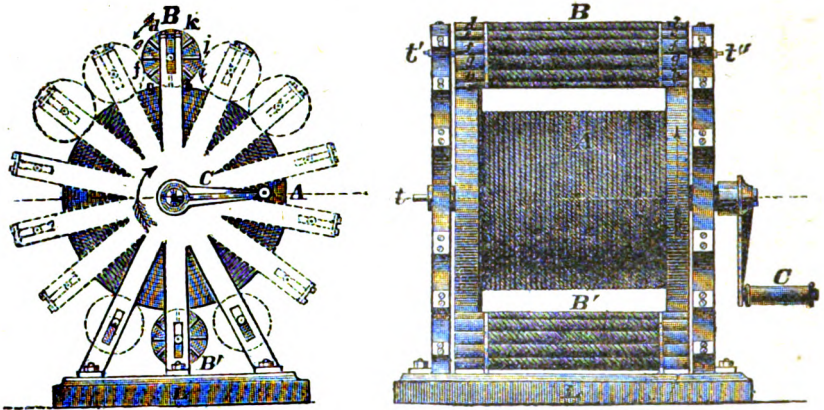


FIG. 151.

- A. — Gros électro-aimant servant de roue de commande, mis en mouvement par la manivelle C ou par une poulie montée sur son axe.
- B, B'. — Faisceau constitué par les petits électro-aimants *d, e, f, g, h, i, j, k*.
- C. — Manivelle.
- L. — Montant supportant tout le système.

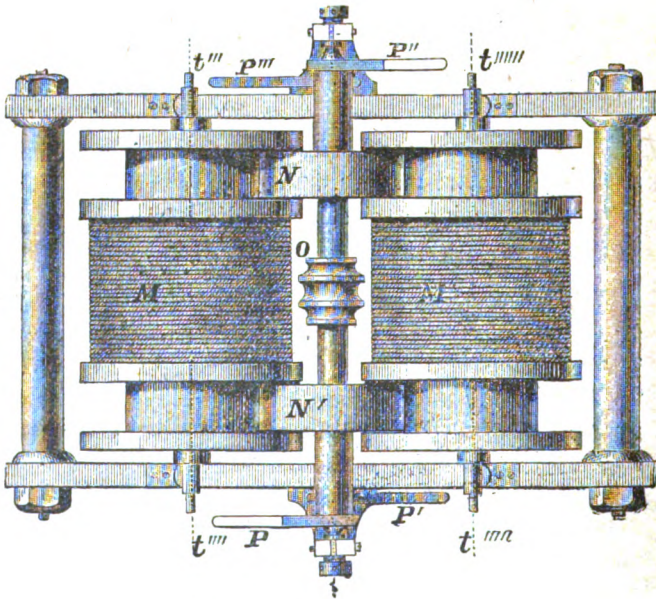


FIG. 152.

- N, N'. — Disques de Gramme modifiés, mettant en mouvement les deux électro-aimants M, M' destinés à les influencer.
- O. — Poulies destinées à mettre l'axe en mouvement.
- P, P', P'', P'''. — Balais métalliques servant de ressorts frotteurs et recueillant les courants engendrés dans les disques.
- t, t', t'', t''', etc. — Extrémités des fils d'entrée et de sortie des électro-aimants.

s'entraînant en mouvement rotatif par friction à la manière des cylindres d'un laminoir.

Les deux courants magnétique et électrique se trouvent ainsi fermés; ce qui n'a lieu dans aucune autre machine.

Cette disposition réalise donc la condition de maximum indiquée plus haut. De plus le contact magnétique ayant toujours lieu, il n'est jamais besoin d'amorcer la machine.

Les petites machines construites dans ces conditions fonctionnent désormais comme les grandes machines, et cela ne pouvait avoir lieu autrefois, parce qu'elles ne conservaient pas assez de magnétisme rémanent.

Dans les croquis ci-joints, nous n'avons représenté que les pièces essentielles destinées à bien faire ressortir l'application de notre principe, négligeant à dessein les pièces accessoires, quelque importance qu'elles puissent avoir, mais qui sont suffisamment connues.



FIG. 153.

Coupe, suivant le plan de mouvement, du disque de Gramme modifié pour l'application de notre principe à cette machine.

Nous ferons remarquer que cette machine peut facilement produire, par chacun de ses disques, une lumière de 600 becs Carcel, et qu'elle est tout à fait disposée pour la démonstration de notre principe dans les cours.

En effet, on peut écarter à volonté les deux électro-aimants M, M' , de manière qu'ils ne soient plus en contact magnétique avec les deux disques N, N' et l'on s'aperçoit immédiatement de la diminution de l'intensité du courant.

Un commutateur spécial recueille ces courants, soit pour les utiliser en quantité ou en dérivation, soit pour les donner en tension.

La figure 152 représente une machine Gramme disposée d'après notre principe. En effet, on voit aisément que les deux électro-aimants droits M, M' se

Disons toutefois que l'application de notre principe nécessitant l'évolution de tous les organes, l'entrée et la sortie des courants se fait par les axes qui sont naturellement creux et comportent au centre les conducteurs isolés dont on voit les extrémités en t, t', t'', t''', t'''' .

La figure 151 représente une machine, vue de face et de côté, qui se compose d'un fort électro-aimant droit influençant une série d'électro-aimants également droits, et formant un faisceau parfaitement circulaire.

Tout le système est entraîné en mouvement rotatif par le gros électro-aimant qui sert lui-même de roue de commande.

Cette machine peut donner à volonté, suivant la disposition du commutateur, des courants alternatifs ou des courants continus, comme la machine de Gramme.

Elle est également magnéto ou dynamo-électrique, suivant qu'on se sert d'un aimant fixe ou bien d'un électro-aimant, comme dans notre figure.

Si nous imaginons le mouvement indiqué par la flèche, tous les électro-aimants d, e, f, g , placés à gauche de la perpendiculaire passant par le centre ou l'axe du faisceau, se rapprochent du gros électro-aimant qui les influence et engendre dans leur bobine respective des courants de sens positif; tandis, au contraire, que tous les électro-aimants, placés à droite de la perpendiculaire, h, i, j, k , s'éloignent du gros électro-aimant, se trouvent influencés en sens différent.

trouvent en contact permanent par leurs pôles contraires, avec les deux disques N, N' et n'en forment plus alors qu'un seul dont un des disques sert de culasse et l'autre d'armature ; ils constituent ainsi, comme nous l'avons dit, un circuit magnétique complètement fermé.

Si maintenant l'on met en mouvement les deux disques N, N', montés sur le même axe O et représentés en coupe (fig. 153), ceux-ci, dans leur mouvement de rotation, entraînent, par frottement, les deux électro-aimants qui les influencent continuellement et engendrent alors des courants dans les séries de bobines qui composent ces disques mêmes.

Le contact est d'autant plus intime entre les électro-aimants M, M' et les disques N, N' que les courants sont plus énergiques, c'est-à-dire que la machine marche plus vite.

CHAPITRE SEPTIÈME

Emploi de l'électricité à l'exploration des cavités accidentelles et naturelles du corps humain.

EXPLORATEURS-EXTRACTEURS ÉLECTRIQUES

Observations des docteurs : *Paul Berger, Guyon, L. Jullien, Milliot, Périer, Perrin, Peyrot, Richet.*

Méthode complémentaire pour la recherche des corps étrangers dans l'estomac.

Système d'aiguilles astatiques; sonde œsophagienne révélatrice; sonde œsophagienne électro-magnétique; électro-aimants.

Observation du docteur *Polailon* : Extraction d'une fourchette de l'estomac par la taille stomacale.

POLYSCOPES

Polyscopes à essence de pétrole, à incandescence d'un fil de platine et à lampe à incandescence.

Stomatoscope, laryngoscope, rhinoscope, gastéroscope, cystoscope, uréthroscope, rectoscope, gynécoscope... électriques.

Expériences des poissons lumineux.

Applications diverses du polyscope.

PHOTOPHORES

Micrographie et photomicrographie; macrographie : auxanoscopes électriques.

Eclairage des liquides et des ferments.

Un des faits les plus inattendus des applications nombreuses de l'électricité, c'est celui de son emploi à l'exploration des milieux qu'on ne peut voir et atteindre par les moyens ordinaires.

En particulier des milieux inaccessibles de l'économie animale dont l'étude interne nous est si nécessaire.

Il y a là, pour les recherches physiologiques, les études anatomiques, les opérations chirurgicales, les certitudes du diagnostic, toute une voie féconde, qui a été ouverte par M. G. Trouvé dès l'année 1867. C'est à lui, sans conteste, que l'on doit la création de cette branche nouvelle et originale de tous les services que peuvent rendre à la science expérimentale les courants voltaïques, entre des mains habiles guidées par un esprit actif et observateur.

Joignant, comme il le fait toujours, la pratique à la théorie, M. G. Trouvé, après avoir créé les appareils ingénieux que nous allons décrire au cours de ce chapitre, a inventé encore des instruments qui permettent d'éclairer les cavités naturelles (bouche, larynx, estomac...)

Ces appareils ou instruments se divisent en deux catégories qui se prêtent une mutuelle assistance :

1° *Les explorateurs-extracteurs électriques*, employés à la recherche des projectiles dans les plaies par armes à feu;

2° *Les polyscopes et les photophores*, pour l'exploration optique des cavités naturelles de l'économie.

Disons, dès maintenant, que ces polyscopes et ces photophores, merveilleux par leur puissance et leur simplicité, trouvent aussi leur application dans d'autres arts que la chirurgie ou la médecine, bien qu'ils aient été consacrés spécialement à leur service.

PREMIÈRE PARTIE

Explorateurs-extracteurs électriques de M. Gustave Trouvé pour l'exploration des plaies par armes à feu et l'extraction des projectiles.

Voici comment M. G. Trouvé a été amené à se proposer l'emploi de l'électricité pour la recherche des projectiles par armes à feu :

« Lorsqu'un corps métallique, disait M. Gustave Trouvé dans une conférence, un projectile, par exemple, a pénétré dans nos tissus, certaines circonstances permettent de le reconnaître par les moyens ordinaires : méthode digitale, à percussion, à friction, chimique. Mais le plus souvent aussi ces moyens deviennent insuffisants et même impossibles, quand, — ce qui arrive fréquemment, — la balle est, pour nous servir d'une expression tout à fait médicale, enkystée, ou, pour mieux dire, recouverte d'une membrane muqueuse, séreuse, ou même d'un morceau de vêtement porté par le blessé.

« Il existe encore de nombreux cas, où malgré toute sa sagacité, le chirurgien ne peut se rendre compte assez exactement, pour éviter au patient une opération inutile, de l'existence et de la position du corps métallique.

« Toute constatation devient impossible avec les méthodes ordinaires lorsqu'il y a enkystement osseux ou que la plaie est cicatrisée.

« On n'a point oublié la divergence des chirurgiens auprès de Garibaldi, ni le fameux stylet dont se servit le célèbre Nélaton, pour s'assurer de la présence de la balle dont le vaillant blessé avait été atteint au talon, en 1860 : l'extrémité exploratrice de l'instrument était munie d'une boule rugueuse en porcelaine, qui fut retirée noircie par la balle de plomb.

« Ce moyen était ingénieux, sans nul doute, et il fut en ce cas d'une grande utilité; mais les services qu'il peut rendre sont très limités et même nuls, dans les circonstances que nous avons énumérées plus haut.

« Ce procédé laissait donc insoluble le problème de la recherche des corps étrangers dans les plaies par armes à feu, problème que nous résumons comme suit :

« Indiquer, à coup sûr, la présence dans les tissus d'un corps quelconque, métallique ou non; sa nature : plomb, fer, cuivre, pierre ou bois — et la direction qu'il a suivie; sa profondeur, que la plaie soit ouverte ou fermée, que le corps soit recouvert ou non d'une membrane ou d'un morceau de vêtement et d'en produire l'extraction de façon que toute méprise soit impossible. »

Il n'était pas facile de résoudre un problème aussi compliqué dont la solution pratique devait contrôler le projectile, *de façon à éviter toute méprise*. M. G. Trouvé pensa avec raison qu'il fallait en demander le dénouement heureux à l'électricité et il se mit au travail avec sa passion ordinaire. On peut dire que toutes les difficultés ont été aplanies avec autant de bonheur que de simplicité et qu'il a atteint d'une façon tout à fait remarquable, le but tant cherché.

C'est en se basant sur la conductibilité des métaux, beaucoup plus considérable que celle des différentes parties de l'organisme humain, et c'est en s'appuyant sur un fait expérimental démontrant que tout liquide intercalé dans le circuit d'un courant l'affaiblit suffisamment pour ne pouvoir mettre en mouvement un électro-trembleur, que la complexité de la question a été élucidée théoriquement et pratiquement.

Nous devons à la vérité scientifique de déclarer qu'un savant chimiste de Marseille, M. Favre, membre correspondant de l'Institut de France, mort prématurément en 1879, avait déjà proposé, dans ce but, l'emploi de l'électricité avec un galvanomètre et une pile de Daniell. Mais cette méthode eût été dangereuse dans ses

applications, entre des mains mêmes expérimentées; l'aiguille trop sensible d'un galvanomètre se fût affolée par mille causes diverses sur un champ de bataille.

Les liquides de l'organisme sont déjà suffisants pour conduire le courant voltaïque, mais les canons, les fusils, les munitions, jusqu'aux boutons métalliques du vêtement du chirurgien, les instruments de sa trousse, le lit même du malade, formés en grande partie de fer et d'acier, eussent agi avec énergie sur le galvanomètre.

Se fier alors à ses indications inconstantes eût été téméraire et dangereux.

Les inventions de M. G. Trouvé ont cela de caractéristique qu'elles ne donnent jamais prise à des objections semblables; chez lui, tout est étudié, mûri, prévu et jamais la pratique utilitaire ne dément la théorie sur laquelle ils reposent.

M. le docteur Gavaret, si compétent en science électro-médicale, a très bien fait ressortir cette particularité, lorsqu'il présenta à l'Académie de médecine l'explorateur-extracteur des projectiles.

Cet appareil se compose de quatre parties distinctes :

- 1° Une pile,
- 2° Une sonde exploratrice,
- 3° Un révélateur,
- 4° Un extracteur.

Et, dans certains cas, comme complément, d'une boussole astatique très sensible.

- 4° Pile.

Elle est hermétique (fig. 154) et se place dans la poche du gilet; M. G. Trouvé, qui l'a imaginée, l'a employée aussi, avec avantage, à bien d'autres usages.

Nos lecteurs la connaissent déjà; nous l'avons décrite au chapitre spécial des générateurs d'électricité.

Toutefois, dans le but de leur éviter des recherches, nous la résumons :

Elle est formée d'un couple, composé de zinc et de charbon, renfermé dans un étui d'ébonite, matière formée de caoutchouc durci par un procédé particulier. Le zinc et le charbon n'occupant que la moitié supé-

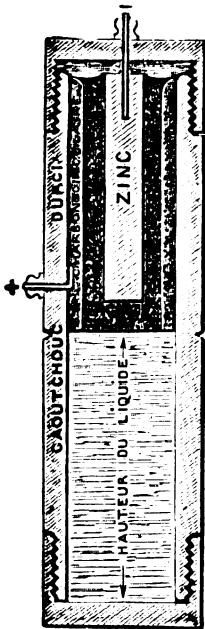


FIG. 154. — Pile hermétique à renversement, de M. Gustave Trouvé, (grandeur d'exécution).

rière de l'étui, l'autre moitié est remplie par le liquide excita-
teur. Tant que la pile reste debout, il n'y a pas d'électricité pro-
duite, ni d'usage, par conséquent; mais dès qu'elle est renversée
ou replacée horizontalement, l'immersion du couple a lieu et le
courant s'établit pour cesser dès qu'on la redresse.

2° *Sonde exploratrice.*

C'est une canule (fig. 155) rigide ou souple, à mandrin mousse;
elle sert à explorer préalablement la plaie et à introduire le stylet
du révélateur.



FIG. 155. — Sonde exploratrice des plaies. Système de M. G. Trouvé.

3° *Révélateur.*

C'est un petit électro-trembleur (fig. 156) fortement constitué
pour résister à tous les chocs et renfermé dans une petite boîte,
en forme de montre, munie de chaque côté d'une glace trans-

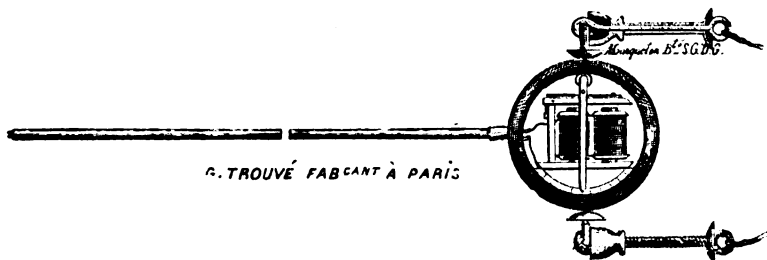


FIG. 156. — Révélateur électrique des projectiles dans les plaies.
Système de M. G. Trouvé.

parente épaisse. Il est armé de deux petits mousquetons, — de
l'invention de M. Trouvé, — où viennent s'assujettir les fils de
la pile.

Un *stylet*, partie essentielle de l'appareil, s'ajuste à frottement
au révélateur qu'il complète. C'est la réunion de deux longues
tiges d'acier, parallèles, terminées en pointe et bien isolées élec-
triquement, tout en étant protégées par une gaine métallique
qu'elles dépassent légèrement.

Sa forme varie évidemment suivant les cavités à explorer : c'est une tige droite, flexible ou non, qui peut devenir brise-pierre ou pince, comme nous allons bientôt le voir.

Quand la plaie est fermée, le stylet est composé de deux aiguilles ordinaires, à acupuncture, indépendantes et reliées au révélateur par des fils conducteurs.

Les choses étant ainsi disposées et la pile chargée et renversée, le circuit sera fermé quand un *corps métallique* s'interposera aux pointes du stylet et jouera le rôle de bouton d'appel d'une sonnette électrique ordinaire, en mettant le trembleur en vibration. *Tout autre corps ne produirait rien de semblable.*

Ainsi, dès la première inspection, l'opérateur connaît la nature métallique ou non métallique, de l'objet dont il est en présence.

Si le révélateur entre en vibration, c'est un corps métallique; s'il garde le silence, c'est un corps non métallique.

M. Trouvé précise encore. Dans certains cas, il peut être utile de pousser plus loin le diagnostic et de connaître la nature même du projectile. S'il n'y a pas grand danger à laisser séjourner dans la plaie du fer ou de l'acier, il est indispensable d'extraire le cuivre immédiatement.

Le *plomb* est dénoncé par sa malléabilité qui permet aux aiguilles d'y pénétrer et de donner un contact parfait, malgré les balancements du stylet. Les crépitements se produiront donc sans interruption.

Le fer, l'acier, le cuivre, résistent à la pénétration et, pour ces métaux durs, le contact simultané des deux aiguilles n'aura lieu que dans la position normale du stylet. Si on fait osciller cet organe de l'appareil, les crépitements seront alternativement interrompus et rétablis, suivant qu'une seule des aiguilles ou les deux touche le métal.

M. Trouvé distingue encore le *fer* du *cuivre* par leurs propriétés opposées : magnétiques ou diamagnétiques, révélées par la petite boussole astatique très sensible dont nous avons parlé plus haut. Le fer produira sur elle des perturbations violentes, même à plusieurs décimètres de distance et le cuivre n'en donnera aucune.

Quand il s'agit non plus de métaux mais de bois, de pierres, d'esquilles, M. Trouvé se fonde pour les attaquer, sur leur mobilité dans l'organisme, déduite de leur peu de densité, et de ce qu'ils n'y pénètrent que par ricochets.

Il retire alors le stylet de la canule exploratrice et l'y remplace par sa petite tarière (fig. 157), à laquelle il imprime un léger mouvement de rotation, détache ainsi quelques parcelles qu'il

retire emprisonnées dans le pas de vis et qu'il place sous le champ du microscope.

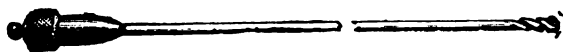


FIG. 157. — Tarière exploratrice des plaies;
Système de M. G. Trouvé.

On sait tout de suite si on a affaire à des cellules végétales ou animales.

Ainsi, dans tous les cas, le diagnostic est simple et infaillible. Il est fondé sur les propriétés immuables de la matière. L'homme peut se tromper, mais pas l'instrument.

Si la plaie est fermée et que le signe douleur est le seul guide, on commence l'exploration à l'aide de deux petites aiguilles à acupuncture. Elles vont toucher le projectile, oublié là depuis peut-être plusieurs années et le dénoncent.

4° *Extracteur.*

L'appareil d'extraction est tout aussi parfait que le révélateur.

Dans bien des cas, la tarière elle-même sert d'extracteur pour le plomb dans lequel elle pénètre comme dans un bouchon de liège.

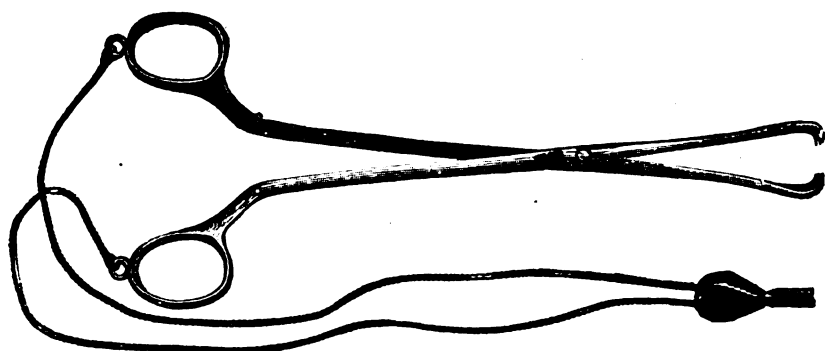


FIG. 158. — Explorateur-extracteur électrique des corps étrangers
ayant pénétré dans les tissus organiques.
Système de M. G. Trouvé.

C'est une longue pince d'acier (fig. 158) dont les deux branches sont isolées électriquement l'une de l'autre et reliées au révélateur par des conducteurs souples. Avec cet appareil, on est sûr que

l'objet saisi est métallique; on n'est plus exposé à prendre un organe voisin, un os, par exemple. Toute méprise devient impossible à ce sujet, car on se trouve prévenu si on pince à la fois le projectile et un muscle ou toute autre partie des organes.

Cet ingénieux et délicat appareil répond bien aux données du problème que nous avons énoncé plus haut. Aussi aujourd'hui les cas dans lesquels l'explorateur-extracteur électrique des plaies a été employé avec succès ne se comptent plus et, par ordre ministériel, fait-il désormais partie des boîtes chirurgicales des armées de terre et de mer.

Le XIX^e Siècle du 12 août 1874, dans une chronique scientifique pleine d'humour, le fait ainsi connaître à ses lecteurs :

UN SORCIER. — Je suis allé voir un sorcier. Mon Dieu! oui, un vrai sorcier, en chair et en os, et voici ce que je lui ai vu faire. Il arrive souvent, à la guerre ou autrement, qu'un projectile, pénétrant profondément dans un des joints du squelette, y demeure immobile et entraîne les accidents les plus graves. Le chirurgien sonde la plaie et sent un corps dur qui résiste à son stylet. Est-ce un point d'os mis à nu? Est-ce le projectile? Question indécise et dont la solution a plus d'une fois empêché plus d'un chirurgien de dormir. Si c'est un os, on n'osera pas l'arracher avec vigueur; si c'est un projectile, il faut, au contraire, le plus souvent, aller droit et sans ménagement au fait.

Rien ne remplace, à vrai dire, le tact et l'expérience du chirurgien; mais souvent l'expérience est muette, et les maîtres hésitent eux-mêmes. Le stylet de biscuit de Nélaton a fait merveille dans les mains de Nélaton. Mais il ne peut servir que pour révéler la présence du plomb.

Il y a quelque temps, un jeune homme se tira dans la face un coup de pistolet. Il n'en mourut pas. La balle était logée quelque part, à quelques millimètres du cerveau, sous la base du crâne. Le danger pressait : il fallait l'extraire. Le chirurgien de l'hôpital, praticien consommé, était anxieux. On ne savait pas si le projectile était une balle de plomb ou un lingot de fer. Quelques renseignements portaient à croire que c'était un lingot de fer.

Le temps se passait, le danger allait croissant. C'est alors qu'intervint mon sorcier. Il tira de sa poche une petite boîte qui contenait deux instruments gros, à eux deux, tout au plus, comme un porte-plume. Un de ces instruments était une sonde. Il le remit au chirurgien, qui le porta sur la direction présumée du projectile. Une manœuvre des plus simples, que le blessé ne sentit même pas, remplaça la sonde par une tige spéciale. Aussitôt un petit frémissement aigu, comparable au murmure d'un grillon en belle humeur, se fit entendre. Mon sorcier affirma que c'était la balle. Il alla plus loin : il fit osciller la sonde et déclara hautement (il n'y a que les sorciers pour avoir cet aplomb) que, contrairement aux renseignements de la victime, le projectile était du plomb. Une pièce fut engagée sous la sonde et, en un tour de main, le projectile fut tiré du fond de la plaie. C'était, affectivement, une balle de

plomb. Mon sorcier s'appelle M. Trouvé : il y a trois siècles, on l'eût brûlé; aujourd'hui on l'apprécie comme l'inventeur le plus savant, l'électricien le plus ingénieux que nous possédions. Nous allons vous livrer son secret.

Sa source d'électricité est une petite pile au bisulfate de mercure : l'appareil est gros comme un demi-bâton de jus noir, et cependant est assez puissant (quand on le veut) pour occire un lapin. Le stylet est en rapport avec un *révélateur* gros comme la moitié d'une petite montre. Ce *révélateur* possède deux bobines microscopiques portant chacune vingt mètres d'un fil conducteur. Chacun des fils aboutit à une tige. Le bout du stylet ressemble donc à une petite fourche aiguë. Tant que le stylet rencontre un os, ces pointes restent isolées; tombe-t-il, au contraire, sur un corps métallique, le courant s'établit et le *révélateur* de bourdonner son petit signal. Quand le *révélateur* sonne, on est donc certain que le corps dur contre lequel le stylet a buté n'est pas un os.

C'est un projectile. Mais est-ce une balle de plomb ou un éclat d'obus de fonte?

La réponse ne se fait pas attendre; si c'est du plomb, les pointes du stylet pénètrent la masse. On a beau osciller le stylet, dans toutes les positions le contact existe : le bourdonnement du *révélateur* est continu. Si c'est du fer, pas de pénétration, et les oscillations du stylet produisent des suppressions de contact, c'est-à-dire des intermittences de bourdonnement.

M. Trouvé a été plus loin. Il nous a reconnu, séance tenante, la fonte, le plomb, le cuivre, et dans plusieurs expériences dans lesquelles nous essayions, bien entendu, de le prendre en défaut, il ne s'est pas trompé. Voilà pourquoi, comme je vous le disais au commencement, je le tiens pour un sorcier.

Nous aurons occasion prochainement de signaler à la très sainte Inquisition une autre application de l'électricité qui mérite, tout au moins, une vingtaine de fagots. M. Trouvé s'est efforcé de créer, pour l'usage des armées en campagne, un système de télégraphie dont nous ne pouvons parler qu'avec réserves, mais dont les résultats sont bien remarquables.

L'appareil entier ne pèse pas 15 kilogrammes et comprend tous les appareils et quatre kilomètres de câble, que deux fantassins peuvent transporter avec une extrême facilité, partout où c'est nécessaire.

Le premier venu peut, en quelques heures, apprendre à envoyer, à recevoir une dépêche : il peut envoyer une dépêche franche qui arrivera chiffrée à destination; il peut recevoir une dépêche chiffrée et la comprendre au moyen d'une simple convention.

L'affaire est actuellement soumise à la commission mixte de l'intérieur et de la guerre. Nous aurons sans doute, prochainement, l'occasion de parler de l'accueil favorable qui sera, pour l'inventeur, aussi ingénieux que désintéressé, la plus belle récompense qu'il puisse espérer.

Dans une brillante soirée à l'Observatoire de Paris, en février 1884, et en présence de M. Carnot, devenu depuis Président de la République française, de MM. Gambetta, de Freycinet, J. Ferry,

Constans, Ferdinand de Lesseps, des généraux Parmentier, Pittié et Lambert, de MM. J.-B. Dumas, Charles Garnier, Becquerel, Léon Cléry, Meissonnier, Andrieux, Paul Bert, Carrier-Belleuse, le colonel Rieu et M^{me} Rieu, M. et M^{me} C. Flammarion, M. et M^{me} Magnin, M^{me} Faye, M. et M^{me} Daubré, etc., M. G. Trouvé présenta quelques-uns de ses appareils, entre autres son explorateur-extracteur et le polyscope électrique que nous allons étudier au paragraphe suivant.

C'est pour nous une bonne fortune que de pouvoir présenter un passage du compte rendu (1) de ces expériences, dû à la plume enchantée de M. Camille Flammarion.

Quels ingénieux appareils que ceux de M. Trouvé ! Comment ne pas s'en émerveiller ! Il nous a semblé que M. Gambetta, M. J. Ferry, M. Magnin, M. Constans, y ont pris un intérêt tout particulier. Ce sont incontestablement là les applications les plus curieuses de l'électricité que l'on ait jamais faites. L'appareil de M. Trouvé va chercher une balle au fond d'une plaie et la retire scientifiquement : la force matérielle l'a lancée ; l'esprit la dégage avec une élégance merveilleuse. Cependant le savant inventeur m'a montré une hélice mue par l'électricité, qui pourrait bien, par son application à la navigation aérienne, amener un jour la suppression des frontières et du militarisme. L'une des expériences les plus curieuses de M. G. Trouvé (eurêka) a été l'illumination électrique intense d'un poisson devenu par là même subitement lumineux et qui paraissait assez surpris de sa métamorphose.

M. Trouvé a recueilli plus de 4000 observations dans lesquelles son explorateur-extracteur a été employé avec succès et chaque jour leur nombre augmente.

Nous ne faisons que signaler l'observation d'une dent de fourchette contrôlée dans la vessie, à l'aide du révélateur, par M. le professeur Alfred Richet ; elle eut un grand retentissement, en avril 1886, époque de sa publication.

En outre, nous plaçons sous les yeux de nos lecteurs studieux une suite d'autres observations caractéristiques rapportées à l'Académie des sciences, à l'Académie de médecine et à la Société de chirurgie. Elles leur donneront une idée de la variété des services qu'on peut attendre de l'instrument de M. G. Trouvé et leur feront voir la diversité des corps qu'il permet de découvrir dans toutes les parties de l'organisme humain.

(1) Une soirée à l'observatoire, de M. C. Flammarion. *Le Voltaire* du 8 février 1881.

OBSERVATIONS RAPPORTÉES A L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU 19 JUIN 1877

1^{re} Observation.

(Lundi 17 octobre 1870, Palais de l'Industrie, salle 7).

Garde mobile, blessé à la fesse par un projectile. Blessure profonde, 15 centimètres de trajet.

Le docteur Nélaton essaie successivement son stylet en porcelaine, puis l'explorateur Trouvé, muni du stylet souple. Ce dernier instrument seul amène le succès.

D^r B. MILLIOT.

2^e Observation.

Le 10 février 1874, à l'hôpital Necker, service du D^r Guyon, entre une jeune fille de dix-huit ans. Elle est présentée par le D^r Curtis, son médecin, pour une balle qu'elle s'est tirée dans la tête avec un revolver.

Par suite des troubles du premier moment, on ne peut chercher le projectile. Le 21, les D^{rs} Guyon et Curtis prièrent M. Trouvé de les assister avec son appareil explorateur-extracteur électrique.

Le projectile est découvert à plusieurs reprises; il était fortement enclavé dans le rocher, à 4 centimètres environ de l'entrée d'introduction.

M. le D^r Guyon tente alors l'extraction au moyen de la tarière; rien ne peut bouger. Il ne réussit pas mieux avec une pince.

Le 26, après quelques jours de repos, M. le D^r Guyon, toujours muni de l'explorateur, retrouve le projectile, en présence de M. le baron Larrey, qui avait bien voulu assister à cette expérience.

L'extraction qui fut tentée ne réussit pas mieux que la première fois.

Le D^r Guyon ne crut pas devoir faire l'opération dans un organe aussi délicat. La malade resta à l'hôpital pendant plusieurs mois et en sortit en n'ayant conservé que quelques douleurs de tête.

Deux ans après, rentrée de cette jeune fille à l'hôpital Necker par suite de violentes douleurs de tête.

Nouvelles recherches avec l'explorateur Trouvé, cette fois, par le tube auditif directement, la plaie étant cicatrisée.

Même succès dans les recherches, même insuccès dans l'extraction; la balle étant toujours fortement incrustée dans le rocher.

En présence de cette difficulté d'extraction, et M. le D^r Guyon redoutant une opération, M. Trouvé proposa de faire un amalgame de mercure.

Voici comment on opéra : On introduisit dans l'oreille la sonde non métallique de l'explorateur. La position du projectile bien déterminée, on mit du mercure dans la sonde, après avoir, au moyen de la tarière, nettoyé la surface du projectile afin de faciliter l'amalgame.

L'opération ayant été renouvelée plusieurs fois de suite, on s'aperçut, au

bout de peu de temps, que des parties de plomb détachées sortaient avec le mercure, grâce aux efforts que faisait continuellement la patiente avec une épingle à cheveux. Les douleurs commencèrent à devenir supportables, et la malade sortit de l'hôpital pour reprendre son métier de mécanicienne pour machine à coudre.

Depuis lors, M. le Dr Guyon n'en a plus entendu parler.

Dr GUYON.

3° Observation.

Garde mobile reçu au Grand-Hôtel, dans le service de M. Guyon (hiver de 1870-71). Entrée de la balle au-dessous de l'omoplate droite; pas d'ouverture de sortie.

Recherches, d'abord infructueuses, pour trouver le siège de la balle. L'attention est attirée vers l'épaule gauche par la douleur que le malade y accuse. L'exploration fait reconnaître un corps dur situé au-dessous de l'accromion et recouvert par toute l'épaisseur du deltoïde.

Grâce à l'appareil Trouvé, muni des aiguilles à acupuncture, il fut facile de reconnaître que ce corps dur n'était autre chose que la balle, qui fut extraite.

Guérison.

Dr GUYON.

4° Observation.

Garde mobile reçu à l'hôpital Necker, service de M. Guyon (hiver 1870-71).

Plaie en séton à l'avant-bras, orifice d'entrée et de sortie. Quelques mois après, le blessé vient me consulter; il souffre de la partie supérieure de l'avant-bras, où l'on constate obscurément un corps dur plus petit qu'une balle. L'explorateur à aiguilles permet de faire le diagnostic, et j'extrais une portion de balle.

Dr GUYON.

5° Observation.

M. D*** avait reçu, dans une sortie contre les Prussiens, au fort de Vanves, en janvier 1871, une balle de revolver qui, entrée au-dessus de la clavicule droite, s'était perdue dans la cavité thoracique. Le professeur Richet, appelé cinq heures après la blessure, constate des crachements d'un sang spumeux, rutilant, des spasmes, de la toux, et une matité en arrière, à droite, s'étendant à toute la hauteur du thorax, y compris la fosse surépineuse.

Sur le bord spinal de l'omoplate, partie moyenne, on sent profondément et d'une manière obscure, quelque chose de proéminent sur la partie thoracique et au-dessous des muscles de la région. Le professeur Richet pense que ce peut être le projectile. Il annonce que, dans une huitaine de jours, alors que les accidents seront calmés de ce côté des poumons et la communication avec le thorax fermée par derrière la balle, il en tentera l'extraction.

Huit jours après, le calme étant rétabli et le crachement de sang ayant cessé, on prie M. Trouvé de vouloir bien venir, avec son appareil électrique, pour constater la présence du projectile et éviter toute chance d'erreur.

Le trajet de la balle étant en voie de cicatrisation et le passage du stylet pouvant y occasionner des accidents, vu les parties intéressées, M. Trouvé

remplaça son stilet par des aiguilles à acupuncture, qu'il mit en communication avec son appareil électrique et les enfonça dans les tissus, suivant la direction supposée du projectile. Arrivées à 4 centimètres de profondeur, les aiguilles, en contact avec le corps étranger, annoncèrent sa présence d'une manière certaine par les vibrations du trembleur et indiquèrent sa nature métallique.

Le professeur pratiqua l'extraction séance tenante. C'était une petite balle conique de revolver. Le blessé était rétabli quelques jours après.

D^r RICHEL.

6^e Observation.

B^{***}, Polonais, blessé à Patay, en novembre 1870, entré à la clinique, dans le service du professeur Richet, le 25 juin 1871, pour une fistule ayant son siège à la partie supérieure de la *jambe*. Un stilet démontre que la fistule s'étend en profondeur jusqu'au centre du tibia. Là, on constate un corps étranger, mou, flexible, qui n'est certainement pas un os, et qu'on soupçonne être un fragment de vêtement, ou peut-être du plomb.

M. Trouvé est invité par le professeur à venir publiquement appliquer son appareil. On constate, à plusieurs reprises, qu'il ne s'agit pas d'un corps métallique, mais la tarière, introduite délicatement, ramène des morceaux de vêtements. L'opération est pratiquée, et on trouve, au centre de l'os, un morceau compact de drap et de caleçon. En dix jours, la fistule fut fermée et le malade guéri.

Professeur RICHEL.

7^e Observation.

Extrait d'une observation inédite recueillie, dans le service de M. le professeur Perrin, par M. le D^r Cerviotti, aide-major stagiaire.

Extraction d'un corps étranger de la vessie par la taille médiane.

Divers moyens sont employés pour constater la nature du corps étranger. avant d'en opérer l'extraction. Le seul qui ait donné de bons résultats est l'explorateur galvanique de M. Trouvé; l'habile constructeur ayant disposé, pour cette circonstance, les deux pointes métalliques en façon de petit brise-pierre, M. Perrin put saisir le corps étranger entre les mors, dont la face interne était pourvue d'arêtes tranchantes destinées à pénétrer à travers les concrétions qui pouvaient masquer la nature véritable de l'obstacle.

Les choses étant ainsi disposées, les deux branches de l'explorateur furent mises en communication avec les deux pôles de la pile. Le circuit était ainsi fermé et le courant devait traduire son passage si le corps interposé était bon conducteur. Le *petit trembleur* resta silencieux. Contrairement aux prévisions, ce n'était donc pas un projectile; à moins d'admettre qu'il fût recouvert d'une croûte assez dure, assez épaisse, pour résister à l'action de l'instrument.

L'événement donna pleinement raison à l'explorateur. Le corps étranger, extrait par la taille, était un calcul pourvu d'un noyau formé de plusieurs petites esquilles agglutinées.

D^r PERRIN.

Communication à la Société de chirurgie de Paris (séance du 10 octobre 1888), sur la recherche et l'extraction des balles de revolver logées dans les cavités de l'oreille.

Par M. PAUL BERGER.

« L'abus vraiment effroyable que l'on fait du port et du maniement du revolver rend malheureusement de plus en plus fréquentes les occasions que l'on a d'observer et de traiter les plaies produites par les armes de cette espèce. Aussi le besoin de préciser les indications qui résultent de ces plaies se fait-il vivement sentir, et s'est-il traduit déjà par la discussion approfondie à laquelle s'est livrée, à plusieurs reprises, la Société de chirurgie, lorsqu'elle a cherché à préciser la conduite que devait tenir le chirurgien dans les blessures de l'abdomen et dans celles du crâne, par projectiles de petit calibre.

« On ne peut, évidemment, pour des lésions aussi différentes par leur siège et par les accidents auxquels elles exposent, établir des indications communes. Ainsi, la Société qui s'est nettement prononcée contre la recherche et les tentatives d'extraction des projectiles perdus dans la cavité crânienne, a-t-elle accueilli avec plus de faveur l'intervention par la parotomie proposée dans les cas de plaie de l'abdomen, ayant intéressé manifestement l'intestin, surtout lorsque la blessure de l'intestin est révélée par les accidents initiaux de la péritonite septique par perforation. Et pourtant, même dans ce genre de blessure, où la nécessité et l'efficacité de l'intervention sont bien mieux établies que dans la plupart des autres, le précepte qui a paru se dégager de la considération des faits observés pourrait être formulé de la sorte :

« Dans les plaies par coup de revolver intéressant même des cavités splanchniques et des organes importants, en l'absence d'accidents dépendant de la blessure ou de complications, l'on doit, en général, s'abstenir de toute recherche et de toute tentative d'extraction du projectile.

« Voici pourtant une variété de blessures, certainement moins profonde et moins grave que celles dont il vient d'être question, importante cependant par les lésions qu'elle détermine, et surtout par ses conséquences possibles, mais où la règle qui vient d'être énoncée, l'abstention en l'absence d'accidents, doit faire place à une détermination plus active. Il s'agit des plaies par coup de revolver intéressant les cavités de l'oreille.

« Ces plaies résultent, on le conçoit, presque toujours de tentatives de suicide, malgré les dénégations des blessés, qui les attribuent parfois à un accident. Dans un certain nombre de cas, la balle a pu fracturer la paroi supérieure du rocher et est allée se perdre dans le crâne, ce dont on est averti par des accidents cérébraux, et presque toujours par l'issue de matière cérébrale mélangée à du sang par le conduit auditif externe. Dans une semblable blessure, la lésion de l'appareil auditif n'est plus qu'un accessoire presque négligeable; elle doit être traitée comme une plaie pénétrante du crâne par coup de feu.

« Mais, en laissant de côté les cas où le coup mal dirigé n'a fait que blesser les parties superficielles de l'organe de l'ouïe, le pavillon, la coque, et est allé se

perdre dans les parties molles environnantes, il arrive souvent que le projectile, suivant à peu près la direction du conduit auditif externe, traversant et détruisant la membrane du tympan et la chaîne des osselets, se trouve arrêté par la paroi interne de la caisse, où ils se logent à un niveau et à une profondeur qui varient avec sa force d'impulsion et avec la direction qu'il a suivie.

« C'est dans ces cas qu'il me paraît indiqué de déterminer la position du corps étranger, d'aller à sa recherche et de l'extraire. Les raisons sur lesquelles s'appuie mon expérience sont les suivantes :

« Le projectile logé dans les cavités de l'oreille n'est pas, comme les projectiles perdus dans la profondeur des parties molles ou des organes, dans des conditions qui permettent d'espérer son enkystement. Enclavé au milieu des débris du rocher, il baigne dans le sang qui, aussitôt après la blessure, a rempli les cavités de l'oreille, et qui, au contact de l'air, doit inévitablement subir la décomposition putride. Il en résulte que la caisse du tympan et les espaces qui communiquent normalement ou accidentellement avec elle, seront envahis par la suppuration qu'on voit se développer les jours qui suivent l'accident, avec son cortège ordinaire de phénomènes douloureux et fébriles. Cette suppuration est entretenue par la présence du projectile, et, comme on ne peut compter sur l'élimination spontanée de celui-ci, ni même l'espérer, on doit craindre la persistance indéfinie des accidents inflammatoires dans une région où ceux-ci sont particulièrement redoutables. En effet, si l'on n'a pas à compter avec la conservation du sens de l'ouïe, qui est irrémédiablement perdu dès l'abord, on peut voir l'inflammation envahir les cellules mastoïdiennes, déterminer la nécrose des esquilles osseuses produites par l'action du projectile, et même, à la longue, l'altération des parties avoisinantes du rocher, d'où la possibilité d'une paralysie faciale se développant plus ou moins longtemps après l'accident (ce phénomène s'est produit chez le malade qui fait le sujet de notre dernière observation), d'hémorragies dues à l'ulcération de la carotide interne ou de la jugulaire, et surtout le danger d'une méningite ou d'une encéphalo-méningite de voisinage. Même alors que le blessé ne succomberait pas à quelqu'une de ces complications dont les écrits des chirurgiens militaires rapportent de nombreux exemples, il resterait condamné à une interminable suppuration dont les inconvénients se passent de tout autre commentaire.

« En voilà, je le pense, assez pour légitimer la recherche et la tentative d'extraire le projectile, et la seule considération qui pourrait retenir le chirurgien serait la crainte de provoquer des accidents plus graves encore par des manœuvres conduites à l'aveugle et sans indications précises. Or, nous avons, dans l'appareil électrique de M. Trouvé, un moyen aussi simple que fidèle de reconnaître la présence et de déterminer, de la façon la plus rigoureuse, la situation des balles et de leurs fragments. Au milieu des éclats de la caisse tympanique et du rocher, on ne peut retirer aucune indication utile de l'exploration faite avec les stylets ordinaires. On ne peut guère mieux attendre du stylet muni d'un bouton de porcelaine dont s'est servi Nélaton, en raison de la petitesse du projectile, dont la surface échappe au frottement du bouton de porcelaine sur lequel il devrait laisser son empreinte. Quant à l'inspection directe du conduit auditif et de la caisse par la vue aidée du spéculum et d'un éclairage

suffisant, elle est rendue le plus souvent impossible les premiers jours par le sang qui obstrue l'oreille, puis par les granulations bourgeonnantes qui remplissent le conduit auditif et la caisse dès que la suppuration a commencé à se faire jour.

« Avec l'appareil de M. Trouvé, il n'y a guère d'erreur possible : à peine les deux pointes métalliques que porte le stylet ont-elles rencontré le corps métallique, que la sonnerie de l'avertisseur indique, de la manière la plus indubitable, que c'est bien sur la balle, et non sur un fragment osseux, que le stylet est parvenu, et, en déterminant rigoureusement la direction qu'avait le stylet au moment où la sonnerie s'est fait entendre et la longueur de l'instrument qui était engagé dans l'oreille, on peut savoir, à un millimètre près, quelle est la situation de la balle. De même, en promenant le stylet électrique sur la surface du projectile, on peut se rendre compte assez exactement de l'étendue dans laquelle il se présente à l'examen, et, par conséquent, se faire une idée des difficultés plus ou moins grandes que présentera son extraction.

« Cette exploration, du reste, ne présente aucun inconvénient, puisqu'elle se fait, bien entendu, sous le couvert des précautions antiseptiques nécessaires, au travers d'un chemin largement ouvert où l'on n'a à redouter de détruire aucune adhésion protectrice, aucun travail de réparation commençant. L'on s'arrêterait, bien entendu, dans ces recherches si le stylet, remontant du côté du crâne, venait à s'enfoncer profondément; une exploration étendue au-delà des limites du rocher est sans but, et elle peut n'être pas sans inconvénient. L'examen négatif que l'on a fait en pareil cas prouve au moins que le projectile ne s'est pas arrêté dans l'oreille et qu'aucune tentative d'extraction n'est à faire.

« Dans le cas, au contraire, où l'exploration faite avec l'appareil de M. Trouvé donne un résultat positif, il faut entreprendre l'extraction du projectile, et, ici encore, l'appareil en question va nous rendre les plus grands services.

« Il faut, tout d'abord, s'ouvrir une voie directe et commode et diminuer, autant que possible, la distance qui sépare le corps à enlever de la main du chirurgien. Pour cela, le meilleur moyen m'a paru de détacher, dans sa demi-circonférence supérieure et de rabattre le pavillon de l'oreille, ainsi que l'a fait M. le professeur Verneuil dans une observation dont il a donné le résumé à la Société de chirurgie. La section se fait presque à l'union du cartilage de la conque avec le conduit auditif osseux. On diminue ainsi de moitié la longueur du conduit auditif externe; on supprime l'inflexion qu'il présente normalement dans sa partie externe; on permet aux rayons lumineux d'y pénétrer en plus grande abondance. L'hémorrhagie qui résulte de cette section est, d'ailleurs, facilement arrêtée par l'application de quelques pinces à pression.

« Mais la voie ainsi créée n'est, le plus souvent, pas suffisante encore pour aborder aisément le projectile; il faut inciser en arrière le conduit auditif et attaquer avec le ciseau le bord antérieur de l'apophyse mastoïde; on pourrait peut-être, si cela semblait donner plus de facilité, faire ce débridement en avant et réséquer avec des pinces coupantes une partie de la lame tympanique; mais cela paraît moins commode et moins sûr.

« Le reste de l'opération se conçoit aisément : avec le stylet de M. Trouvé, on détermine à nouveau la situation de la balle; puis on guide sur elle les

instruments, leviers, élévateurs, pinces tire-balles, qui doivent la mobiliser et l'extraire. Ce n'est pas une besogne facile, d'autant qu'il faut agir avec une extrême prudence pour ne pas compléter certaines fractures qui n'existent qu'à l'état de simples fissures et dont l'écartement ouvrirait la cavité crânienne. Il peut même arriver, et il m'est arrivé dans le second cas que je rapporte, que l'extraction ne soit pas possible et qu'il faille détruire le corps étranger sur place en l'évidant avec des curettes. J'ai pu, de la sorte, enlever la presque totalité d'une balle de revolver qui ne se laissait pas ébranler. Ici surtout, l'emploi constant de l'appareil Trouvé me rendit un important service, forcé que j'étais de contrôler à chaque instant la nature des parties sur lesquelles j'agissais avec la cuiller tranchante. Au cours de l'opération, le stylet qui était en communication avec la pile étant venu en contact avec le nerf facial, la contraction qui se produisit dans les muscles de la face m'avertit de ne pas pousser davantage mes recherches dans cette direction.

« Enfin, après avoir bien observé le fond de l'oreille, l'éclairage direct permet de contrôler les données fournies par l'exploration électrique et de reconnaître qu'il ne reste plus rien du corps étranger. Le pavillon de l'oreille est alors remis en place et fixé par une double suture, dont l'une profonde, au catgut, comprend les cartilages, dont l'autre superficielle, au crin de Florence, affronte la peau. L'opération entière ayant été conduite avec de strictes précautions antiseptiques, on fait un tamponnement des cavités de l'oreille avec de la gaze iodoformée, et on entoure toute la région de coton hydrophile antiseptique et d'un bandage modérément serré.

« Je m'attendais, dans les deux cas où j'ai eu l'occasion de pratiquer des recherches de ce genre, à voir une réaction assez vive être la suite des violences exercées dans une région aussi sensible. Non seulement il n'en a rien été, mais les opérés n'ont même pas souffert après l'opération. Le pansement, laissé une huitaine de jours en place, n'était pas souillé quand on le retira, la température étant restée constamment normale, et la suppuration, qui était fort abondante avant l'opération, fut supprimée complètement dans le premier cas et réduite à presque rien dans le second. Quant au pavillon de l'oreille, il s'était réuni par première intention, et rien ne pouvait faire reconnaître qu'il eût été plus qu'à moitié séparé de la tête. L'ouïe, naturellement, ne put se rétablir, mais je suis convaincu que l'extraction du corps et la régularisation du foyer traumatique permirent à mes opérés d'échapper aux conséquences pénibles, peut-être dangereuses pour la vie, et, dans tous les cas, interminables de leur blessure.

« Je crois donc que la recherche des projectiles de petit calibre logés dans la cavité de l'oreille et leur extraction pratiquée avec toutes les précautions nécessaires, facilitées par l'instrument perfectionné que nous avons à notre disposition, doivent passer dans la pratique ordinaire. J'ajoute que je ne vois aucune raison pour différer, en pareil cas, l'intervention, et qu'il y a, au contraire, tout avantage à débarrasser le blessé du corps étranger qu'il porte, avant que l'inflammation suppurative se soit développée. On évitera peut-être, en le faisant, de voir se développer certaines complications, comme cette paralysie faciale qui, chez mon second malade, se produisit une quinzaine de jours après la blessure.

1^{re} Observation.

« Au commencement du mois de juillet de l'année dernière, on apportait dans mon service à l'hôpital Tenon, un jeune homme qui avait reçu, quelques jours auparavant, une balle de revolver du calibre de 7 millimètres à l'oreille droite un peu en avant du conduit auditif externe. Le blessé, qui n'avait pas perdu connaissance, attribuait sa blessure à un accident causé par sa maladresse; il est présumable néanmoins que nous avons affaire aux suites d'une tentative de suicide.

« Quoi qu'il en soit, il n'existait aucun des caractères qui peuvent faire croire à la pénétration du projectile dans la cavité crânienne : mais la direction de la plaie devait faire admettre que le projectile, ou tout au moins qu'une partie du projectile y était restée engagée, car on avait retiré du conduit auditif externe, peu après l'accident, un fragment de balle de plomb représentant à peu près la moitié de son volume.

« Quelques jours après l'entrée du malade à l'hôpital, l'exploration de la région blessée, faite avec beaucoup de précaution et de douceur, donna les résultats suivants : L'examen de l'oreille fait constater, à quelques millimètres en avant du conduit auditif externe, dans la cavité de la conque et à moitié cachée par le tragus, une perforation à bords contus, d'où s'écoule un peu de pus. Une abondante suppuration remplit également le conduit auditif externe. Le stylet introduit dans la plaie de la conque chemine presque directement de dehors en dedans et vient bientôt heurter contre un corps solide et rugueux : introduit par le conduit auditif externe, le stylet donne également la sensation de contact rugueux en plusieurs points, situés à diverses profondeurs. Après avoir débarrassé, au moyen d'une injection phéniquée, le conduit auditif de la suppuration qui le remplit, on pratique l'exploration de l'oreille externe avec le speculum : on trouve de la sorte un fragment osseux très visible, appartenant à la lame tympanique qui fait saillie à la partie supérieure et antérieure du conduit auditif et au delà duquel il est difficile de distinguer nettement quelque chose, bien que le stylet se heurte encore contre des corps durs donnant un contact sonore.

« Le mercredi 20, assisté de M. Trouvé qui est venu mettre son appareil explorateur à ma disposition, je répète cet examen. La tige de l'appareil, introduite dans le conduit auditif, dépasse la saillie osseuse qu'on y découvre, et, un peu plus loin, arrivant sur un corps dur, elle donne la notion d'un contact métallique qui se révèle par une sonnerie continue; on obtient de même le contact métallique en introduisant la tige par le caual traumatique. Le corps métallique ainsi reconnu se trouve placé vers la partie inférieure de la caisse du tympan, à plus de 3 centimètres de l'entrée du conduit auditif : il donne un contact assez étendu qui se révèle par le fonctionnement de la pile. Au-dessus de ce corps, la tige de l'instrument rencontre encore des parois dures et rugueuses; mais celles-ci ne donnent plus la réaction caractéristique du métal.

« Ainsi l'exploration avec l'appareil de M. Trouvé nous a permis de déterminer avec certitude la présence et la situation du projectile, ou d'une de ses

parties. En répétant, aussitôt après, l'examen de l'oreille au speculum, je puis apercevoir très profondément une saillie noirâtre, à reflet métallique évident, occupant la place indiquée, c'est-à-dire la partie la plus inférieure et la plus profonde de la caisse tympanique; c'est le projectile qui, pour arriver à cet endroit, a dû traverser la lame tympanique, et rompre bien entendu la membrane du tympan.

« Une tentative très modérée d'extraction par les voies naturelles échoue absolument : on ne peut saisir le projectile, encore moins le déplacer; d'ailleurs le conduit auditif est obstrué en partie par un gros fragment osseux qu'on ne peut déplacer, et, au bout d'un instant, l'écoulement sanguin empêche de rien voir de ce que l'on fait. Le blessé ayant mangé le matin, la tentative d'extraction est remise à un autre jour; en attendant, des injections phéniquées sont pratiquées dans le conduit auditif externe que l'on remplit de gaze iodoformée. Sous l'influence de ce traitement, la suppuration diminue notablement.

« Le 27 juillet, je procède à l'extraction du projectile, avec l'aide de mon collègue M. le Dr Gérard Marchant et avec le concours de M. Trouvé.

« Le malade étant endormi, l'intérieur de l'oreille soigneusement lavé, la situation du corps étranger est encore déterminée avec l'appareil de M. Trouvé.

« Après avoir vainement tenté de l'attirer avec des pinces dentées, je détache la demi-circonférence supérieure du pavillon de l'oreille, en intéressant le cartilage dans toute sa moitié supérieure, à deux millimètres environ de son insertion au conduit auditif osseux : l'écoulement sanguin que cette incision détermine est arrêté avec des pinces; le pavillon de l'oreille étant renversé et fortement attiré en bas avec un écarteur, il devient alors beaucoup plus facile de pénétrer dans le conduit auditif et de l'explorer; ce n'est néanmoins que grâce à l'appareil Trouvé qu'il est possible de distinguer, parmi les contacts multipliés que les instruments donnent avec les parois osseuses à nu et les fragments osseux, le relief déterminé par les projectiles. Malgré des essais répétés, ce dernier ne peut être saisi, ni retiré par le conduit auditif.

« J'incise alors avec le thermocautère (pour n'être pas gêné par le sang, dans mes recherches) le pont de parties molles qui sépare la perforation déterminée par la balle, de l'entrée du conduit auditif externe. J'arrive de la sorte sur les fragments de la lame tympanique; fortement enclavés, ils ne peuvent être enlevés au davier, il faut les attaquer avec le ciseau et faciliter ainsi l'accès vers le projectile. A chaque instant, d'ailleurs, il faut contrôler, avec l'appareil Trouvé, les notions que donne le doigt ou l'introduction des instruments; on peut enfin, avec une pince, arriver jusqu'au projectile, le saisir et l'extraire. C'est un fragment de plomb, irrégulier, creusé d'une gouttière sur un de ses bords et qui représente à peu près la moitié d'une balle du calibre 7; les recherches les plus minutieuses et les plus multipliées pour découvrir le reste du projectile demeurent inutiles. La cavité où l'on se meut est limitée par les parois du rocher, la base de l'apophyse mastoïde, l'articulation temporo-maxillaire; nulle part on n'y trouve de corps étrangers mobiles, ou de surface métallique, l'appareil de M. Trouvé l'indique de la manière la plus certaine. On est dans le proche voisinage du nerf facial, ainsi que le prouve la contraction

des muscles de la face que produit à de certains moments, la manœuvre de l'explorateur électrique dans la plaie; d'autre part, comme un fragment du projectile a été retiré peu après l'accident, il est permis de croire qu'il n'en reste plus dans la plaie. Si le contraire a lieu, il est certain que la partie de la balle qui n'a pu être extraite est allée se loger au loin, soit vers la base de l'apophyse ptérygoïde, soit en dedans de l'apophyse mastoïde, ou vers la colonne vertébrale. Il est en tout cas inutile de continuer les recherches.

« On remet en place le pavillon de l'oreille et on le fixe au moyen de points de suture profonds, au catgut, intéressant le cartilage, et de points superficiels au crin de Florence. Le conduit auditif, la caisse, le foyer traumatique, soigneusement débarrassés de caillots sanguins, lavés avec la solution phéniquée à 2 1/2 0/0, sont saupoudrés d'iodoforme et modérément bourrés avec de la gaze iodoformique. Une compression légère est exercée sur la région avec de l'ouate salicylée.

« Je m'attendais à ce que cette opération, qui avait nécessité des manœuvres prolongées et parfois violentes dans l'intérieur de l'oreille moyenne, serait suivie d'une réaction plus ou moins intense et, en tout cas, de douleurs vives. Il n'en fut rien; l'opéré ne souffrit ni de céphalalgie, ni de fièvre; il ressentit tout au plus, le premier jour, une douleur tensive dans l'oreille, douleur qui se dissipa dès le lendemain.

« Le pansement put être laissé en place une huitaine de jours; quand on le renouvela, on constata qu'il existait à peine un peu de pus dans le conduit auditif externe, quoique l'opération eût été pratiquée en plein foyer de suppuration. Les points de suture qui fixaient à sa place le pavillon de l'oreille furent enlevés vers le dixième jour; la guérison était alors parfaite. Le peu de suppuration qui s'était reproduite dans le conduit auditif externe disparut promptement, et, un mois après l'opération, le blessé pouvait quitter l'hôpital; la perforation produite par la balle et les incisions nécessitées par son extraction étaient parfaitement cicatrisées; il n'y avait aucune espèce de sensibilité douloureuse de l'oreille ni des régions avoisinantes; mais je n'ai pas besoin d'ajouter que l'ouïe était, de ce côté, complètement et définitivement abolie.

2^e Observation.

« Un jeune homme de vingt-six ans avait tenté de se tuer, le 5 septembre de l'année dernière, en se tirant un coup de revolver dans l'oreille droite. L'arme était du calibre de 7 millimètres, elle avait été tenue horizontalement de la main droite, le canon étant appuyé contre le conduit auditif externe; un seul coup avait été tiré, le blessé ayant aussitôt perdu connaissance.

« Il revint bientôt à lui, une hémorrhagie assez abondante s'était faite par la plaie; le blessé fut aussitôt transporté à l'hôpital.

« Le lendemain, il se plaignait surtout d'une douleur excessivement vive dans les alentours de l'oreille, douleur s'irradiant dans les régions mastoïdienne et temporale, mais ayant son maximum dans l'oreille elle-même; cette douleur, caractérisée par des élancements très vifs, persista plus d'un mois malgré les

calmants et les narcotiques; à l'époque où je vis le malade pour la première fois, au commencement de novembre, elle revenait encore par accès assez fréquents, et elle restait à l'état de douleur sourde, permanente.

« Dès les premiers jours, la suppuration s'était fait jour par le conduit auditif externe; très abondante au début, elle avait depuis lors diminué sous l'influence des injections et des pansements antiseptiques; jamais, d'ailleurs, il n'y avait eu de fièvre ni de phénomènes généraux.

« Une quinzaine de jours après l'accident, le blessé s'aperçut que sa bouche se déviait, que la commissure labiale droite s'abaissait; en même temps, il remarquait qu'il ne fermait plus l'œil droit qu'avec difficulté *et qu'il avait perdu le goût des aliments dans la moitié droite de la langue*; cette perte du goût, qui fut constatée à plusieurs reprises, dura un mois et demi environ; puis ce trouble s'atténua et finit par disparaître. Il n'en fut pas de même de la paralysie faciale qui ne fit que s'accroître davantage. Au commencement de novembre, le malade ne pouvait contracter l'orbiculaire des paupières; à droite, la joue était flasque, la commissure labiale droite déviée, mais il n'y avait pas de déviation de la langue.

« Depuis l'accident, l'ouïe du côté droit était absolument abolie, même au contact des corps sonores avec le crâne. L'exploration, plusieurs fois répétée, du conduit auditif externe, avec un stilet, n'avait pu faire reconnaître l'endroit où s'était logé le projectile; l'examen pratiqué avec le speculum ne donnait pas davantage de renseignements, car le conduit auditif était obstrué par des bourgeons charnus suppurants. Ces explorations étaient d'ailleurs peu douloureuses; mais on pouvait constater une sensibilité manifeste, avec un peu d'empatement de la région mastoïdienne qui présentait un point particulièrement douloureux, en arrière du conduit auditif externe.

« Le 12 novembre, muni de l'appareil Trouvé, j'allai à la recherche du corps étranger, que la direction du canal traumatique et les commémoratifs devaient faire considérer comme engagé dans la partie profonde de la plaie. Après avoir heurté plusieurs fois contre des parois osseuses, dénudées et rugueuses, l'instrument, transversalement enfoncé, rencontra environ à 3 centimètres de profondeur, un contact métallique assez étendu en surface. En répétant cette exploration, je pus arriver à reconnaître que la balle ou l'un de ses fragments, devait être engagé à la partie postérieure et inférieure du labyrinthe, à peu près vers l'orifice des cellules mastoïdiennes. Ainsi que je l'ai dit, l'obstruction du conduit auditif par les granulations suppurantes, ne me permit pas de confirmer par l'examen au speculum les notions résultant de l'exploration électrique de l'oreille.

« Le 17 novembre, j'endormis le blessé et je pratiquai l'extraction du projectile. Après avoir, comme dans l'observation précédente, détaché la demi-circumférence supérieure du pavillon de l'oreille et rabattu ce dernier de manière à pénétrer aisément dans le conduit auditif externe, je reconnus que la balle, logée derrière la saillie du bord antérieur de l'apophyse mastoïde, ne pourrait être abordée et saisie si l'on n'élargissait la voie qui donnait accès vers elle; j'incisai donc en arrière le conduit auditif externe jusqu'à l'apophyse mastoïde, et j'attaquai celle-ci au ciseau de manière à élargir le diamètre antéro-postérieur.

du conduit auditif osseux. Ayant alors constaté derechef la situation du projectile qui était plus directement accessible, je cherchai à le saisir avec des pinces, un tire-balles, à engager derrière lui un stylet, à le soulever et à le faire basculer avec un levier; toutes ces tentatives faites avec beaucoup d'insistance et pour lesquelles je fus obligé de déployer de la force, n'amènèrent aucun résultat utile, et je fus obligé de m'arrêter devant le saignement abondant qu'elles déterminaient et devant la crainte que j'avais de produire quelque fracture de la paroi supérieure du rocher. Il ne me restait plus d'autre ressource que de chercher à fragmenter et à détruire sur place la balle et d'en extraire les morceaux; c'est ce que je fis en l'attaquant avec des cuillers tranchantes et de petites curettes. J'eus la satisfaction d'en détacher, copeau par copeau, la presque totalité, et je ne m'arrêtai que lorsque l'instrument explorateur, introduit à plusieurs reprises dans la cavité de l'oreille et promené dans toutes les directions, ne donna plus de contact avec aucun corps métallique: à ce moment la quantité de plomb extraite représentait la plus grande partie du volume d'une balle du calibre 7, et l'examen de l'oreille pratiqué au speculum après que l'écoulement sanguin eût été arrêté par le tamponnement, permit d'affirmer que nulle part, sur les parois osseuses de la caisse, il n'était possible de constater un corps noirâtre ou un reflet métallique. Tout me portait à croire que le projectile avait été enlevé en totalité.

« Je ne saurais trop insister sur les services que l'appareil de M. Trouvé m'a rendus à chaque instant pendant cette longue opération qui a duré près d'une heure et demie; c'est lui seul qui me permit non seulement de constater la situation précise du projectile; mais de diriger sur lui les instruments avec certitude, de retrouver les fragments de plomb que j'en avais séparés, enfin d'affirmer qu'il ne restait plus en ce point de corps étranger à extraire.

« L'opération terminée, le pavillon de l'oreille fut recousu, les cavités auditives furent saupoudrées d'iodoforme et bourrées avec de la gaze iodoformée.

« Comme dans le cas précédent il n'y eut ni réaction, ni fièvre, ni douleur. Le pansement ne fut renouvelé que le 26 novembre; les sutures du pavillon de l'oreille furent enlevées le 7 décembre. Quoiqu'il se soit reproduit un peu de suppuration par le conduit auditif externe, celle-ci resta très peu abondante et finit par tarir presque complètement vers le 15 décembre. Le malade quitta l'hôpital à la fin de ce mois, portant pour tout pansement un peu de salol et un tampon d'ouate dans l'oreille, n'ayant plus aucune sensibilité spontanée ou provoquée par les explorations au niveau de l'oreille ou aux environs, mais conservant une paralysie faciale presque complète et une surdité absolue du côté droit.

« Le blessé vint me trouver à l'hôpital Lariboisière au mois d'avril; il avait depuis sa sortie négligé de faire régulièrement son pansement, et la suppuration du conduit auditif externe s'était reproduite. En pratiquant l'examen de l'oreille externe, je constatai qu'un gros bourgeon charnu faisait saillie dans le conduit auditif, à la paroi supérieure duquel il semblait avoir pris naissance. Au centre de ce bourgeon se trouvait une tache noirâtre; en examinant celle-ci de plus près, je vis qu'elle était constituée par une pointe qui devait appartenir à un fragment du projectile que j'avais cru enlever en totalité. Je pus, en effet,

saisir avec des pinces et extraire sans difficulté un fragment de plomb représentant un tiers environ de la balle. Ce fragment était logé dans la partie supérieure du conduit auditif, beaucoup plus superficiellement que la partie que j'avais extraite quelques mois auparavant, tout me porte à penser que le projectile s'était fragmenté sur le rebord osseux du conduit auditif externe; que la partie la plus importante de la balle, continuant son chemin, était allée se loger dans le rocher d'où je l'avais extraite, tandis que le fragment le moins volumineux était resté aplati sur le rebord supérieur de l'orifice de ce conduit. Ainsi, ma première opération, tout en débarrassant complètement la caisse du tympan et le rocher, avait laissé dans les parties molles un fragment qui avait échappé à mes recherches, grâce à sa situation superficielle. Je pense que le malade guérit complètement à la suite de l'extraction de ce dernier. — Je ne l'ai plus revu, et il n'est plus venu se faire panser dans le service.

« Un détail de cette observation concorde entièrement avec un fait observé par M. Thiéry, interne des hôpitaux, dans un cas analogue, et communiqué par lui à la Société anatomique : un blessé, qui avait reçu une balle dans l'oreille, présentait une perte totale de la sensibilité gustative de la langue, du côté lésé; l'autopsie permit de constater que la corde du tympan avait été rompue par le projectile. Chez le deuxième de nos blessés également, il existait une perte de la sensibilité gustative de la langue du côté correspondant à la blessure; cette abolition ne fut que temporaire. La guérison du malade ne nous permit pas de constater directement la lésion de la corde du tympan; mais celle-ci était au moins probable, en raison de la destruction étendue du tympan et même des parois de la caisse qui existait de ce côté. *Nous pouvons donc considérer que ce cas, de même que celui qu'a fait connaître M. Thiéry dans son intéressante communication, est confirmatif de l'opinion de Lussana et d'Inzani qui font de ce rameau nerveux un nerf de sensibilité gustative.* »

Discussion.

M. TERRILLOX. — « J'ai, il y a huit ou neuf ans, observé un fait presque absolument semblable à ceux dont M. Berger vient de nous parler. L'observation a été publiée. Je la résume en peu de mots.

« Il s'agissait d'un jeune homme de vingt-huit ans, qui s'était tiré un coup de revolver dans l'oreille. Les premiers phénomènes furent presque nuls. L'exploration du trajet faite avec soin ne m'apprit pas non plus, tout de suite, grand chose; le stylet me conduisait sur un corps dur, mais je ne savais si je touchais l'os ou la balle; le stylet de Nélaton ressortit intact. Au bout de quelque temps, la plaie ne se fermant pas et fournissant une suppuration venant évidemment des parties profondes, je résolus de renouveler mes tentatives. Je fis d'abord quelques expériences sur le cadavre, pour me rendre compte de la profondeur à laquelle pénétrait le stylet chez mon blessé. Puis, avec l'aide de mon collègue et ami, M. Terrier, et le concours de M. Trouvé, j'explorai à nouveau le trajet avec le stylet électrique de ce dernier. La sonnerie nous avertit immédiatement que nous étions sur la balle. Il ne s'agissait plus que de

l'extraire. Pour cela j'appliquai sur l'apophyse mastoïde, immédiatement à côté de l'orifice d'entrée, une petite couronne de trépan; je pénétrai ainsi dans les cellules mastoïdiennes; peu à peu, brisant et enlevant des parcelles osseuses avec un stilet, je finis par arriver jusque sur le corps étranger; je parvins non sans efforts à le faire basculer et à l'amener au dehors.

« La guérison fut rapide. Au bout de cinq semaines, elle était absolument complète. Mon malade est resté sourd de cette oreille, mais il n'y a eu, depuis lors, trace d'accidents cérébraux.

M. BERGER. — « Je n'ai rien à répondre à M. Terrillon. Son intéressante observation vient absolument à l'appui de la thèse que je défends. »

Et pour que nos lecteurs ne croient pas que l'instrument ait cessé de rendre des services, nous citerons encore de nouvelles observations. Elles sont très récentes, comme on peut en juger.

Nous n'arrêtons notre liste que forcé par notre mise en page.

3^e observation.

Hôpital Lariboisière. — Service de M. le Dr Périer.

Le 17 novembre 1889, à la suite d'une discussion et sous l'influence de l'alcool, le charretier P. C., âgé de soixante-cinq ans, s'est tiré deux coups de revolver, une balle dans chaque oreille (calibre 8^{mm}).

Le malade est immédiatement conduit à l'hôpital Lariboisière et placé au n^o 7 de la salle A. Paré, service de M. le Dr Périer.

On constate une excitation alcoolique marquée, et un léger suintement sanguin par chaque conduit auditif. Pas d'écoulement par le nez, ni d'ecchymoses sous-conjonctivales. Le malade ne peut articuler la moindre phrase et est atteint de surdité complète. On ne peut se faire comprendre que par l'écriture.

L'examen de chaque conduit auditif ne révèle l'existence d'aucun corps étranger, ni plaies, ni déchirures appréciables; seulement quelques caillots noirs par la poudre.

Le lendemain de l'accident on pratique une exploration plus minutieuse, sans chloroforme.

Avec le stilet ordinaire, on rencontre dans le conduit auditif droit un corps résistant, mais il est impossible de se prononcer si c'est de l'os ou la balle.

Le 27 novembre. — M. Périer explore de nouveau les deux oreilles à l'aide de l'appareil électrique de M. Trouvé. Cet appareil dénote de la façon la plus nette la présence d'un projectile à droite, mais rien du côté gauche.

Le 29 novembre. — Nouvelle exploration plus longue et sans chloroforme. Cette fois-ci l'appareil Trouvé indique la présence d'un projectile dans chaque oreille.

A droite, le projectile semble fixé en bas et un peu arrière du conduit. A l'aide du tire-fond on essaie, mais en vain, de l'extraire.

Du côté gauche, la balle est logée dans la paroi antérieure du conduit et

en haut, dans la direction du condyle de la mâchoire inférieure. Cette balle du côté gauche est extraite facilement avec la pince tire-balle de M. Trouvé.

Chacune de ces explorations est immédiatement suivie de lavages répétés et abondants à la solution boriquée à 40/1000, puis chaque conduit est hermétiquement obturé à l'aide de gaze au salol.

Les jours qui suivent, pas d'élévation de température; le malade conserve toujours une surdité absolue, mais on n'observe aucun signe indiquant des accidents cérébraux aigus.

Tous les matins on renouvelle le pansement : suintement purulent et fétide par chaque conduit auditif; pas d'esquilles osseuses, ni de sang.

Irrigations boriquées dans chaque oreille.

Le 2 décembre. — Troisième tentative d'extraction du projectile du côté droit. On emploie le tire-fond à plusieurs reprises, mais inutilement.

On coule alors, selon la méthode de M. Trouvé, un peu de mercure dans le fond du conduit auditif droit, espérant ainsi enlever la balle par amalgamation.

Le lendemain et jours suivants on recueille avec soin le mercure qui s'échappe du conduit au moment où l'on enlève le pansement. L'analyse chimique n'a pas encore révélé trace de plomb. Ici se termine l'observation par suite du départ du malade.

Dr PÉRIER.

4^e observation.

Hôpital Lariboisière. — Service de M. le Dr Peyrot.

Le nommé H..., publiciste, âgé de soixante-quatre ans, entre le 7 mai 1890, dans le service de M. le Dr Peyrot. Il s'est tiré le matin même, trois balles de revolver dans la tête.

Pas d'hémorrhagie, ni de perte de connaissance.

Le lendemain M. Peyrot pratique dans le cuir chevelu de la région frontale deux incisions qui donnent issue à deux balles qu'on sentait sous la peau; l'os n'a pas été pénétré à cet endroit, les balles de (6^{mm}) ne sont pas déformées.

La troisième balle a été tirée dans l'oreille. Pendant quelques jours, insomnies la nuit et quelques vomissements bilieux; pas de douleur d'oreille ni de fièvre.

Le 24 mai, M. Trouvé apporte à Lariboisière son appareil à exploration électrique, avec lequel M. Peyrot reconnaît la présence de la balle dans le rocher, en avant du conduit auditif externe, le stylet étant enfoncé à peu près perpendiculairement au pavillon de l'oreille, à une profondeur de 3 centimètres environ.

Le 30 mai, en présence de M. Trouvé et à l'aide de ses appareils, M. Peyrot reconnaît la situation de la balle et fait quelques tentatives de fixation avec la tarière et de préhension avec la pince reliée au trembleur. La balle n'étant pas mobilisée, on détache le pavillon de l'oreille sur son bord postérieur et supérieur et on met à nu le conduit auditif osseux. Un premier fragment est enlevé à la curette, dans la paroi postérieure du conduit; un autre, le plus volumineux,

de forme aplatie et très irrégulière est retiré de la paroi antérieure; il a dû ricocher sur la paroi postérieure et pénétrer secondairement dans celle-ci, près de la membrane du tympan qui semble intacte.

Sutures de l'oreille. — Pansement au salol.

Le 2 juin, le malade va bien.

Dr PEYROT.

5° observation.

On lit dans *La Presse* du 25 juillet 1890, le récit de l'opération, faite par *M. Louis Jullien*, à *M. Laur fils*, qui, en jouant avec une carabine, s'était blessé. La balle avait profondément pénétré dans le genou.

Nous reproduisons *in extenso* l'article de la *Presse* :

Nous n'avons pas voulu augmenter les inquiétudes de la famille et des amis de notre collaborateur Francis Laur en publiant d'autres renseignements sur l'accident dont son fils a été victime.

La blessure que nous avons signalée s'était cicatrisée en deux jours et l'on pouvait espérer que la balle resterait dans les chairs. Mais le gonflement progressif du genou indiqua bientôt que l'inflammation gagnait l'articulation et qu'une complication se produisait.

Il fallait donc se résoudre à l'extraction de la balle et notre ami Francis Laur fut le premier à en reconnaître la nécessité. Toutes les recherches au toucher avaient été infructueuses pour reconnaître la position exacte du projectile, et sans le concours de M. Trouvé, l'électricien bien connu, il eût été impossible, — à moins d'ouvrir complètement la cuisse et de suivre le long trajet de la balle qui pouvait avoir contourné l'os, — de commencer l'opération avec une certitude quelconque de réussite. D'autant plus — on l'a reconnu après une demi-heure de recherches — que la balle n'était pas dans les chairs; elle était encastrée dans l'os contre lequel butaient les instruments ordinaires et au milieu duquel elle avait pénétré dans la partie voisine de l'articulation du genou. L'aiguille Trouvé pouvait seule (en faisant agir, comme on sait, une petite sonnerie électrique aussitôt qu'elle touche un corps métallique), déceler la balle qui ne faisait pas saillie, mais plutôt creux, et n'était pas au milieu des muscles.

Le projectile reconnu, l'éminent docteur Louis Jullien, professeur agrégé et chirurgien de Saint-Lazare, a ouvert rapidement le membre en évitant délicatement l'artère fémorale voisine; puis rôdant l'os avec une sûreté de main merveilleuse, il a pu en extraire la petite balle avec des pinces. Tout a été refermé, recousu, drainé, pansé ensuite, en un clin d'œil. L'excellent chirurgien était aidé, dans cette opération délicate, par les docteurs Coudray et Fernandez de Armenteros qui tenaient l'enfant, surveillant les inhalations et secondant le chirurgien avec une dextérité parfaite.

Le pauvre petit, quoique endormi à moitié par le chloroforme, a suivi

toutes les phases de l'opération et les retraçait à son réveil. La réaction douloureuse ne s'est produite que plus tard et il a montré un vrai courage. Espérons qu'il ne se produira aucune complication et que cette opération remarquable, qui fait le plus grand honneur au jeune maître Jullien et à M. Trouvé, aura préservé le fils de notre ami des conséquences graves que la blessure faisait prévoir.

Enfin terminons par la très curieuse observation de M. le docteur Périer, à l'hôpital Lariboisière. Cette observation fut lue le 29 avril 1890 à l'Académie de médecine par l'habile chirurgien lui-même. Nous lui laissons entièrement la parole.

TAILLE STOMACALE

POUR L'EXTRACTION D'UNE CUILLER A CAFÉ LOGÉE DANS L'ESTOMAC
DEPUIS DIX-HUIT JOURS.

« Un homme de trente-six ans, dans un moment d'aberration, avala le 26 janvier dernier une cuiller à café en ruolz, qui franchit aisément l'œsophage et tomba dans l'estomac. Depuis ce moment, cet homme éprouva dans les régions de l'épigastre et de l'hypochondre gauche de vives douleurs qui s'exaspéraient pendant le travail de la digestion. Il demanda à en être délivré par un moyen quelconque. Son médecin, le Dr Bourret, de Ribécourt, me l'adressa à l'hôpital Lariboisière le 13 février, dix-huit jours après l'accident.

« Le malade a tous les attributs d'une bonne santé habituelle, il est d'un embonpoint moyen. La palpation de l'abdomen détermine de la douleur dans la région de l'estomac, mais ne révèle pas l'existence du corps étranger, masqué par l'épaisseur des parois.

« L'ingestion de la cuiller n'était pas douteuse; une observation attentive permettait d'affirmer qu'elle n'avait pas été expulsée. Le siège de la douleur faisait supposer qu'elle était encore dans l'estomac, mais ne suffisait pas à en établir la preuve. L'observation rapportée ici par M. Le Dentu des migrations d'une cuiller de bois justifiait mon doute.

« Pour acquérir une certitude, j'employai le cathéter à résonnateur de Collin; j'eus tout de suite la sensation d'un contact avec un corps dur, mais il me fut impossible d'éviter le choc de l'instrument contre les dents molaires, et mon embarras restait le même. M. Trouvé voulut bien m'apporter son explorateur électrique. A peine l'instrument avait-il pénétré dans l'estomac, que la sonnerie nous avertissait du contact avec un métal. La cuiller était donc bien dans l'estomac.

« Je ne m'arrêtai pas un instant à l'idée de l'extraction par la voie naturelle au moyen d'instruments introduits dans l'œsophage, et me décidai tout de suite pour la taille stomacale, qui fut pratiquée le 19 février avec l'assistance de mes collègues MM. Berger et Peyrot.

« L'estomac fut d'abord copieusement lavé à l'eau de Vichy, puis la paroi abdominale incisée suivant la ligne indiquée par M. Léon Labbé. Je traversai

les deux tiers externes du muscle grand droit de l'abdomen et j'empiétai en dehors sur la couche musculo-aponévrotique dans une étendue de 2 ou 3 centimètres. J'arrivai sur la partie moyenne de l'estomac, un peu au-dessus de la grande courbure; j'attirai la paroi antérieure au dehors, et passai tout de suite dans son épaisseur, à 4 centimètres l'un de l'autre, deux catguts liés en anses et destinés à empêcher le retrait à l'intérieur. Toutes les précautions ayant été prises pour éviter l'épanchement de liquides dans la cavité péritonéale, j'incisai l'estomac parallèlement à la grande courbure et assez loin d'elle pour éviter des vaisseaux trop importants. Les lèvres de l'ouverture furent maintenues avec des pinces à forcipressure; j'introduisis le doigt dans l'estomac et reconnus la présence de la cuiller, qui reposait sur la grande courbure, le bec tourné vers le pylore. — A l'aide de pinces, j'essayai de la saisir par l'extrémité du manche, mais sans pouvoir la faire basculer; je changeai de manœuvre et saisis le bec, auquel j'eus assez de peine à faire franchir la boutonnière musculo-aponévrotique de la paroi abdominale que traversait déjà la portion d'estomac que j'avais ouverte. Enfin, après un certain effort, l'obstacle fut franchi, le corps étranger apparut entre les lèvres de la plaie stomacale et fut extrait sans autre difficulté.

« J'appliquai tout de suite un surjet en fil de soie très fin sur la muqueuse de l'estomac, puis je fis par-dessus deux plans superposés de suture en bourse entrecoupée, l'un de cinq points, l'autre, le superficiel, de quatre. Je n'entre pas dans le détail descriptif de cette suture qui m'est personnelle et que j'ai déjà eu l'honneur de vous décrire ici, dans la séance du 18 mai 1886, à l'occasion de lésions intestinales. — L'occlusion de la plaie stomacale bien assurée, l'estomac fut réduit et laissé libre dans l'abdomen. Le péritoine pariétal fut réuni par un surjet au catgut, près la couche musculaire; et enfin je fis une suture de la peau au crin de Florence.

« Le pansement fut des plus simples : la poudre de Salol, gaze et ouate salolées.

« L'opération n'eut aucun retentissement sur l'estomac ni sur le péritoine. Dès le premier jour, il fut donné au malade de l'infusion de coca, en alternant avec de petites quantités de champagne glacé. Il prit du bouillon le 22 février (l'opération était du 19). On ajoute un jaune d'œuf au bouillon le 25; deux œufs le 26; trois œufs le 27; ce même jour 27, j'enlève les sutures, la plaie paraît bien réunie, mais il y a un peu de gonflement et de douleur à son niveau.

« Le lendemain 28, cette douleur a augmenté, et je constate l'existence d'un phlegmon sous-cutané avec fluctuation. Je désunis la plaie et je donne issue à une assez grande quantité de pus qui avait décollé la peau dans une certaine étendue. — Le foyer est soigneusement lavé au sublimé et touché dans tous ses points au naphтол camphré.

« Le soulagement est immédiat; le soir même le malade mange du poulet, et à partir de ce jour la température, qui venait de monter à 39 degrés, oscille entre 36°,8 et 37°,2. Les pansements sont faits toujours au salol, mais de temps à autre on touche la surface au naphтол camphré.

« Cette poussée phlegmoneuse n'a pas eu le plus petit retentissement sur l'appareil digestif; j'en ai cherché la cause et ne puis l'expliquer que par ce fait

que, contrairement à ma recommandation habituelle pour les laparotomies, la paroi abdominale n'avait pas été savonnée, lavée dès la veille et recouverte en permanence, pendant dix à douze heures, de compresses trempées dans la solution du sublimé.

« Le malade a quitté le service le 5 avril, en excellent état de santé; son appétit est bon, ses digestions se font sans le moindre trouble; il en est de même aujourd'hui, comme vous pourrez l'apprendre du malade lui-même que j'ai l'honneur de vous présenter. »

Que notre lecteur veuille bien nous pardonner cette longue série d'observations, en faveur de l'importance toute humaine de l'instrument de M. Gustave Trouvé.

Nous croyons d'ailleurs avoir choisi des cas assez intéressants pour soutenir, d'une façon continuelle, l'attention et l'intérêt.

Ajoutons encore que, dans ses conférences à l'Observatoire, à la Sorbonne, salle Gerson, à la Société des ingénieurs de l'École centrale, M. G. Trouvé n'oubliait jamais de joindre la pratique à la théorie. Des membres artificiels préalablement préparés lui étaient apportés, et séance tenante, son appareil cherchait le projectile, le rencontrait, l'analysait et procédait à son extraction.

Tous ces résultats si pleinement satisfaisants eussent contenté tout autre; ils ne tiédirent pas la vigilance de notre inventeur qui créa de nouveau une méthode de recherches pour étendre encore le champ des investigations : *la méthode des électro-aimants.*

MÉTHODE COMPLÉMENTAIRE

POUR LA RECHERCHE DES CORPS MÉTALLIQUES INTRODUITS DANS L'ESTOMAC

Systeme d'aiguilles astatiques très sensibles. Sonde œsophagienne révélatrice, sonde œsophagienne électro-magnétique, aimants et électro-aimants pour extraire de l'œil des parcelles de métaux magnétiques.

L'histoire des opérations chirurgicales rapporte une statistique qui renferme dix-sept cas de fourchettes avalées.

Le plus souvent il s'agit d'aliénés; d'autres fois l'ustensile a été introduit dans le pharynx, par forfanterie, dans le but de repousser un os malencontreusement arrêté ou dans une intention de suicide.

Dans ces dix-sept cas, sept fois la fourchette fut bien supportée et finit à la longue par s'éliminer, après la formation d'un abcès; dans les autres il fallut pratiquer la taille stomacale.

L'extraction par la taille stomacale a été pratiquée, avec succès, seulement six fois, y compris celle de la cuiller du docteur Périer et que nous venons de rapporter.

1° Par *Bouchet* (de Lyon).

2° Par un chirurgien de Mende, dans la Lozère, nommé *Cayroches*.

3° Par *M. Léon Labbé*, à Paris, en 1876 (fourchette avalée par un employé du Printemps).

4° Par *M. le chirurgien G. Félizet*, en 1882, aussi à Paris, mais pour l'extraction d'une cuiller avalée de la même façon que les fourchettes précitées.

Les cinquième et sixième cas sont plus récents. Le cinquième, du docteur *Polaillon*, date d'il y a peu d'années. Nous allons le rapporter en entier comme celui du docteur Périer, car, non seulement il a été couronné d'un plein succès, avec des perfectionnements qui rendent moins dangereuse l'incision épigastrique, mais encore et surtout il a donné un résultat imprévu avec une nouvelle conquête de la science dans le domaine de la guérison des douleurs humaines.

Désormais, en effet, grâce aux ingénieux procédés d'exploration électrique dus à *M. G. Trouvé* et à ses aimants ou ses électro-aimants qui, sous un volume des plus condensé, emmagasinent une puissance d'énergie très considérable, il deviendra possible, nous l'espérons, de tenter l'extraction des corps métalliques étrangers, mais magnétiques, introduits dans l'estomac, en se servant de la voie naturelle de l'œsophage à la bouche, sans plus nécessiter l'intervention d'une opération sanglante, incertaine, le plus souvent mortelle.

Ce sera une victoire de plus pour la chirurgie conservatrice et la réalisation de cette parole, célèbre de *Claude-Bernard*.

« *Dans les travaux scientifiques, on doit poursuivre un but déterminé. Cependant il ne faut pas se laisser absorber par l'étude proposée. Il est utile d'observer tout ce qui se passe. Souvent on fera une découverte inattendue et qui sera plus intéressante et plus utile que la solution cherchée.* »

Les faits que nous allons relater confirment une fois de plus cette notion expérimentale du concours nécessaire de toutes les sciences pour assurer la certitude de l'art de guérir.

Voici d'ailleurs le compte rendu de l'observation du *D^r Polaillon*, lu par lui à l'Académie de médecine, le 24 août 1886. On y trouvera une claire exposition de la méthode générale des électro-aimants, en même temps que l'historique d'une opéra-

tion d'une rare importance. Nous laissons la parole au célèbre chirurgien de la Pitié, ainsi qu'à ses éminents collègues de l'Académie qui ont combattu ou défendu l'application intégrale de la nouvelle méthode de M. G. Trouvé.

EXTRACTION D'UNE FOURCHETTE DE L'ESTOMAC

PAR LA TAILLE STOMACALE.

M POLAILLON. — « J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une fourchette que j'ai retirée hier par la taille stomacale.

« Le nommé Albert C..., âgé de vingt-cinq ans, exerçant la profession de bateleur, exécutait spécialement un tour qui consistait à avaler des sabres et des cannes.

« Le 8 août dernier, étant à Luchon où il donnait des représentations, il s'amusa à faire disparaître une fourchette dans son pharynx et son œsophage, lorsqu'étant sur le point de suffoquer, il fit une profonde inspiration et lâcha la fourchette qu'il tenait par l'extrémité de ses piquants. Ayant repris haleine, il chercha à plusieurs reprises à saisir la fourchette en enfonçant profondément les doigts dans le pharynx. Mais il ne put y parvenir. La fourchette descendit peu à peu dans l'œsophage, et pénétra dans l'estomac.

« Notre homme eut seulement quelques crachats sanguinolents dus à des excoriations des muqueuses pharyngiennes et œsophagiennes, et le lendemain il continua ses exercices de gymnaste.

« Au bout de quelques jours, il éprouva de la gêne au creux épigastrique et consulta plusieurs médecins. Le docteur Lavergne l'engagea à venir à Paris et eut l'obligeance de me l'adresser. Il entra dans mon service de la Pitié le 14 août, six jours après son accident. Albert C... a une taille au-dessus de la moyenne. Il est bien musclé, quoique ses membres soient assez grêles. Son ventre est aplati, sans aucune surcharge graisseuse, et on voit se dessiner sous la peau les saillies et les méplats des muscles abdominaux.

« Il explique très bien que la fourchette a pénétré dans l'estomac par son extrémité arrondie, et qu'il la sent à la partie supérieure du ventre. D'après lui, elle est placée obliquement suivant une ligne qui passerait un peu au-dessus de l'ombilic et qui se dirigerait de gauche à droite et de haut en bas; son extrémité piquante serait profondément cachée dans l'hypochondre gauche, et son extrémité arrondie logée un peu au-dessous et en dehors de l'ombilic dans la région hypochondriaque droite.

« Cette fourchette est en fer étamé et de grande dimension.

« Le patient a remarqué qu'il souffrait dans l'intervalle des digestions; lorsque l'estomac revenu sur lui-même s'applique sur le corps étranger.

« Aussi est-il obligé de manger très souvent pour diminuer ses douleurs. Les fonctions stomacales et intestinales se font, d'ailleurs, normalement. Il n'y a eu ni crachement de sang ni vomissement.

« En explorant l'abdomen aplati, mince, dépourvu d'embonpoint de notre patient, je fus surpris de ne point sentir distinctement un corps étranger aussi

volumineux qu'une fourchette. En déprimant la paroi abdominale à droite, un peu au-dessous et en dehors de l'ombilic, on arrivait bien sur un point un peu dur, mobile, profondément situé, que le malade disait être la queue de la fourchette. En outre, la pression sur ce point déterminait bien chez lui une sensation douloureuse du côté du cœur, comme si les piquants de la fourchette venaient irriter cet organe. Mais ce n'étaient là que des phénomènes subjectifs, incapables de nous donner une conviction sur l'existence d'un corps étranger dans l'estomac.

« L'introduction de la sonde œsophagienne avec alène métallique et résonateur ne nous donna point de résultat. Cette sonde, imaginée par M. Collin, est destinée à transmettre à l'oreille de l'explorateur un bruit très distinct dès que son alène vient à toucher un corps étranger situé dans l'estomac. Comme cet instrument ne nous avait rien fait entendre, nous conçûmes quelques doutes sur l'existence d'une fourchette dans l'estomac. Ces doutes paraissaient confirmés par le malaise et l'angoisse que l'introduction de la sonde œsophagienne procurait au patient. Il nous paraissait invraisemblable qu'un homme habitué à avaler des sabres supportât avec autant de peine le passage d'une petite sonde œsophagienne.

« Pour dissiper mes doutes, j'eus recours à M. Trouvé qui, avec sa complaisance bien connue, fit construire une sonde œsophagienne d'après le principe de son stylet avec sonnerie électrique pour révéler la présence du corps étranger métallique dans les tissus. Au moment où l'extrémité de cette sonde pénétra dans l'estomac, un de mes internes, M. Trouvé et moi, entendîmes le bruit révélateur de la pile électrique pendant une fraction de seconde. Mais ce bruit qu'il fut impossible de reproduire, à cause des spasmes violents, avait été si fugitif que ma conviction n'était pas faite.

« Cependant le diagnostic fut complètement établi par les explorations suivantes que M. Trouvé imagina et voulut bien organiser lui-même :

« 1^o Une aiguille aimantée (fig. 159), d'une extrême délicatesse, s'orientait vers la région stomacale du malade, lorsque ce dernier s'approchait d'elle. Le malade faisait-il quelques mouvements, l'aiguille aimantée suivait ces mouvements.

« 2^o Un gros électro-aimant, placé à quelques millimètres de la paroi abdominale, déterminait tout à coup, lorsqu'on faisait passer le courant électrique, une petite voussure de la peau comme si un corps intra-abdominal se précipitait vers l'électro-aimant.

« Suspendait-on l'électro-aimant à une corde, de manière à ce qu'il fût placé en face de l'estomac de notre homme, on voyait l'électro-aimant osciller et s'appliquer sur la peau toutes les fois qu'on établissait le passage du courant.

« Ces curieuses expériences indiquèrent clairement qu'un corps étranger en fer existait à la partie supérieure de la cavité abdominale.

« En rapprochant cette notion expérimentale positive du dire et des sensations du patient, de nos explorations par le palper abdominal et par l'introduction de la sonde œsophagienne électrique, nous acquîmes la certitude de la présence d'une fourchette en fer dans l'estomac.

« Le diagnostic une fois acquis, restait la tâche d'extraire ce corps étranger

Comme les chirurgiens n'ont jamais réussi à retirer un corps étranger aussi volumineux avec des pinces ou d'autres instruments introduits par l'œsophage, je ne m'arrêtai pas à faire des tentatives dans ce sens, et je me déterminai à pratiquer la taille stomacale.

« L'opération a été faite hier, 23 août, à l'hôpital de la Pitié, en présence des docteurs Ladreit de Lacharrière, médecin en chef des Sourds-et-Muets, et Claudot, médecin en chef de l'École polytechnique. Mes internes, MM. Dumoret et J. Récamier, me servaient d'aides, ainsi que mes externes, MM. Basset, Cornet, Renault, Vinson, et mon interne en pharmacie, M. Roche. M. Trouvé, M. Toupet et plusieurs élèves de la Pitié assistaient à l'opération.

« M. Mariaud avait prêté les instruments et le lit spécial qui sert pour les ovariectomies.

« Le patient est endormi par le chloroforme.

« Toutes les précautions antiseptiques pour les instruments et les mains des aides sont prises; Spray phéniqué dans la salle.

« A partir de la neuvième côte gauche et à 1 centimètre en dedans du rebord des cartilages costaux, je pratique une incision qui se dirige vers l'appendice xyphoïde dans l'étendue d'environ 7 centimètres. Cette incision est exactement celle que notre confrère, M. Léon Labbé, a indiquée le premier comme permettant d'arriver sûrement à l'estomac. Les tissus sont coupés couches par couches. Les muscles sont très épais. Une partie du grand droit est intéressé dans l'incision.

« Il faut pincer trois ou quatre vaisseaux qui seront liés plus tard.

« L'incision du péritoine donne issue à un paquet d'épiploon, que je réduis immédiatement et que je maintiens dans le ventre avec une éponge phéniquée.

« Le doigt, introduit de bas en haut, rencontre facilement l'estomac et le corps étranger qu'il contient. On n'éprouve aucune difficulté à attirer une portion de sa paroi antérieure entre les lèvres de la plaie et à former avec cette paroi, qui est très épaisse, un pli, que je fixe au niveau de l'incision en traversant sa base avec deux broches de fer.

« L'incision abdominale étant bien protégée avec des éponges, j'incise la partie saillante du repli stomacal dans l'étendue d'environ 3 centimètres. Un doigt plongé dans la cavité stomacale me permit de reconnaître la fourchette, qui est exactement située comme l'indiquait le malade. Son extrémité arrondie est en bas et à droite. Je la saisis avec une forte pince et, très rapidement, je la fais évoluer, de manière à l'amener vers la boutonnière stomacale et à extraire toute la fourchette.

« Trois vaisseaux de l'incision de l'estomac donnent du sang. Ils sont pincés, puis liés avec des fils de soie très fins.

« Une suture en surjet avec un fil de catgut assez fin adosse exactement les deux feuillettes de l'incision de l'estomac; il ferme complètement la cavité de cet organe.

« Après avoir attendu quelques minutes pour bien étancher le sang de cette suture, j'enlève les broches, je coupe les fils de catgut au ras du nœud, et j'abandonne l'estomac dans la région épigastrique.

« Au moment où je retire l'éponge intra-abdominale, l'épiploon fait de

nouveau hernie et nous cause quelques difficultés pendant que je pratique la suture des parois du ventre. Je place trois fils profonds en argent et quatre fils superficiels.

« Pansement de Lister. Epaisse couche de coton autour du ventre, maintenue par un bandage de corps assez serré. L'opéré est ensuite placé dans son lit.

« La fourchette que j'ai extraite mesure 21 centimètres de longueur et pèse 59 grammes.

« Je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître les suites de cette observation. Mais, dès aujourd'hui, je désire attirer l'attention sur quelques points.

« Je signalerai d'abord la difficulté tout à fait extraordinaire du diagnostic, car la palpation du ventre et l'introduction des sondes œsophagiques exploratrices n'avaient fourni aucune donnée certaine. Ce n'est qu'après l'emploi de l'aiguille aimantée et de l'électro-aimant que mes doutes furent complètement dissipés. On peut donc tirer un grand parti de ces derniers instruments pour le diagnostic des corps étrangers renfermés dans nos organes, lorsque ces corps étrangers sont en fer.

« Toutes les opérations de taille stomacale qui sont venues à ma connaissance ont été faites en suturant la paroi antérieure de l'estomac à la plaie abdominale avant d'ouvrir la cavité de cet organe. Après l'extraction du corps étranger, l'opéré portait une fistule qui se fermait à la longue. Les progrès de la chirurgie abdominale m'ont conduit à simplifier cette opération. J'ai pensé qu'on pouvait se dispenser de suturer l'estomac à la paroi abdominale avant d'ouvrir ce dernier, et qu'on pouvait ensuite rentrer l'estomac dans le ventre après avoir exactement suturé son incision. Un avenir prochain va dire si le succès couronnera mon innovation opératoire.

« J'ai rappelé dans le cours de ma communication, que les tentatives faites pour retirer de l'estomac par les voies naturelles des corps aussi volumineux qu'une fourchette, avaient toujours échoué. Cependant il ne me paraît pas impossible de réussir avec les petits électro-aimants de M. Trouvé qui peuvent soulever, par exemple, un poids de 3 ou 4 kilos, et qui, montés à l'extrémité d'une sonde, peuvent être portés dans l'estomac, dans le voisinage du corps étranger qui viendra y adhérer, pourvu qu'il soit en fer; puis il suivra l'instrument qui l'attire au dehors, et cette attraction peut être suffisante pour lui faire franchir l'œsophage et pour l'extraire.

« Il appartient à M. Trouvé d'augmenter encore, si c'est possible, la puissance de ses électro-aimants. »

M. LAMY. — « J'ai écouté avec la plus grande attention, comme chacun de nos collègues, la très intéressante communication de M. Polaillon, en regrettant que M. Léon Labbé ne fût pas présent, pour y joindre son appréciation. Il aurait rappelé la remarquable opération à laquelle il m'avait fait assister avec notre collègue M. Gosselin, et dont il fixa le manuel opératoire, si bien reproduit par M. Polaillon.

« L'Académie m'avait chargé de lui faire un rapport sur l'observation complète de M. Léon Labbé, lorsque bientôt elle l'appela parmi ses membres. J'avais recherché quelques cas analogues à celui dont je devais rendre compte

et j'en avais découvert un surtout, à peu près semblable, observé autrefois en province. Il s'agissait d'une jeune fille qui, ayant avalé une fourchette de fer, dans les mêmes conditions, la conserva pendant plusieurs mois dans l'estomac, où sa présence, aussi sensible que reconnaissable, nécessita l'extraction par l'incision directe, soit gastrotomie, soit taille épigastrique, suivie d'une guérison complète et rapide.

« Désormais, grâce aux ingénieux procédés d'exploration électrique dus à

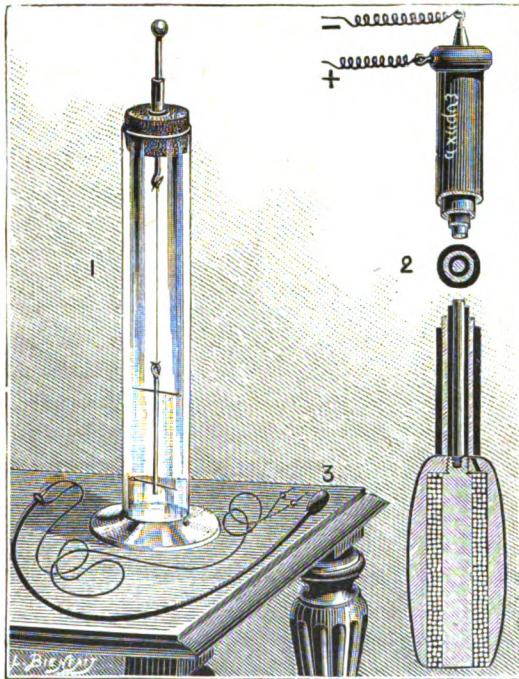


FIG. 159. — 1, Système très sensible d'aiguilles astatiques Trouvé. 2, 3, Electro-aimant Trouvé et sonde exploratrice ou révélatrice de l'œsophage et de l'estomac, pour la recherche des objets métalliques, mais magnétiques, tombés dans ces organes; l'extracteur est vu en perspective, en projection et en coupe.

M. Trouvé, et si bien appréciés par M. Polaillon, il deviendra possible, comme le pense notre honorable collègue, de tenter l'extraction de ces corps étrangers métalliques par la voie naturelle de la bouche à l'estomac, sans nécessiter l'intervention d'une opération sanglante et ses chances incertaines. Ce sera une conquête de plus pour la chirurgie conservatrice.

« En attendant cet heureux résultat, il serait du plus grand intérêt que la remarquable communication de M. Polaillon fût publiée par lui avec tous les développements qui la rendent si intéressante. »

M. POLAILLON. — « Je connaissais parfaitement le cas de M. Labbé, et je l'ai

citée dans mon observation. A propos de cas analogues, je signalerai une statistique faite récemment (1) qui contient 17 cas de fourchettes avalées.

« Le plus souvent il s'agit d'aliénés, d'autres fois il s'est agi de faits de gageure ou de bravades, enfin, quelquefois, c'est dans le but de repousser des aliments arrêtés dans le pharynx, que le corps étranger a été introduit. Dans ces dix-sept cas, sept fois la fourchette fut bien supportée, et finit par s'éliminer après formation d'un abcès. Depuis 1876, mon cas est le premier où la taille stomacale ait été faite pour extraire une fourchette; je signalerai depuis cette époque l'extraction d'une cuiller par M. Félizet.

« L'an dernier, un chirurgien viennois a retiré avec succès une lame de sabre qui était brisée dans l'œsophage d'un bateleur et avait passé dans la cavité stomacale; l'opéré mourut. On peut encore citer quelques faits de boules formées par des poils et des cheveux ou égagropiles extraits par l'épigastre. En ce qui concerne les fourchettes avalées, je crois que mon fait est le seul qui se soit produit depuis M. Labbé. L'extraction des corps étrangers de l'estomac par l'incision épigastrique est une opération fort grave, souvent mortelle.

« Quant au projet d'employer les électro-aimants pour l'extraction par les voies naturelles des corps étrangers en fer, c'est là une idée qui est entièrement due à M. Trouvé et qui me paraît féconde. »

M. LEROY DE MÉRICOURT. — « Au sujet de l'espoir de M. Trouvé, d'extraire des corps étrangers en fer au moyen d'un électro-aimant, je crois qu'il y a là une illusion, car en admettant que ces corps soient saisis, ils ne pourraient traverser le cardia dont la contraction leur opposera une résistance bien supérieure à 4 ou 5 kilogrammes. »

M. POLAILLON. — « Rien ne prouve que l'on ne puisse pas distendre l'estomac et le pylore, avec de l'eau ou un gaz, par exemple, et que l'on n'obtienne pas ainsi la perméabilité du cardia. »

M. LEROY DE MÉRICOURT. — « Sans doute, mais on ne peut ainsi distendre l'anneau cardiaque. »

M. POLAILLON. — « Au moment d'un effort de vomissement, le cardia s'ouvre et l'on pourrait en profiter pour faire sortir le corps étranger saisi par l'électro-aimant. Lorsque M. Félizet opéra son malade, dans le cas que j'ai cité tout à l'heure, il fit préalablement vaporiser de l'éther dans l'estomac, et lorsqu'il parvint sur cet organe, il le trouva distendu et dur comme un tambour. On pourrait imiter cette manière de faire pour distendre l'estomac et faire agir l'électro-aimant dans sa cavité. »

M. LARREY. — « Je partage la confiance de M. Polaillon au sujet de la possibilité de l'extraction par l'électro-aimant des corps étrangers en fer introduits dans l'estomac; on pourrait d'ailleurs faire, au préalable, quelques essais sur les animaux. »

M. GOUBAUX. — « M. Polaillon a raison de dire que l'injection d'eau ou de gaz dans l'estomac permettrait facilement la distension de cet organe et même du cardia. Il m'est arrivé maintes fois, chez les chevaux, après avoir fait

(1) Adelman (Viertelj. für die practk. Heilkunde, III, p. 71; 1876.)

l'œsophagotomie, de voir des aliments, tels que de la farine d'orge délayée dans de l'eau, revenir par l'ouverture ainsi pratiquée lorsque l'estomac était rempli et gonflé. »

Ajoutons que le patient s'est fort bien rétabli depuis lors et qu'il continue son métier d'avaleur de sabres, tout en se méfiant des fourchettes.

Comme complément de la méthode des électro-aimants dont, comme le dit plus haut M. le professeur Polaillon, « l'idée est entièrement due à M. Trouvé », donnons encore les petits aimants et les petits électro-aimants très puissants (fig. 160) que M. Gustave Trouvé a aussi créés, dans un ordre d'idées différent, mais dans un but charitable, pour extraire de l'œil des parcelles de substances magnétiques qui s'y sont introduites, comme les poussières de fer, d'acier, de nickel, etc. et même aussi de substances hétérogènes qui renferment, encastrés, ces métaux.

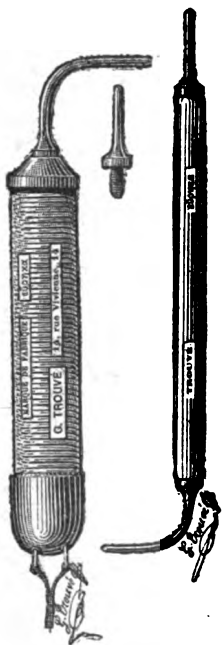


Fig. 160. — Petits électro-aimants et aimants de M. Gustave Trouvé, très puissants, pour enlever de l'œil des parcelles de fer, de nickel, etc.

Dussions-nous blesser la modestie de M. G. Trouvé, nous ne pouvons nous empêcher maintenant de présenter à nos lecteurs, non-seulement l'inventeur de génie qu'ils connaissent déjà, mais surtout l'homme de bien dont le noble cœur est plein de bonté. M. G. Trouvé aime, avec prédilection, soulager les misères et les souffrances dont il est témoin. Au mépris des intérêts de son commerce, il ne ménage ni son temps ni ses forces pour courir, presque chaque matin, aux hôpitaux, porter ses soins éclairés. Nos chirurgiens, qui connaissent sa belle passion, se font un plaisir de lui témoigner leur unanime sympathie en l'appelant à leurs côtés et en le laissant souvent explorer lui-même les blessures.

L'ingrate nature s'était montrée parcimonieuse en nous refusant le sens électrique que MM. C. Flammarion et L. Figuiér envient à l'aiguille magnétique, palpitante sous les feux rosés des lointaines aurores polaires. M. Trouvé ne nous le donne-t-il pas, quand il dote le biologiste de ses délicats appareils ?

Il corrige aussi l'imperfection des sens que nous possédons et il amplifie la puissance du plus important de tous : la vue.

Etudions, en effet, ses polyscopes et leurs applications si variées. .

DEUXIÈME PARTIE

Exploration électrique des cavités naturelles du corps humain.

POLYSCOPES ÉLECTRIQUES DE M. G. TROUVÉ

Le but des polyscopes est le complément nécessaire de l'exploration intime que nous nous sommes proposée au commencement de ce chapitre : éclairer d'une façon parfaite des cavités naturelles inaccessibles.

Les polyscopes s'appliquent, en particulier, à l'éclairage des différentes parties de l'organisme.

Nous allons voir quels services M. G. Trouvé a rendu au biologiste, médecin, chirurgien, en lui donnant un moyen aussi puissant et aussi général d'investigation directe; et nous citerons, comme au paragraphe précédent, les observations si pleines d'intérêt d'illustres médecins et savants français et étrangers qui emploient journellement cet utile instrument.

Le polyscope comporte deux classes génériques différenciées par la nature de la source lumineuse :

1° Polyscopes à essence combustible.

2° Polyscopes électriques, soit à incandescence à l'air libre d'un fil de platine, soit à lampe à incandescence dans le vide.

Notre lecteur sera heureux de retrouver ici la description du polyscope à essence combustible, vrai tour de force pour l'année 1867, époque de sa création. Elle lui fera ainsi mieux connaître les ressources innombrables de la riche intelligence créatrice de M. G. Trouvé qui varie, avec tant de maëstria, ses ingénieuses dispositions, au fur et à mesure des progrès continus de la science contemporaine.

Ce polyscope n'ayant plus qu'une valeur historique nous nous faisons le scrupule de ne rien changer à cette description, publiée par le docteur Ménessier, à l'époque de sa création.

1° Polyscope à essence de pétrole.

Depuis longtemps on est à la recherche d'un appareil qui, tout en étant d'une grande puissance comme éclairage concentré, soit d'un transport facile et d'un maniement aisé. Or, le polyscope Trouvé, qui, par une combinaison toute particulière, peut servir à l'examen de toutes les cavités naturelles, paraît remplir, d'après le sanctionnement de la pratique, tous les desiderata.

Il est composé d'un photophore, d'un réflecteur et de deux lentilles, et forme, à l'aide de ces dernières, un appareil très puissant donnant à volonté des rayons parallèles, divergents ou convergents, et dans ces conditions-là, il peut servir, au gré de l'observateur, de *laryngoscope*, de *rhinoscope*, d'*otoscope*, d'*utéroscopie*, d'*ophthalmoscope* et d'*uréthroscope*.

Fermé et garni d'instruments nécessaires, le polyscope constitue un cylindre métallique ne dépassant pas 18 centimètres de long sur 3 1,2 de diamètre (fig. 161). Les deux parties A, A', qui composent le cylindre portent, chacune, une lentille E, E' à leurs extrémités opposées, dont une de trois pouces de foyer et l'autre de trois pouces et demi.

Dans les couvercles N, N', articulés et mobiles en tout sens, se trouvent deux miroirs percés au centre, l'un plan, l'autre concave.

Dans le cylindre sont placés :

- 1° Deux miroirs laryngiens K, J, avec leur manche L;
- 2° Trois spéculum de l'oreille G, H, I, ou bien un seul bivalve au gré de l'opérateur;
- 3° Un photophore ou chandelier D, avec pied à trois branches, surmonté d'une cheminée B qui sert en même temps de réflecteur; ce photophore peut s'élever jusqu'à la hauteur de 40 centimètres;
- 4° Un tube porte-lentille C, s'ajustant en croix et à frottement sur la cheminée du photophore.

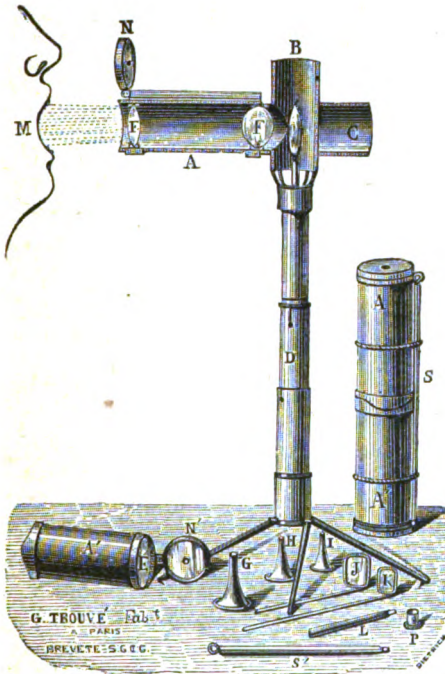


Fig. 161. — Polyscope de M. G. Trouvé à essence de pétrole.

L'éclairage se fait à l'essence de pétrole ou avec un mélange d'alcool et d'essence de térébenthine.

Le disque lumineux, dont on fait varier à volonté la distance et le diamètre, est un foyer combiné de deux lentilles, l'une loupe F, placée très près de la lumière, et l'autre prise dans celles mentionnées plus haut E, E'.

La sonde urétrale S' est fixée en S, le long et en dehors du cylindre au moyen de deux élastiques.

L'appareil une fois disposé comme le représente la figure 161, se prête à toutes les exigences de la pratique médicale; on le pose sur un meuble ou bien on le tient à la main et l'on concentre la lumière plus ou moins en faisant varier la distance des lentilles F et E, E' selon les circonstances.

Pour la *laryngoscopie*, on dirige le faisceau lumineux dans la bouche du patient, en ayant soin de tenir sa langue abaissée avec le pouce et l'index, à travers un petit linge, comme cela se fait d'ordinaire. Un des deux miroirs laryngiens K, J, muni du manche L, chauffé et placé à 45 degrés à l'arrière-gorge, renvoie la lumière dans le larynx, et l'éclaire de manière que celui-ci s'y réfléchit parfaitement. Il en sera de même pour la *rhinoscopie*, le miroir étant placé en sens contraire, c'est-à-dire de façon à renvoyer la lumière sur la trompe-d'Eustache.

Pour l'*otoscopie* et l'*utérosopie*, on envoie le faisceaux lumineux dans les cavités respectives, après les avoir munies de leur spéculum, et l'on regarde le long de l'appareil.

Pour l'*ophtalmoscopie*, on fait tourner le tube A d'un quart de cercle, et on incline le réflecteur N sur le passage de la lumière, de façon à la renvoyer dans l'œil soumis à l'examen, et devant lequel on tient placé le tube et la lentille A', E', ce qui constitue, en regardant par le centre du réflecteur N, l'ophtalmoscope à chambre noire.

En ne conservant que le photophore D, un des deux miroirs réflecteurs N, N', et une des deux lentilles E, E', qui se détachent facilement de leurs tubes A, A', on aura l'ophtalmoscope ordinaire.

Pour l'*uréthrosopie*, on incline, comme précédemment, le couvercle réflecteur N, de façon à renvoyer la lumière plus ou moins concentrée dans la sonde urétrale, et alors on regarde à travers le centre du miroir.

La même disposition convient également pour voir distinctement dans la cavité de l'oreille, et principalement pour les personnes à vue basse, l'œil se trouvant alors bien plus près des parties éclairées, que lorsque l'on regarde dans la direction parallèle à l'appareil.

Le polyscope, tel que nous l'avons décrit, est d'une application universelle; néanmoins, les photophores accompagnés des parties qui entrent dans la composition soit du laryngoscope, soit de l'otoscope, soit de l'utéroscope, soit de l'uréthroscope, forment des appareils spéciaux, selon les exigences de la pratique médicale et des médecins spécialistes.

2° Polyscopes électriques.

Comme nous l'avons déjà dit, il y a deux sortes de polyscopes électriques : le *polyscope à fil de platine* et le *polyscope à lampe à incandescence*.

Basés sur le même principe de la vive incandescence d'un fil de très petite section parcouru par un courant voltaïque et régis tous deux par la loi suivante, due à Joule : *la quantité de chaleur dégagée, dans l'unité de temps, dans un fil homogène traversé par un courant voltaïque est proportionnelle : 1° à la résistance; 2° au carré de l'intensité*, ils ne peuvent différer que par quelques modifications de détail, nécessitées par le volume un peu supérieur de la lampe à incandescence sur le fil de platine et par la différence des quantités de chaleur émise.

Mais ce qu'ils ont d'essentiellement commun, c'est le dispositif optique dont nous allons voir l'agencement.

D'ailleurs nous avons montré au chapitre de la galvanocaustie (chap. iv) que la propriété du courant électrique de porter à une vive incandescence des fils métalliques, avait été utilisée pour la première fois en chirurgie par Heider, à Vienne (1845) et par Crusell, à Saint-Pétersbourg, puis par John Marschall (1850) et enfin Middeldorpf (1854) qui l'appliquèrent à la galvanocaustie.

L'idée d'utiliser non seulement la chaleur, mais aussi la lumière qui accompagne l'incandescence devait se présenter spontanément à l'esprit et cependant il ne parut aucune publication à ce sujet avant 1867, année où M. Bruck, de Breslau, construisit son stomatoscope pour la cavité buccale et où M. le docteur Millot faisait des essais de diaphanoscopie sur les animaux, à l'École pratique de médecine de Paris.

M. le docteur Lazarevic, de Karkoff, qui employait le principe de la transparence en gynécologie semble avoir publié le premier un article dans la presse, en 1868 (1).

Mais tous ces efforts restaient infructueux; la méthode de la transparence étant elle-même défectueuse; car, si vivement éclairée à l'intérieur que nous supposons une cavité naturelle, l'estomac, par exemple, comment voir avec netteté, au travers du corps, ce qui se passe à l'intérieur de cet organe. De plus, les piles étaient inconstantes et l'on ne savait régler l'intensité du courant

(1) Lazarevic, diaphanoscopie ou exploration par transparence appliquée à l'examen des tissus, etc., 1868.

avec précision et promptitude. Tantôt le fil de platine ne rougissait pas, tantôt il entraînait en fusion.

De plus, la chaleur dégagée était si intense que ce mode d'exploration fut considéré comme inapplicable.

On eut, il est vrai, recours à des réfrigérants à circulation d'eau pour neutraliser le plus possible le dégagement de la chaleur; mais alors les appareils devinrent si compliqués et si volumineux, qu'on les eût pris plutôt pour des instruments de supplice que pour des instruments destinés à rendre des services à l'humanité. Aussi ne passèrent-ils jamais dans la pratique.

Le découragement survint et le principe fut momentanément oublié; mais, dès 1869, M. Trouvé n'hésita pas à reprendre la question et fut plus heureux que ses devanciers.

Au lieu de s'arrêter à la diaphanoscopie, dont il vit tout de suite les inconvénients, il préfère inspecter directement la cavité. Il n'injecte pas la lumière à l'intérieur de l'organe, mais il y porte la source lumineuse et la colle, pour ainsi dire, sur les tissus.

Dans une conférence qu'il fut prié de faire dans les bureaux du journal *l'Electricité*, M. G. Trouvé se servit d'une image bien frappante et qui fait bien comprendre la supériorité de sa méthode sur l'ancienne, il disait :

« Supposez cette salle, où nous sommes réunis, bien fermée de toutes parts, de façon que la lumière du jour ne puisse nous éclairer. Un indiscret — et le savant doit toujours l'être — veut savoir ce que nous faisons ici.

« Il n'aura que deux moyens à sa disposition :

« Ou il injectera la lumière par le trou de la serrure et il ne verra pas grand'chose : un barreau de chaise, quelques visages, un instrument; somme toute une portion très limitée de la salle.

« C'est la méthode ancienne, bien imparfaite, comme vous voyez.

« Ou bien, par un moyen de sa façon, il transportera ici même son foyer lumineux et ses réflecteurs, et il verra très bien ce qui s'y passe.

« C'est la méthode que j'emploie et pour laquelle je vous présente mon polyscope électrique. »

Le soir du 14 juillet 1789, quand parvint à Versailles la nouvelle de la prise de la Bastille, Louis XVI s'écria :

« — Mais c'est une insurrection!

« — Non, Sire, reprit le maréchal de Biron, c'est une révolution! »

L'innovation de M. G. Trouvé fut aussi une révolution dans l'art de la médecine et de la chirurgie quand son polyscope parut à l'Exposition de Vienne en 1873, et obtint du jury la *médaille du Progrès*. La date doit être retenue parce que, plus tard, comme cela arrive trop souvent pour les inventeurs, l'idée lui a été disputée par deux étrangers, un médecin et un fabricant d'appareils et d'instruments chirurgicaux. Mais tous les deux, arrivés sept ou huit années après, ont eu le tort de prendre pour idées nouvelles des changements et des modifications toujours inévitables dans la marche des applications, mais qui ne peuvent enlever au créateur l'honneur attaché au don primordial de l'invention.

D'ailleurs, si M. Trouvé a eu des détracteurs, il a aussi rencontré d'éloquents défenseurs; et, chose curieuse, les plus ardents et les plus chaleureux d'entre eux se sont élevés dans le pays même des adversaires de l'éminent ingénieur.

De l'autre côté du Rhin, MM. les docteurs Müller, de Gratz, et Théodore Stein, de Francfort-sur-Mein ont gagné la cause de M. Trouvé devant l'Allemagne savante; ils ont attesté ainsi, sans esprit de basse rancune que, si la civilisation n'a point de patrie et se place au-dessus des ridicules rivalités patriotiques, la vieille terre de France conserve toujours une des places prépondérantes par le génie de ses enfants.

Souvenons-nous encore que la simplicité et la commodité des instruments sont des qualités indispensables, nécessaires, toujours réunies chez ceux de M. G. Trouvé, et ce n'est point par là que brillaient les appareils des deux contrefacteurs étrangers.

Au reste, notre inventeur ne doit pas s'étonner des petites guerres que l'on peut faire à ses moindres trouvailles. Il est toujours des gens préparés au pillage du verger voisin.

Et puis, n'est-ce pas un hommage que d'être discuté, imité!

Je me souviens à ce sujet du mot très juste d'un chercheur qui avait trouvé une application nouvelle d'un vieux principe de mécanique, car les vieux principes sont comme les bons crus... généreux surtout en leur vieillesse.

Les industriels, trompés par les apparences, la dédaignaient.

Sa femme, un jour, le vit revenir radieux, l'œil brillant et le sourire aux lèvres.

« Ma chère amie, lui dit-il avec effusion, je suis sauvé : mon invention est bonne, j'ai un contrefacteur! »

En dépit des deux contrefacteurs allemands les polyscopes sont bien à M. Trouvé et rien qu'à lui.

Et maintenant que nous avons rendu à chacun ce qui lui revient, nous devons remarquer que tout autre lumière que la lumière électrique eût été nuisible en dérobant l'oxygène atmosphérique qui baigne l'organe et en lui substituant des émanations désagréables et malsaines; et cependant, avant d'entreprendre la construction de son instrument, M. G. Trouvé eût pu craindre de n'obtenir qu'une lumière insuffisante par l'incandescence d'un fil mince de platine. Mais il pensa avec justesse que rien ne peut rivaliser avec l'éclairage électrique, d'autant plus puissant qu'il est utilisé là pour ainsi dire au contact même de l'objet, et l'on sait que l'intensité de la lumière varie, très approximativement, en raison inverse du carré de la distance.

Un autre inconvénient était à craindre : le rayonnement calorifique; mais chacun sait qu'il est très faible avec la lumière électrique, et qu'en outre, il est toujours facile de l'éliminer par les conducteurs et l'air ambiant.

Pour cette élimination, M. G. Trouvé employa d'abord des réfrigérants à circulation d'eau, que bientôt il reconnut inutiles et supprima.

L'expérience, d'ailleurs, lui a donné raison et lui a suggéré une belle démonstration, aussi concluante que gracieuse : l'expérience des *poissons lumineux*, dont M. Flammarion nous a déjà parlé. M. Trouvé l'a créée à l'occasion du cinquantenaire de l'École centrale et l'a présentée, dans une de ses conférences à la Sorbonne, salle Gerson, et dans cette soirée de M. l'amiral Mouchez, à l'Observatoire de Paris, que nous avons rapportée; elle a été répétée depuis, à l'Académie de médecine, par M. le D^r Gariel; à la Sorbonne, par l'éminent professeur M. Jamin; enfin, à la Charité, par M. le professeur Hardy.

L'auditoire l'accueille toujours par des transports d'enthousiasme.

Nous y reviendrons plus loin, mais, dès maintenant, nous donnons le compte rendu de la conférence de M. le D^r Gariel, tel qu'il est rapporté dans l'*Électricité* du 5 avril 1880.

M. Gariel terminait lundi dernier, à l'amphithéâtre de l'École de médecine, au milieu d'applaudissements frénétiques, la dernière leçon sur l'électricité qui fait partie du cours qu'il professe à l'École, à la place de M. Gavarret.

Il reprendra l'acoustique, après les vacances de Pâques, et son cours aura lieu à trois heures et demie de l'après-midi, au lieu de trois heures.

Dans cette dernière séance, le clairvoyant professeur avait rassemblé les expériences qui se font difficilement au milieu d'un cours de courte durée et où

la salle n'est souvent pas préparée pour obtenir instantanément, soit l'obscurité complète, soit par degré.

La première partie fut consacrée à la démonstration du téléphone et du microphone, puis viennent les expériences de la bobine d'induction : la déflagration de l'étincelle, le tube étincelant et une belle variété de tubes de Geissler si bien construits par M. Alvergniat.

Toutes ces expériences délicates furent souvent applaudies et elles le méritaient, car toutes réussirent à merveille, grâce aux soins de M. Gariel et de ses deux aides (je ne connais pas leurs noms), qui méritent nos félicitations.

Les applaudissements redoublèrent pour le professeur, lorsque, s'adressant à ses élèves, il leur dit : « Grâce au concours bienveillant de M. Trouvé, qui a bien voulu m'assister, je vais pouvoir vous démontrer ses appareils d'exploration des cavités naturelles et accidentelles du corps humain, dont j'ai eu l'occasion de parler dans le cours de mes leçons. »

M. Gariel fait fonctionner l'explorateur électrique de M. Trouvé et montre que non seulement on peut, avec cet appareil, indiquer la présence dans les tissus d'un corps quelconque, métallique ou non ; sa nature, plomb, fer, cuivre, pierre ou bois ; la direction qu'il a suivie ; sa profondeur, que la plaie soit ouverte ou fermée, que le corps soit nu ou enveloppé, mais encore qu'il permet de les différencier entre eux et d'en effectuer l'extraction avec une telle sûreté que toute méprise est impossible. (*Des tonnerres d'applaudissements accueillent le professeur*).

M. Gariel passe ensuite aux expériences du polyscope de M. Trouvé ; cette fois, les applaudissements se sont transformés en hurrahs avec trépignements. C'est un bruit indescriptible lorsque le professeur termine cette séance en répétant l'expérience de M. Trouvé, celle des poissons rendus lumineux dans un aquarium.

Le polyscope électrique s'est répandu rapidement dans les laboratoires de physiologie, chez les dentistes et dans la grande chirurgie. Il a été, en effet, employé avec succès à l'hôpital Necker, par M. le D^r Guyon, pour montrer aux étudiants l'état des muqueuses du rectum et de la vessie ; à l'hôpital Saint-Louis, par M. le D^r Lallier et par M. le D^r Péan, pour éclairer les cavités profondes où il doit pratiquer l'extraction des tumeurs.

M. le professeur Collin, de l'École vétérinaire d'Alfort, physiologiste des plus distingués, s'en sert aussi pour éclairer l'estomac d'un taureau, assister à la digestion d'une botte de foin, ou faire voir à ses élèves les accidents causés par des animaux susceptibles de s'y introduire, comme, par exemple, une grenouille, une sangsue, etc.

Aujourd'hui, il est entré définitivement dans la pratique courante.

Passons maintenant à la description de l'instrument.

Nous devons bien penser d'abord que, si le polyscope conserve dans toutes ses applications sa disposition essentielle, sa forme varie suivant celle de la cavité à explorer.

Il prend alors le nom de l'organe à l'usage spécial duquel il est adopté par des modifications de détail, et c'est ainsi qu'il devient *stomatoscope*, *laringoscope*, *uréthroscope*, *gynécoscope*, *rhinoscope*, *cystoscope*... électriques.

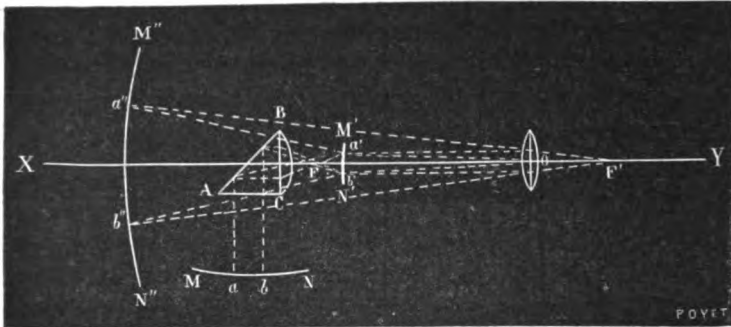


FIG. 162. — Principe optique des polyscopes électriques Trouvé.

ABC, prisme-loupe.

MN, objet examiné.

M'N', image réelle, très petite et renversée, de l'objet MN.

O, oculaire.

F, foyer de l'oculaire.

M'N'', image virtuelle de MN.

XY, axe optique de l'instrument.

Mais le dispositif invariable est le système optique composé, dans sa partie essentielle, d'un prisme à réflexion totale combiné avec une lentille plan-convexe BCA (fig. 162), et formant ainsi prisme-loupe.

Ce prisme-loupe présente un grand avantage sur le prisme séparé de la lentille parce que, avec ce dernier et à la longue, la buée de condensation et la poussière rendent, sinon impossibles, du moins plus difficiles les observations, et avec le prisme-loupe, ces inconvénients sont évités.

L'image de la partie observée MN se forme en M'N'; elle est réelle, très petite, renversée. Au moyen de l'oculaire O on obtient une image virtuelle, grossie et renversée, M'N''. C'est celle que voit l'observateur.

En adaptant à l'oculaire la petite lunette de Galilée (fig. 163), l'image virtuelle est considérablement agrandie.



FIG. 163. — Lunette de Galilée servant d'oculaire dans le système optique des polyscopes électriques de M. G. Trouvé.

Tout ce système optique est contenu dans un tube *ab* (fig. 164), ou *T* (fig. 165). A la partie inférieure de ces tubes

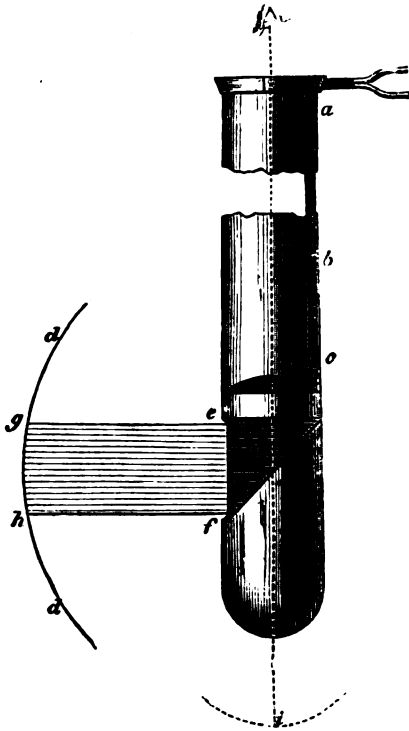


FIG. 164. — Système optique des polyscopes électriques Trouvé à fil de platine.

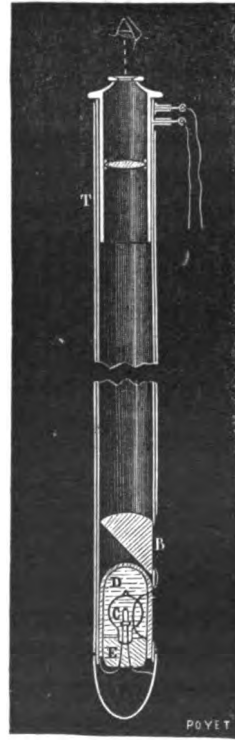


FIG. 165. — Vue en coupe des polyscopes électriques Trouvé à lampe à incandescence.

étanches, une minuscule fenêtre *ef* ou *B* est réservée, en face de la partie réfléchissante du prisme-loupe, pour le passage des

rayons du fil de platine *c* incandescent (fig. 164) ou de la lampe à incandescence *C* (fig. 165).

On pense bien, en effet, que les progrès incessants de l'électricité, principalement l'apparition pratique de la lampe à incandescence, ne pouvaient laisser indifférent notre fécond inventeur, qui, dès l'origine, s'empressa de l'adapter à ses polyscopes.

Rappelons que la *lampe à incandescence dans le vide* est un globe de verre contenant un mince filament de charbon recourbé,

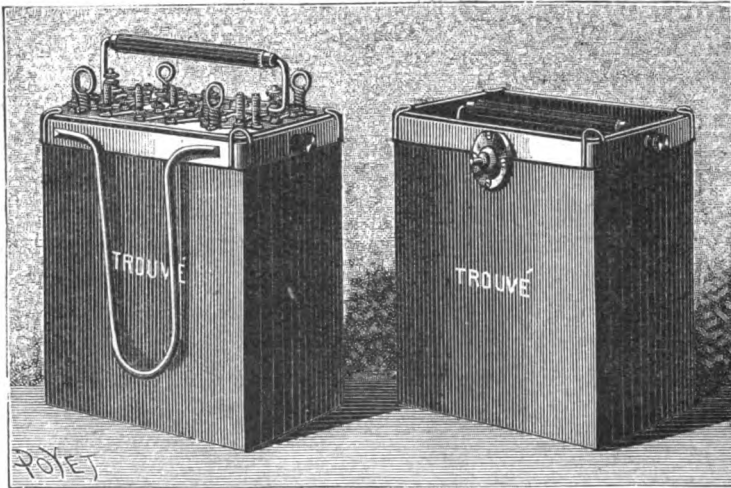


Fig. 166. — Batterie Trouvé, portable et automatique pour l'éclairage des polyscopes à lampe à incandescence. Elle est représentée en fonction et au repos.

soutenu par deux petites tiges de platine, et dans lequel on a fait le vide absolu.

Cette substitution entraîna forcément quelques légères modifications : la lampe à incandescence eût rendu impossible, par sa chaleur, l'usage de l'instrument, si M. Trouvé n'était revenu à l'emploi du réfrigérant *DE* (fig. 165) qu'il avait pu supprimer dans ses polyscopes à fil de platine, en mettant des fils très ténus.

Un autre inconvénient, et irrémédiable, découle de l'emploi de la lampe à incandescence, par la position *C* qu'elle doit nécessairement occuper au-dessous du système optique, position qui restreint nécessairement l'usage de l'appareil à l'exploration des cavités qui peuvent être distendues ; le fil de platine, au contraire, se place aussi bien au-dessus qu'au-dessous du système optique, et rend ainsi l'appareil apte à l'examen de toutes les cavités,

comme à celui des muqueuses du rectum, du canal de l'urèthre, qui se trouvent au contact de l'instrument.

Comme on le voit, les deux systèmes d'éclairage se complètent l'un l'autre sans pouvoir s'exclure.

Maintenant que nous avons décrit le polyscope à fil de platine et le polyscope à lampe à incandescence, nous devons étudier les générateurs qui les alimentent : la batterie de M. G. Planté, pour les polyscopes à fil de platine, et la batterie automatique de M. G. Trouvé, pour les polyscopes électriques à lampe à incandescence. La batterie portative de M. G. Trouvé est composé de deux éléments au bichromate de potasse à liquide sursaturé. Son fonctionnement est automatique; elle est représentée en fonction et au repos (fig. 166). Elle a été plus amplement décrite au chapitre des générateurs, p. 89. Ce n'est pas du reste le seul générateur primaire que M. G. Trouvé ait disposé pour l'éclairage de ces polyscopes à lampe à incandescence : il utilise encore, avec avantage, ceux représentés par les figures 76 et 88, chapitre IV.

Quant à la pile secondaire ou accumulateur Planté, elle est renfermée dans une boîte (fig. 167 et 168) qui est agencée pour un seul ou un double usage, comme, par exemple, éclairage et cautérisation. Pour cette raison, l'ensemble de l'appareil est dit *simple* ou *double*, selon le cas.

L'accumulateur de M. Planté est le premier en date; il a servi de type à tous les autres accumulateurs connus, qui n'en diffèrent que par de très faibles modifications. Il est constitué par deux feuilles de plomb, roulées parallèlement et plongées dans de l'eau acidulée, contenue dans un grand vase en verre. Une légère lame de cuivre part de chacune de ces deux feuilles de plomb, et ces deux lames sont mises en communication avec deux éléments de Bunsen de moyenne grandeur. Dans la pratique, M. Gustave Trouvé remplace ces deux éléments Bunsen par quatre éléments de la pile Trouvé-Callaud au sulfate de cuivre. Les fils qui établissent cette communication aboutissent aux pôles Négatif et Positif. Le courant électrique, qui part des éléments primaires et passe à travers l'eau acidulée, décompose cette dernière, et l'oxygène se dégage de l'électrode positif, tandis que l'hydrogène se dégage de l'électrode négatif. Il se forme, à l'endroit où se produit l'oxygène, du peroxyde de plomb, tandis que l'hydrogène se condense sur l'autre feuille et en réduit les oxydes. En suivant cette manière de procéder pendant un certain temps, il y aura, sur la feuille de plomb positive, une quantité suffisante de peroxyde

de plomb pour qu'on puisse l'utiliser pour produire de l'électricité à nouveau.

La réduction du peroxyde de plomb par l'hydrogène dans la pile donne un courant électrique tellement intense, qu'il permet de chauffer jusqu'à l'incandescence, et même de fondre des fils de platine d'un demi-millimètre à un millimètre de diamètre.

En établissant un régulateur, on modère facilement la force du courant, de manière à ce que le fil de platine arrive seulement

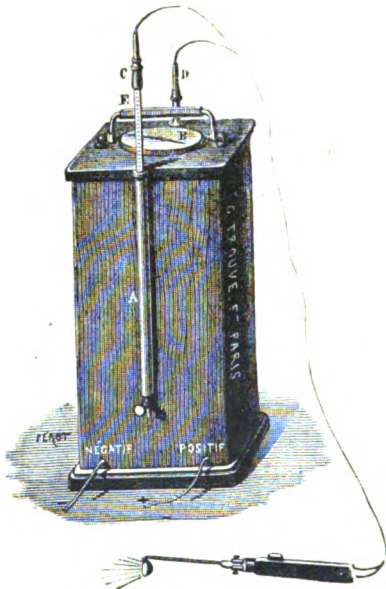


FIG. 167. — Polyscope simple de M. G. Trouvé.

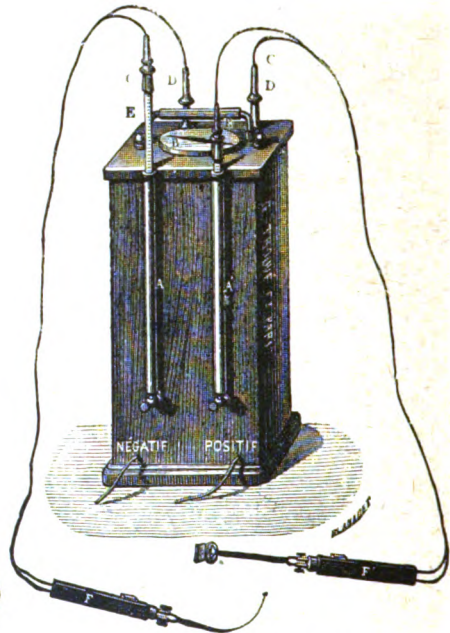


FIG. 168. — Polyscope double de M. G. Trouvé.

à l'état d'incandescence, et non pas à la fusion, et l'on obtient ainsi une magnifique lumière, capable d'éclairer le polyscope. Il sert également à régulariser le courant de la batterie automatique qui alimente le polyscope à lampe à incandescence.

En se servant avec habileté de ce régulateur, qui est placé en A, sur un des côtés de la boîte du polyscope, on peut tenter de longues expériences d'éclairage.

Cette boîte, qui renferme l'accumulateur, est très transportable; elle porte à son extérieur (fig. 167 et 168) un ou deux rhéostats A, A', suivant qu'il est simple (fig. 167) ou double

(fig. 168), et deux contacts C, D, où viennent s'assujettir les rhéophores destinés à amener le courant jusqu'aux polyscopes; elle est, de plus, munie à sa partie supérieure d'une poignée et d'un galvanomètre B à deux circuits, destiné à indiquer le passage du courant et son intensité pour chaque instant.

Le rhéostat A (fig. 169) est un ressort à boudin R, en fil de maillechort, renfermé dans un tube en cuivre nickelé. Les spires sont écartées l'une de l'autre et isolées du cuivre par une gaine de carton. A l'intérieur du ressort glisse un contact un peu élastique formé par une tige métallique fendue en quatre parties légèrement écartées l'une de l'autre et que l'on voit représentées en coupe dans la figure 169.

Le courant arrive par la tige inférieure, traverse la spirale, le

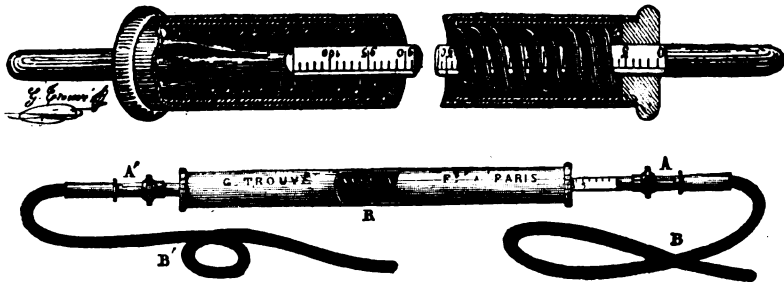


FIG. 169. — Vue extérieure et vue intérieure du rhéostat de M. G. Trouvé.

contact et la tige graduée. Dans la position représentée par notre figure 169 la tige est à fond et le courant ne traverse que quelques spires; la résistance introduite est minimum. Mais, lorsque la tige est tirée, le courant doit, avant d'atteindre le contact, traverser un nombre de spires plus ou moins considérable, et, par suite, supporter une résistance plus ou moins forte. Les divisions tracées de la tige graduée correspondent au nombre de spires intercalées dans le circuit. La théorie du rhéostat repose, en somme, sur des résistances introduites ou enlevées dans le circuit d'une manière continue. La disposition du contact élastique fendu assure la régularité du réglage, lequel s'opère par quart de spire, fraction suffisamment réduite pour la pratique courante.

Tel est cet appareil de réglage de deux générateurs d'électricité qui alimentent les polyscopes de M. G. Trouvé.

L'éclairage de ces polyscopes est absolument parfait. Cela se conçoit aisément par la constance de la source électrique et

par la graduation du régulateur qui se fait dans une progression presque insensible.

Si, du reste, le fil de platine venait à se volatiliser ou la lampe à incandescence à se brûler, l'un ou l'autre pourrait être remplacé immédiatement par l'opérateur, les polyscopes ayant été disposés pour cette éventualité et des fils et des lampes toujours préparés d'avance.

Nous voilà bien loin, comme on le voit, des appareils primitifs à circulation d'eau, des batteries encombrantes et dégageant des odeurs nauséabondes d'acide hypoazotique. M. G. Trouvé semble avoir tout prévu, et plus les difficultés se sont élevées devant lui, plus il a trouvé de ressources dans son esprit pour les faire disparaître et joindre la simplicité à l'ingéniosité des combinaisons mécaniques.

Pénétrons, si vous le voulez bien, dans un estomac. L'instrument, représenté en perspective et en coupe par les fig. 170 et 171, va nous aider dans cette exploration physiologique. Il est formé d'un tube T qui porte à sa partie inférieure, en face la fenêtre B, un prisme-loupe à réflexion totale et un fil de platine (fig. 170) ou une lampe à incandescence C (fig. 171) plongée dans le réservoir d'eau DE.

Ces deux polyscopes sont tous les deux absolument étanches, et les rayons lumineux sortent par les fenêtres ménagées à cet effet. La manœuvre de l'expérience s'exécute avec simplicité :

Le malade prend une position déterminée pour permettre à l'instrument de pénétrer facilement dans l'œsophage et, de là, dans l'estomac. Il est certain que quelques malades ne le supportent pas facilement; mais ils y arrivent toujours cependant, à la suite d'exercices préalables et, au besoin, de l'administration de quelques substances destinées à émousser la sensibilité des organes.

L'appareil ayant pénétré dans l'estomac, comme nous venons de l'expliquer, il est mis alors en rapport avec le générateur d'électricité.

Si on établit la communication électrique, le fil de platine ou le filament de la lampe entre en incandescence aussitôt et éclaire avec intensité l'intérieur de l'estomac. L'opérateur, l'œil à l'oculaire, aperçoit directement et avec netteté l'image grossie de toute la partie éclairée qui, dans ce cas, occupe environ le tiers de l'estomac.

En faisant décrire au tube et, par conséquent, au système optique un lent mouvement de rotation, il aperçoit toutes les

parties de l'estomac qu'il désire examiner, exactement, comme on verrait par le trou de la serrure ce qui se passe dans une pièce fortement éclairée à l'intérieur. Notez bien qu'il n'en pourrait être de même si la lumière était injectée dans l'estomac, à travers le tube T, ou à travers le trou de la serrure pour éclairer la pièce.

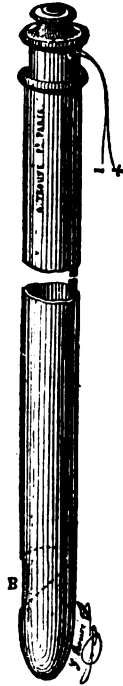


FIG. 170. — Polyscope Trouvé à fil de platine, ou *gastéroscope électrique* pour l'examen de l'estomac.

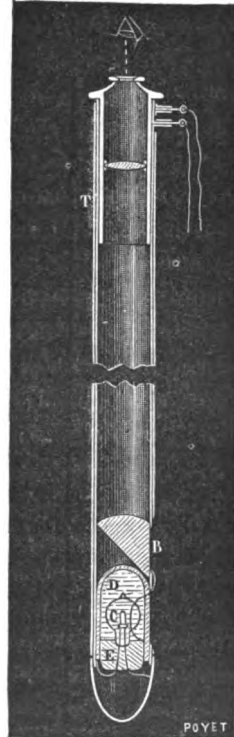


FIG. 171. — Polyscope Trouvé à lampe à incandescence ou *gastéroscope électrique* pour l'examen de l'estomac distendu.

Et si le lecteur s'inquiète du pauvre patient, qu'il entrevoit peut-être à moitié rôti à l'intérieur, nous pouvons le rassurer tout de suite, en lui répétant que, par l'emploi de fils très fins, en platine irridé, on développe excessivement peu de calorique, et que, dans le cas de la lampe, toute la chaleur est enlevée par l'eau du réservoir.

D'ailleurs, afin d'éviter l'échauffement, on peut interrompre, au bout d'une minute, le courant; quelques minutes suffisent pour

refroidir tout à fait l'instrument. Mais cela n'est pas nécessaire, nous le répétons.

Une expérience, devenue classique, a été inaugurée comme nous l'avons vu un peu plus haut, par M. G. Trouvé, pour démontrer d'une façon irréfutable que les organes vivants restent indemnes des effets de l'exploration électrique de leur intérieur. Cette expérience, qui a fait sensation à son début, est celle des *poissons lumineux*.

On sait que les poissons et tous les animaux à sang froid sont extrêmement sensibles aux effets de la chaleur et que la plus faible élévation de température de leurs organes amène des désordres graves et la mort.

En introduisant successivement un des réflecteurs polyscopiques dans l'estomac d'un brochet, d'une brème et d'une perche, nageant dans un aquarium, on assiste au spectacle le plus curieux et le plus étrange qu'on puisse imaginer. La perche, au point de vue du spectacle donné, est beaucoup plus séduisante. Elle présente un globe de feu, de la tête à la queue, se prélassant au milieu de l'eau sans aucune difficulté.

La figure 172 représente ce spectacle vraiment extraordinaire.

Les poissons expérimentés ne souffrent nullement de ces essais, et la lumière polyscopique n'occasionne même aucune sensation désagréable dans l'intérieur d'un être vivant.

Le docteur Théodore Stein, de Francfort-sur-Mein, raconte qu'il a renouvelé, avec la plus grande facilité, l'expérience de M. Gustave Trouvé devant la Société de physique et la Société médicale de cette ville. Ayant retiré d'un aquarium un brochet de 60 centimètres de longueur et de 30 centimètres d'épaisseur, il lui introduisit dans l'estomac, au bout d'une sonde, un petit tube de verre à parois solides et soudé lui-même aux deux extrémités.

Ce petit tube avait 1 centimètre et demi de longueur sur un diamètre d'un demi-centimètre. De très minces fils de platine avaient été fixés dans les parois du tube et se trouvaient reliés à une spirale de même métal à l'intérieur. Les bouts de ces fils de platine rejoignaient des fils de cuivre isolés et très fins qui, au sortir de la bouche de l'animal, étaient mis en communication avec la source d'électricité. Le poisson fut replacé ensuite dans l'aquarium, où il se remit aussitôt à nager, comme devant.

L'obscurité complète fut faite aussitôt dans la salle, et le courant électrique conduisant au brochet fut fermé. Au même instant, à l'étonnement général, le brochet commença à briller comme un corps enflammé, et on aperçut distinctement, à travers

les écailles, la cavité abdominale, le mouvement de l'intestin et la distribution rouge des vaisseaux sanguins. Le poisson ne fut nullement incommodé, ni par la chaleur, ni par la lumière. Pour plus



Fig. 172. — Poissons lumineux.
Expérience imaginée par M. G. Trouvé pour démontrer l'innocuité de la chaleur de ses polyscopes électriques à fil de platine ou à lampe à incandescence.

de précautions cependant, le professeur Théodore Stein avait soin d'interrompre, de temps en temps, le courant électrique, comme le lui avait recommandé M. G. Trouvé, de façon que le tube de verre dans lequel se produisait la lumière ne pût s'échauffer. Mais cela

n'était pas nécessaire. Chaque fois que le courant était fermé, le même effet se manifestait. Le poisson aussitôt s'éclairait pour ressembler à une lanterne vénitienne, avec des dessins de formes curieuses provenant des ombres projetées par le contenu de l'abdomen sur la membrane extérieure du corps de l'animal. Après avoir expérimenté pendant plus de dix minutes, le brochet fut débarrassé de l'appareil éclairant, et il reprit ses mouvements comme s'il n'avait servi à aucune expérience.

Les mêmes résultats ont été obtenus à Paris, à la Faculté de médecine et à la Société de physique, où M. le professeur Gariel a pu soumettre le même poisson à des expériences semblables, répétées à plusieurs reprises et à plusieurs jours d'intervalle.

On constate avec tant de fidélité tout ce qui se passe dans le milieu organique des animaux éclairés par cette méthode, que M. le professeur Colin, à l'École vétérinaire d'Alfort, se sert du polyscope Trouvé, non seulement pour faire voir l'ensemble, ainsi que nous l'avons dit, de l'intérieur d'un estomac d'un taureau, auquel il a pratiqué une fistule gastrique, mais il montre encore, de cette façon, à ses élèves, la structure et les fonctions de la membrane stomacale, en même temps qu'il y place des animaux susceptibles de s'y introduire par accident et d'y apporter des troubles graves, comme, par exemple, une grenouille, une sangsue, etc.

L'introduction du polyscope Trouvé était donc tout indiquée pour les études de physiologie expérimentales dans les laboratoires de biologie ou les cabinets médicaux.

C'est ainsi que M. le Professeur Le Dentu et M. le docteur Maurice Raymond ont introduit son usage à l'hôpital Lariboisière, à Paris, pour montrer l'œsophage et l'entrée de l'estomac d'un homme ayant eu des accidents syphilitiques avec un rétrécissement du pharynx.

Le docteur Amussat s'en est servi, dès l'année 1873, pour le traitement des maladies des femmes; les professeurs Guyon, Hervé de Lavour, Mallez, etc., l'emploient journellement depuis les années 1874 et 1875 dans leurs cliniques, pour montrer à leurs élèves l'état de l'arrière-gorge et des muqueuses du rectum, de la vessie, de l'urèthre, du vagin, etc.

Non seulement cette méthode nouvelle a été adoptée à Paris et en France, mais elle s'est étendue aussi à l'étranger, même en Allemagne, le pays le plus disposé, cependant, à repousser les nouveautés scientifiques françaises. Cependant, un médecin étranger a même osé soutenir un instant, et cela en 1880!, avoir été

le premier à conseiller et à pratiquer l'éclairage des cavités du corps humain, au moyen d'un fil de platine chauffé à l'état incandescent par un courant électrique, lorsque, comme nous le disions, le polyscope électrique de M. Trouvé date de 1869. Aussi cette prétention n'a-t-elle pu se soutenir longtemps devant les légitimes revendications de M. G. Trouvé, auquel appartient bien et dûment la priorité de cette découverte.



Fig. 173. — Polyscope Trouvé, à fil de platine, pour l'examen de la vessie, distendue ou non, ou *cystoscope électrique*.

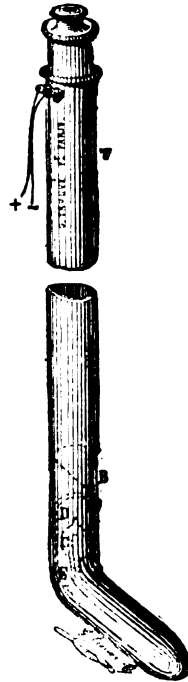


Fig. 174. — Polyscope Trouvé, à lampe à incandescence, pour l'examen de la vessie distendue, ou *cystoscope électrique*.

Il est intéressant de passer en revue les applications multiples faites de cette méthode au traitement endoscopique de diverses maladies. Plus nous irons, plus elle se développera, car elle rend de véritables services, aussi bien pour établir un diagnostic certain que pour pratiquer les opérations nécessaires.

Pour l'éclairage de la vessie, on emploie l'appareil représenté par les figures 173 et 174 qui prend le nom de *cystoscope électrique* (*cystos*, vessie).

C'est un instrument formé d'un long tube T (fig. 174), grandeur

d'exécution, mais représenté en raccourci, en tout semblable à celui du gastéroscope que nous venons de décrire; mais il est recourbé à la partie inférieure pour faciliter son introduction dans la vessie.

Ce tube contient la source de la lumière électrique et ses pièces d'optique nécessaires. Comme pour le gastéroscope, si l'on a l'œil à l'oculaire, on aperçoit l'intérieur de la vessie. On peut même avoir une image plus grande que nature en plaçant à l'oculaire la petite lunette de Galilée (fig. 163).

Veut-on voir au moyen de cet instrument dans la vessie, on n'a qu'à l'introduire simplement dans cet organe. L'effet de la lumière se produit instantanément dès que le courant est fermé.

Les résultats, au point de vue de la vision, diffèrent suivant le plus ou moins d'éloignement de l'objet à examiner.

Si la fenêtre du cystoscope touche les muqueuses, ces dernières apparaissent grossies deux fois et demie. Si elle en est éloignée de 2 et demi à 3 centimètres, le champ sera augmenté et l'image d'une certaine partie de l'organe diminuée; mais grâce à l'amplification de la lunette de Galilée, on verra de grandeur naturelle la moitié de la cavité vésicale.

Comme on le voit, le cystoscope de M. Trouvé est d'une simplicité remarquable, tout en donnant des résultats inespérés; car, non seulement il permet d'examiner la vessie avec ses cavités et ses colorations propres et d'y découvrir les plus faibles débris de calculs; mais encore il la montre de dimensions plus grandes que nature.

Un appareil identique au cystoscope à fil de platine, mais droit, sert pour l'examen de l'urèthre et de l'utérus. Il porte le nom d'utéro-uréthroscope (fig. 175).



Fig. 175. — Polyscope Trouvé, à fil de platine, pour l'examen de l'urèthre et de l'utérus ou utéro-uréthroscope.

A l'aide de l'uréthroscope électrique, on se rend compte de visu, avec une grande exactitude, de l'état des petits vaisseaux gonflés de sang, de l'aspect des muqueuses rougies et congestionnées. Cet appareil a donné aussi des résultats excellents pour

découvrir des polypes utérins, pour rechercher le siège des blennorrhées et des rétrécissements, et examiner l'inflammation des muqueuses.



FIG. 176. — Polyscope Trouvé, à fil de platine, pour l'examen des muqueuses du rectum au contact, et sans l'emploi du speculum, ou *rectoscope électrique*.

Un polyscope, à fil de platine, sert enfin à l'examen des muqueuses du rectum, au contact, et prend alors le nom de *rectoscope électrique* (fig. 176). Il s'emploie évidemment sans l'aide du speculum.

Dans certains cas, quand on ne doit se livrer qu'à l'exploration de cavités plus facilement accessibles, M. G. Trouvé réduit le modèle de son polyscope.

Il n'est plus alors constitué que par une série de réflecteurs éclairés par incandescence et munis ou dépourvus de miroirs. Monté sur un manche, il est réuni à la batterie par des conducteurs souples. Sur le côté, ce manche est garni d'une pédale qui permet à l'opérateur d'établir et d'interrompre le courant.

Ces polyscopes sont donc très variés; ils sont construits de façon à pénétrer facilement dans les cavités les plus restreintes et sont émaillés sur leur face postérieure pour permettre de les tenir longtemps en contact avec les muqueuses, sans que celles-ci soient incommodées le moins du monde par l'échauffement, qui, d'ailleurs, est presque nul.

Leur système optique n'est qu'une légère modification du système optique décrit ci-dessus.

Une lampe à incandescence ou un fil de platine est situé entre un réflecteur et un miroir comme dans le laryngoscope. Lampe, par exemple, et réflecteur éclairent directement les tissus qui font image dans le miroir et sont vus parallèlement à la tige de support de l'instrument.

Dans certains cas très simples, le miroir lui-même est supprimé et la partie examinée est vue directement.

Nous présentons ici ceux de ces appareils qui sont le plus employés.

Le *polyscope stomaco-laryngien* n'est autre que celui des figures 177 et 178, auquel est adapté un miroir articulé. C'est le *laryngoscope électrique*.

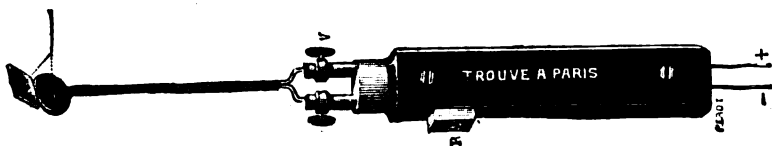


FIG. 177. — Polyscope Trouvé, à fil de platine, pour l'examen de la bouche et du larynx, ou *stomaco-laryngoscope électrique*.

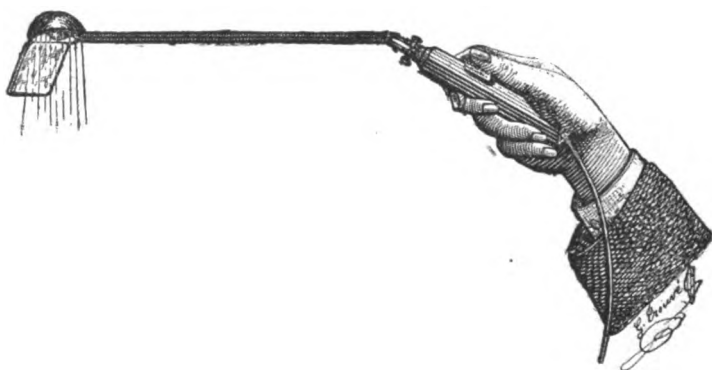


FIG. 178. — Polyscope Trouvé, à lampe à incandescence, pour l'examen du larynx et de la bouche, ou *stomaco-laryngoscope électrique*.

Les médecins l'utilisent pour l'exploration de la gorge et de l'arrière-gorge. Il sert encore aux dentistes en leur faisant voir les dents par derrière (fig. 179), sans faire prendre au patient une position désagréable.

Ce même laryngoscope est aussi employé pour l'examen des fosses nasales; il prend alors le nom de *rhinoscope électrique*.

Les figures 180, 181, 182 et 183 montrent le polyscope réflecteur, employé dans tous les cas où la cavité à explorer est très facilement accessible.

Le réflecteur est parabolique et la lampe située au foyer de la parabole, de sorte que les rayons lumineux réfléchis sont parallèles.

Comme l'opérateur se sert du speculum, un miroir serait

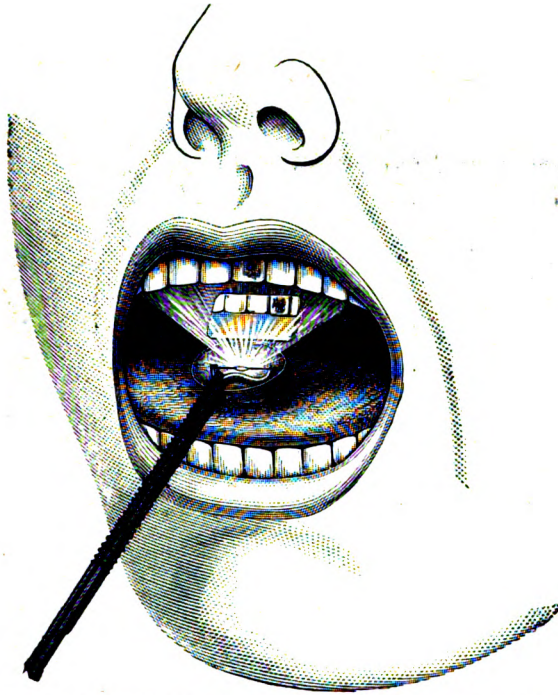


FIG. 179. — Polyscope électrique Trouvé, à fil de platine, en fonction, pour l'examen de la bouche, du larynx et des fosses nasales.



FIG. 130. — Polyscope Trouvé, à fil de platine, pour l'examen au speculum des cavités facilement accessibles (bouche, vagin, rectum).



FIG. 181. — Polyscope Trouvé, à lampe à incandescence, pour l'examen, au speculum, des cavités facilement accessibles (bouche, vagin, rectum).

superflu. L'observation directe est d'ailleurs toujours préférable, quand c'est possible.

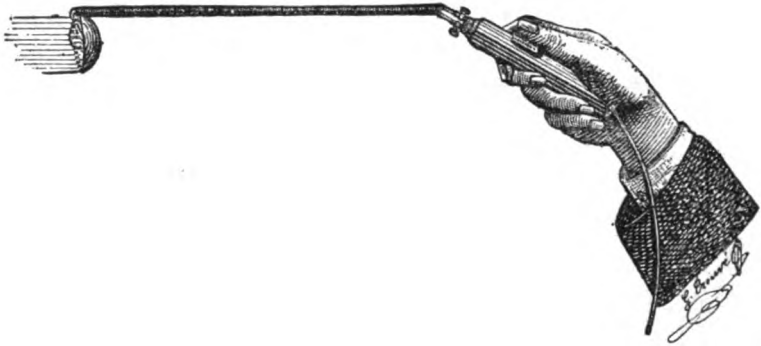


FIG. 132. — Polyscope Trouvé, à lampe à incandescence, pour l'examen, au speculum, des cavités facilement accessibles (bouche, vagin, rectum).

Une variété de ce réflecteur est celui que M. Trouvé destine spécialement à la bouche; mais il peut servir aussi dans les

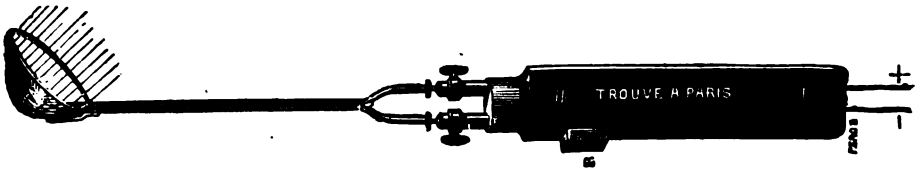


FIG. 133. — Polyscope Trouvé, à fil de platine ou à lampe à incandescence, pour l'examen de la bouche, ou stomatoscope électrique.

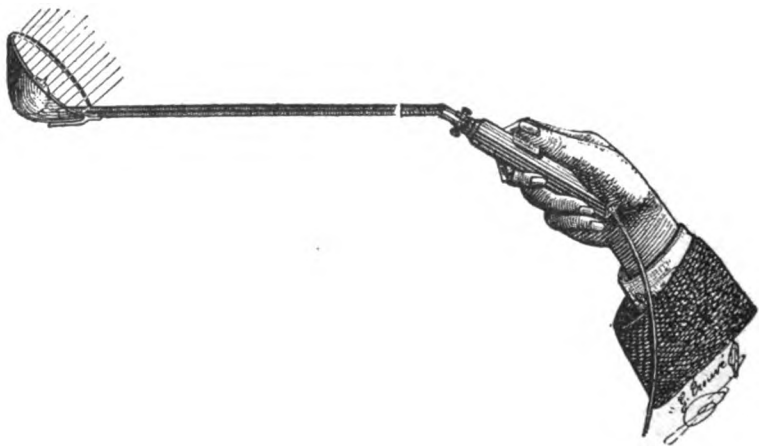


FIG. 134. — Polyscope Trouvé, à lampe à incandescence, pour l'examen de la bouche, ou stomatoscope électrique.

mêmes cas que ceux que nous venons de nommer. Il prend alors le nom de *stomatoscope électrique* (*stoma*, bouche).



FIG. 185. — Application du stomatoscope électrique de M. G. Trouvé, pour voir les sinus maxillaires et les dents par transparence.

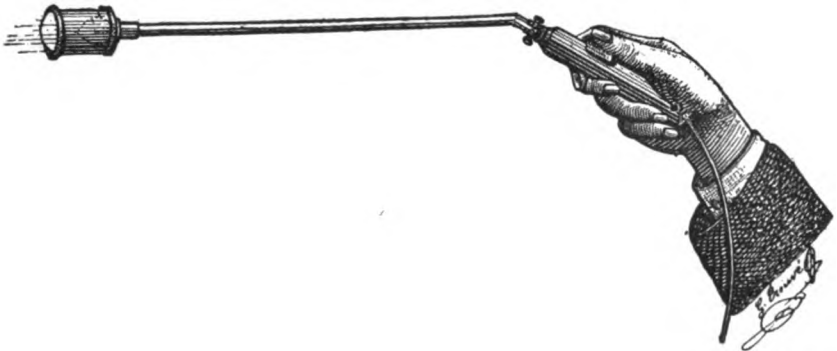


FIG. 186. — Polyscope Trouvé à lampe à incandescence, pour l'examen, au speculum, des cavités facilement accessibles (bouche, vagin, rectum).

La puissance de cet instrument est telle que les dents deviennent complètement transparentes et qu'on ne perd aucun détail de leur état.

La figure 185 le montre en fonction.

A toutes ces différentes formes de polyscope, ajoutons la suivante, sorte de transition entre les polyscopes proprement dits et les photophores.

Ce dernier modèle de polyscope (fig. 186) se compose d'une lampe à incandescence placée entre un réflecteur et une lentille convergente et renfermée dans un cylindre, nickelé extérieurement.

Cet appareil a l'avantage d'être étanche et de pouvoir plonger,

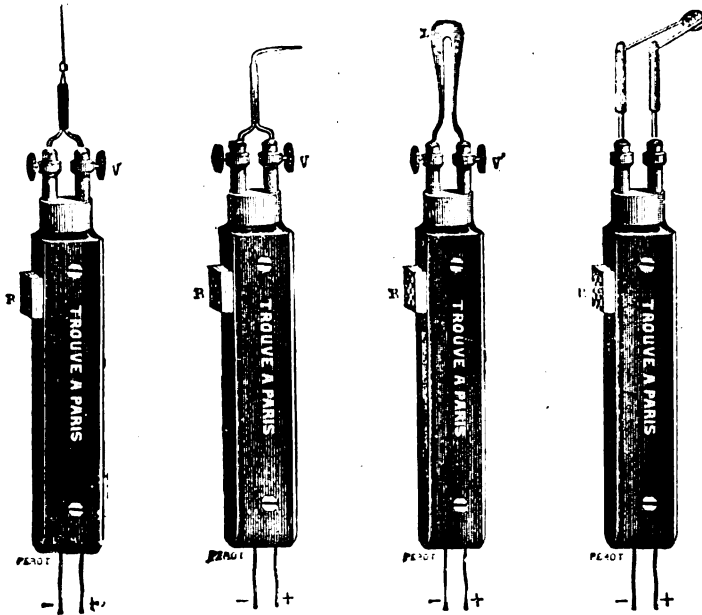


Fig. 187 à 190. — Spécimens de galvano-cautères Trouvé.

par conséquent, au sein même des liquides ou de pénétrer dans des vases contenant des matières explosibles. Nous y revenons un peu plus loin.

Cautères. — Nous avons vu aussi que, grâce au rhéostat de M. Trouvé, on peut régler à volonté l'intensité du courant des générateurs et qu'ainsi le polyscope n'est point seulement un appareil d'éclairage, mais qu'il remplit encore une autre fonction, distincte de la première, celle de la cautérisation par le fer rouge, soit simultanément avec la lumière, soit indépendamment.

La forme des cautères varie à l'infini et peut changer suivant les organes cautérisés. Les figures 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, montrent seulement sept spécimens des plus employés.

La figure 187 est un cautère très effilé, servant à l'épilation des cils, à l'opération des tumeurs érectiles de petit volume, etc.

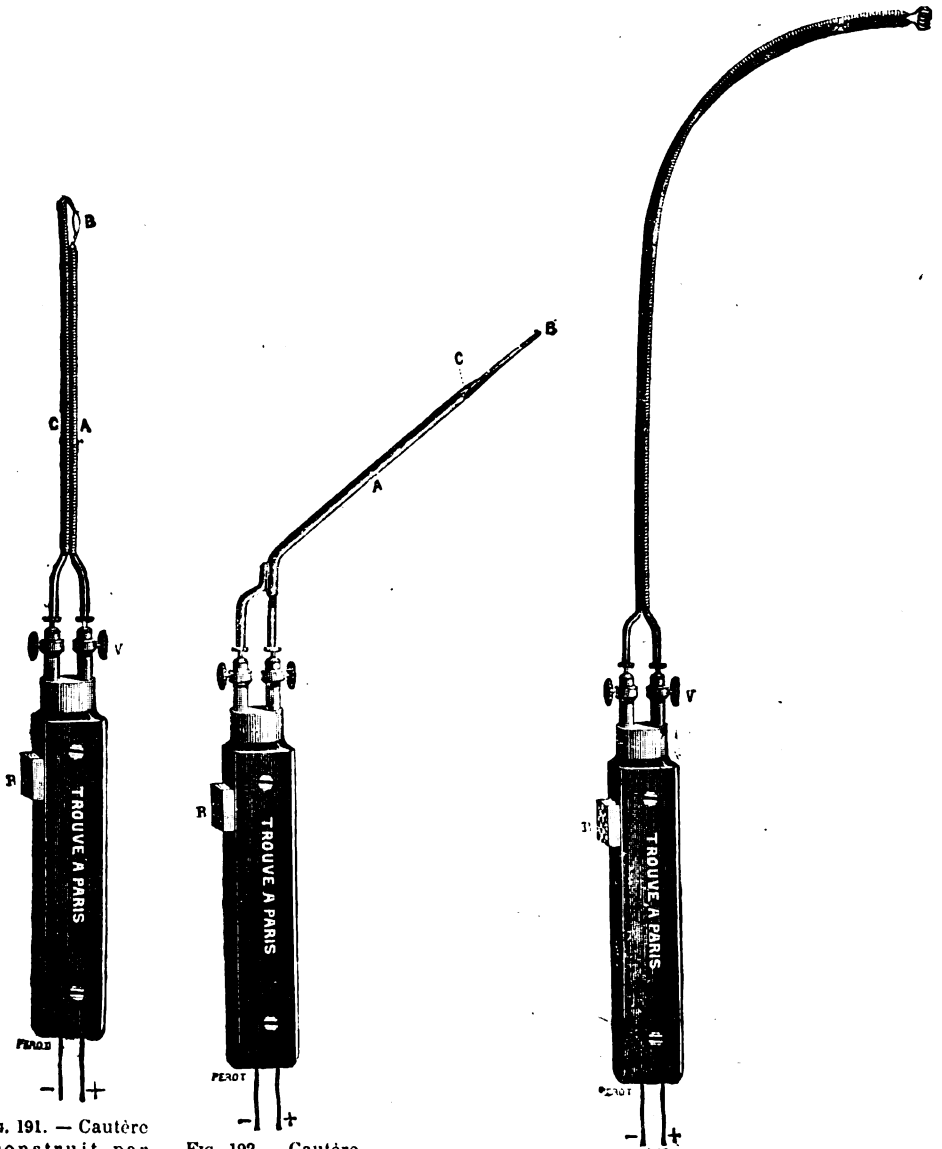


FIG. 191. — Cautère construit par M. G. Trouvé pour M. le Dr Löwenberg.

FIG. 192. — Cautère Trouvé pour la perforation du tympan.

FIG. 193. — Cautère Trouvé pour le larynx.

La figure 188, un cautère à bec d'oiseau pour l'art dentaire; il peut servir en outre à l'ouverture des abcès.

La figure 189 montre un cautère en forme de couteau pour les petites opérations chirurgicales.

Enfin, la figure 190 est un cautère pour l'application des pointes de feu.

A ces quatre types joignons le cautère à action latérale (fig. 191), construit par M. Gustave Trouvé pour M. le Dr Lœwenberg, médecin des plus distingués, spécialiste des maladies de l'oreille et du nez, un cautère très effilé (fig. 192) destiné aux cavités étroites, comme par exemple l'oreille, où il peut servir pour la perforation du tympan, et le cautère du larynx (fig. 193).

Tous ces appareils, réflecteurs et cautères, sont de petits chefs-d'œuvre de combinaison et de construction. Ils sont exécutés avec un fini extrême et constituent une véritable bijouterie chirurgicale.

Nous ne saurions trop insister sur tous ces résultats si brillants obtenus par l'ingéniosité devenue proverbiale de M. Gustave Trouvé. Comme on l'a vu, il s'est attaché d'abord à diminuer le plus possible la production du calorique, par l'emploi de fils très fins de platine iridié, sans nuire cependant à l'effet lumineux, ce qui était indispensable; ou en enveloppant la lampe, dans certains cas, d'un petit réservoir d'eau qui absorbe toute la chaleur de rayonnement.

D'ailleurs, l'expérience quotidienne d'un réflecteur éclairé, placé dans la bouche fermée, a démontré suffisamment l'innocuité de l'incandescence, puisqu'au bout de plusieurs minutes, le réflecteur n'a pas encore atteint la température des muqueuses, c'est-à-dire de 37 à 38 degrés centigrades.

Pour atténuer encore ces effets, M. G. Trouvé a eu la bonne idée, comme on l'a vu dans notre description, d'émailler tous ses réflecteurs, extérieurement et même intérieurement, quand cela est nécessaire. Et comme, pour entretenir des fils de platine ou de charbon à l'incandescence, il fallait une pile d'une grande puissance, de longue durée et constante, M. G. Trouvé l'a découverte dans une heureuse application de la pile secondaire de M. G. Planté ou de sa propre batterie automatique et portable.

Pour en modérer l'écoulement, il a de plus imaginé le petit appendice de résistance ou rhéostat, qui est vraiment d'une simplicité extraordinaire, comme nous l'avons vu.

Les polyscopes de M. G. Trouvé sont donc, en tous points, des appareils absolument parfaits, rendant, chaque jour, de très importants services à la médecine et à la chirurgie.

Mais là ne se bornent point ses applications :

Applications variées des polyscopes électriques. — En dehors de la médecine et de la chirurgie le polyscope trouve encore mille autres emplois.

C'est ainsi que M. le commandant Manceron s'en est servi avec succès à Saint-Thomas d'Aquin, dès 1878, où il le combinait avec la lunette de Galilée pour l'examen de l'âme des canons et de l'intérieur des obus. Il est répandu aujourd'hui dans les écoles d'Application d'artillerie et du génie de Versailles, Toul, Verdun, Belfort, Epinal; dans les poudreries de Sévran-Livry, Le Ripault, etc.

Pour cette exploration spéciale, le polyscope (fig. 194) est fixé à l'extrémité d'une longue tige extensible renfermant les conducteurs. La lampe à incandescence se trouve à l'intérieur d'un réflecteur hémicylindrique et devant un miroir circulaire articulé, où vient se réfléchir l'âme du canon, avec tous ses défauts. Le polyscope de la figure 163 est également employé avec avantage, car son champ visuel est très étendu.

En promenant, d'avant en arrière et d'arrière en avant, et en faisant tourner le polyscope sur lui-même, on peut explorer toute la paroi intérieure du canon. L'observateur, armé d'une lunette de Galilée qui amplifie les images, ne perd aucun détail de la régularité des rayures et de la structure intérieur, en même temps qu'il se rend un compte

exact du fini d'exécution et de toutes les imperfections qui peuvent exister après les essais réglementaires de la pièce.

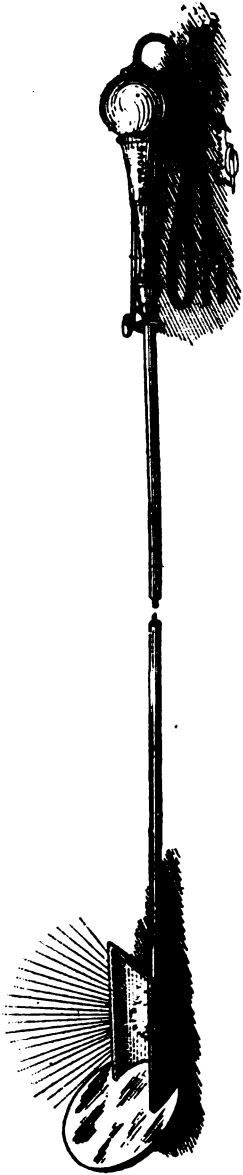


Fig. 194. — Polyscope Trouvé, à lampe à incandescence, pour l'examen de l'âme des canons, de l'intérieur des obus, des tonneaux, etc.

Quand ce polyscope est utilisé dans les poudreries, la lampe à incandescence est, par précaution, nous l'avons vu plus haut, renfermée dans une triple enveloppe de verre qui garantit l'expérimentateur de toute chance d'explosion.

Le modèle de la figure 186 est aussi employé très souvent pour l'exploration des obus, car, par son étanchéité, il offre toutes les garanties d'une sécurité absolue.

MM. *Gilet et fils*, de Lyon, vérifient avec le polyscope, et déjà depuis de longues années, l'intérieur des tonneaux qu'ils fabriquent sur une grande échelle, et M. *l'ingénieur Heurtebise* l'a utilisé également pour vérifier, par l'intérieur, les raccords des colonnes montantes de ses ascenseurs hydrauliques.

M. Trouvé a aussi proposé, le premier, cet appareil pour éclairer les couches de terrain traversées par les sondes à forer les puits.

L'instrument que nous avons déjà vu appliqué à la vérification des canons a été seulement un peu modifié pour la circonstance, et ses parties constituantes ont acquit une plus grande solidité.

L'illustre chimiste M. Berthelot a présenté ce nouveau polyscope à l'Académie des sciences, le 18 août 1890, en même temps que la lampe des mines que nous avons étudiée à la page 240.

« J'ai l'honneur, dit M. Gustave Trouvé, dans sa communication, de présenter à l'Académie un appareil que j'appelle *orygmatoscope électrique* (*orygma*, trou fait dans la terre, *scopeô*, je regarde) et que je destine à l'inspection des couches géologiques traversées par les sondes exploratrices.

« L'orygmatoscope se compose d'une lampe à incandescence (fig. 195) très puissante, renfermée dans un cylindre métallique : l'une des deux surfaces hémicylindriques constitue le réflecteur ; l'autre, en verre épais, laisse passer les rayons lumineux, qui éclairent ainsi, avec une vive intensité, les couches de terrain traversées par l'instrument.

« La base inférieure, inclinée à 45°, est un miroir à contour elliptique ; et la base supérieure, à section droite, est ouverte pour permettre à l'observateur, placé à l'entrée du puits et armé d'une forte lunette de Galilée, de voir dans le miroir l'image des terrains ; la lampe est montée de façon que ses rayons émis vers le haut sont interceptés.

« Tout l'appareil est suspendu à un long câble, formé par

deux fils conducteurs, qui s'enroule sur un treuil ou tambour à tourillons métalliques isolés électriquement.

« Ces tourillons sont en communication, d'une part, avec les conducteurs; de l'autre, avec les pôles de ma batterie portative

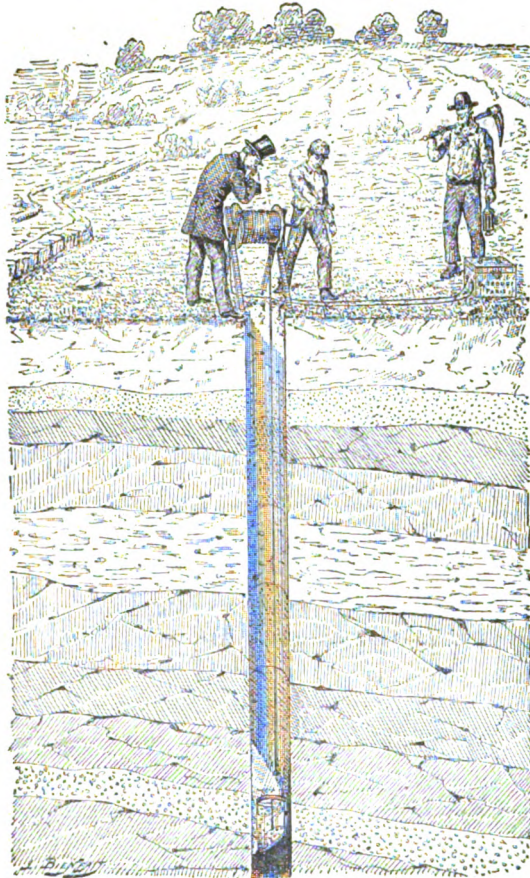


Fig. 195. — Orygmatoscope électrique pour l'inspection des couches géologiques traversées par les sondes exploratrices.

et automatique, par l'intermédiaire de deux ressorts frotteurs. Cette disposition permet de descendre et de remonter l'orygmatoscope, à volonté, sans embarras, et sans qu'il soit nécessaire d'interrompre la lumière et l'observation.

« Cet appareil donne, à des profondeurs de 200 à 300 mètres, des résultats très concluants : c'est avec la plus grande netteté

que les couches de terrain sont aperçues et reconnues successivement par les observateurs. Mais on comprend qu'en ce qui concerne l'éclairage électrique rien n'empêche de poursuivre les investigations à des profondeurs plus grandes; la puissance de l'instrument n'a de borne que celle de la lunette de Galilée. »

Le gouvernement portugais a envoyé une mission scientifique sur les côtes du Mozambique, dans le but d'y explorer les terrains et de se rendre compte de sa richesse en minéraux utiles et surtout en charbon.

Cette mission a pour chefs M. d'Andrade, lieutenant-colonel du génie et M. Mariano de Carvalho qui, avant de partir, se sont munis de l'orygmoscope électrique de M. Gustave Trouvé.

Après tout ce que nous venons de voir, nous pouvons dire que le polyscope électrique de M. Trouvé non seulement justifie son nom (*polys*, beaucoup; *scopeô*, je vois), mais mérite bien mieux celui de *pantoscope électrique Trouvé* (*pantos*, tout), puisque son usage est susceptible de s'appliquer d'une façon générale à toutes les investigations optiques. Ce nom s'était bien présenté tout d'abord à l'esprit de M. Gustave Trouvé; mais craignant qu'on ne vit là trop de prétention, il y a renoncé par une modestie exagérée et a adopté définitivement celui de polyscope.

PHOTOPHORE ÉLECTRIQUE FRONTAL DE MM. LE D^r HÉLOT ET TROUVÉ.

Nous venons d'étudier les explorateurs-extracteurs et les polyscopes destinés à l'exploration des cavités, naturelles ou accidentelles, inaccessibles par les moyens ordinaires.

Le *photophore* est l'instrument optique dont le but est d'éclairer les cavités facilement accessibles.

Il a été présenté à l'Académie des Sciences le 16 avril 1883, par M. Bouley, et à l'Académie de Médecine le lendemain 17 avril, par M. le Professeur Dujardin-Beaumetz.

Les polyscopes à réflecteurs forment la transition naturelle entre les polyscopes proprement dits et les photophores.

La partie principale du photophore, en effet, est une lampe à incandescence dans le vide (fig. 196) renfermée dans un cylindre métallique dont les bases sont formées d'un réflecteur et d'une lentille convergente.

Le photophore est articulé en tous sens, au centre d'une

plaque frontale maintenue au moyen d'un ruban et d'une boucle

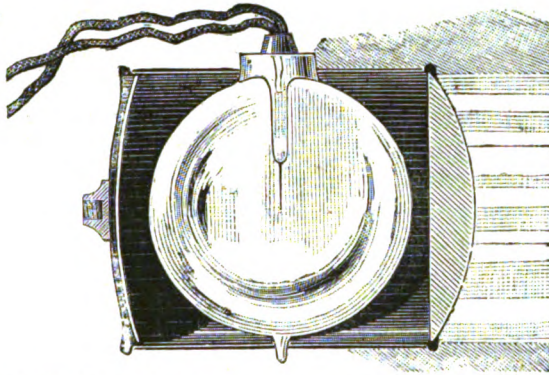


FIG. 196. — Photophore électrique (grandeur naturelle) se composant d'une lampe à incandescence dans le vide, comprise dans un cylindre métallique entre un réflecteur et une lentille convergente.

sur le front de l'opérateur (fig. 197). Les fils conducteurs passent derrière la tête pour se rendre à la pile automatique de M. Gustave Trouvé.



FIG. 197. — Photophore électrique frontal de MM. le Dr Hélot et Trouvé. Premier modèle.

Disons tout de suite que le photophore a conquis immédiatement sa place dans les cabinets d'opérations chirurgicales délicates, et chez les naturalistes, où un éclairage intense et continu est indispensable.

Un de nos plus habiles oculistes contemporains, M. L. de Wecker, a publié dans la *Revue clinique d'oculistique* (n° 10, octobre 1883), un article important sur l'emploi de la lumière électrique en chirurgie oculaire.

Nous ne savons mieux faire que de le transcrire intégralement. Il contient la description complète du photophore de MM. le Dr Hélot et Trouvé et l'énumération des services que cet instrument a rendu à l'éminent chirurgien :

« Dans un travail (1) paru vers la fin de 1882, j'ai insisté sur l'utilité d'étendre l'emploi de la lumière concentrée, c'est-à-dire l'éclairage oblique (que M. Knapp avait le premier utilisée en chirurgie oculaire, pour l'opération des cataractes secondaires), à l'opération de l'extraction de la cataracte, principalement au temps de la toilette de l'œil, nettoyage de la pupille, réduction de l'iris et de la capsule.

« Pour rendre pratique ce conseil, dont l'utilité ne souffre pas de discussion, j'ai recommandé l'emploi d'une lampe ajustée au fauteuil d'opération et pouvant être placée en quelque sorte instantanément. Cette lampe, munie d'une cheminée et d'un tube portant une loupe, dont la direction et l'inclinaison pouvaient être changées à volonté, nous a rendu de réels services et nous a permis d'étendre nos investigations à la capsule du cristallin, terrain qui, jusqu'alors, n'avait guère été exploré et utilisé. En dépit des inconvénients d'un appareil dont l'ajustage exige toujours un peu de temps et qui réclame, pour être constamment en état de service et de propreté une certaine surveillance, nous nous trouvons cependant très satisfaits, lorsque nous apprimes que l'on disposait d'un mode d'éclairage infiniment plus puissant et plus maniable, outre qu'il pouvait être mis instantanément à la disposition du chirurgien.

« Les appareils de M. Trouvé, principalement le photophore, qu'il a construits avec le concours de M. le docteur Hélot (de Rouen), sont connus de tout le monde; mais chose curieuse, ceux qui avaient le plus d'intérêt à posséder une puissante source d'éclairage, les ophtalmologistes, n'y ont jusqu'à présent prêté aucune attention; la raison en est sans doute, que, surchargés déjà d'un outillage des plus vastes et des plus coûteux, ils ne voulaient pas s'encombrer encore des batteries nécessaires pour l'éclairage électrique.

(1) Quelques perfectionnements apportés à l'extraction de la cataracte. *Ann. d'ocul.*, t. LXXXVIII, p. 215.

« Pourtant l'installation des appareils de *M. Trouvé* est de la plus grande simplicité : une petite caisse avec batterie à immersion, placée dans la cheminée ou sous un meuble, dans un coin de la salle d'opération, des fils dirigés le long des murs et du plafond et qui descendent au-dessus de l'endroit où se trouve le

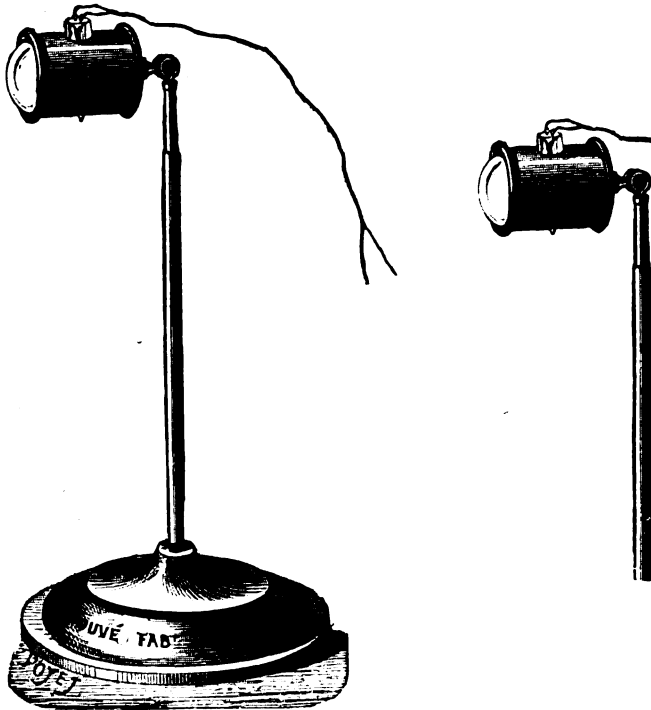


FIG. 193. — Photophore électrique, monté sur tige et sur pied, de MM. le Dr Hélot et Gustave Trouvé.

fauteuil ou lit d'opération; enfin, le photophore si portatif de *Hélot et Trouvé*, qu'on peut ajuster avant l'opération (fig. 198) et accrocher au mur ou faire tenir par un assistant, voilà une installation que tout le monde peut se procurer aisément et que l'on préférera, sans aucun doute, à une lampe qui, quelque bien tenue qu'elle soit, a toujours l'inconvénient d'offenser l'odorat, d'énerver par la chaleur désagréable qu'elle fournit pendant la saison chaude, et d'encombrer et d'incommoder le malade et l'entourage.

« Ayant lu la description et vu le dessin du photophore de *Hélot et Trouvé*, je m'étais aussitôt proposé d'opérer la cataracte avec

un bandeau garnissant le front (fig. 197) et permettant de répandre ainsi directement la lumière sur le champ opératoire, en devenant soi-même photophore. Après essai, je vis que, dans l'espèce, la chose n'était guère pratique; car, pour une aussi délicate opéra-

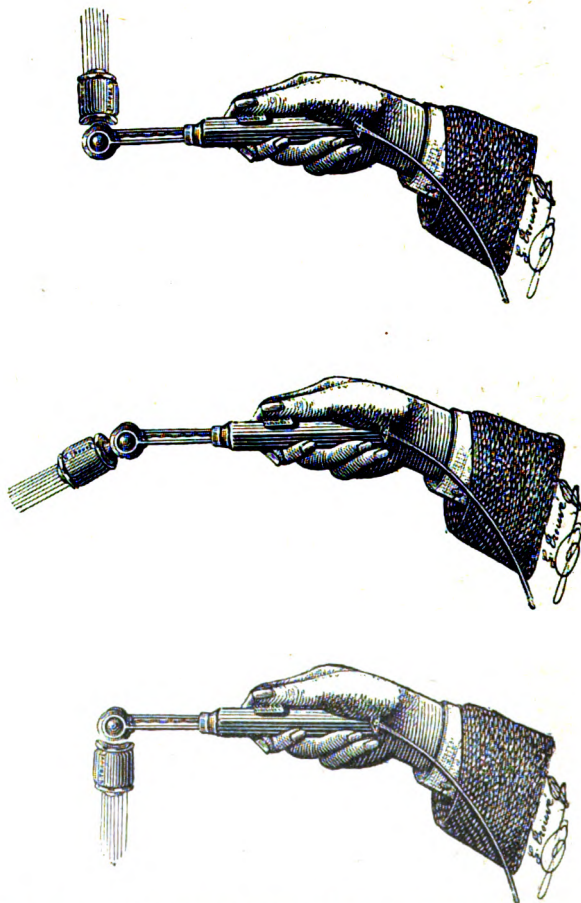


FIG. 199, 200, 201. — Photophore électrique de MM. le D^r Hélot et Gustave Trouvé. Il est monté sur manche à pédale, et articulé, pour permettre à l'aide de suivre, avec facilité, les mouvements de l'opérateur.

tion, on n'a pas de trop de toute son attention, et il est difficile d'en distraire une partie pour maintenir une fixité absolue de la tête et éviter une déviation de l'éclairage, hors du champ opératoire.

« Toutefois, cet essai m'a appris quel merveilleux éclairage nous avons à notre disposition, et quels services on pouvait en tirer, en faisant simplement tenir à côté le photophore par un

assistant, qui lui, peut, avec la plus grande facilité, maintenir fixe ce léger appareil et suivre tous les mouvements de l'opérateur, de façon à éviter que jamais il ne se fasse ombre avec un instrument quelconque. (Fig. 199, 200, 201.)

« Suivant la position de la lentille du photophore, qui fournit à volonté des rayons parallèles, convergents ou divergents, nous avons un champ vivement et uniformément éclairé de 8 à 12 centimètres; ce qui est bien plus que suffisant pour la chirurgie oculaire. L'inclinaison de la lumière peut être instantanément produite par l'obliquité donnée au photophore fixé par une charnière à boule à son manche et mobile dans tous les sens.

« Bien que la lumière soit infiniment plus vive que celle d'un appareil à huile ou à gaz, elle n'a absolument rien d'offensant pour le malade et elle est bien mieux supportée par l'opéré que l'éclairage diffus du jour.

« Il est presque inutile de dire quels services un pareil éclairage peut rendre en ophtalmologie, par exemple, pour explorer avec la loupe les détails des parties antérieures de l'œil, pour enlever des corps étrangers très fins, ou pour étudier un corps vitré trouble, ou encore pour un examen à l'ophtalmoscope lorsqu'il s'agit en particulier de reconnaître ce qui se trouve derrière une rétine peu transparente et détachée.

« Dans aucun établissement important, un pareil éclairage ne doit faire défaut, car, ainsi que nous l'avons dit, l'installation n'est nullement encombrante; les appareils sont d'un entretien facile et peu coûteux et mettent à notre disposition un moyen d'investigation dont jusqu'à présent on ne pouvait se douter de l'utilité pratique, ainsi que nous avons pu nous en convaincre par les diverses opérations que nous avons déjà pratiquées avec cet éclairage. »

Toutes ces louanges de M. de Wecker sont assez éloquantes et ne nous permettent point d'insister.

Le photophore Hélot-Trouvé devait être, on le comprend, recherché des naturalistes pour ses propriétés photogéniques incomparables. Aussi M. Trouvé l'a-t-il adapté au microscope, pour l'étude de la photographie des infiniment petits.

La micrographie, en effet, a fait des progrès surprenants depuis trente années. On peut dire aujourd'hui que les plus petits corps n'échappent plus à notre vue, grâce à la puissance des microscopes. M. G. Trouvé, pour sa part, a ouvert de nouveaux horizons à la découverte des infiniment petits.

Grâce aux appareils ingénieux et à l'emploi du gélatino-

bromure, la photomicrographie est devenue à la portée de tout le monde.

Mais avant d'aller plus loin dans la description de ce mode nouveau d'observations scientifiques, il n'est pas inutile de rappeler quelques notions, insuffisamment connues, sur les origines du microscope; d'autant plus qu'un des hommes les plus savants de l'Italie actuelle, dans un mémoire publié en 1888, a retracé l'histoire de l'invention des lunettes de tous les genres, d'après des documents nouveaux ou qui avaient été mal interprétés jusque-là.

Les instruments d'optique, fondés sur la réfraction des rayons lumineux, à travers des lentilles transparentes, ont été inconnus des anciens. On raconte bien que l'empereur Néron, pour corriger sa vue qui était extrêmement basse et défectueuse, se servait, quand il assistait aux jeux du cirque, d'une émeraude taillée; mais on ne dit point que l'exemple impérial ait inspiré aucun lapidaire du temps pour faire profiter les simples myopes d'une indication aussi intéressante.

Il faut arriver à la seconde moitié du treizième siècle pour voir Roger Bacon, le savant moine anglais, indiquer l'emploi de lentilles en cristal de roche ou en béryl, autre pierre précieuse analogue, pour remédier aux défauts de la vue. Rappelons à ce propos, une étymologie curieuse : Le mot béryl est l'origine de l'expression si populaire de bericles, devenue *bésicles*, longtemps en usage en France! Vingt-cinq ans après cette première indication, c'est-à-dire vers 1290, l'emploi des *bésicles* était tellement répandu, qu'on les contrefaisait un peu partout; et notamment à Venise, où les opticiens en fabriquaient en verre vénitien qu'ils vendaient comme étant du cristal ou de l'émeraude de béryl.

Ainsi que cela est arrivé pour un grand nombre de découvertes qui ont été données plus ou moins longtemps avant de se développer, trois siècles se passent, sans qu'on songe à construire avec les lentilles qu'on taillait si bien à l'origine, des instruments pour regarder les petits objets. Mais, à partir de l'année 1600, les inventions et les dénominations données à ces instruments nouveaux se pressent tellement qu'il devient fort difficile de s'y reconnaître et de rendre même à chacun ce qui lui revient, comme l'observe avec justesse le professeur Govi.

Il est prouvé aujourd'hui toutefois que c'est en 1610 que Galilée avait construit sur le principe de nos lorgnettes de spectacle actuelles, un instrument qui lui permettait de voir, comme il le dit lui-même, *des organes du mouvement et des sens des plus*

petits animaux. En 1614, il parla de cette combinaison optique à Jean-du-Pont qui était allé lui rendre visite à Florence.

Ce noble personnage a laissé heureusement une relation de son voyage, qui sert aujourd'hui à fixer un fait historique. Il est probable qu'il ne vit, dans sa visite, que l'instrument démonté, mais il ajoute :

« Avec ce long canon, Galilée m'assura avoir vu des mouches qui paraissaient grosses comme des agneaux et avoir appris qu'elles sont toutes couvertes de poils et ont des ongles fort pointus... »

Ce témoignage ne laisse plus aucun doute. Galilée, dès l'année 1610, avait inventé un microscope de sa façon et il l'avait même appelé *occhiolino*, ce qui veut dire *petite lunette* (de *occhio*, œil; *occhiale*, ce qui concerne la vue).

Au grand astronome italien, revient incontestablement le mérite d'avoir le premier appliqué une combinaison de verres à distinguer les petits objets. Cette innovation est dans l'ordre de celle des lunettes de théâtre, avec le grand verre du côté de l'objet regardé et le petit verre du côté de l'œil. C'est l'inverse du microscope composé dont on se sert de nos jours.

C'est Cornelis van Drebbel (1572-1674), mécanicien et physicien hollandais, doué d'une connaissance extraordinaire des principes de l'optique qui parait, vers l'année 1621, avoir eu, le premier, l'idée de la combinaison du microscope composé; Galilée revendiqua aussitôt la priorité de l'invention. Pour l'établir d'une façon péremptoire, il construisit aussitôt plusieurs *occhialini* qu'il envoya à ses amis. Mais il avait trop l'esprit scientifique pour ne pas reconnaître bientôt que la combinaison optique de van Drebbel était l'opposé de la sienne et bien préférable à ce qu'il avait imaginé. Cette fois-ci les deux verres étaient convexes, le grand était destiné à l'œil et le petit regardait l'objet. On peut donc dire que le microscope a été créé en même temps sous deux formes différentes. Quant au nom qui fut donné pour désigner cet appareil et que nous avons conservé, car il est excellent, il ne fut pas formé par Galilée, comme nous l'avons vu, pas plus que par van Drebbel. C'est un secrétaire de la célèbre académie italienne des Lyncéens, qui l'appliqua à la fois pour désigner les deux appareils qui se partageaient la vogue universelle.

Il est singulier de constater que le microscope composé a été inventé avant le microscope simple, constitué par une seule lentille, à la fois petite et convexe, qui eût tout aussi bien permis à Galilée de voir les détails poilus de la mouche. Cela prouve,

une fois de plus, qu'on ne peut, même avec un grand génie, faire progresser un art avant que la science sur laquelle il repose n'ait trouvé son principe fondamental. Or, on sait que les lois positives de la réfraction publiées en 1633, sont dues à Descartes, contemporain des dernières années seulement de l'immortel philosophe italien. Aussi sera-ce un élève de celui-ci qui reprendra l'œuvre inachevée et complètera la découverte.

C'est, en effet, à un physicien resté justement illustre, Torricelli, l'inventeur du baromètre à mercure, que l'on doit la construction, en 1644, des premiers microscopes simples d'un très fort pouvoir grossissant, pour lesquels il employa des petites perles de verre fondu à la lampe d'émailleur.

Comme détails complémentaires à ce court historique du microscope, il est intéressant de noter que le mot *télescope* qui signifie *voir au loin* est un peu plus récent; mais de quelques années seulement. Il date de 1671. Il fut employé pour la première fois par le fondateur de ce même corps savant des Lyncéens, le prince Cesi, pour désigner la lunette d'approche, inventée déjà depuis quelque temps, et avec laquelle on a peint Louis XIV, dans un des tableaux exécutés pour glorifier la campagne sur le Rhin. Le grand Roi y tient à la main son télescope. Plus tard, ce mot fut réservé aux lunettes spéciales dont l'objectif fut remplacé par un miroir concave placé au fond du tube de la lunette. Ce miroir est destiné à réfléchir l'image devant l'oculaire qui est placé sur le côté. Le télescope d'autrefois se nomme aujourd'hui longuc-vue et n'a rien de commun avec le télescope moderne qui a opéré une révolution dans l'étude de l'astronomie.

Il était utile d'acquérir au passage ces quelques notions fondamentales pour se rendre un compte exact des grands avantages que l'éclairage électrique offre aux observations microscopiques. Mais on ne pouvait y parvenir qu'en imaginant un système bien approprié.

M. G. Trouvé a atteint ce but par la construction du photophore électrique qu'il a combiné avec la collaboration de M. Hélot. Ce petit appareil que représente la figure 202 est formé d'une lampe à incandescence, renfermée, comme nous l'avons dit, dans la lanterne A. Les lettres A' et A'' indiquent les positions que peut prendre cette lanterne mobile de projections. Une pile au bichromate de potasse suffit pour l'alimenter et pour permettre d'en faire usage au moment voulu.

Un des plus savants micrographes contemporains, M. le docteur Henri van Heurck, directeur du magnifique Jardin botanique

d'Anvers, auteur d'un ouvrage très remarquable sur les Diatomées, qui a été un des premiers à employer les lampes à incandescence pour l'éclairage du microscope, se sert avec le plus grand succès du photophore Trouvé et en parle avec beaucoup d'éloges. D'après ce maître éminent, voici les principaux avantages de l'éclairage électrique pour le microscope.

Nous les résumons pour l'instruction et la direction du chercheur micrographe.

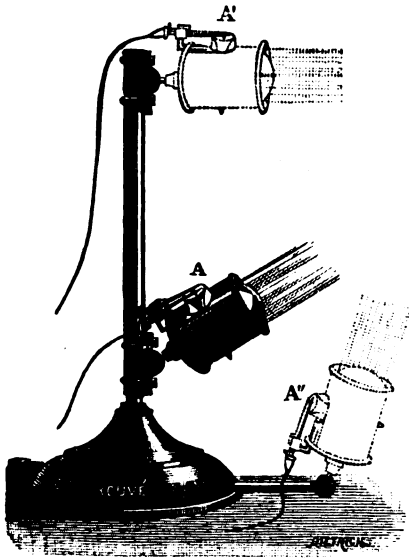


FIG. 202. — Photophore micrographique de MM. le Dr Hélot et Gustave Trouvé.

1° La lumière électrique est beaucoup plus blanche que la lumière des lampes ordinaires et du gaz d'éclairage. Elle renferme plus de rayons blancs et violets et, par suite, elle laisse voir des détails invisibles avec les autres genres d'éclairage.

2° La lumière électrique a une intensité spécifique beaucoup plus grande que les autres lumières artificielles : elle permet donc l'emploi de rayons plus obliques.

3° La lumière électrique peut servir sans l'intermédiaire du miroir, qu'il faut conserver même dans l'éclairage solaire par héliostat et dont l'emploi gêne toujours plus ou moins

4° La source lumineuse peut, sans inconvénient, être rapprochée du condenseur du microscope, jusqu'à toucher celui-ci. De là, grande facilité pour obtenir un éclairage plus intense et plus oblique.

5° La quantité et la qualité de la lumière permettent de photographier des détails qu'on ne pourrait réussir aussi bien avec la lumière solaire.

M. le docteur van Heurck affirme avec raison que la lumière électrique fatigue beaucoup moins la vue que tout autre éclairage.

« Je suis tout disposé, dit le savant belge, à me rallier à l'opinion exprimée dans *The English mechanic*, par Edward Nelson, qui passe, à juste titre, pour un des observateurs les plus habiles de l'époque. Une heure de travail difficile à la lumière diffuse du

jour fatigue plus l'œil qu'une journée entière de travail à la lumière artificielle dans une chambre noire. »

Ajoutons que si la lumière électrique convient admirablement bien aux recherches micrographiques, elle s'applique de même à la photomicrographie, qui, grâce au gélatino-bromure d'argent, est aujourd'hui à la portée de tout le monde. La photomicrographie doit faire partie désormais de l'installation de tout micrographe sérieux, car elle peut rendre des services imprévus.

M. le docteur van Heurck a réalisé à cet effet une installation tout à fait ingénieuse qui tient le milieu entre l'installation habituelle et le procédé dit des petits clichés, préconisés par le docteur Moitessier. Il a construit une petite chambre noire très légère pouvant recevoir postérieurement un châssis renfermant une plaque sensible au gélatino-bromure de 5 centimètres et demi de longueur sur 4 centimètres et demi de largeur. Antérieurement, la chambre se termine par un tube de cuivre portant une lentille concave achromatique ou *amplifier*.

Le tube de la chambre entre directement dans le tube du microscope et l'*amplifier* est placé, à une distance telle de la plaque sensible que, lorsque l'image est nettement à point avec l'oculaire, elle est également à point sur la plaque sensible.

Par ces procédés et aidé du photophore Trouvé et Hélot, M. le docteur van Heurck est arrivé à des résultats tout à fait remarquables. C'est ainsi qu'il est parvenu à obtenir à un énorme grossissement la photographie de diatomées superbes. On sait qu'on appelle de ce nom des algues microscopiques parce qu'elles sont caractérisées par une section qui les sépare. Elles se multiplient avec une rapidité prodigieuse et sont très abondantes aussi à l'état fossile. Elles sont même si nombreuses dans certains terrains, qu'il existe à Bilin, en Bohême, et dans quelques autres pays, un sol argileux tellement imprégné de diatomées vivantes, et par suite tellement mobiles, qu'on ne peut y établir aucune construction solide.

On peut se faire, au reste, une idée du nombre immense de ces êtres par ce fait seul qu'un centimètre cube de tripoli, composé avec la poussière de diatomées de Bilin, contient plus de vingt milliards de leurs carapaces.

La première diatomée représentée par la figure 203 est celle qu'on nomme *Pleurosigma angulatum*; la seconde (fig. 204) est la *Navicula fusca*. M. van Heurck est parvenu encore à obtenir la résolution en perles de l'*Amphipleura pellucida*, sous un grossissement de 3000 diamètres. Les perles sont distantes d'environ un

quatre-millième de millimètre. Il n'est pas besoin de dire que cette dernière photographie est un véritable tour de force expérimental; elle a fait sensation dans le monde micrographique et a démontré les prodiges que l'on peut obtenir avec la lumière électrique.

La figure 205 représente une diatomée obtenue en Espagne, à Gijon, par M. Alfred Truan, à l'aide du photophore électrique de MM. Trouvé et Hélot. C'est la fameuse *Stochia admirabilis*.

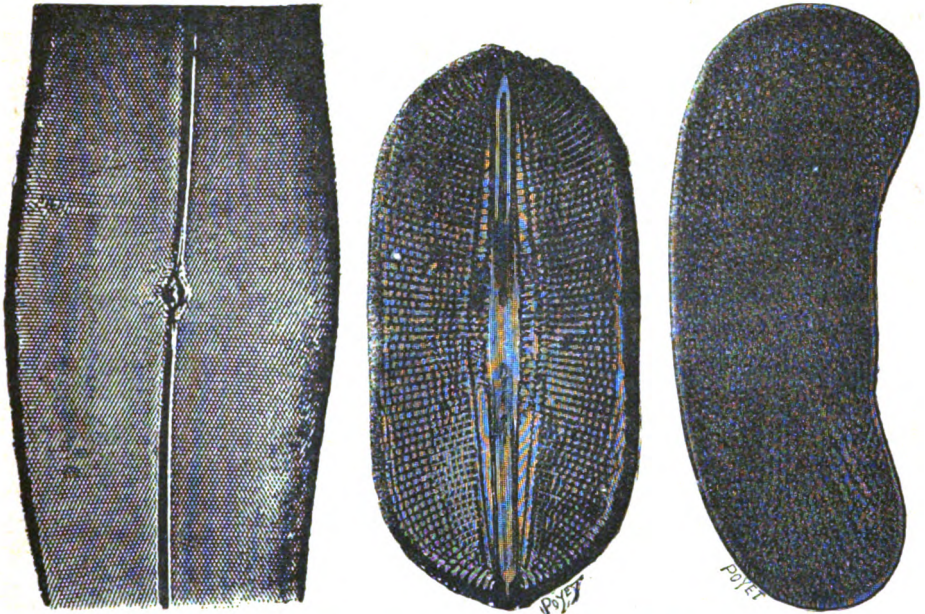


FIG. 203, 204 et 205. — Diatomées obtenues par la photomicrographie électrique et très considérablement grossies.

Elle a été exécutée sous un grossissement de 600 diamètres. Les musées d'histoire naturelle possèdent ainsi aujourd'hui les moyens de retenir les formes des infiniment petits, si longtemps cachés aux regards mêmes des savants.

Macrographie. — M. G. Trouvé, avec son esprit sans cesse porté vers la simplification et l'originalité, modifie, transforme, augmente, apporte des applications imprévues, et toujours intéressantes, à tout ce qu'il touche. A la suite des études auxquelles l'ont entraîné le photophore et la micrographie, il s'est demandé s'il ne serait pas possible de créer un lampascope électrique ou plus simplement une lanterne magique des corps opaques. Il y

songea dernièrement, pendant un moment de répit, laissé par des recherches plus hautes, et l'*auxanoscope électrique* fut conçu, combiné, arrêté et construit en quelques jours.

Cet appareil, comme son nom d'étymologie grecque l'indique (*auxanô*, j'augmente), permet d'opérer les agrandissements de

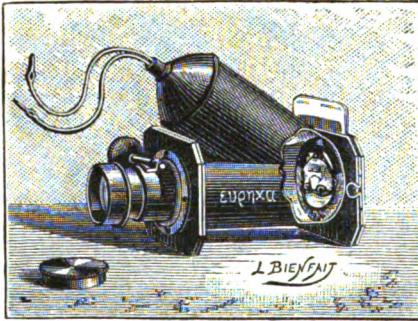


FIG. 206. — Auxanoscope électrique de M. G. Trouvé à simple foyer.

dessins, de photographies, de médailles, etc., sans avoir recours aux clichés transparents.

Par la simplicité des moyens, l'ingéniosité des organes mis en jeu et les effets obtenus, il est appelé à rendre de réels services aux savants, aux architectes, aux peintres, aux dessinateurs. La combinaison d'un ou de plusieurs foyers lumineux concentrés (in-

candescence à l'air libre ou dans le vide), avec un ou plusieurs réflecteurs paraboliques, permet une mise au point plus prompte

et plus facile que lorsqu'il s'agit d'un éclairage artificiel au gaz ou aux huiles minérales; ce qu'explique suffisamment une meilleure utilisation de la lumière, à égalité d'intensité.

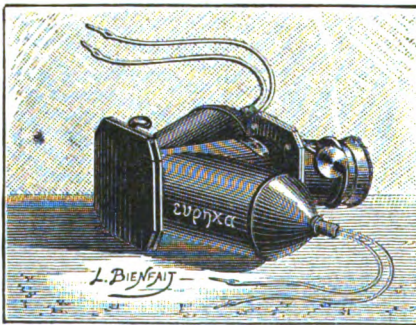


FIG. 207. — Auxanoscope électrique à double foyer lumineux de M. G. Trouvé.

et plus facile que lorsqu'il s'agit d'un éclairage artificiel au gaz ou aux huiles minérales; ce qu'explique suffisamment une meilleure utilisation de la lumière, à égalité d'intensité.

L'appareil simple (fig. 206) est constitué par deux tubes cylindriques, se raccordant sous un angle déterminé, dont l'un porte à son extrémité supérieure le foyer lumineux et le réflecteur parabolique, et l'autre l'objectif photographique ordinaire. Au sommet de l'angle formé par les deux cylindres, on place l'objet ou l'image à projeter par réflexion sur l'écran.

L'*auxanoscope* à double foyer lumineux (fig. 207) diffère du premier par l'adjonction d'un second corps de cylindre, armé, comme l'autre d'une lampe à incandescence placée au foyer d'un second réflecteur parabolique.

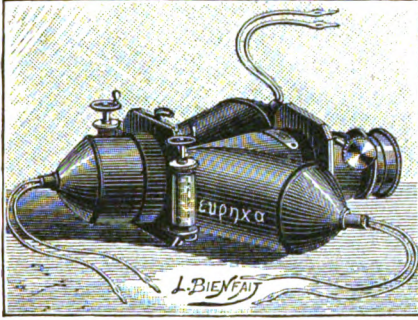


FIG. 208. — Auxanoscope électrique à projections combinées de M. G. Trouvé.

L'auxanoscope à projections combinées (fig. 208) réalise, par son agencement, tout aussi bien la projection des corps opaques que celle des sujets photographiques sur glaces transparentes.

Les projections peuvent se faire d'une façon successive ou continue, par l'adjonction de deux petits rouleaux permettant de faire passer des sujets

imprimés ou collés sur une bande de papier ordinaire, ou des

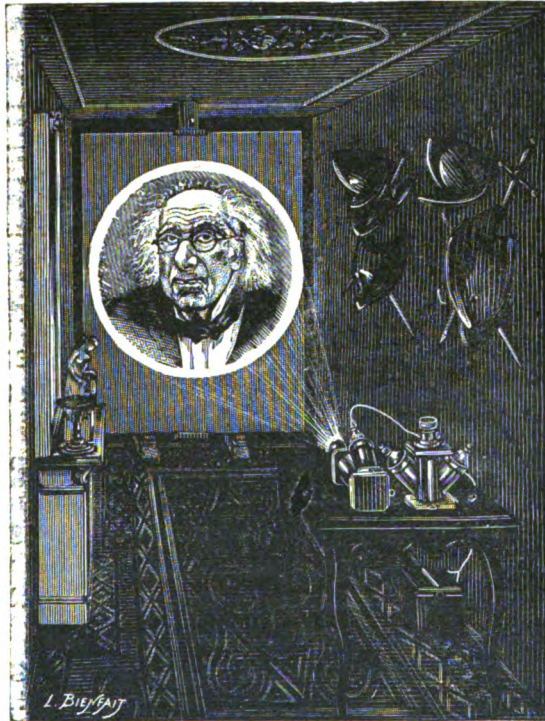


FIG. 209. — Projection de la photographie de Chevreul par l'auxanoscope électrique de M. G. Trouvé.

sujets photographiés sur une bande de gélatine transparente.

Pour les corps opaques, la lumière est émise par les deux

réflecteurs d'avant. Pour les sujets transparents, elle est reportée au réflecteur d'arrière, opposé à l'objectif.

C'est à l'aide de cet auxanoscope que M. G. Trouvé a projeté au *Congrès des sciences* qui s'est tenu en 1887, à Toulouse, les photographies de la plupart de nos illustrations scientifiques.

La figure 209 représente celle de Chevreul. Ajoutons que les projections les mieux réussies ont été celles de pièces de monnaie et de médailles, et surtout celle, très curieuse, du mouvement d'une montre en marche. C'est ce qui a fait voir tout de suite les avantages spéciaux de ce nouvel appareil pour l'enseignement.

Dans ce dernier cas, M. G. Trouvé a modifié légèrement l'auxanoscope.

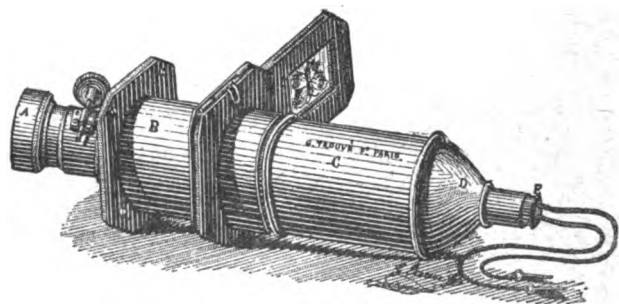


FIG. 210. — Auxanoscope électrique Trouvé. Modèle adopté par la Ligue de l'Enseignement.

Il ne se compose plus que d'un seul tube (fig. 210) et forme une lanterne de projection où la lampe ordinaire est remplacée par une lampe à incandescence.

Le tout se trouve ainsi beaucoup simplifié, bien que l'éclat soit pour ainsi dire augmenté.

Cet appareil a été adopté dernièrement par la Ligue de l'Enseignement. La lampe qui l'éclaire absorbe de 60 à 70 watts.

On comprend de suite l'avantage d'un pareil système, pour la Ligue de l'Enseignement, sur ceux plus encombrant à la lumière oxydrique, ou au pétrole, lorsqu'il s'agit de voyager presque continuellement d'une ville à l'autre, de village en village, afin d'y répandre l'instruction.

Le conférencier n'a pas besoin de se séparer de son appareil en le remettant aux bagages; il le garde avec lui dans son compartiment de chemin de fer ou en voiture.

Le champ utile de projection atteint 4 mètres de superficie,

et l'éclairage est d'une intensité très voisine de celui de la lumière oxydrique.

Un coulisseau, à double compartiment, permet la succession, sans interruption, des projections.

La batterie qui met en fonction ces trois auxanosopes électriques est la même que celle que nous avons décrite au chapitre des sources d'électricité et qui a eu les honneurs de la présentation à l'Académie des sciences, par l'un de ses membres, M. de Lacaze-Duthiers, naturaliste éminent.

Rappelons en passant, comme mémoire, que les constantes sont, pour chaque élément, les suivantes :

$$E = 1 \text{ volt}, 9; r = 0 \text{ ohm}, 09 \text{ à } 0 \text{ ohm}, 1.$$

Mais on peut prendre pour les éclairer les éléments de Bunsen ou autres que la plupart des établissements, petits et grands, ont aujourd'hui à leur disposition. L'achat d'un auxanoscope, qui coûte 40 à 60 francs, selon qu'il est à simple ou à double foyer électrique, n'est donc pas un achat dispendieux, en raison de tous les avantages qu'il possède et de l'intérêt qu'il peut donner aux leçons de choses. Il est même destiné à devenir un puissant auxiliaire entre les mains des professeurs pour la projection des minéraux, des insectes morts ou vivants, des pièces anatomiques naturelles ou artificielles très grossières et que l'on voit sans aucune modification des détails, ni altération des couleurs.

Disons à ce propos qu'on avait, jusqu'à ce jour, considéré comme difficile, et comme impossible dans la pratique courante, l'éclairage électrique à arc par piles. L'éclairage Bunsen était seul considéré comme suffisamment constant pour cet usage, mais les émanations nauséabondes qu'il répand en empêche l'emploi.

Or, il y a quelques années, se fondait à Paris une Société industrielle, *les Mondes invisibles*, pour amuser les masses populaires en les instruisant. Des membres de cette Société, M. Meaupac en particulier, duquel nous tenons les renseignements, et les deux affiches (fig. 211 et 212) que nous reproduisons avec une exactitude scrupuleuse, photographique, parcouraient la France et l'étranger, de ville en ville et de théâtre en théâtre, et projetaient, à l'aide de l'électricité, sur d'immenses écrans remplaçant le rideau, des insectes, des infusoires et autres microzoaires. Qu'on juge du grossissement et de l'intensité lumineuse par ce fait que la projection d'une puce atteignait un diamètre de 12 mètres et que les spectateurs pouvaient étudier, avec la

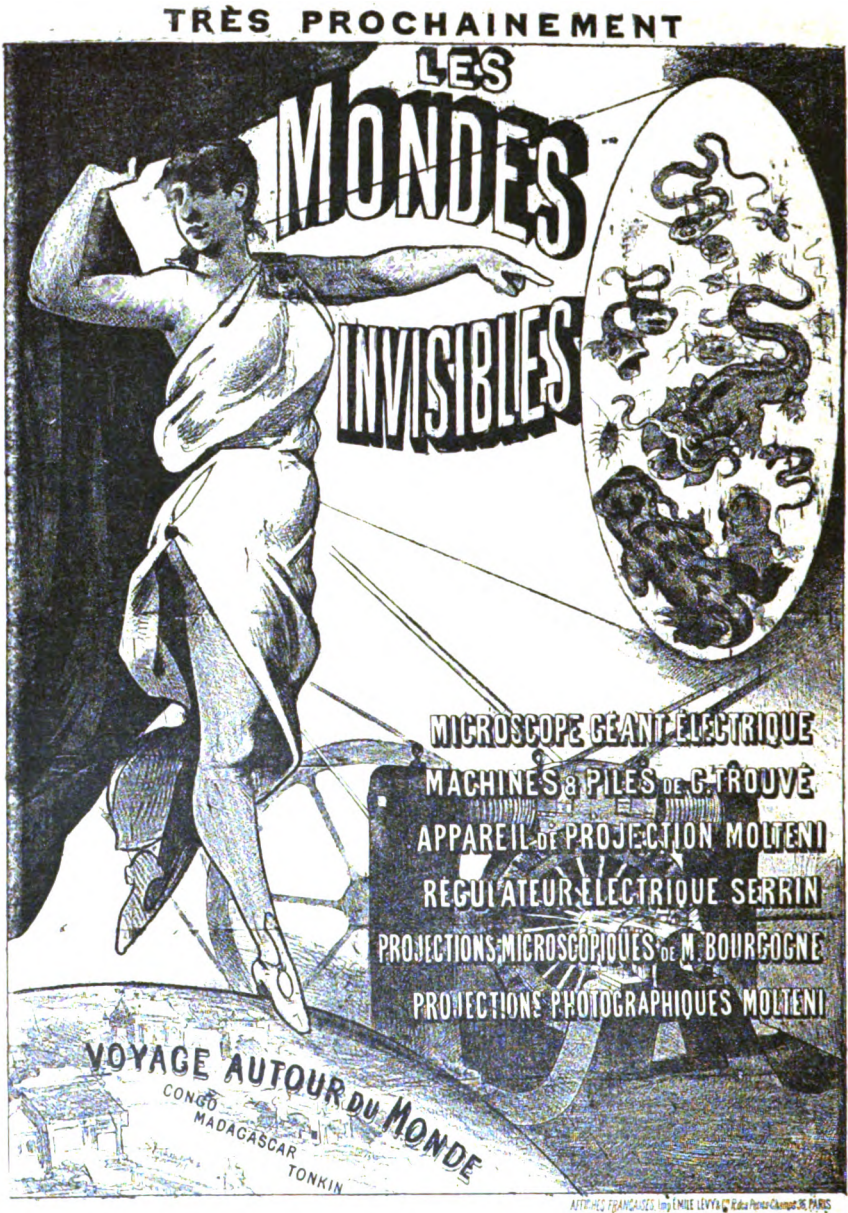


Fig. 211. — Reproduction directe, au 1/10, par la photographie, d'une grande affiche, *les Mondes invisibles*. Les projections des infiniment petits, obtenues par la pile de M. G. Trouvé, et le microscope géant occupaient entièrement la surface du rideau de chaque théâtre, c'est-à-dire que l'écran avait 15 mètres de côté ou 225 mètres de surface.

plus grande netteté, tous les organes de ce parasite incommodé! Eh bien, on comprend aisément que nos expérimentateurs

ne pouvaient emporter avec eux, dans leurs incessantes pérégrinations, ni dynamo ni, encore bien moins, la machine à vapeur pour l'actionner. Tous ces appareils auraient nécessité de

Tournée Artistique & Scientifique
LES MONDES INVISIBLES

Ce genre de Spectacle, qui a obtenu deux cents Représentations consécutives à Paris s'adresse à tous les âges. On se trouvera vivement intéressé, en voyant apparaître, grâce à l'énorme grossissement de notre Microscope géant et au milieu de l'éblouissement de la lumière électrique, des Êtres vivants, complètement invisibles à l'œil nu.

Notre Société, sous leminée par un Voyage dans les principales Villes du Monde, nous recommandons spécialement nos projections photographiques du Tonkin, de Madagascar et du Congo.

Nous avons également un choix de Vues mécaniques dont l'une, entre autres, ne comprend pas moins de Trente-deux effets ou changements.

VOYAGE AUTOUR DU MONDE
MICROSCOPE GÉANT ÉLECTRIQUE
Machines et Piles de G. TROUVE
Appareil de Projection MOLTENI
Régulateur Électrique SERRIN
Projections Microscopiques de M. BOURGOÏNE
Projections Photographiques MOLTENI

Voici les Affiches pour la Date et l'Heure

— 109 — LA RÉPUBLIQUE — rue des Bourdonnais

FIG. 212. — Spécimen, au 1/3 d'exécution, du prospectus distribué par la Société les Mondes invisibles.

trop grands frais d'achat, de transport et d'entretien; en outre, dans chacune des stations, on eût perdu au moins deux journées pour le montage et le démontage des machines, quand, le plus souvent, il n'était donné que deux représentations dans chaque ville. Ces difficultés auraient été assurément des obstacles insur-

montables à l'entreprise, et pourtant ce n'est qu'à la veille de partir qu'on s'aperçut que

On n'avait oublié qu'une chose,
C'était d'éclairer la lanterne.

On courut précipitamment chez M. Gustave Trouvé, notre ingénieux inventeur, qui avait, comme nous l'avons vu au chapitre des bijoux, fourni le moyen de photographier les diamants de la Couronne. Il disposa immédiatement un modèle puissant de sa pile portative et automatique à grand débit.

Les services qu'elle rendit dans ce cas furent précieux puisque, pendant quatre mois que dura la tournée, elle fonctionna régulièrement, et qu'un seul homme suffit à l'entretien quotidien et au montage des appareils.

Nous avons pensé rendre service à nos lecteurs en leur signalant cette nouvelle application, parmi tant d'autres, de la pile de M. Gustave Trouvé, application qui paraîtrait impossible à beaucoup de personnes, même instruites, sans l'expérience de la photographie des diamants de la Couronne et sans cette nouvelle preuve irrécusable.

Mais M. G. Trouvé ne s'est pas contenté d'étudier la constitution organique, l'anatomie des infiniment petits, il s'est encore proposé de les surprendre dans leurs ébats, en pleine vie, d'étudier leur physiologie et leurs mœurs en créant de nouveaux appareils d'éclairage.

L'expérience sur laquelle il se repose est commune. Chacun a pu voir danser dans un rayon de soleil qui pénètre dans une salle obscure des milliers de minuscules objets, absolument invisibles d'ordinaire dans la lumière diffuse.

Il fallait le génie d'invention de M. Trouvé pour tirer de ce fait journalier toute une méthode de recherches scientifiques.

De nouveau nous recourons à une plume plus autorisée que la nôtre pour exposer à nos lecteurs les applications nouvelles de M. Trouvé à l'étude des micro-organismes et en particulier des micro-organismes marins et des ferments.

En mettant ces nouveaux appareils sous les yeux de l'Académie des Sciences de Paris, dans la séance du 3 août 1885, M. de Lacaze-Duthiers, professeur à la Faculté des sciences, et membre de l'Institut, s'est exprimé de la façon suivante :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. G. Trouvé, divers appareils d'éclairage électrique que j'ai expérimentés dans mon Laboratoire

de la Sorbonne et qui sont appelés à rendre de réels services dans nos stations zoologiques de Roscoff et de Banyuls, pour lesquelles ces instruments ont été construits. Il n'est pas douteux que les chimistes, les botanistes et les minéralogistes ne puissent, comme les zoologistes, en tirer grand profit. Ces appareils se composent d'un vase cylindrique en cristal (fig. 213) au-dessous duquel est un miroir en glace argentée. Le vase est fermé d'un couvercle-réfecteur argenté, à surface parabolique, au centre duquel est suspendu une lampe à incandescence.

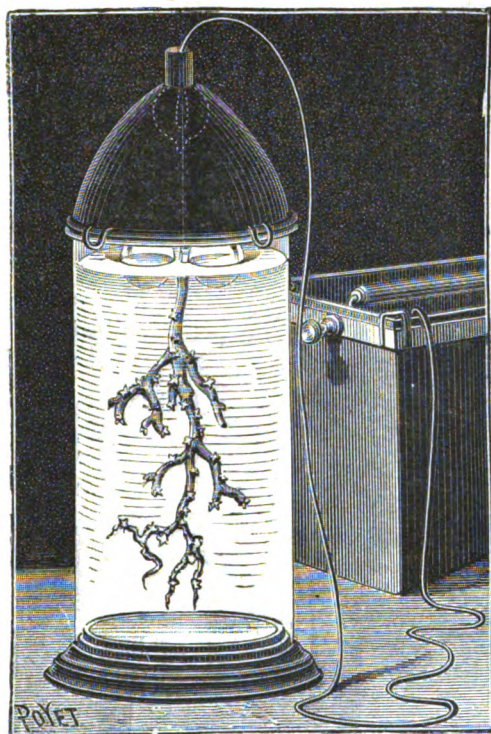


FIG. 213. — Appareil d'éclairage des liquides et des corps en suspension.
Disposition de M. Gustave Trouvé.

« Il est rempli d'eau de mer dans laquelle s'agitent des comatules, des térébelles avec leurs longs tentacules, des lucernaires que je mets sous les yeux de l'Académie, en y ajoutant une branche de corail dont les polypes sont épanouis. Entre le couvercle parabolique et le miroir du fond, il s'opère un renvoi de rayons dans une direction parallèle aux parois verticales du vase. L'éclairage ainsi dirigé permet d'étudier ces animaux délicats, jusque dans leurs détails les plus minutieux, avec une netteté surprenante, et de suivre tous leurs mouvements avec la plus grande facilité. A l'aide de la loupe, les résultats de l'observation sont vraiment remarquables, si l'on considère la simplicité des organes

mis en jeu. A Roscoff (fig. 214), comme au laboratoire Arago, à Banyuls, la lumière électrique produite avec les appareils simples de M. Trouvé nous aidera

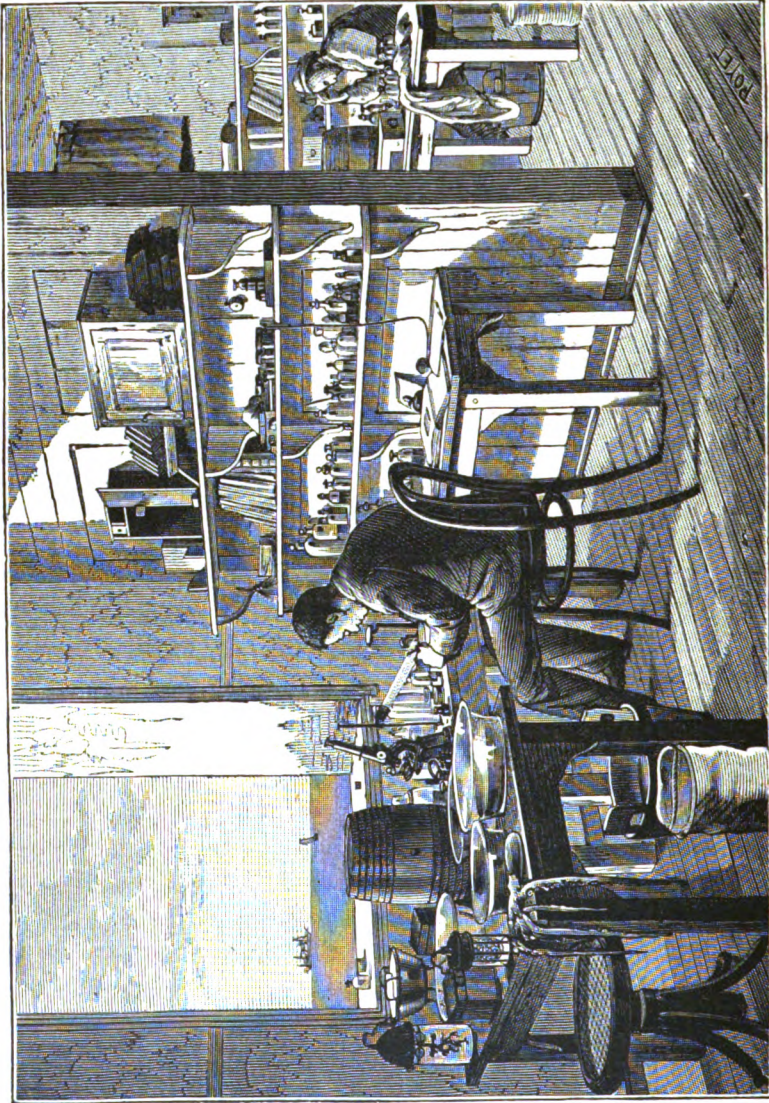


Fig. 214. — Appareils d'éclairage électrique de M. G. Trouvé au Laboratoire de Roscoff.

beaucoup pour l'observation des animaux délicats et transparents qui flottent à la surface de la mer et que nous recueillons dans nos pêches pélagiques.

« Pour étudier les fermentations, l'appareil est un peu modifié. Le couvercle-réfecteur est vissé sur une garniture métallique scellée sur le bord supérieur du vase de cristal pour mettre les préparations à l'abri de l'air (fig. 215).

« Le second appareil que je présente à l'Académie est un peu modifié pour l'usage auquel je l'ai employé (fig. 202). Il permet d'opérer les dissections les plus fines en éclairant vivement les préparations. Il sera d'un grand secours dans les journées sombres qui sont fréquentes à Roscoff en été et même à Banyuls en hiver, quand le manque de lumière interrompra un travail déjà commencé. Sa lumière n'altère en rien la couleur des animaux, qui apparaissent tels qu'ils sont au jour. Ce qu'il faut apprécier dans le photophore de M. Trouvé, c'est son petit volume et surtout son maniement très facile, qui permet de le

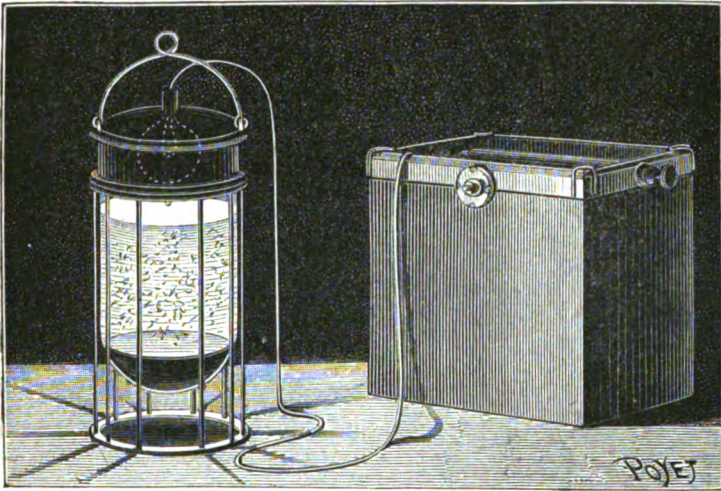


FIG. 215. — Appareil électrique de M. Gustave Trouvé pour l'étude des ferments.

placer comme on le désire, d'éclairer obliquement ou dans tout autre sens l'objet à examiner. Il est, par exemple, possible, en posant sur un pied un bocal rempli d'eau de mer où vivent des animaux, de rester plongé dans l'obscurité tandis qu'on promène le pinceau éclatant de lumière sur telle ou telle partie du bocal qu'on examine à la loupe.

« En faisant varier les incidences de l'éclairage sous une loupe très grossissante, j'ai disséqué avec beaucoup de facilité des filets nerveux de la plus grande délicatesse et très difficiles à voir en plein jour.

« Le générateur d'électricité qui met en jeu les organes des appareils que je viens de montrer à l'Académie est peu encombrant; il pèse à peine 3 kilogrammes. Néanmoins, il m'a permis d'opérer avec une grande sûreté : c'est, du reste, la batterie universelle automatique de M. Gustave Trouvé que notre confrère, M. Jamin, vous a présentée récemment. »

Après cette présentation, M. Péligot a demandé la parole pour faire remarquer qu'ayant expérimenté ces appareils, dans

son laboratoire de la Monnaie, à Paris, il a acquis la conviction pratique qu'ils seraient très utiles dans l'enseignement pour faire assister les élèves aux phénomènes si curieux et si instructifs des cristallisations.

Nous devons encore placer ici la planchette électrique à dissection, car elle forme le complément de ces appareils d'éclairage électrique, présentés, par M. de Lacaze-Duthiers, à l'Académie des sciences, et elle fait partie de son Laboratoire de

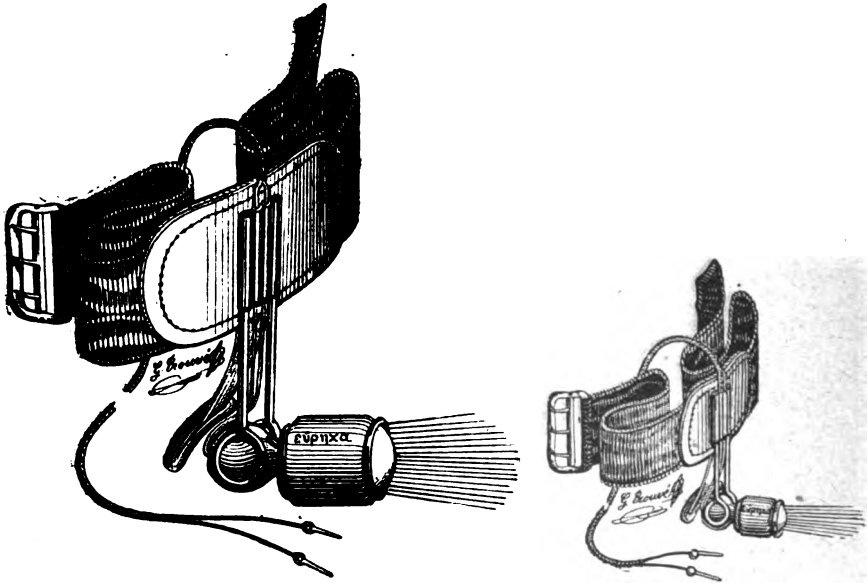


FIG. 216 et 217. — Photophore électrique frontal Hélot Trouvé. Dernier modèle. Il est représenté en grandeur d'exécution et en réduction.

Physiologie et d'histoire naturelle expérimentale de la Sorbonne. Construite en bois, elle reçoit, par son milieu renversé, le couvercle, en forme de réflecteur parabolique, des appareils à éclairer les liquides. Un petit bac en verre à fond plat contient de l'eau de mer et l'animal à disséquer. Le photophore électrique permet de l'éclairer sous toutes les incidences.

Cette planche à dissection permet également de voir l'animal par transparence; le faisceau lumineux pouvant être projeté de bas en haut.

Après des résultats si brillants contrôlés par les chirurgiens les plus compétents et des savants de haute valeur, on eût pu

croire que MM. le Dr Hélot et Gustave Trouvé seraient satisfaits ; et, cependant, notre ingénieur et son laborieux collaborateur ont encore apporté de nouveaux perfectionnements et ont construit un nouveau modèle de photophore électrique frontal qui ne laisse plus rien à désirer.

Ce nouveau photophore (fig. 216 et 217) est une merveille d'ingéniosité et de légèreté : ingéniosité, parce que les précautions les plus minimes ont été prises pour soustraire le patient et le chirurgien aux effets désagréables et pernicious de la chaleur ; légèreté, parce



FIG. 218. — Photophore électrique frontal de MM. le Dr Hélot et Gustave Trouvé. Dernier modèle. Il est employé comme otoscope.

que lampe et son enveloppe, plaque et bandeau frontal, tout l'appareil enfin, ne pèse pas plus de 50 ou 60 grammes !

Au lieu de se porter directement sur le front comme le premier, le second appareil est campé sur la naissance du nez, dans la ligne des yeux (fig. 218 et 219) ; et cette disposition a deux avantages principaux et considérables : les rayons de la lampe restant toujours parallèles aux rayons visuels du chirurgien, celui-ci n'a plus à faire d'efforts pour éclairer l'organe à opérer ; de plus, — et c'est là que nos inventeurs se sont plus particulièrement surpassés, — l'agencement apporté dans l'articulation préserve, d'une façon absolue, des effets gênants de la chaleur.

La lampe, en effet, au lieu d'être fixée sur la plaque frontale, est articulée, à frottement dur, dans une genouillère, à l'extrémité de deux longues tiges de maillechort, métal très mauvais conducteur du calorique. De cette façon, ce calorique ne parvient jamais à la plaque qui, cependant, pour plus de sûreté encore, est bien isolée du front. Le photophore peut donc servir aux plus longues



FIG. 219. — Photophore électrique frontal de MM. le Dr Hélot et Gustave Trouvé. Dernier modèle. Il est employé comme laryngoscope.

opérations, le médecin n'étant, en aucune façon, incommodé par la chaleur.

Le cylindre, lui aussi, contenant la lampe électrique si peu calorifique, est enveloppé d'une chemise très mauvaise conductrice, permettant de le toucher sans crainte d'être brûlé.

Les précautions, on le voit, ont été si bien prises, qu'elles semblent même exagérées, et, malgré cela, nous le répétons et l'admirons, le poids total du nouveau modèle du photophore électrique frontal de MM. le Dr Hélot et Gustave Trouvé ne dépasse jamais 60 grammes.

Enfin, nous ne pouvons terminer cet important chapitre de

l'application de l'électricité aux sciences médicales sans rappeler les paroles du docteur Bardet :

« M. Trouvé, auquel on doit tant de découvertes précieuses autant qu'ingénieuses, est certainement celui des électriciens qui a le plus fait pour la médecine. Ses appareils ont été copiés plus ou moins servilement à l'étranger; mais, c'est à lui seul que revient l'honneur d'avoir le premier réussi à éclairer les cavités profondes de l'économie en portant le foyer lumineux au sein même de l'organe, marquant ainsi un grand progrès sur tous les autres appareils précédemment imaginés. »

CHAPITRE HUITIÈME

Appareils télégraphiques militaires de M. Gustave Trouvé.

Sac-bobine ; parleur ; montre télégraphique.

L'électricité touche à tout. C'est le type de la science universelle. Nous l'avons déjà dit et nous avons essayé de le démontrer dans le tableau historique que nous avons tracé, au chapitre II, de ses progrès et des innombrables découvertes qui ont été faites. Elle devait donc s'adresser aux applications de la guerre que l'homme de tous les temps, par une aberration singulière, a cherché à porter au plus haut degré de perfectionnement.

La télégraphie devait donc naturellement contribuer à servir ce goût inné pour se détruire le plus rapidement possible, dont l'humanité est douée. La seule chose qui, aux yeux du moraliste, diminue la hieure guerrière, c'est le sentiment de la patrie qui est sacré. Dans ce sens, tout ce qu'on fait pour améliorer les engins militaires est pardonné par la philosophie et compris par le savant qui cherche avant tout les inventions utiles à l'amélioration physique et intellectuelle de ses semblables.

C'est inspiré par ces idées très légitimes que M. Gustave Trouvé a porté ses dons créateurs sur la télégraphie militaire. Le système qu'il a imaginé mérite d'attirer l'attention pour deux raisons. D'une part, en effet, il réalise un ensemble complet se suffisant à lui-même et pouvant servir dans un très grand nombre de cas ; d'autre part, il a été adopté par plus d'une armée européenne, c'est-à-dire que ce n'est pas une chose récente, recommandée par sa nouveauté, mais une combinaison qui a été appréciée par les hommes les plus compétents dans le métier.

L'ensemble se compose d'un câble à deux fils destiné à réunir deux stations, et, pour chaque station, d'une pile et d'un appareil de correspondance. Le dessin (fig. 220) représente la ligne et les deux stations, ou, pour parler un langage moins technique, les

deux correspondants. L'officier qu'on voit à droite a choisi son point d'observation. Il porte en bandoulière une pile et un appareil télégraphique, gros comme une montre, qu'il peut mettre dans sa



FIG. 220. — Mode d'emploi du système de télégraphie militaire de M. Gustave Trouvé.

poche ou qu'il peut accrocher au col de son vêtement dans les intervalles de la correspondance.

Le soldat qui s'éloigne, à gauche, porte sur le dos un crochet sac-bobine à la manière du sac ordinaire. Sur ce crochet, on voit

d'abord, à la partie supérieure, une grosse bobine sur laquelle est enroulé le câble, et ensuite, à la partie inférieure, la pile. Il a, en outre, le petit appareil télégraphique, qui est, au moment, considéré suspendu en haut et à gauche du crochet.

A mesure que le soldat marche en avant, le câble se déroule derrière lui sur le sol, et la bobine tourne sur son axe. L'instant venu de correspondre, il décrochera le petit appareil télégraphique, et, le prenant à la main, commencera l'envoi ou la réception des dépêches qui se présenteront. Cette correspondance pourra avoir lieu, sans même qu'il arrête sa marche et sans que tout le câble soit déroulé. Il faut noter qu'il y a 1 kilomètre de ce câble sur la bobine. On sera donc obligé de s'arrêter après avoir parcouru 4000 mètres. Mais, on pourra aussi bien correspondre à une distance moindre, 500 mètres par exemple, parce que la communication a toujours lieu au travers du câble entier, qu'il soit enroulé sur la bobine ou déroulé sur le sol. Du reste, le télégraphiste est accompagné par des aides portant chacun 1 kilomètre de câble pour allonger la ligne au fur et à mesure des besoins.

Le câble est à deux conducteurs isolés. Chacun d'eux est recouvert de gutta-percha, et tous deux ensemble sont réunis sous une enveloppe de ruban caoutchouté. Avec cette protection, le câble peut être étendu sur un sol sec ou humide, sans aucun danger de détérioration. Il peut même être exposé à la pluie ou traverser un ruisseau sans que la communication en soit aucunement troublée. Nous ferons remarquer ici, par parenthèse, que, vu le peu de résistance électrique de la ligne, une petite perte serait de peu de conséquence.

Les deux conducteurs sont attachés à la pile de l'officier stationnaire avant la séparation des deux télégraphistes; des boutons spéciaux, désignés par des lettres, ne laissent place à aucune erreur. Avant de se quitter, ils vérifieront leurs appareils en transmettant dans les deux sens, une courte phrase. Après avoir repris sa position, le télégraphiste mobile en avisera son correspondant par l'envoi du mot d'ordre, et l'échange des dépêches pourra commencer.

Le soldat porteur du crochet recherchera de préférence les sentiers inaccessibles aux voitures. S'il a une route à traverser, il choisira un endroit où des arbres puissent lui permettre de monter le fil à une hauteur suffisante pour laisser passer par dessous les voitures et les canons, car on comprend, du reste, que, si ce fil était étendu au travers du chemin, il courrait chance d'être écrasé et coupé par les roues. A vrai dire, pour ce cas et d'autres

analogues, il faudra adjoindre au télégraphiste un compagnon chargé d'enlever le câble sur les branches des arbres et de divers soins du même genre. D'ailleurs, quand le moment de cesser la communication est venu, le télégraphiste reçoit l'ordre de revenir à son point de départ, et, là encore, un compagnon lui est nécessaire pour enrouler le câble sur la bobine. L'aide se sert alors

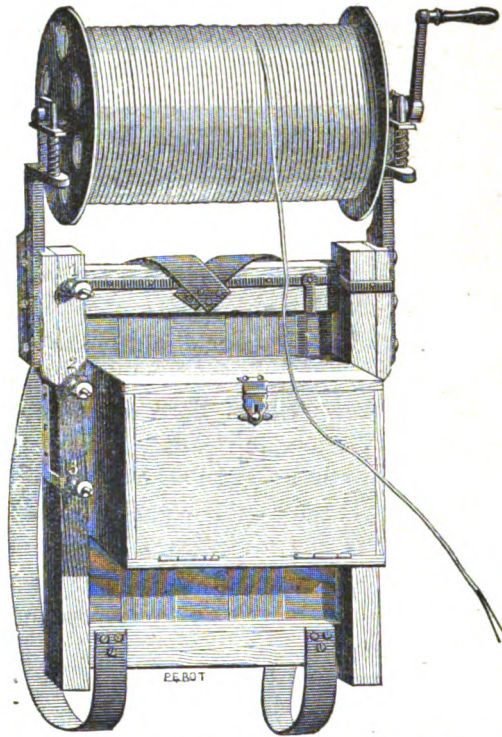


Fig. 221. — Bobine et sac-pile du système de télégraphie militaire de M. Gustave Trouvé.

d'une manivelle qui s'emmanche sur le bout de droite de l'axe de la bobine (fig. 221). Il la tourne et enroule le câble pendant que le porteur marche au petit pas pour faciliter l'opération.

Nous avons montré ici deux télégraphistes, l'un stationnaire, l'autre mobile, séparés par une distance maximum de 1000 mètres; mais le second peut être accompagné d'un troisième, porteur d'un crochet et d'une bobine identiques. Quand l'un des porteurs aura épuisé son câble, le second commencera à dérouler le sien, non sans avoir établi la liaison entre les deux câbles, au moyen

des petits mousquetons très ingénieusement combinés par M. Gustave Trouvé (voir page 231). Il sera donc possible d'établir la correspondance entre deux points distants de deux ou un plus grand nombre de kilomètres. De plus, les deux postes peuvent être mobiles.

Pour faire bien saisir toute l'utilité de cet ensemble si simple, il faut insister sur ce point que, dans un cas de grande urgence, une ligne de un kilomètre peut être établie, sur un terrain découvert, en dix minutes, c'est-à-dire dans le temps nécessaire pour parcourir à pied cette distance.

On aura remarqué, dans ce qui précède, que nous avons parlé d'un câble à deux fils, tandis que le télégraphe ordinaire n'emploie qu'un seul fil et se sert de la terre pour suppléer au fil de retour. En y réfléchissant, on verra que cette télégraphie volante ne peut pas fonctionner dans les conditions ordinaires; l'établissement d'une bonne perte à la terre est en effet indispensable à chaque station; or, les télégraphistes militaires ne peuvent pas toujours choisir un terrain convenable à cette communication avec la terre, qui, d'ailleurs, ne peut que bien rarement être établie d'une manière instantanée. Dans les plaines de sable brûlées par le soleil, en Algérie par exemple, on n'arriverait pas à établir un fil de terre; dans une plaine gelée à plusieurs pieds d'épaisseur, comme ont été nos campagnes pendant une notable partie du temps qu'a duré la dernière guerre, on n'y arriverait pas davantage. Ces raisons ont déterminé M. Gustave Trouvé à employer deux conducteurs et à s'écarter des habitudes du service télégraphique ordinaire; et nous sommes convaincus qu'il a eu raison, sans vouloir dire toutefois que la télégraphie militaire doive dans tous les cas procéder ainsi.

Si l'on avait à employer ce système de télégraphie militaire à de grandes distances, il serait à propos de faire usage des deux conducteurs comme d'un seul, ce qui réduirait de moitié la résistance de la ligne, et d'employer la terre pour le retour.

Nous nous sommes étendus assez longuement sur la ligne télégraphique proprement dite, qui est la partie la plus essentielle d'un télégraphe électrique; les appareils de correspondance n'en sont réellement que l'accessoire; ils peuvent d'ailleurs être combinés de bien des façons, et M. Trouvé en a proposé deux concurremment: l'un est un télégraphe à cadran très analogue au télégraphe Bréguet; l'autre est un appareil du système Morse à lecture au son, ce que nous appelons en langage technique un *parleur*.

L'appareil de correspondance désigné sous le nom de *parleur*

de M. Gustave Trouvé est représenté en demi-grandeur naturelle par la figure 222. Il a la dimension d'une grosse montre et peut être porté dans un gousset. La boîte est en métal; on la fait habituellement en laiton nickelé à la pile. On a figuré l'instrument en demi-grandeur naturelle avec l'un des fonds enlevé pour

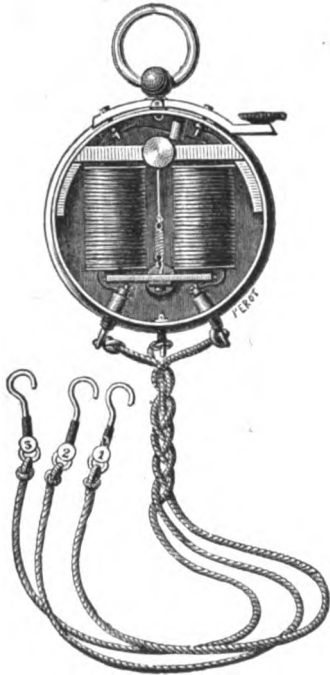


FIG. 222. — Parleur manipulateur-récepteur militaire représenté sans couvercle, en demi-grandeur naturelle. Disposition de M. Gustave Trouvé.

montrer le mécanisme, qui est d'ailleurs très simple. Un électro-aimant en est le principal organe; son armature, placée au-dessous, a un mouvement peu étendu; autour d'un axe placé à côté du spectateur; cette armature vient, par un petit appendice, frapper un bouton monté sur le fond de la boîte qui est en arrière. Ces petits coups font un bruit suffisant, avec une pile convenable, pour permettre facilement la lecture, sans même qu'il soit nécessaire de mettre l'appareil près de l'oreille; on comprend que la boîte du parleur sert de caisse de résonance et contribue notablement à la netteté de la perception.

Le manipulateur, ou clef Morse, est placé à l'extérieur de la boîte; c'est un petit levier qui pivote autour d'un axe et dont l'extrémité est relevée; la manipulation peut se faire avec le bout de l'index de la main droite, la boîte étant tenue dans la main gauche.

Le cadran de M. Trouvé pour son télégraphe, système Bréguet, est représenté au recto par la figure 223.

Le verso, représenté par la figure 224, est muni centralement des lettres de l'alphabet.

Des blancs sont ménagés suivant les rayons pour permettre aux télégraphistes d'y inscrire des mots appropriés et en rapport avec leur situation ou le genre d'exercices. Cette disposition évite les longues épellations des mots.

La figure 225 montre tout préparé par exemple le cadran des avant-postes. Il indique de quelle arme on est en présence; si

l'ennemi est en repos ou en marche, s'il s'approche ou s'éloigné, s'il est en nombre, si l'on a affaire à des éclaireurs, etc.

Les ordres usuels y sont inscrits :

En avant, en retraite, attaquez, laissez passer. Enfin demandes de renfort, de vivres, de munitions, etc.

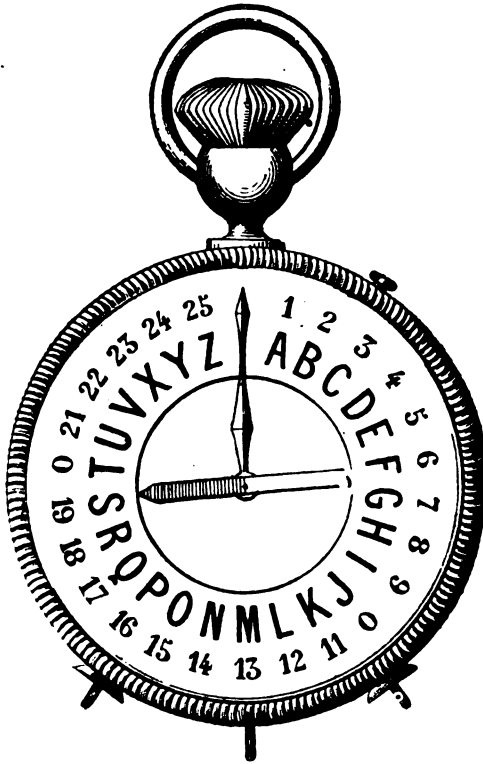


FIG. 223. — Montre télégraphique militaire, en grandeur naturelle, avec manipulateur et récepteur. Disposition de M. Gustave Trouvé.

Des lettres sont encore réservées au centre du cadran pour communiquer un mot ou un ordre qui n'aurait pas été prévu.

Que l'on veuille maintenant correspondre promptement : après avoir échangé le mot d'ordre et le mot de ralliement et indiqué le numéro du cadran dont il faut se servir, le poste attaquant ou expéditeur n'a plus qu'à placer l'aiguille de sa montre télégraphique sur chaque mot qu'il veut transmettre et aussitôt le poste attaqué ou récepteur lit ce mot indiqué par son aiguille. Comme cette transmission se fait pour ainsi dire aussi vite qu'avec

aux mots, ou des mots aux lettres, ainsi que d'un cadran à l'autre, ou simplement du recto au verso, pour pouvoir, au besoin, expédier une dépêche chiffrée.

On conçoit l'avantage exceptionnel, avant l'invention des téléphones, de ce télégraphe militaire ; car il permettait de transmettre une dépêche silencieusement aussi vite que la parole et cela sans aucun apprentissage du télégraphiste.

Précédemment, M. Trouvé avait réalisé une autre disposition encore plus compacte ; la manipulation se faisait par un bouton placé dans l'anneau de la bélière, comme est le bouton de remontoir dans les montres qui se remontent sans clef. Il n'est pas impossible qu'on revienne à cette forme qui offre moins de prise aux accidents.

Trois fils conducteurs isolés sont attachés à l'appareil et servent à le relier à la pile et au câble de ligne. Ces conducteurs sont formés chacun de plusieurs fils de cuivre très fins, tressés, ce qui donne une souplesse extrême à l'ensemble. Ils sont recouverts chacun de soie, d'une couleur spéciale ; d'ailleurs, le petit crochet qui les termine est numéroté, et ces numéros correspondent à ceux des boutons de la caisse à pile auxquels ils doivent être attachés, de telle sorte que, malgré la hâte fiévreuse avec laquelle toutes ces liaisons peuvent être faites quelquefois, il ne paraît pas possible de commettre d'erreur.

Il nous reste à parler de la pile elle-même, qui n'est pas la partie la moins heureuse de l'ensemble, et qui présente des avantages tout à fait incontestables pour la télégraphie militaire. Nous le ferons rapidement, car le lecteur y trouvera la description détaillée et complète, avec dessins à l'appui, au chapitre consacré aux sources d'électricité. D'ailleurs, dès à présent, on a vu le caractère spécial du télégraphe de M. Gustave Trouvé, qui est la réunion sur le dos d'un homme de toutes ses parties (câbles, pile, manipulateur, récepteur, avertisseur). Tout cet ensemble est comparable à un sac de soldat et il est d'un moindre poids.

Quant à la pile de M. Gustave Trouvé (fig. 226), ce qui fait son inappréciable avantage dans le cas présent, c'est qu'elle fonctionne sans liquide, ou du moins sans liquide libre pouvant se renverser ou fuir des vases qui le contiennent. D'une façon succincte, disons, en passant, que chaque élément est composé d'un disque rond de zinc et d'un disque de cuivre placés parallèlement l'un à l'autre et ils sont séparés par des disques de papier d'un diamètre moindre. Cette masse de papier peut absorber beaucoup d'eau et rester humide pendant un temps très long, surtout dans

les conditions les plus pratiques. La moitié inférieure des disques de papier est imbibée d'une solution saturée de sulfate de cuivre,

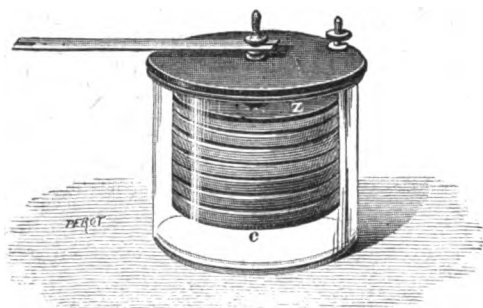


FIG. 226. — Pile humide de M. G. Trouvé.

l'autre moitié d'une solution de sulfate de zinc. Le lecteur constate qu'on possède ainsi tous les éléments d'une pile Daniell ordinaire, dans laquelle les deux liquides restent séparés beaucoup mieux qu'ils ne le sont par les vases poreux. Avec cette disposition, l'usure du sulfate de cuivre ne se produit guère que par suite du passage du

courant; en d'autres termes, dans cette combinaison ingénieuse, il n'y a presque pas de travail intérieur de la pile perdu; or, on sait que c'est cette usure constante qui est un des graves défauts de la pile si remarquable de Daniell.

Le disque de cuivre est maintenu, au centre, par une tige isolée des rondelles de papier et du zinc; elle dépasse la table d'ardoise qui surmonte l'élément et qui sert de couvercle au vase de verre ou d'ébonite dans lequel on place l'élément à l'abri des courants d'air et de la poussière. Le bord de ce vase a été rodé et l'ardoise bien dressée, de telle sorte que l'élément se trouve dans une capacité hermétiquement fermée et, par conséquent, préservé de l'évaporation. Ainsi composé, l'élément peut fonctionner pendant plus d'une année, sans qu'on ait à s'en occuper en aucune façon.

Tel est l'élément *humide*, du nom que lui a donné l'inventeur; et, pour le dire en courant, cette dénomination a l'avantage d'être rigoureusement exacte, tandis que le nom de *pile sèche*, qui a cours dans l'enseignement classique, est inexact, appliqué aux piles de Zamboni, qui n'agissent réellement que grâce à l'humidité qu'elles absorbent. L'élément humide de M. Gustave Trouvé a la même force électromotrice que l'élément Daniell, dont il ne diffère que par la forme. Sa résistance varie avec le diamètre des rondelles de cuivre et de zinc et avec l'épaisseur de la pile de papier intermédiaire. Pour un diamètre donné des rondelles métalliques, on ne pourrait pas diminuer par trop la quantité de papier sans faire perdre à la pile les quantités de durée qui font l'un de ses

principaux mérites; par contre, à mesure qu'on augmente l'épaisseur du papier, on augmente la durée possible du service actif et en même temps la résistance.

La première application que M. Gustave Trouvé ait faite de la pile a été à la thérapeutique. Il réunit un grand nombre d'éléments de petite dimension dans une même boîte (les plus petites ont des rondelles métalliques du diamètre d'un sou français), et constitue un appareil excellent pour l'application du courant continu; excellent parce qu'il a une tension assez grande et point de quantité,

de telle sorte qu'il ne produit pas de décomposition des tissus aux points d'application des électrodes.

L'application à la télégraphie militaire était donc toute indiquée; nous avons fait connaître le télégraphe portatif dont fait partie une pile du système que nous venons de décrire. Cette pile (fig. 227) est composée de trois boîtes superposées, dont chacune contient trois éléments; ces boîtes sont faites en caoutchouc durci; le couvercle auquel sont



FIG. 227. Pile militaire de M. G. Trouvé.
Une batterie semblable est placée sur le sac-bobine.

attachés les trois éléments est en ardoise. Avec ces neuf éléments on peut faire fonctionner le parleur à plusieurs kilomètres de distance. La pile, on le comprend facilement, peut être portée sans précaution, inclinée sur le côté, ou même mise à l'envers dans les voitures de transport, sans aucun inconvénient.

On pourra appliquer également cette pile humide à tous les appareils d'avertissement ou autres fonctionnant dans des trains de chemin de fer ou dans des voitures.

Nous croyons que pour la télégraphie générale, la pile de M. Gustave Trouvé est destinée à rendre de grands services. On l'emploiera de préférence sur les circuits d'une certaine résistance, auxquels elle est plus particulièrement adaptée par suite de sa résistance intérieure assez considérable. En effet, elle présente les avantages connus de la pile Daniell, dépolarisation complète de l'électrode, et, par suite, grande constance. On peut

même dire que, sous cette forme, la pile Daniell prend une constance inaccoutumée; nous nous expliquons : avec la forme ordinaire, on remarque que la force électromotrice est absolument invariable, tandis que la résistance intérieure varie d'une manière continue, surtout quand le courant est interrompu et rétabli; chaque fois qu'on mesure à nouveau la résistance intérieure d'une pile Daniell, on trouve une valeur différente, et cependant ces valeurs variables conduisent à une valeur unique de la force électromotrice; cela s'explique sans doute par les variations continues de la composition du liquide.

Les appareils télégraphiques de M. Gustave Trouvé ont eu une consécration officielle dans un ouvrage, sur la matière, de M. Aurèle Guérin, ancien élève de l'École polytechnique et de l'École d'application de Fontainebleau, aujourd'hui chef de bataillon d'artillerie à l'État-Major de la place de Paris.

Après avoir passé en revue et examiné les divers systèmes employés par les gouvernements, l'auteur n'hésite pas à manifester hautement sa préférence en faveur des inventions de MM. Morse et Gustave Trouvé. « Les deux appareils Morse et Trouvé ont chacun leurs avantages, dit-il. Ils se complètent l'un l'autre. Le premier, employé à la correspondance internationale, donnerait, avec un matériel moins encombrant, une solution excellente de la télégraphie de réserve; le second, même avec les câbles défectueux que nous possédons, apporte une solution de la télégraphie militaire aux avant-postes et pendant le combat. C'est un appareil léger et transportable comme les parleurs, et en même temps un télégraphe. Il peut remplacer les télégraphes Bréguet sur les chemins de fer; on peut l'utiliser partout. La télégraphie militaire continuera à se servir de l'appareil imprimeur Morse, mais elle placera le télégraphe Trouvé au premier rang parmi ceux qu'elle doit employer. »

Non seulement l'appareil Trouvé, préféré par cet officier distingué à tous les autres appareils, leur est supérieur sur les champs de bataille par la rapidité de la transmission et la légèreté de son transport, mais encore il a cette propriété de convenir aux chemins de fer, au service intérieur des grands établissements.

« Tous les jours, ajoute M. le chef de bataillon Aurèle Guérin, presque sur chaque ligne de chemin de fer arrive, sinon un déraillement, du moins un accident qui oblige un train à rester sur une voie sans pouvoir avancer ni reculer. La voie étant embarrassée, le service devrait être immédiatement interrompu, et aucun train

ne devrait dépasser les deux stations de part et d'autre les plus rapprochées du lieu de l'accident. L'organisation actuelle du service sur les trains de chemin de fer ne le permet pas. En effet, lorsqu'un cas semblable arrive, une personne se rend à pied, en suivant la voie, jusqu'à la station la plus voisine, en prévient le chef, qui, à son tour, télégraphie la nouvelle à l'autre station et demande du secours. Or, bon nombre de stations sont distantes l'une de l'autre d'au moins 10 kilomètres, et si l'on suppose le train arrêté à mi-chemin, une heure environ se passera avant que les chefs de stations, les inspecteurs et les commissaires de surveillance en soient avertis, et pendant ce temps les trains qui suivent n'auront pas été arrêtés et pourront amener, par leur rencontre avec le premier, des catastrophes terribles.

« Supposons maintenant que le chef du train en détresse ait avec lui un petit télégraphe portatif lui permettant, à un endroit quelconque de la voie, d'envoyer et de recevoir des dépêches; au moment où le train s'arrêtera, obligé de rester en place, il notifiera aux stations voisines le cas où il se trouve et la nature du secours qu'on doit lui envoyer. On saura donc tout de suite si les deux voies sont obstruées ou laquelle est libre, et on prendra les mesures en conséquence. Outre l'avantage immense d'éviter l'arrivée d'un train sur celui qui est arrêté, on aura encore celui de gagner un temps précieux, de dégager beaucoup plus rapidement la voie qui n'est pas libre et d'éviter ces longs retards si préjudiciables aux voyageurs et aux compagnies elles-mêmes.

« La montre télégraphique destinée au service intérieur des grands établissements industriels, manufacturiers ou administratifs, par M. Gustave Trouvé, est des plus ingénieuses. On sait que dans de colossales usines existant en Amérique et en Angleterre, et dans quelques-unes de celles plus réduites de France, d'Allemagne et de Belgique, de petites lignes télégraphiques relient le bureau du directeur à ceux des contrôleurs et des chefs d'atelier. Le but principal est de régulariser tout le service intérieur. On conçoit, en effet, que dans une manufacture où sont souvent réunis plusieurs milliers d'ouvriers, où se trouvent des hauts fourneaux, des charbonnières, des forges, des fonderies, etc., le directeur a intérêt à savoir immédiatement tout ce qui s'y passe. Son bureau est souvent éloigné de quelques centaines de mètres de celui de certains employés, et s'il veut demander à l'un d'eux un renseignement quelconque, ou lui donner des instructions spéciales sans le secours du télégraphe, il devra lui envoyer un domestique et attendre une demi-heure, souvent davantage, sa

réponse écrite et signée, ou bien il le fera venir à son bureau et le distraira ainsi de la surveillance de l'atelier qu'il dirige. Il arrivera alors que les ateliers se trouveront pendant un temps plus ou moins considérable, suivant leur distance au bureau central, sans direction aucune; la besogne sera moins bien faite, et si, par hasard, un accident, une chose imprévue survient, ni l'employé, ni le directeur n'en seront prévenus sur l'heure et ne pourront prendre immédiatement les mesures commandées par la circonstance. Si, au contraire, chaque atelier est relié télégraphiquement avec le bureau central, le directeur peut exercer de son cabinet une surveillance complète sur les diverses parties de son établissement, donner ses instructions, demander les renseignements dont il a besoin, sans enlever un seul instant un employé à son travail. C'est un avantage de premier ordre qu'ont parfaitement compris tous les industriels qui ont organisé dans leurs usines un service télégraphique régulier.

« Le télégraphe employé le plus généralement est le télégraphe à cadran. Tous ceux qu'on a construits jusqu'ici exigent par leurs dimensions une installation particulière dans chaque atelier. Le télégraphe construit par M. Gustave Trouvé remplacerait très avantageusement ces appareils, parce qu'il a un très petit volume, ne nécessite aucuns frais spéciaux pour son établissement et coûte beaucoup moins cher. On pourra lui conserver le cadran des mots, les noms des contrôleurs et des chefs d'atelier étant les mots correspondant aux lettres de l'alphabet; et, si l'on avait soin de disposer les lignes télégraphiques dans l'intérieur des bâtiments, le long des murs, à hauteur d'homme à peu près, les employés pourraient circuler dans leurs ateliers, portant sur eux la montre télégraphique et un élément Trouvé, et quand une sonnerie les avertirait qu'une dépêche est destinée à l'un d'eux, ils établiraient de suite, sans avoir besoin de courir à leur bureau, la communication de la montre avec la ligne, et sauraient, au premier signe, si la dépêche leur est destinée ou non. Dans le premier cas, ils la recevraient et rendraient réponse immédiatement; dans l'autre, ils supprimeraient la communication de la montre avec la ligne et iraient terminer leurs instructions à l'ouvrier qu'ils viendraient de quitter. Tout cela demanderait au plus deux minutes.

« La montre télégraphique (fig. 223) réalise donc une économie notable pour le directeur de l'usine, et une grande diminution de perte de temps pour les employés. Ces avantages sont très sérieux, et comme ils se rapportent non seulement aux grands établissements industriels, mais encore à tous ceux dont les

divers corps de bâtiment sont très éloignés les uns des autres et en particulier aux grands établissements militaires, nous avons cru devoir appeler sur eux l'attention. »

A l'époque de la publication de l'ouvrage de M. Aurèle Guérin, le téléphone n'était pas encore inventé et le cadran de M. Gustave Trouvé présentait un intérêt capital, un peu amoindri aujourd'hui.

Actuellement, quand il y a avantage, M. Gustave Trouvé remplace son cadran par un petit téléphone avertisseur, dont nous allons bientôt parler.

Pour donner une idée plus précise de son importance à l'époque de sa découverte, citons cette page historique de notre histoire néfaste.

C'était en novembre 1870, les obus prussiens pleuvaient sur Paris et le blocus affamait la grande ville. M. Gustave Trouvé, par une froide soirée, présage du rigoureux hiver qui allait commencer, donnait une conférence, avec l'aide du D^r Mallez, dans l'ancien théâtre de l'Athénée, situé rue Auber, près de l'Opéra non terminé alors et qui servait d'ambulance, de magasin à poudre et d'ateliers de réparations d'armes tout à la fois ! A cette époque c'était un volcal, mais nous n'y dansions pas. Il démontrait à ses auditeurs, enfiévrés par la disette, mais non abattus, son explorateur-extracteur des projectiles, son oiseau mécanique, que nous étudierons au chapitre XI, et le nouveau télégraphe militaire qu'il venait de créer. A sa parole vibrante et chaude, l'espoir renaissait au cœur des courageux citoyens et l'enthousiasme réchauffait leur âme attristée.

« Que l'un quelconque d'entre vous, Messieurs, disait notre conférencier, veuille bien expérimenter mon télégraphe. Pourvu qu'il sache lire il pourra, tout aussi bien que moi, recevoir et transmettre une dépêche. »

De l'assemblée surgit un brave Auvergnat :

« Tenez, me voilà, clama-t-il avec énergie, je suis votre homme ! »

Et aux bravos frénétiques de la salle, il s'équipait du sac-bobine, de la montre télégraphique et gagnait le seuil de la porte. Quelques hommes de bonne volonté s'offrirent successivement pour le transmetteur, et, en même temps qu'ils plaçaient l'aiguille sur les mots du cadran mobile, la voix de stentor de l'enfant de l'Auvergne répétait : *Artillerie ! Cavalerie ! Infanterie ! Ennemi !...* avec l'accent spécial à sa province.

On riait, mais l'admiration, l'enthousiasme n'en étaient pas diminués. M. Gustave Trouvé fut enlevé de terre en un instant et

porté en triomphe sur les épaules! Immédiatement on voulut, d'un élan unanime, le conduire chez le général Ducrot, membre de la Défense nationale et commandant en chef des troupes investies.

Il était dix heures du soir et, à moins de force majeure, c'est une heure peu propice aux présentations et aux expériences!

M. *Déhérain*, alors professeur au Collège Chaptal, aujourd'hui membre de l'Institut et l'un de nos agronomes les plus écoutés, se présenta heureusement et prit le ferme engagement, devant la réunion, de conduire M. Trouvé, dès le lendemain matin, chez le général Frébault, attaché à la Place, et, de là, près le général Ducrot.

Ce qui fut dit fut fait, et M. G. Trouvé était présenté, à l'heure dite, par M. Déherain, à l'excellent général Frébault et au commandant en chef qu'ils allèrent rejoindre à la Porte-Maillot. De nouvelles expériences furent faites, avec des soldats inexpérimentés, et, séance tenante, M. Gustave Trouvé reçut l'ordre de construire immédiatement cent vingt postes télégraphiques. Malheureusement la matière première faisait défaut et, malgré l'activité de notre inventeur qui courut aux remparts chercher des bras, vingt-cinq postes seulement furent livrés à M. de la Barre Duparcq, délégué par le Gouvernement militaire pour les recevoir. Hélas! les jours passaient et la capitulation était imminente.

CHAPITRE NEUVIÈME

Téléphones et Microphones de M. Gustave Trouvé.

§ 1^{er}. — TÉLÉPHONES

Aperçu historique de la téléphonie. — Téléphones à membranes multiples. — Téléphone avertisseur de MM. le capitaine Perrodon et Gustave Trouvé. — Installation téléphonique domestique.

Le téléphone et le microphone constituent deux applications vraiment extraordinaires et tout à fait inattendues de l'électricité.

La loi physique universelle de la conservation de l'énergie se manifeste d'une manière extrêmement remarquable sur le terrain de la téléphonie et de la microphonie. Il est prouvé aujourd'hui qu'il y a un enchaînement caché entre les ondulations sonores, les vibrations moléculaires et les courants électriques et qu'on peut tirer un parti extrêmement utile et puissant de cette constatation de la science moderne.

L'esprit si chercheur et si inventif de M. Gustave Trouvé devait être attiré aussi vers les problèmes encore nouveaux et il devait y laisser les marques de son ingéniosité sans cesse en éveil.

La téléphonie est l'art de transmettre au loin la parole, comme l'indique son étymologie grecque (τέλη, loin, et φωνος, parole). D'abord subordonnée à la télégraphie électrique, elle tend de plus en plus à prendre une place prépondérante. Aucune découverte n'a eu une fortune aussi rapide et aussi brillante. Lorsque parvint en Europe le récit de l'expérience fondamentale du 2 juin 1875, il y eut tout d'abord un mouvement d'incrédulité. Mais il fallut bientôt se rendre à l'évidence. *Graham Bell* avait bien, en effet, créé une petite machine magnéto-électrique réversible, d'une si grande sensibilité qu'elle était impressionnable par le simple souffle de

la voix. Cela fut un enthousiasme général et cela devint un engouement sans précédent.

L'appareil de Graham Bell fut rapidement perfectionné par les savants des deux mondes, et il entra sans désespérer dans le domaine de la pratique courante, sans avoir à compter avec les périodes d'incubation ou de tâtonnements pénibles et coûteux, auxquelles bien peu d'inventions, grandes ou petites, parviennent à échapper. Dès l'année 1881, le téléphone fonctionnait dans plusieurs villes d'Amérique et d'Europe; aujourd'hui on en fait usage dans toutes les parties du monde.

Ses admirateurs de la première heure, tous ceux qui ont eu foi en son avenir, dès son apparition, n'auraient pas osé lui prédire un semblable succès. Des plus optimistes le voyaient se substituer peu à peu au télégraphe. Mais on ne songeait pas qu'il ferait mieux et autre chose. On ne supposait pas qu'il serait capable d'établir une communication permanente, non pas seulement entre des bureaux publics, mais encore entre toutes les demeures particulières. On est obligé d'aller chercher le télégraphe; on a le téléphone sous la main. Pour se servir du télégraphe, il faut recourir à l'assistance d'un tiers; le téléphone, lui, supprime tout intermédiaire. Telles sont les causes premières de sa prodigieuse fortune, comme le fait très bien remarquer M. Émile Bouant, un de ses historiens. Télégraphe et téléphone ne sont pas, au reste, des rivaux qui doivent se gêner l'un l'autre et se porter ombrage. Chacun dans sa sphère d'action doit contribuer à satisfaire et à accroître le besoin chaque jour plus impérieux de communiquer rapidement. Il en résultera nécessairement un développement parallèle de tous les procédés de correspondance.

Toutefois l'instrument de Graham Bell, dans sa merveilleuse simplicité, ne se prêtait qu'à des transmissions peu lointaines, en fournissant un son faible et sourd. Mais il ne resta pas longtemps dans cet état primitif. Rapidement amélioré, il devint, en quelques années, susceptible de satisfaire à toutes les exigences, grâce aux perfectionnements divers qu'on a fait subir à sa construction première. Pour son compte, voici ceux que M. Gustave Trouvé a apporté à diverses reprises au téléphone primitif.

Le lundi 1^{er} avril 1878, il présenta à l'Académie des sciences de Paris, dans les termes suivants, un téléphone à membranes multiples, représenté par la figure 228 :

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie des sciences les nouveaux résultats des recherches que j'ai poursuivies relativement au téléphone, par

l'application de membranes multiples vibrantes tendant à renforcer l'intensité des courants transmetteurs.

« Dans ma communication du 10 décembre 1877, j'annonçais, en effet, qu'on pouvait renforcer sensiblement l'intensité des courants produits, et, par suite, l'intensité du son lui-même; et j'avais adopté, à cet égard, une association polyédrique de membranes vibrant à l'unisson. Voici une nouvelle disposition qui, mettant à profit le même principe, donne des résultats supérieurs.

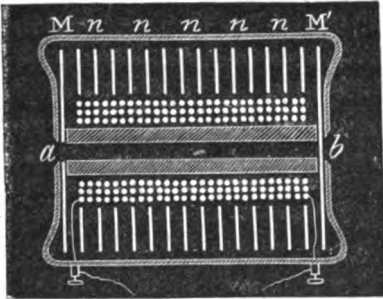


FIG. 223. — Téléphone à membranes multiples du système de M. Gustave Trouvé.

ab est un aimant tubulaire entouré par un solénoïde dans toute sa longueur. En regard de l'un de ses pôles *a* est une membrane circulaire *M* semblable à celle du téléphone ordinaire, mais percée en son milieu d'un trou dont le diamètre est égal au diamètre intérieur du tube-aimant. A l'autre pôle *b* est une membrane semblable *M'*, mais tout à fait pleine.

« On comprend aisément l'avantage de cette combinaison : si on parle en regard du pôle de l'aimant devant lequel est la membrane

percée *M*, les ondes sonores la mettent en vibration et, continuant leur route dans l'intérieur du tube-aimant, viennent faire vibrer la seconde membrane pleine *M'* placée à l'autre pôle du tube-aimant.

« Il en résulte que l'aimant, influencé à la fois par ses deux pôles, engendre dans le solénoïde des courants notablement plus intenses que s'il n'était influencé que par un seul pôle et par une seule membrane.

« Le récepteur, semblable au transmetteur que nous venons de décrire, reçoit les courants correspondants, qui mettent simultanément les deux membranes en vibration; l'oreille, placée en *a*, perçoit alors directement les sons produits par la première membrane *M*, et ceux de la seconde lui arrivent par l'intérieur du tube-aimant. Cette nouvelle disposition est des plus heureuses pour comparer expérimentalement les résultats fournis par un téléphone à membrane unique (téléphone Bell) et ceux fournis par un téléphone à membranes multiples. En effet, il suffit d'écouter alternativement aux deux faces de ce téléphone pour s'apercevoir immédiatement de la différence dans l'intensité des sons perçus. Ceux recueillis en *a*, du côté de la membrane percée, paraissent sensiblement doubles en intensité de ceux recueillis en *b*, côté de la membrane pleine qui constitue un téléphone ordinaire.

« La différence est encore plus frappante si, en transmettant ou en recevant un son invariable d'intensité à travers le téléphone multiple, on empêche à plusieurs reprises la membrane pleine *M'* de vibrer.

« Ceci posé, il est facile de voir qu'on augmentera encore l'intensité des courants, et, par suite, l'intensité des sons transmis, en intercalant entre les deux membranes primitives une série de membranes *n*, *n*, *n*, etc., parallèles et

équidistantes, entourant le solénoïde et l'influençant dans toute sa longueur.

« L'Académie me permettra en même temps de lui exposer le principe d'un nouvel appareil téléphonique que je viens d'expérimenter et dont je me réserve d'ailleurs de faire l'objet d'une note spéciale.

« Voici en quoi elle consiste : Une membrane métallique vibrante constitue l'un des pôles d'une pile à haute tension; l'autre pôle est assujéti devant la plaque par une vis micrométrique qui permet de faire varier, suivant la tension de la pile, la distance à la plaque, sans pourtant jamais être en contact. Cette distance toutefois ne doit pas dépasser celle que pourrait franchir la tension de la pile.

« Dans ces conditions, la membrane, vibrant sous l'influence des ondes sonores, a pour effet de modifier constamment la distance entre les deux pôles, et de faire ainsi varier sans cesse l'intensité du courant; par conséquent, l'appareil récepteur (téléphone Bell, ou à électro-aimant) subit des variations magnétiques en rapport avec les variations du courant qui l'influence, ce qui a pour effet de faire vibrer sychniquement la membrane réceptrice.

« C'est donc sur la possibilité de faire varier entre des limites très étendues la résistance du circuit extérieur d'une pile (batterie) à haute tension, dont les pôles ne sont pas en contact, que repose le nouvel appareil téléphonique.

« On pourra, pour varier les conditions de cette résistance, faire intervenir une vapeur quelconque, ou bien des milieux différents, tels que l'air ou les gaz plus ou moins raréfiés. »

Peu de temps après, M. Gustave Trouvé, toujours tourmenté par l'idée de mieux faire, trouva le moyen de perfectionner un nouveau système de téléphone avertisseur dû au capitaine Perrodon, en se consacrant à sa construction. M. Cornu, membre de l'Académie des sciences, se chargea de présenter à ses confrères, en juillet 1879, ce nouvel appareil basé sur le principe suivant : *Un téléphone quelconque rend un son continu, élevé et intense quand le courant d'une pile traverse sa bobine et passe entre l'armature et un contact fixe. Si d'autres téléphones sont interposés dans le même courant, ces instruments vibrent tous à l'unisson du premier avec la même intensité.*

Quelques jours après, M. le capitaine Perrodon écrivit dans la *Revue d'artillerie* : « Si le principe de mon appareil est simple, l'application était très délicate et la réussite eût été douteuse sans l'habileté du constructeur. » La figure 229 représente ce téléphone avertisseur auquel M. Gustave Trouvé a donné la griffe d'originalité de son tempérament créateur.

Ce système d'appel est extrêmement pratique, puisqu'il laisse au téléphone ces deux propriétés précieuses : son transport si facile, son emploi à la portée de tout le monde.

Cependant, quelques auteurs rejettent *a priori* tout système d'appel nécessitant l'emploi d'une pile. En fait, au point de vue domestique, les avertisseurs sans piles seraient à préférer, tandis que, au point de vue militaire, ils seraient un défaut. En effet, on sait que les avertisseurs sans piles ont le grave inconvénient

de ne transmettre qu'environ le $\frac{2}{100}$ du son produit au départ et à de faibles distances. Dans l'armée, le poste ne pourrait fournir l'appel sans trahir sa présence, et se ferait entendre, par une nuit calme, de 1 à 2 kilomètres de distance. Ce bruit serait en outre très gênant, comme les sonneries, dans un établissement industriel. Un inconvénient encore aussi grave, c'est qu'il ne contrôle pas la ligne et qu'on est obligé quand même d'avoir une pile et un galvanomètre pour ce contrôle qui est tout à fait indispensable à la guerre. Si la pile a des inconvénients, ils ne doivent pas être exagérés. Si elle est embarrassante dans les transports, que dire des bobines de câble qu'il faudra emporter? D'ailleurs la pile compense ces inconvénients par le contrôle de la ligne qu'elle fournit, le téléphone servant lui-même de galvanomètre pour cette vérification.

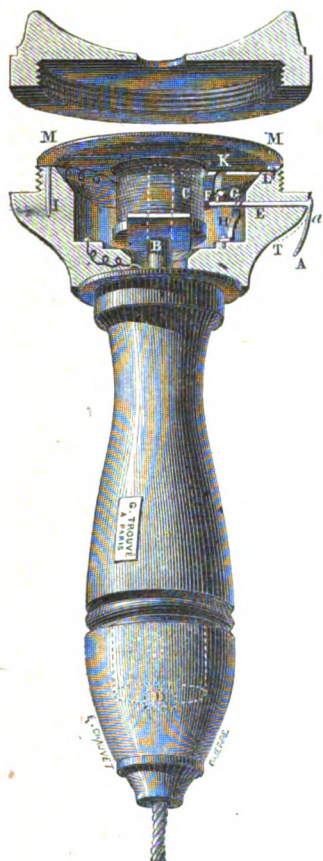


FIG. 229. — Téléphone avertisseur du capitaine Perrodon, modifié et construit par M. Gustave Trouvé.

Au surplus, une pile peut desservir deux ou plusieurs postes, comme cela pourrait se faire, par exemple, sur les chemins de fer à une voie, où les gardes-barrières seraient munis de téléphones avertisseurs, remplaçant avantageusement les cloches ordinaires et fonctionnant tous par le courant d'une pile unique et fixe installée à la station voisine.

Cette condition est réalisée par le téléphone avertisseur représenté par la figure 229. Il ne diffère des autres que par l'adjonction d'une aiguille A montée sur un axe E muni de deux

comes F, G fixées à angle droit. Ce système de commutateur a pour fonction d'intercaler l'interrupteur dans le circuit téléphonique par les ressorts G, H, lorsqu'on veut produire un appel, et l'interrupteur s'approche du centre de la membrane pour la mettre en vibration, suivant les positions de l'aiguille.

L'aiguille placée sur la lettre T (téléphone), le courant ne met pas la plaqué en vibration, tandis que placée en A (avertisseur) le courant passe par le trembleur, dont la plaque téléphonique constitue l'armature.

Le réglage, à la fois mobile et stable, était très difficile à obtenir. Dans les dispositifs combinés, la production de l'appel exigeait toujours de l'adresse et un certain apprentissage.

Cela se conçoit, du reste, si nous disons que l'amplitude des vibrations de la plaqué n'atteint guère que $\frac{1}{200}$ de millimètre. Cette difficulté a été complètement surmontée par M. Gustave Trouvé, qui a réalisé le téléphone avertisseur en lui adaptant son interrupteur, bien connu, de ses explorateurs.

Emploi de l'appareil. — Les téléphones (supposons-en deux), étant placés avec la pile dans le même circuit, le poste qui veut avertir tourne lentement son aiguille de T vers A, en arrêtant immédiatement la rotation dès que l'appareil chante. Le poste appelé, averti par le bruit de son appareil, qui chante à l'unisson du premier, fait osciller de droite à gauche son aiguille, ce qui a pour effet d'établir des intermittences dans le chant des téléphones qui était tout à l'heure régulier et monotone.

A ce nouveau signal, les deux postes remettent, chacun de leur côté, l'aiguille sur la lettre T (correspondance téléphonique), et la conversation est échangée à la manière ordinaire.

En résumé, voici les principaux avantages de ce système :

1° Extrême simplicité, dépense insignifiante et conservation complète de toutes les qualités du téléphone. Cet avertisseur qui peut leur être appliqué à tous, permet de les placer immédiatement dans les meilleures conditions de réglage.

2° Avertissement très bruyant, avec deux éléments pour des résistances de 100 à 110 kilomètres, les bobines de deux téléphones entrant déjà pour 90 à 95 kilomètres dans cette résistance. La portée et le bruit croissent jusqu'à une certaine limite avec le nombre des éléments employés, ce dernier au point de devenir insupportable.

3° Contrairement aux autres systèmes d'avertisseurs, le bruit à l'arrivée est de même intensité qu'au départ. Il sert encore de

moyen de contrôle, puisque le système ne peut fonctionner que si la ligne est intacte.

4° On peut placer un certain nombre d'instruments sur la même ligne, qui rendront tous simultanément, avec la plus grande fidélité, la note de celui qui commandera l'appel, malgré le plus grand désaccord possible dans la tension des membranes; mais ces tensions différentes suffiront, au besoin, pour distinguer les postes entre eux, ainsi que cela se produit, par la hauteur du son ou par la différence des timbres, avec les sonnettes d'appel.

Ces avantages le recommandaient tout particulièrement à l'armée, à laquelle il rend des services signalés. Il prend alors la place des montres télégraphiques du système de télégraphie de M. G. Trouvé, dont nous avons donné la description au chapitre précédent. Il pourrait également remplacer, sur les lignes ferrées simples, les signaux à cloches qui, avec une installation plus coûteuse, ne peuvent pas rendre des services aussi complets.

Lorsqu'il s'agit d'utiliser des téléphones existant déjà, dont la construction tout à fait exceptionnelle ne permet pas, ainsi que leur mauvais état de conservation, de leur appliquer avantageusement l'avertisseur du capitaine Perrodon, M. Gustave Trouvé emploie un avertisseur indépendant que nous allons décrire.

Le petit trembleur libre qu'il a appliqué comme avertisseur téléphonique en l'intercalant dans le circuit de la pile et des téléphones, n'est autre que le trembleur spécial de son appareil explorateur destiné à la recherche des projectiles enfermés dans les plaies par armes à feu, appareil bien connu par les nombreux services qu'il a rendus et qu'il rend constamment à la chirurgie.

Ce petit trembleur, de grandeur naturelle dans notre figure 230, est renfermé dans une boîte à doubles glaces transparentes, ressemblant à une toute petite montre et sert aussi de commutateur, car l'axe entraîné par l'aiguille est muni de cames à cet effet.

La position perpendiculaire de l'aiguille, par rapport à l'armature de l'électro-aimant, représentée dans le dessin, correspond à l'avertissement, c'est-à-dire que la pile, le trembleur et

les téléphones se trouvent dans le même circuit. La position oblique de l'aiguille, soit à droite, soit à gauche, établit seule-

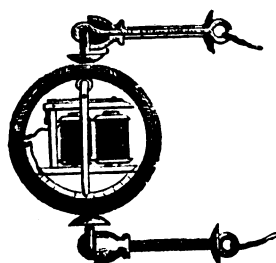


FIG. 230. — Trembleur téléphonique de M. Gustave Trouvé.

ment la correspondance téléphonique en supprimant la pile du circuit.

La disposition élégante de ce trembleur avertisseur ne conviendrait pas aux usages domestiques et à l'armée; aussi M. Gustave Trouvé n'a-t-il pas hésité un instant à sacrifier la grâce à la solidité et à la sûreté des effets. Il a donc renfermé son petit électro-trembleur, non plus dans une boîte de montre à doubles glaces transparentes, mais bien dans une minuscule auge rectangulaire en caoutchouc durci ou ébonite, de 3 à 4 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi de largeur et d'épaisseur (fig. 231).

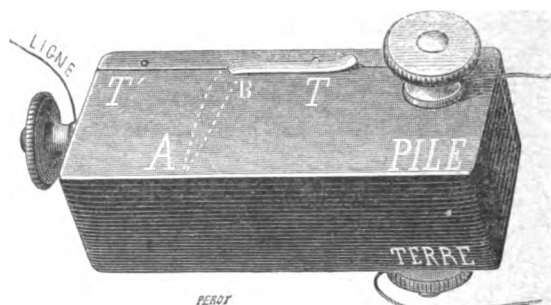


FIG. 231. — Avertisseur téléphonique indépendant, grandeur d'exécution, du système de M. Gustave Trouvé.

Cette auge étant complètement étanche, l'électro-trembleur, en dehors des chocs violents qu'il peut supporter sans avaries, vu son faible poids, se trouve aussi préservé des autres causes perturbatrices qui pourraient l'influencer, comme, par exemple, les intempéries de l'atmosphère, la chaleur, l'humidité, la poussière, etc. Il pourrait même être exposé à l'eau sans avoir à subir de détérioration. L'avertissement est aussi bruyant au téléphone de départ qu'à celui de l'arrivée ou de réception, comme dans celui du capitaine Perrodon, réalisé par M. Gustave Trouvé, malgré de grandes difficultés d'exécution.

Cet avertisseur indépendant a, suivant nous, une supériorité sur l'autre en ce qu'il met la pile au repos pendant la correspondance, qu'il ne nécessite absolument aucun changement aux téléphones que l'on possède déjà, et, qu'en outre, il ne demande ni le réglage de ces téléphones, ni le passage du courant dans un sens déterminé et qu'il s'adapte immédiatement à n'importe quel système de téléphone connu.

Les trois boutons (fig. 231), ou serre-fils, sont destinés à le placer dans le circuit téléphonique, la ligne et la terre.

L'aiguille B, dans la position T qu'elle occupe, se trouve sur la correspondance téléphonique, sans la pile dans le circuit; il en serait de même dans la position T'; tandis que, l'aiguille ramenée en A qui signifie avertisseur, le trembleur serait mis en action par le courant de la pile qui franchirait alors la ligne, les téléphones et ferait son retour par la terre. Tous les téléphones mis en ligne rendraient, dans ces conditions, un son rauque, plus ou moins élevé, mais correspondant exactement au nombre des vibrations de l'électro-trembleur. Le son croit aussi en intensité avec le nombre des éléments employés.

Dans la question des téléphones, M. Gustave Trouvé ne devait pas s'en tenir à ces applications élevées, mais d'un caractère spécial; et peu de temps après nous le voyons se consacrer à la téléphonie domestique, si nous pouvons employer cette expression. C'est donc dans cette sphère d'action que nous nous proposons maintenant d'étudier ces appareils, en les considérant comme des auxiliaires utiles et précieux des autres instruments d'électricité destinés aux usages journaliers.

Nous empruntons l'explication qu'en a donnée M. Hospitalier, dans un numéro de *la Nature*, journal si attrayant et si répandu et toujours le premier à porter à la connaissance du public les plus récentes découvertes :

Nous irons, comme toujours, du simple au composé, et nous supposerons tout d'abord que les communications se font dans l'intérieur des habitations mêmes, entre les différentes pièces d'un bureau, d'un atelier, d'une usine, ou les différents étages d'une maison.

La première question qui se pose est le choix d'un système. Auquel donner la préférence? A notre avis, lorsque les distances ne sont pas très grandes, au-dessous de 100 mètres, par exemple, pour fixer les idées, il est préférable d'employer les téléphones magnétiques, dont l'appareil Graham Bell est le type. On y trouve à la fois simplicité, économie de prix d'achat et d'installation. Plus loin nous étudierons les téléphones à pile, qui produisent certainement des effets plus intenses, mais coûtent plus cher et demandent plus de soin et de surveillance. Nous supposerons donc que nous ayons fixé notre choix sur un système magnétique.

On sait que la puissance des sons transmis par ce système est très faible; il importe donc, pour établir une communication entre deux postes, d'avertir préalablement le poste récepteur; ce qu'on fait ordinairement à l'aide d'une sonnerie d'appel. Son installation la plus simple est celle que nous connaissons pour relier une maison de campagne à la loge du gardien placée à l'entrée de la

propriété. Elle est constituée par une *sonnette à tirante* ordinaire, dans laquelle les équerres de renvoi sont isolées. Le fil de fer qui agit sur la sonnette sert de conducteur aux téléphones magnétiques, le retour s'effectuant par la terre. L'installation représente ainsi le maximum de simplicité et d'économie.

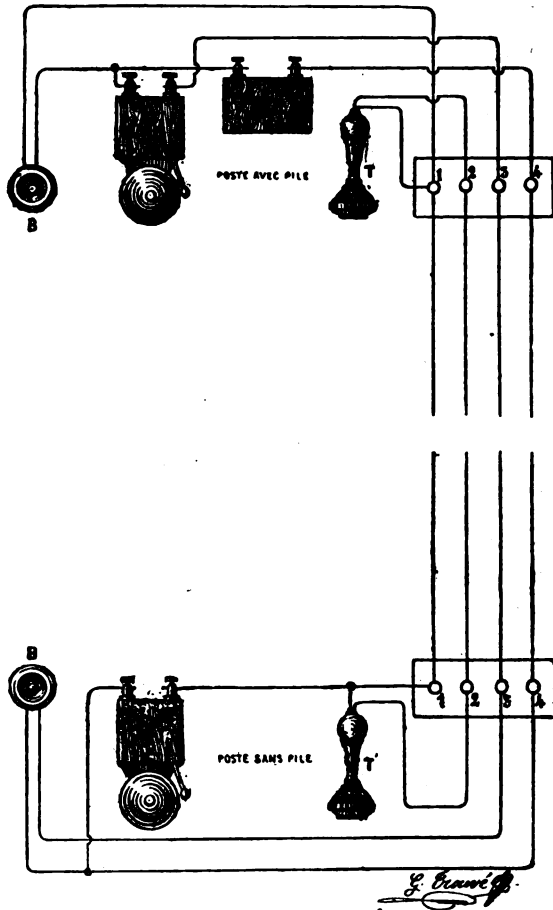


FIG. 232. — Installation téléphonique domestique : Sonneries, tableaux indicateurs et téléphones du système de M. Gustave Trouvé.

En général, il faut que chaque poste puisse appeler l'autre. Une communication téléphonique complète comprendra donc finalement à chaque poste : un téléphone transmetteur pouvant servir de récepteur, ou mieux une paire de téléphones, un bouton d'appel, une sonnerie d'appel et une pile. Tous ces appareils peuvent être groupés de différentes façons présentant chacune des avantages et des inconvénients. Le choix à faire entre ces divers groupements ou montages dépend des exigences spéciales à l'installation projetée.

Si la communication téléphonique doit être mise entre les mains de tout le monde — c'est le cas par exemple d'une communication entre un locataire à un étage élevé et le concierge dont la loge est souvent occupée par des voisins, des parents, des amis peu expérimentés — on doit rechercher avant tout la simplicité d'installation.

Dans ce cas, il faut absolument supprimer tout commutateur qu'on oublie trop souvent de manœuvrer, en mettant un nombre de fils suffisant — quatre au maximum, ou trois en prenant les conduites d'eau ou de gaz comme fils de retour, ainsi que nous allons l'indiquer. Dans l'espèce, il suffit du bouton d'appel et du téléphone pour établir la communication complète sans erreur possible. L'emploi du triple fil, avec retour par les tuyaux d'eau ou de gaz, présente même un autre avantage, celui de n'exiger qu'une seule pile pour suffire aux deux postes. Il est alors commode de prendre, soit la pile établie chez le concierge pour desservir les sonneries de la maison, soit la pile établie chez le particulier pour son usage personnel. C'est le second cas que représente la figure 232. La pile établie chez le concierge peut avoir d'ailleurs beaucoup d'autres emplois, car elle sert, au premier à actionner les sonneries et un tableau indicateur, et les sonneries ordinaires du locataire du second, qui, abonné au système téléphonique de la ville, a son téléphone installé dans l'antichambre. Le locataire du troisième, en correspondance permanente avec le concierge, épargne bien des étages à ses visiteurs en cas d'absence, et congédie facilement les importuns, avantages qui méritent d'être pris en sérieuse considération.

En jetant un coup d'œil sur le diagramme (fig. 232), il est facile de suivre les communications des différents appareils entre eux : boutons, sonneries, téléphones, piles et fils de ligne.

Pour éviter toute erreur, il est commode d'attacher d'abord les quatre fils à quatre bornes numérotées sur une planchette, à chaque étage, et d'établir ensuite les liaisons en partant de ces quatre bornes. La borne et le fil numéro 4 peuvent être remplacés par les conduites d'eau ou de gaz. Dans le diagramme de la figure 232 nous avons supposé les appareils disposés à la suite les uns des autres pour bien montrer les communications qu'on peut suivre facilement. En pratique, on les place où on peut, en utilisant les boutons, sonneries, téléphones dont on dispose. Lorsqu'on veut faire quelques concessions à l'élégance, il est commode de disposer tous les appareils sur une planchette, et il existe un certain nombre de postes téléphoniques dans lesquels toutes les combinaisons sont réalisées à l'avance; il suffit d'attacher les fils de ligne de pile et des téléphones aux bornes marquées sur la planchette pour que l'installation soit terminée. L'un des plus simples est le poste du modèle de M. Gustave Trouvé (fig. 233). La planchette porte le bouton d'appel, la sonnerie et une paire de téléphones Trouvé, genre Bell, avec vis de réglage se mouvant sur un cadran gradué pour bien fixer la distance de l'aimant à la plaque.

Le système ne comporte que deux fils de ligne; mais il demande une pile à chaque poste pour actionner les sonneries. La commutation se fait automatiquement en décrochant les téléphones, lorsque le poste appelant entend la réponse du poste appelé. Cette disposition est simple. Toutefois elle exige que

les téléphones soient remis avec soin dans les lyres de suspension, une fois la conversation terminée, ce que les personnes négligentes, avec lesquelles malheureusement il faut compter, ne font pas toujours. Chaque fois que la ligne n'est pas trop longue, il faut préférer le triple fil qui dispense de l'emploi de tout commutateur automatique ou non.

Lorsque les distances deviennent un peu grandes, le prix d'un fil supplémentaire joue un rôle de plus en plus important. Il y a alors lieu de se demander véritablement s'il vaut mieux satisfaire aux exigences de l'économie ou à celles de la simplicité. C'est là une question de pure appréciation.

Les conducteurs téléphoniques placés à l'intérieur des maisons peuvent être de même nature et de même grosseur que les fils des sonneries ordinaires. Il convient de les distinguer pendant la pose en les choisissant de couleurs différentes. Lorsque les fils sont extérieurs on les prend recouverts d'une double couche de gutta-percha. Le diamètre du fil de cuivre nu est de 1 millimètre et de 3 millimètres environ lorsqu'il est recouvert.

La nature des téléphones joue peu de rôle lorsque les distances sont petites. Les téléphones de Bell, à main, modèle ordinaire, conviennent parfaitement; leur prix varie de 8 francs à 50 francs la paire, suivant le fini du travail et les soins apportés aux détails de la construction.

Dans notre installation (fig. 232), nous employons comme transmetteur un appareil Gower, et un téléphone Bell, modèle Trouvé, comme récepteur. Le système est à trois fils, avec retour par les conduites de gaz. Les quatre téléphones — un récepteur Bell

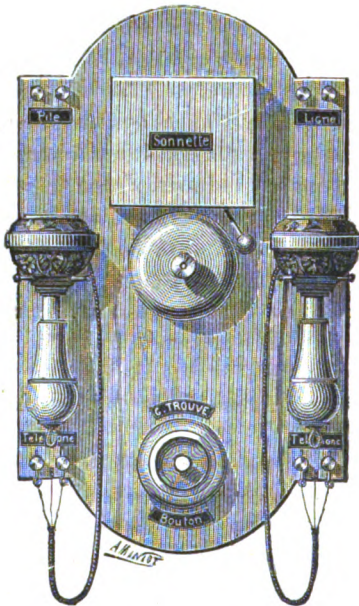


FIG. 233. — Poste téléphonique à deux fils et à double pile, modèle de M. Gustave Trouvé. La commutation s'opère automatiquement en suspendant les téléphones ou en les prenant à la main.

et un transmetteur Gower à chaque poste — sont disposés en tension sur le circuit fermé formé par les fils 1 et 2.

On conçoit que les montages de postes téléphoniques simples puissent varier beaucoup suivant le nombre de fils qu'on désire placer et les combinaisons à réaliser. On demande quelquefois que les deux sonneries fonctionnent ensemble pour établir un contrôle, d'autres fois un des postes ne doit jamais appeler, pour un domestique, par exemple, etc.; ce sont là des modifications de montage ou des simplifications qu'on trouve aisément avec un peu de réflexion.

Mais M. Gustave Trouvé a encore voulu éviter ce petit inconvénient aux personnes qui posent elles-mêmes leur téléphone. C'est ainsi qu'il a réuni tous les organes sur une planchette (fig. 233), en établissant à l'avance les connexions électriques. On n'a plus qu'à réunir les fils de la pile et de la ligne aux endroits indiqués.

§ 2. — MICROPHONES.

Aperçu historique de la microphonie. — Microphone Gustave Trouvé. — Microphone Trouvé, perfectionné et appliqué aux recherches de physiologie expérimentale. — Muscle artificiel. — Transmetteur téléphonique Trouvé-Dunand. — Poste micro-téléphonique.

Nous abordons maintenant la microphonie.

Par l'intercalation d'un contact libre, particulièrement d'un contact de charbon, dans le circuit d'un système téléphonique, on obtient une transformation parfaite des ondes sonores en courants électriques, et, par suite, une transmission téléphonique d'un genre tout particulier. Depuis l'année 1876, la révélation de ce fait tout spécial et inobservé jusqu'alors, fut employé avec avantage par plusieurs inventeurs pour les usages de la téléphonie. Mais ce n'est qu'en 1878 que le professeur D. E. Hughes, savant américain vivant à Londres, inventeur du télégraphe imprimeur, rassembla divers phénomènes déjà connus, mais épars et stériles, et découvrit que certaines matières dissemblables, c'est-à-dire non homogènes, pouvaient, par leur intercalation dans le circuit d'une batterie, produire, à l'aide des vibrations sonores, des courants ondulatoires électriques. Il démontra que l'on pouvait ainsi augmenter non seulement la force des sons et des paroles, mais surtout celle de bruits presque entièrement imperceptibles par eux-mêmes, de façon à les entendre à une grande distance, en se servant d'un téléphone Bell introduit dans le circuit.

Hughes pensa avec raison qu'un appareil combiné d'après ce système était appelé à jouer, par rapport à l'ouïe, un rôle analogue à celui du microscope par rapport à la vue. Il lui donna en conséquence le nom de microphone, dont l'étymologie est grecque et veut dire *petit son*. On peut donner à cet instrument des formes innombrables, des constructions variées et des combinaisons multiples. C'est le 9 mai 1878 que Hughes fit présenter sa découverte à la Société Royale de Londres par le professeur Huxley. Un mois après, le 8 juin, il remit à la Société de physique

un rapport dans lequel il exposa le principe essentiel du microphone, qu'il faisait reposer sur la présence, dans un circuit, d'un conducteur dont la résistance subit des variations exactement conformes à celles des vibrations sonores. Il indiqua, comme conducteurs propres à cet usage, de la poudre, de la limaille, enfin des conducteurs à forme plate et soumis à une pression de contact excessivement faible qui, si l'on veut obtenir l'effet maximum, doit elle-même être réglée d'après l'intensité du son à reproduire. Sous cette faible pression, les sons deviennent hauts et clairs, et, si celle-ci augmente, ils s'affaiblissent et cessent peu à peu. C'est pour cette raison que le microphone est plus applicable à la transmission des secousses mécaniques qui lui parviennent distinctement qu'à une simple excitation des ondes de l'air qui transmettent les sons à l'ouïe. Aussi entend-on beaucoup plus distinctement une tabatière à musique ou le tic-tac d'une montre placée directement sur une partie de l'appareil, que si l'on approche l'un de ces objets de l'instrument sans établir de contact avec lui. C'est pour cela, chose curieuse mais tout à fait normale, qu'une mouche courant sur l'appareil, produit un bruit qui peut être entendu dans un téléphone.

M. G. Trouvé a créé, sur le principe de Hughes, plusieurs variétés de microphones dont les formes changent suivant les usages auxquels ils sont destinés.

La forme la plus simple, à laquelle M. Gustave Trouvé s'est attaché, est la forme cylindrique. Son appareil ressemble à une petite lanterne sourde, dont la bougie est remplacée par un crayon de charbon. Cette disposition rend le système d'une extrême sensibilité et en fait un appareil de poche qui n'a rien à craindre sous le rapport de la solidité, le charbon étant entièrement préservé lorsque la porte se trouve fermée.

Outre qu'on peut, sans danger aucun, le transporter partout, il se prête à merveille à toutes les expériences. La montre peut se placer sous ou sur le microphone, à volonté. Les insectes s'y trouvent emprisonnés directement; aussi entend-on tous leurs ébats.

Ce microphone, placé au milieu d'un appartement, en révèle tous les secrets. La voix est admirablement transmise à un appareil récepteur (téléphone), même lorsque l'on parle à 25 mètres et plus du microphone.

Une mouche placée dans l'intérieur semble, dans le téléphone, faire des efforts inouïs pour en sortir.

C'est maintenant qu'on peut entendre, de Marseille, une mouche voler sur les Tours de Notre-Dame!

Comme le microphone de Hughes, il agit par les variations de courants qui résultent des modifications dans les points de contacts du charbon faisant partie du circuit électrique.

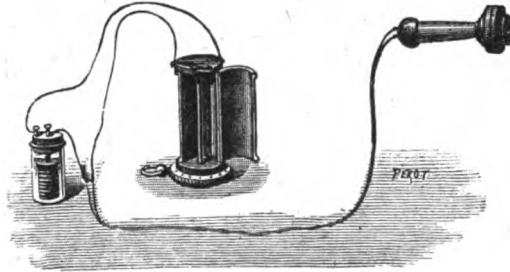


FIG. 234. — Microphone cylindrique de M. Gustave Trouvé, en position pour percevoir les plus faibles bruits, mais saccadés.

Dans le microphone de M. Trouvé, le cylindre sert de caisse de résonance qui concentre toutes les vibrations sur le cylindre de charbon artificiel placé au centre; de là, son extrême sensibilité.

Disposé comme l'indique la figure 234, il transmettrait non seulement le tic-tac de la montre, mais encore, simultanément, tous les bruits produits aux alentours; la voix, le bruit des pas,

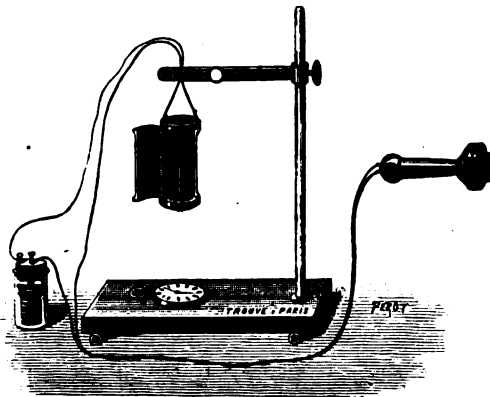


FIG. 235. — Microphone cylindrique de M. Gustave Trouvé, en position pour percevoir seulement les vibrations sonores.

un frôlement quelconque, qui ne seraient pas entendus directement par l'oreille.

Il en est autrement si on le suspend par ses cordons à une

potence (fig. 235). Dans ces conditions l'on entend à peine le bruit de la montre, ainsi que les bruits de frottement légers; mais, par contre, les vibrations sonores sont seules transmises et acquièrent une netteté vraiment admirable. Le timbre de la voix est aussi parfait qu'avec deux téléphones ordinaires.

La sensibilité de cet appareil est maximum lorsqu'il occupe la position verticale comme dans la figure 234. Au contraire, il devient de moins en moins sensible jusqu'à la position horizontale.

Ces différents degrés de sensibilité s'obtiennent (fig. 235) avec la plus grande facilité en faisant varier la longueur d'un des fils de suspension, sans toucher à l'autre, de façon à lui faire prendre toutes les positions.

Placé sur une sorte de petite planchette en équerre, maintenue appliquée par une ceinture élastique dans le voisinage du cœur et des poumons, il révèle les bruits normaux ou morbides, dont ces organes sont le siège.

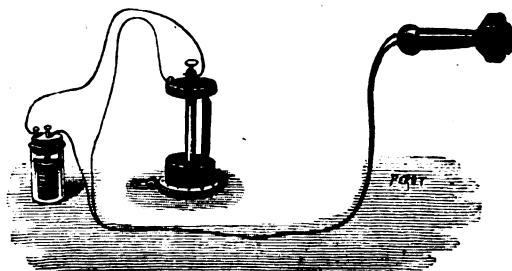


FIG. 236. — Microphone simplifié de M. Gustave Trouvé.

La figure 236 représente un autre modèle du microphone de M. Gustave Trouvé. L'auteur est arrivé là à une grande simplicité et à un extrême bon marché.

Ce microphone atteint la plus simple expression d'un appareil de ce genre. Il est composé d'un pied à tige supportant un disque qui, avec le pied, maintient verticalement un crayon de charbon artificiel.

Le disque peut tourner autour de la tige pour permettre le réglage, en donnant toutes les obliquités au crayon de charbon.

Désirant soustraire le microphone aux causes d'erreurs extrinsèques auxquelles cet appareil est trop fréquemment

soumis, M. Gustave Trouvé s'est spécialement appliqué un peu plus tard à ces recherches avec la collaboration de M. H. de Boyer. L'appareil qu'ils ont construit et employé et dont nous donnons le dessin (fig. 237), constitue une véritable chambre

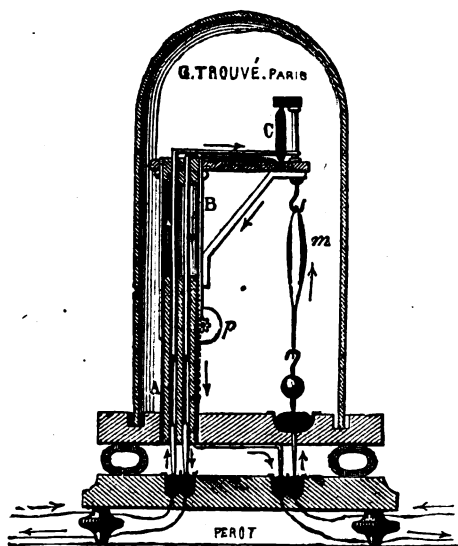


Fig. 237. — Microphone perfectionné appliqué aux recherches de physiologie expérimentales système de MM. Gustave Trouvé et H. de Boyer.

A, Tube fixé au socle supérieur.

B, Tube portant la potence et le microphone C. Ce tube est monté à frottement dur sur le tube A, et s'abaisse ou s'élève à volonté au moyen d'une crémaillère et d'un pignon *p*.

C, Microphone très sensible.

m, Muscle en expérience; il porte suspendu à son extrémité une petite boule munie d'un crochet et d'une pointe en platine qui plonge dans un godet de mercure.

Les flèches situées à gauche du dessin indiquent le sens du courant microphonique; celles de droite, le sens du courant excitateur.

microphonique dans laquelle des expériences, physiologiques ou autres, pourront être effectuées dans des conditions déterminées et capables d'être modifiées au gré des expérimentateurs. On voit qu'il consiste essentiellement en deux circuits électriques isolés l'un de l'autre; dans le cas des expériences de physiologie musculaire que MM. Trouvé et de Boyer ont communiquées à la

Société de biologie, le 17 janvier 1880, l'un de ces circuits était excitateur du muscle, l'autre communiquait nécessairement avec le téléphone. Les contacts de ces circuits se font tous au mercure, et le modèle de microphone employé dans ces derniers essais était vertical; il suffira, du reste, d'un coup d'œil sur la figure et la légende explicative pour nous dispenser d'entrer dans le détail de cet appareil.

Ayant complètement soustrait le microphone à l'influence des causes autres que les chocs mécaniques, MM. Trouvé et de Boyer ont constaté que le travail du muscle ne donne pas lieu à un choc mécanique, qu'il agit par ondulations lorsque le muscle est libre de se contracter sans effort et sans résistance. Des dispositions nouvelles permettront d'expérimenter sur les vibrations moléculaires qui peuvent se produire dans le muscle.

L'instrument de MM. Trouvé et de Boyer se distingue surtout par les conditions expérimentales toutes particulières dans lesquelles ces observateurs placent le muscle au cours de leurs recherches : il nous semble du reste que la disposition de l'appareil permettra de l'appliquer à d'autres déterminations physiologiques; c'est, croyons-nous, le but du travail entrepris et poursuivi par ces deux chercheurs, qui ont voulu doter la physiologie expérimentale d'un appareil parfait.

M. Gustave Trouvé avait d'ailleurs présenté le 13 juillet 1877, à la *Société de Biologie de Paris*, un appareil destiné à donner aux élèves une idée du mode de contraction musculaire, et dont nous empruntons la description à la *Gazette des Hôpitaux* du 17 juillet 1877.

DU MODE DE CONTRACTION MUSCULAIRE

M. *Onimus* présente, à la Société de biologie (séance du 6 juillet 1877), au nom de M. *Trouvé*, un appareil électrique destiné à mettre en évidence le mode de contraction musculaire.

M. Trouvé, frappé des effets considérables que produisait sur ses muscles un faible courant électrique, a pensé que là devait résider un des principaux récepteurs de la force électro-motrice. Ce fut dans ce sens qu'il dirigea ses expériences dont le résultat fut la construction d'un instrument répondant à toutes les fonctions du muscle.

M. Trouvé a assimilé les molécules actives du muscle à de petits électro-aimants s'attirant par leurs pôles contraires. Il est facile de comprendre de suite le travail produit par un pareil mécanisme. L'effort exercé par deux électro-aimants, multiplié par la surface de section, donne bien l'idée du travail

produit par le système, et l'amplitude du mouvement, mais ne peut rendre compte des effets considérables observés sur le muscle. Aussi M. Trouvé, continuant son étude, acquit la preuve qu'il fallait nécessairement totaliser chaque effort individuel des électro-aimants, car ce total devait donner mathématiquement la résultante de la puissance totale du système, et par cela même, une plus haute idée de l'énergie du muscle.

Quel pouvait être maintenant le mécanisme pouvant totaliser les efforts? M. Trouvé, se rappelant ce jeu des enfants, appelé grenouillette, qui consiste dans des parallélogrammes articulés faisant mouvoir des soldats, construisit un appareil qui se compose d'une série d'électro-aimants s'attirant entre eux par

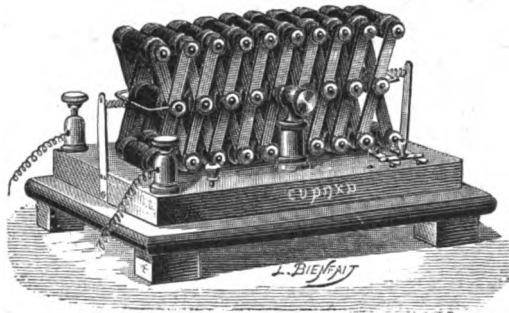


FIG 238. — Muscle artificiel de M. Gustave Trouvé.

leurs pôles contraires, et réunis par des parallélogrammes articulés qui en totalisent les efforts.

Sans oser préjuger, en aucune façon, de la forme du muscle et sans prétendre en rappeler tous les effets, ce petit appareil en explique cependant presque toutes les propriétés, et permet, dès maintenant, de formuler la théorie suivante :

La puissance d'un muscle est la résultante de toutes les attractions moléculaires partielles. Ce petit appareil explique, d'une façon très satisfaisante, la contraction totale d'un muscle, par l'électrisation localisée (méthode de Duchenne, de Boulogne) sans avoir recours à des actions réflexes ou à la propagation de l'ébranlement moléculaire.

Il permet encore d'expliquer la persistance de la contraction musculaire dans ses effets par la persistance du magnétisme.

Transmetteur microphonique Trouvé-Dunand. — Le transmetteur Trouvé-Dunand présente des avantages importants dans la téléphonie domestique.

Il se compose de deux plaques métalliques A, A', réunies par un cadre en bois formant avec elles une boîte hermétiquement

fermée, dans laquelle le système microphonique est à l'abri de la poussière et de l'air.

Aux centres internes des plaques métalliques vibrantes étaient collées primitivement deux petites pastilles de charbon soutenant par pression un charbon B en forme d'olive, *un peu plus long* que la distance qui les sépare. M. G. Trouvé a remplacé les plaques métalliques par deux plaques A, A' de charbon (fig. 239), ce qui évite l'adjonction des pastilles.

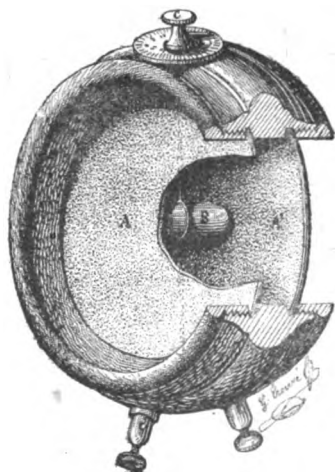


FIG. 239. — Transmetteur microphonique
Trouvé-Dunand.

• L'olive centrale est prise en son milieu par un collier de fil de laiton tendu diamétralement et dont l'une des extrémités est reliée à un bouton C, l'autre étant fixée au cadre.

Selon que l'on tourne plus ou moins le bouton, le fil est plus ou moins tordu et appuie le crayon B plus ou moins fortement contre les faces internes

des plaques. La communication électro-microphonique entre les deux plaques A, A' se trouve donc établie par l'intermédiaire du charbon olivaire B.

L'index du bouton C se meut sur un cercle gradué, permettant de régler l'appareil avec précision en tenant compte de l'intensité des sons transmis.

Une personne peut chanter sur chacune des plaques A, A' et l'appareil rendra le duo avec fidélité et netteté, sans pitié pour l'insuffisance musicale si fréquente des expérimentateurs.

Le fonctionnement de ce microphone rentre dans le cas général. Il peut actionner un récepteur téléphonique, soit directement, sans l'intermédiaire d'une bobine d'induction, soit indirectement, à l'aide de cette bobine.

Quant au poste micro-téléphonique, représenté figure 240, il réunit sur une seule planchette tous les organes de transmission et de réception de la parole; c'est un avantage très grand pour les amateurs qui n'ont nullement à se préoccuper des communications électriques pour établir les relations entre tous les organes constituant le poste.

Deux paires de serre-fils, dont les rôles sont inscrits sur la planchette, reçoivent d'un côté les fils de ligne, de l'autre les fils de la pile.

Le microphone du système Trouvé-Dunand est fixé sur la boîte même de la sonnerie d'avertissement.

Le bouton d'appel occupe la partie inférieure de la planchette tandis que les deux téléphones en bois durci et à réglage de précision, du modèle de M. Trouvé, occupent les côtés du poste.

La commutation se fait automatiquement en décrochant ou en suspendant les téléphones.

Le poste est très condensé, et le genre du microphone adopté donne une grande amplitude à la voix, sans jamais produire de crachements ni le bruit de friture assez familier aux postes téléphoniques munis d'un microphone trop sensible. Ici la sensibilité du microphone Trouvé-

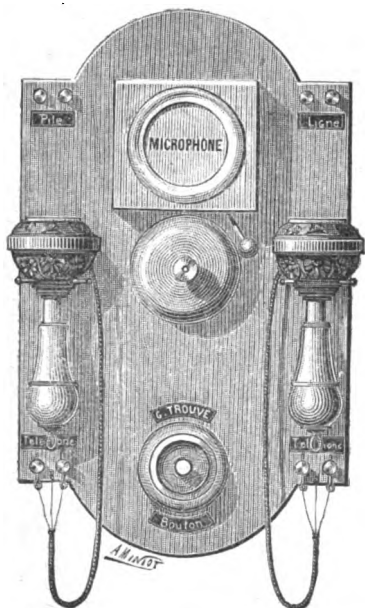


FIG. 240. — Poste micro-téléphonique de M. Gustave Trouvé.

Dunand est ce que l'on veut; il suffit de donner plus au moins de torsion au fil métallique qui supporte le petit crayon de charbon établissant la communication électro-microphonique entre les deux membranes.

CHAPITRE DIXIÈME

Applications de l'électricité à la navigation fluviale, maritime et aérienne, au sondage des mers, à la marine, à la traction des vélocipèdes et à l'éclairage des bois pour la chasse. La nouvelle hélice de M. Gustave Trouvé. Fusil électrique.

Expérience du Pont-Royal. — Moteur pour canot électrique. — Canots de plaisance. — Eclairage électrique des canots : Sirène électrique; sirène à vent; sirène à vapeur. — Chaloupe électrique de l'empereur de Chine. — Yacht électrique de M. le baron de Boucheporn. — Chaloupe électrique de l'empereur du Maroc. — Nouveau mode de construction de l'hélice dû à M. G. Trouvé; ses expériences pour déterminer le rapport le plus favorable entre le diamètre et le pas des hélices aériennes. — Appareil permettant aux aéronautes d'affronter les grandes hauteurs. — Hélicoptère et aéroplane électriques Trouvé; tricycle électrique. — Projecteurs électriques. — Application de la lampe portative Trouvé à l'art militaire et à la recherche des blessés sur le champ de bataille. — Eclairage sous-marin. — Fusil électrique. — Guidon électrique.

La navigation à vapeur sur nos fleuves et nos océans est encore de création toute récente, et cependant le progrès scientifique nous emporte dans une telle vitesse, qu'elle paraît déjà menacée dans son existence par la navigation électrique. Cette dernière, en effet, a effectué sa première apparition d'une façon triomphale le 26 mai 1881, à Paris, sur la Seine, entre le pont Royal et le pont de la Concorde (fig. 241). Cette date est désormais historique comme celle du 11 juillet 1783 où l'on vit le premier bateau à vapeur, construit par le marquis de Jouffroy, remonter le cours de la Saône, à Lyon, au milieu d'une foule enthousiaste. Ce jour-là les parisiens s'arrêtaient en foule sur les quais pour regarder avec étonnement, au milieu des nombreux bateaux-mouches et hirondelles qui sillonnent le fleuve de la capitale, une légère embarcation qui remontait le courant, sans moteur apparent, ni machine à vapeur, ni cheminée révélatrice. D'après un témoin oculaire qui a rédigé un rapport circonstancié de cet

événement, M. Georges Dary (1), auquel nous empruntons la plupart des détails qui vont suivre, ce canot d'allure si étrange, qui

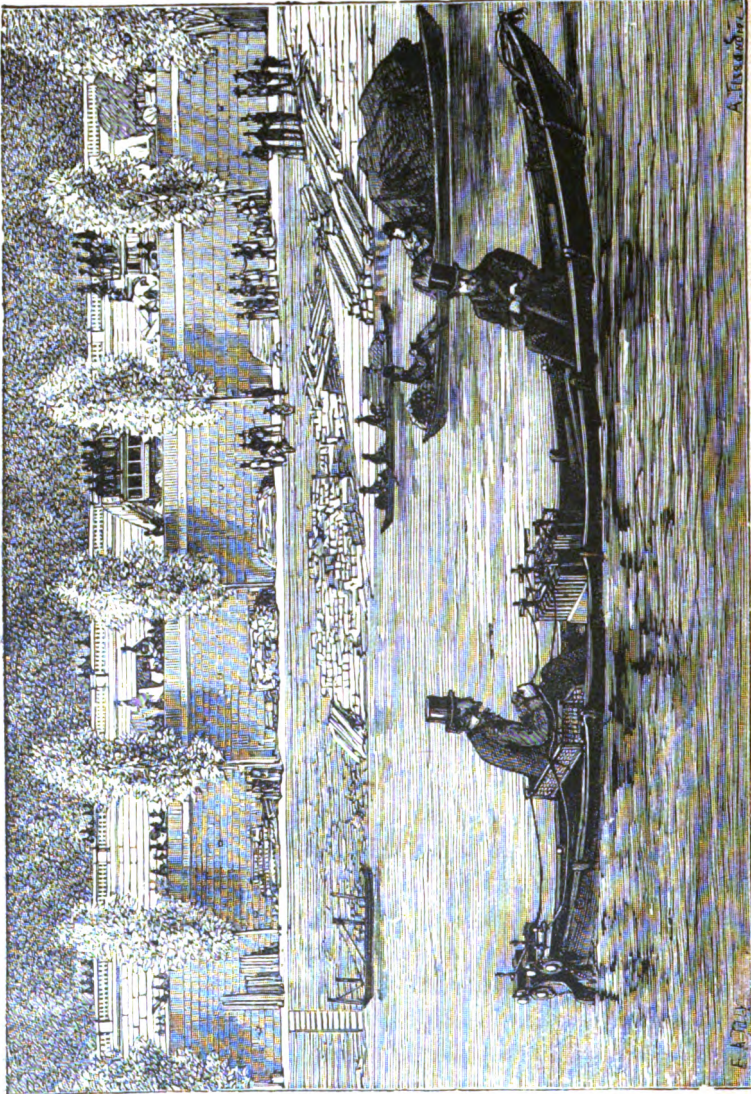


FIG. 241. — Expérience de navigation électrique faite sur la Seine entre le pont Royal et le pont de la Concorde, le 26 mai 1881, par M. Gustave Trouvé, accompagné de M. Gaston Tissandier.

semblait animé, intelligent comme le cheval changeant d'allure sous une pression des genoux de son cavalier, obéissant au

(1) *La Navigation électrique*, par Georges Dary, 2^e édition, 1 fr. 50. Baudry, éditeur à Paris.

moindre signe, fit une impression profonde. Il s'arrêtait, reprenait sa marche ou la ralentissait sans un mouvement de son *patron*, qui gouvernait immobile à l'arrière.

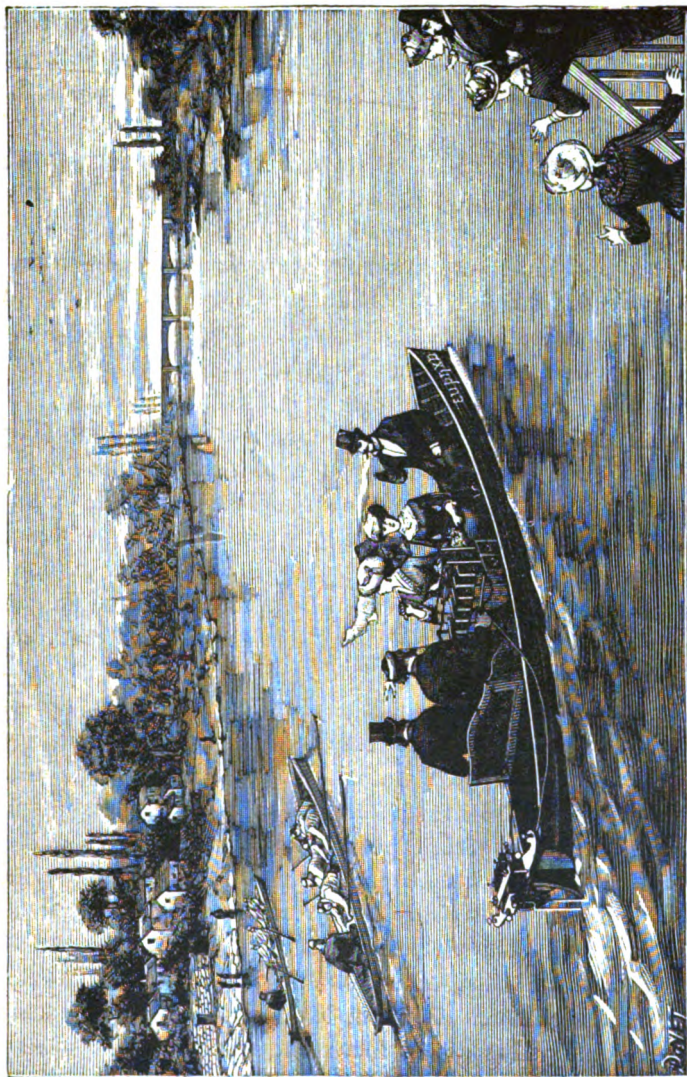


FIG. 242. — Bateau électrique de M. Gustave Trouvé, contenant 5 personnes.

On ne fut pas longtemps sans apprendre que c'était un nouveau progrès de l'électricité, et le nom de M. Gustave Trouvé fut bien vite dans toutes les bouches. Notre inventeur était déjà fort connu et apprécié du monde éclairé; mais on peut assurer

que sa popularité définitive date de ce jour-là où il parvint à actionner une embarcation avec le moteur électrique qu'il avait récemment inventé et dont nous avons décrit le principe fondamental.

Ce rapide esquif fit bientôt sa réapparition magique sur la Seine, cette fois-ci avec des voyageurs et des dames (fig. 242), distançant sans bruit, sans fumée, toutes les autres embarcations venues pour lutter avec lui, mais inutilement, de vitesse. L'admiration fut universelle.

Tout le monde plaçait, avec M. Georges Dary, le nom de M. G. Trouvé auprès de ceux des marquis de Jouffroy, des Miller, des Fitch, des Symington qui avaient élucidé avec éclat l'important problème que Fulton allait résoudre en 1807, après mille difficultés, en faisant affronter pour la première fois les périls d'une traversée de l'Atlantique au premier navire à vapeur baptisé *Le Clermont*. On se rappelait que Napoléon avait dû renoncer, à grand regret (croire le contraire est une erreur), à adopter les chaloupes à vapeur, encore trop grossières et impraticables, de Fulton pour exécuter la traversée du Pas-de-Calais et débarquer dans les Iles Britanniques les 150 000 hommes qu'il avait réunis au camp de Boulogne, en 1803. A partir de 1816, la vapeur a conquis rapidement sa place dans la navigation maritime et fluviale et les nouveaux bateaux et vaisseaux ont commencé à parcourir les grands cours d'eau et les océans dans tous les sens.

La navigation à voile se trouva tout d'un coup reléguée au second plan dans la foule des bricks, des goëlettes, des sloops de la marine marchande, des bateaux de pêche, des embarcations de plaisance. Elle est même sur le point de ne plus rester que comme un simple exercice pour quelques vaisseaux-écoles, car tous ces derniers bateaux commencent à se transformer. On voit aujourd'hui de tous les côtés des yachts à vapeur : lords anglais, lairds écossais, nobles yankees, princes russes, grands journaux américains, sociétés d'agrément ou de sciences, grandes familles, comme le souverain de Monaco, les Rothschild, les Péreire, les Menier, écrivains illustres et fortunés, comme Jules Verne, etc., ont leurs bateaux à vapeur qui les promènent dans la belle saison, ou concourent à faire des excursions scientifiques. Les vaisseaux de guerre s'adjoignent des chaloupes à vapeur pour faire le service de la rade et de la côte. Les embarcations porte-torpilles Thornicroft ou Lenormand qui rasant la surface des mers avec une vitesse féerique possèdent de puissantes machines. C'est bien,

comme on l'a répété souvent, le siècle de la vapeur. Mais cette force, maîtresse de l'heure actuelle, est-elle sur le point de se voir détronner? L'année 1881 paraît avoir annoncé le règne de l'électricité sous ses multiples manifestations; après des envahissements successifs, elle a empiété sur le domaine de la navigation à vapeur, et avec M. Georges Dary, nous nous demandons, en présence des révélations inattendues de chaque jour, ce que l'avenir nous prépare en merveilles électriques encore inconnues.

Ce fut en Russie que l'idée d'un bateau électrique s'éveilla pour la première fois; de Jacobi, savant physicien, fit en 1834 un rapport qu'il présenta à l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg sur l'électro-magnétisme appliqué aux machines.

En 1839, le tzar Nicolas alloua 60 000 francs à de Jacobi et lui donna ordre de construire un premier moteur électrique pour l'adapter à une embarcation. La machine, composée d'électro-aimants qui communiquaient le mouvement à deux roues à palettes, était actionnée par une pile Grove de 128 couples. L'invention parut réussir et le bateau remonta la Newa à la grande admiration des spectateurs. Mais de Jacobi n'était parvenu qu'à produire une force de 40 kilogrammètres, et cependant les courants étaient assez puissants pour rougir instantanément un fil de cuivre long de 2 mètres. Il se dégageait, de plus, des vapeurs rutilantes d'acide hypoazotique, en aussi grande quantité que la fumée qui s'échappe d'une locomotive. Les expérimentateurs gênés et asphyxiés par ces émanations vomitives et suffoquantes furent obligés de cesser leurs observations. Comme on peut le voir, les résultats étaient minimes, et de Jacobi déclara la question insoluble. Vingt ans plus tard, un essai aussi peu heureux que possible de M. de Molins sembla de nouveau affirmer l'impossibilité de la navigation électrique. Cette fois, l'expérience eut lieu sur le lac du bois de Boulogne, l'embarcation était encore munie de roues; elle partit lentement, quoique actionnée par une forte batterie de piles Bunsen, et disparut derrière l'île qui forme le centre du lac, elle y termina son long voyage et ne reparut pas. Oublions donc cette déception pour arriver à la véritable navigation électrique; nous savons qu'elle date de la première expérience du bateau Trouvé, dont voici le fonctionnement du premier appareil.

Le moteur est placé sur la tête du gouvernail (fig. 216) et communique au moyen d'une chaîne sans fin avec une hélice encastrée dans le gouvernail. Le tout est donc mobile; la batterie, disposée au fond du canot, se compose de deux ou plusieurs piles à auges; les fils conducteurs passent dans les tire-veilles, ou cordes

légères garnies de nœuds, remplaçant la barre du gouvernail quand il s'agit de conduire une embarcation à l'aviron, et qui en même temps contiennent chacune un commutateur destiné à lancer ou à interrompre le courant.

On peut donc, sans se déranger, conduire l'embarcation, ralentir son mouvement, l'arrêter complètement et la remettre en marche. De plus, l'hélice tournant avec le gouvernail, dont elle fait partie, peut actionner le canot sur le côté et permet ainsi de virer de bord, presque sur place. Cela explique pourquoi M. Trouvé est parvenu, à l'Exposition de 1881, à faire évoluer son canot dans l'étroit bassin réservé à cet usage.

Cette excellente disposition est évidemment le résultat de patientes recherches et de nombreuses améliorations successives. Il est facile de comprendre que la question a été longuement étudiée par notre inventeur; tout y est prévu, tout y est exactement calculé.

Un premier brevet d'invention, en date du 8 mai 1880, a reçu plusieurs additions, rendant compte des transformations postérieures que M. Trouvé a fait subir à son bateau électrique.

Les brevets des 23 novembre et 16 décembre 1881 rappellent qu'il s'est d'abord servi d'aubes actionnées directement par deux petits moteurs. L'arbre de couche de chaque roue était le prolongement même de la bobine du moteur. Puis il emploie une hélice et la place dans un faux gouvernail mobile disposé tantôt devant, tantôt derrière le gouvernail. En août 1880, mars et juillet 1881, M. Trouvé avait déjà pris des brevets complémentaires.

Dans le premier, ce qu'il revendique « ... c'est le gouvernail comportant le propulseur et son moteur, formant un tout amovible, pouvant facilement s'enlever du bateau... » Il fait remarquer dans le second la possibilité de grouper plusieurs de ces moteurs, comme je l'ai dit précédemment puis la réversibilité possible du moteur, qui devient facilement un générateur d'électricité.

Avec un moteur à deux bobines de 0^m,15 de long, M. Trouvé obtient une vitesse de 2 mètres à la seconde en remontant la Seine, et 3 mètres lorsqu'il suit le courant; soit une moyenne de 6 nœuds à l'heure.

Il est utile de rappeler en passant ce qu'on entend par *nœud* en termes de marine et par quel procédé on calcule la vitesse d'un navire.

Lorsque le bâtiment est en marche on jette à la mer une planche plombée attachée à une cordelette (c'est le loch) et on laisse filer pendant une minute. La minute écoulée, on ramène la

corde, et la longueur indique le chemin parcouru pendant une minute. Le mille marin est de 1852 mètres; il fallait prendre le mille pour limite de mesure, il fallait ensuite obtenir la vitesse à l'heure. On a donc sectionné la corde du loch par des nœuds placés à autant de mètres l'un de l'autre que 60 est contenu dans 1852, soit $10^m,866$. Au lieu donc de mesurer la corde du loch, on compte les nœuds écoulés et on dit : le navire a une vitesse de 8... 10 nœuds à la minute ou de 8... 10 milles à l'heure, ou enfin, par corruption, de 8... 10 nœuds à l'heure.

Eu égard à la vitesse que l'on obtient maintenant, il serait presque impossible de ramener 15 ou 16 fois $10^m,866$ de corde, à cause de la résistance opposée. Aussi a-t-on fait de nouvelles divisions qui facilitent l'opération et ne la compliquent que d'un petit calcul supplémentaire.

Pour être certain de ses résultats, M. Gustave Trouvé n'a pas hésité à recommencer souvent ses expériences, notamment sur le lac du bois de Boulogne ou sur la Seine, afin d'étudier la constance de ses piles à solution de bichromate de potasse, pour essayer ses modèles d'hélices à 2, 3 et à 4 branches, pour vérifier enfin la vitesse maximum et moyenne. Il a constamment obtenu un mouvement d'accélération de 5 à 6 nœuds à l'heure, ainsi qu'il l'a démontré dans la communication suivante qu'il a faite à ce sujet à l'Académie des sciences de Paris, dans sa séance du 1^{er} août 1881 :

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 7 juillet 1880, un nouveau moteur électrique, fondé sur l'excentricité des joues de la bobine de Siemens. Par des études successives, qui m'ont permis de réduire le poids de tous les organes du moteur, je suis arrivé à lui faire produire un rendement qui me paraît remarquable.

« Un moteur du poids de 5^{kg}, actionné par 6^{él} secondaires de Planté, produisant un travail effectif de 7^{kgm} par seconde, fut placé, le 8 avril dernier, sur un tricycle dont le poids, y compris le cavalier et les piles, s'élevait à 160^{kg}, et l'entraîna à une vitesse de 12^{km} à l'heure.

« Le même moteur, placé le 26 mai sur un bateau de 5^m,50 de long sur 1^m,20 de large, contenant 3 personnes, lui a imprimé une vitesse de 2^m,50 en descendant la Seine au Pont-Royal et 1^m,50 en remontant le fleuve. Le moteur était actionné par deux batteries de piles au bichromate de potasse de 6^{él} chacune, et le propulseur était une hélice à trois branches.

« Le 26 juin 1881, je renouvelai l'expérience sur l'eau tranquille du lac supérieur du bois de Boulogne, avec une hélice à quatre branches, de 0^m,23 de diamètre et 12 ^{él} de Bunsen plats, genre Ruhmkorff, chargés avec une partie d'acide chlorhydrique, une partie d'acide azotique et deux parties d'eau dans le vase poreux, afin d'atténuer le dégagement des vapeurs hypoazotiques.

« La vitesse, au début, mesurée au moyen d'un loch ordinaire a atteint très exactement 150 mètres en quarante-huit secondes, ou un peu plus de 3 mètres par seconde; mais, au bout de trois heures de fonctionnement, elle était descendue à 150 mètres en cinquante-cinq secondes. Après cinq heures de marche, la vitesse était encore de 2^m,30 par seconde, car les 150 mètres étaient parcourus en soixante-cinq secondes. »

C'est un beau commencement à enregistrer, si l'on pense que les premiers bateaux à vapeur ne pouvaient atteindre que 3 ou 4 nœuds au plus. Évidemment ces résultats ne sont plus comparables à ceux que donnent les bons marcheurs (16 à 18 nœuds); les embarcations porte-torpilles vont même jusqu'à 20 nœuds 22, soit 37 kilomètres à l'heure. D'un autre côté, M. Trouvé ne prétend pas renverser la vapeur. Il la remplace avec avantage dans les petites applications. S'il ne faut pas devancer les inventions et annoncer comme existant déjà des choses qui ne sont même pas conçues, posons nettement le résultat de nos observations. Le moteur est là, il est inventé et M. Trouvé peut le construire aussi puissant qu'on le voudra, mais il faudrait, à partir d'une certaine force, employer des batteries de piles qui, accumulées en grand nombre deviendraient plus embarrassantes que la vapeur. Un tout autre générateur d'électricité serait nécessaire; avec lui, nous verrions grandir la navigation électrique et c'est alors que la lutte commencerait sérieuse contre la navigation à vapeur. De tels progrès n'ont à coup sûr rien de fantastique et je suis fort porté à croire qu'ils deviendront une réalité. Mais laissons au temps et à M. Trouvé le soin de résoudre ce difficile problème pour nous occuper des embarcations électriques et des applications possibles.

L'embarcation électrique a une incontestable supériorité sur la chaloupe à vapeur. Au lieu de l'énorme quantité de charbon que dévore une machine à vapeur, une pile à bichromate renfermée dans une caisse de 0^m,50 de long fournit, pendant sept ou huit heures consécutives, un courant suffisamment constant. D'un côté, une machine à bruit désagréable, qui communique des trépidations continuelles à toute l'embarcation en vomissant des flots de fumée noire chargée d'escarbilles; ici une simple bobine qui fait partie du gouvernail et actionne l'hélice sans aucun bruit. Une chaloupe à vapeur est ordinairement sale, elle doit nécessairement adopter une couleur foncée sous peine de se voir noircie en quelques jours. Avec l'électricité, au contraire, la propreté traditionnelle qui règne à bord de nos vaisseaux de guerre devra s'exiger des canots

électriques. L'élégance même sera facile, et baleinières plates, you-yous, canots-majors pourront recevoir un gouvernail muni de l'hélice; il n'y aura plus qu'à opérer le transbordement de la pile pour voir ainsi se transformer toutes les embarcations.

Depuis 1803 jusqu'à 1868, et de nos jours également, on s'est occupé de la question des bateaux sous-marins, mais elle n'a jamais fait beaucoup de progrès. Et pourtant cette idée de naviguer sous les flots a toujours vivement tenté l'imagination. A une dizaine de mètres de profondeur, l'agitation de la surface n'est plus à craindre; l'effet de la lame, même dans les grandes tempêtes, ne se fait pas sentir, ainsi que le démontre M. Georges Dary dans son beau livre intitulé : *L'homme au fond de la mer*.

Dans l'esprit de la plupart des inventeurs, les bateaux plongeurs devaient servir en temps de guerre comme auxiliaires défensifs et offensifs. Le bateau du contre-amiral Bourgois qui, avec celui du D^r Payerne, représente les seuls essais sérieux, était destiné à porter une torpille à son avant.

Il était muni d'un éperon, devait se précipiter sur le vaisseau ennemi, lui faire une large blessure sous sa ligne de flottaison, y laisser sa torpille; puis, faisant machine en arrière, s'enfuir en déroulant des fils qui mettaient le feu à l'engin destructeur, à une distance donnée.

La vapeur était remplacée par l'air comprimé comme agent propulseur; des compartiments se remplissaient d'eau ou se vidaient à volonté suivant que l'on voulait s'enfoncer ou remonter à la surface. Mais le défaut principal de ces bateaux plongeurs consistait justement dans l'imperfection de cet agent propulseur. Il y aura tout avantage à remplacer les machines à air comprimé par des moteurs électriques capables de faire marcher une forte embarcation sous-marine.

D'autre part, on sait que les torpilles automatiques Whitehead sont munies d'un mécanisme intérieur à air comprimé. Elles doivent être lancées soit de terre, soit d'un vaisseau de guerre, sont animées d'une vitesse de 8 nœuds à l'heure et peuvent marcher pendant dix minutes. Le moteur Trouvé apporterait encore là un véritable progrès. La torpille électrique Trouvé pourrait fonctionner plus longtemps et irait sûrement porter le ravage au milieu d'une flotte ennemie.

M. Gustave Trouvé est parvenu à construire une pile actionnant un moteur pouvant donner une force de cinq chevaux pendant plus de cinq minutes. Son poids total est de 50 kilogrammes.

Maintenant que nous connaissons le moteur et le générateur

d'électricité de M. Gustave Trouvé, il est facile de passer à son emploi pour la navigation de plaisance. Mais le problème était plus facile à poser qu'à résoudre. Il faut pouvoir, en effet, à volonté, munir instantanément et sans modification préalable un canot quelconque d'un propulseur assez puissant pour lutter contre le courant d'un fleuve, et une fois le but atteint, rendre au besoin l'embarcation à son armement habituel, voile ou avirons. En un mot, un système complètement amovible est indispensable.

La pile à auge et à treuil de M. Trouvé remplit toutes les conditions de générateur constant, portatif et puissant. Le moteur variant de grandeur suivant la force à produire, sera de même parfaitement approprié à cet usage. Mais, pour installer à la minute et d'une façon toute passagère la pile et le moteur Trouvé, il y avait un grand nombre de difficultés à vaincre.

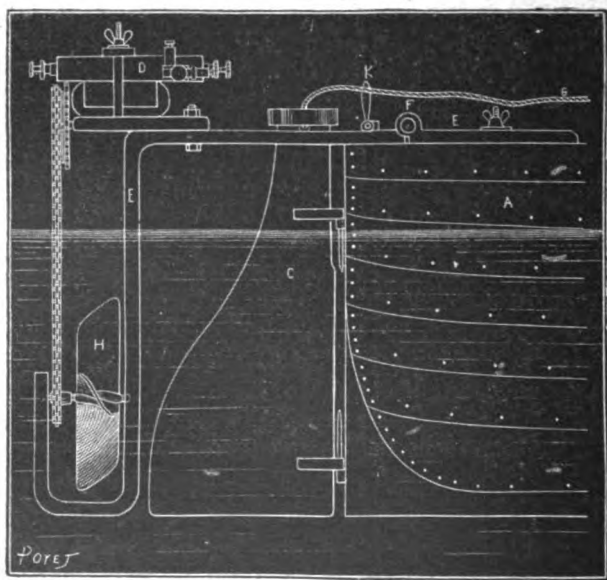


FIG. 243. — Hélice adaptée à un faux gouvernail placé en avant du premier et surmonté du moteur; premier système de direction et de propulsion de M. Gustave Trouvé.

La première solution imaginée par M. Trouvé (fig. 243) a été de fixer l'hélice sur un faux gouvernail rigide, à l'arrière du gouvernail habituel, au moyen de deux fers à cornières se plaçant sur le plat-bord d'arrière. Le moteur est lui-même placé sur une

planchette supportée par les cornières et actionnée l'hélice par une transmission sur laquelle nous reviendrons.

Le défaut principal de cette installation réside dans la difficulté d'évoluer; le gouvernail a peu d'action; l'hélice, placée fort loin à l'arrière, allonge par trop le bateau, déplace considérablement le centre de gravité et s'expose aux avaries; enfin elle risque d'être engagée par les corps flottants qui suivent le sillage.

Pour atténuer ces défauts dans la mesure du possible, M. Trouvé a plus tard fixé l'hélice sur un faux gouvernail rigide occupant la place du gouvernail ordinaire, qui était alors placé en arrière, de façon à avoir pour ainsi dire deux gouvernails à

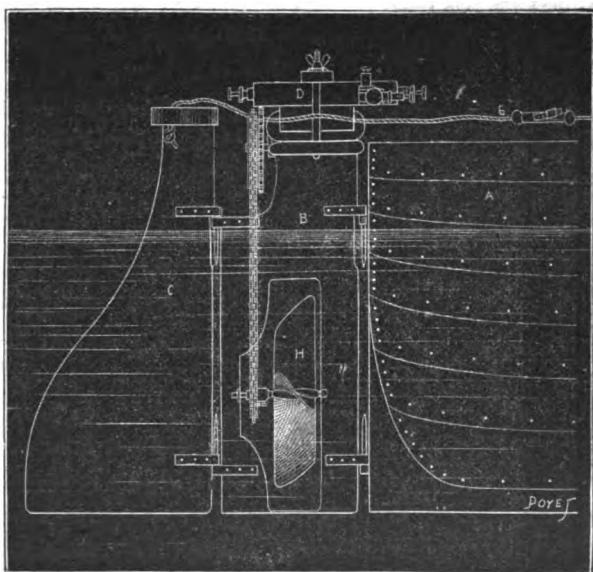


FIG. 244. — Hélice adaptée à un faux gouvernail placé en arrière du premier et surmonté du moteur; second système de direction et de propulsion de M. Gustave Trouvé.

la suite l'un de l'autre (fig. 244). C'était déjà un progrès; le moteur était plus à portée du propulseur, mais ici encore l'action du gouvernail était relativement faible et restait dans les conditions ordinaires. La pièce à joindre à une embarcation avait des dimensions embarrassantes et il fallait toujours quelques petits ajustements. La marche en avant et la marche en arrière nécessitaient la combinaison représentée par la figure 245.

Une troisième solution, seule adoptée aujourd'hui, où peu s'en faut, a consisté à fixer l'hélice directement dans le gouvernail, et le moteur sur la tête de ce dernier.

La transmission est perpendiculaire et l'hélice ne court pas plus de risques que lorsqu'elle est placée sous l'étambot; enfin, un

changement de gouvernail suffit pour donner à la première embarcation venue un propulseur réunissant toutes les conditions requises. C'est ce qui constitue le gouvernail moteur-propulseur de M. Gustave Trouvé (fig. 246). Dans cette position, la barre a une action d'autant plus forte qu'elle fait un mouvement; l'hélice se déplaçant pareillement, le bateau obéit, pour ainsi dire, deux fois pour une. La marche en avant et en arrière s'obtient instantanément avec la plus grande facilité, et le bateau peut tourner sur place. C'est ainsi que M. Trouvé a navigué sur place, à l'Exposition de 1881, dans un bassin dont les angles rentrants semblaient combinés pour offrir toutes les difficultés de marche possibles. Il va sans dire que, dans ces trois positions de l'hélice, il faut avoir soin de placer les piles dans le bateau et de les réunir au moteur.

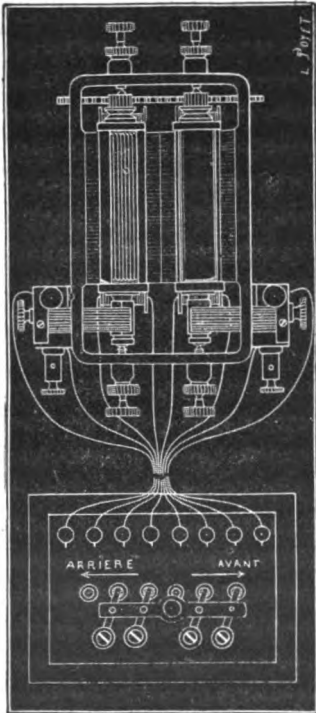


FIG. 246. — Moteur électrique pour la marche en avant et la marche en arrière dans le système de navigation électrique de M. Gustave Trouvé.

Ce sont les tire-veilles destinées à faire manœuvrer le gouvernail qui servent de conducteurs, elles sont formées de cordons métalliques souples, recouverts plusieurs fois de soie et de coton, et en dernier lieu d'un tube de caoutchouc, afin de les mettre complètement à l'abri des accidents et de l'humidité.

Ces tire-veilles sont munies, en leur milieu, d'une poignée ou manche pourvu d'un contact à verrou, destiné à mettre le moteur en activité ou à l'arrêter immédiatement. La marche et l'arrêt du bateau s'obtiennent donc par un simple mouvement du pouce agissant sur le contact à verrou.

La transmission du moteur au propulseur n'a pas laissé que

d'offrir bien des difficultés, à cause du mode tout particulier de fonctionnement.

M. Trouvé a successivement employé :

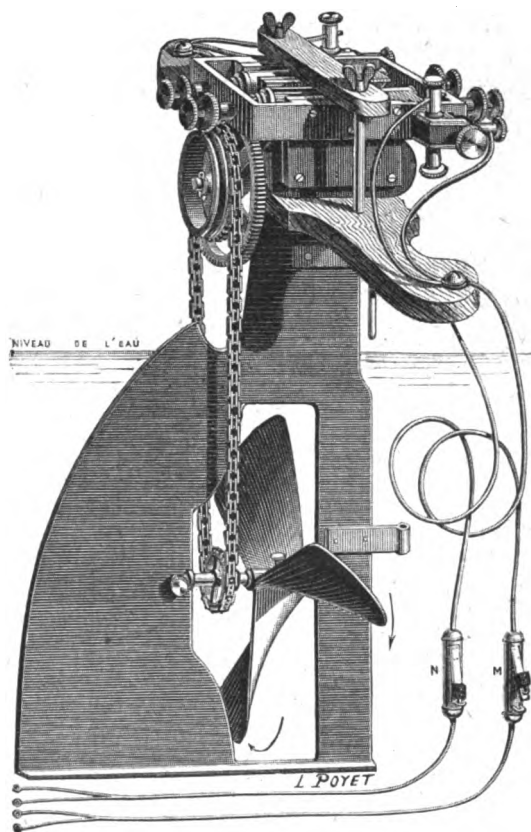


FIG. 216. — Vue du gouvernail moteur-propulseur de M. Gustave Trouvé.

- 1° La transmission par engrenages;
- 2° — par vis sans fin;
- 3° — par friction, avec courroie ou disques;
- 4° — par câble flexible;
- 5° — par chaîne Vaucanson et Galle.

1° La transmission par engrenages a donné de bons résultats, mais ces organes demandent beaucoup de soins, dans les conditions tout à fait exceptionnelles où M. Trouvé s'est placé.

En outre, les herbes marines, les branches d'arbres, le sable, la vase, sont autant d'obstacles à leur bon fonctionnement.

2° La transmission par vis sans fin serait excellente, et peut-être la meilleure au point de vue du rendement dans les conditions ordinaires, si elle agissait dans l'air, car alors il serait facile d'obtenir un bon graissage; mais dans l'eau c'est tout différent et

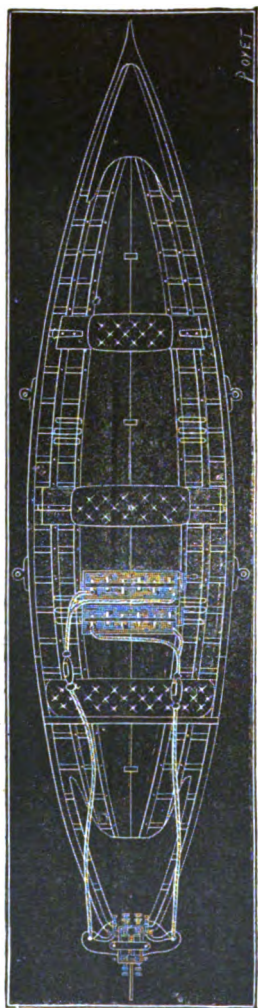


FIG. 247. — Moteur à deux bobines et à deux batteries pour les bateaux électriques de M. Gustave Trouvé.

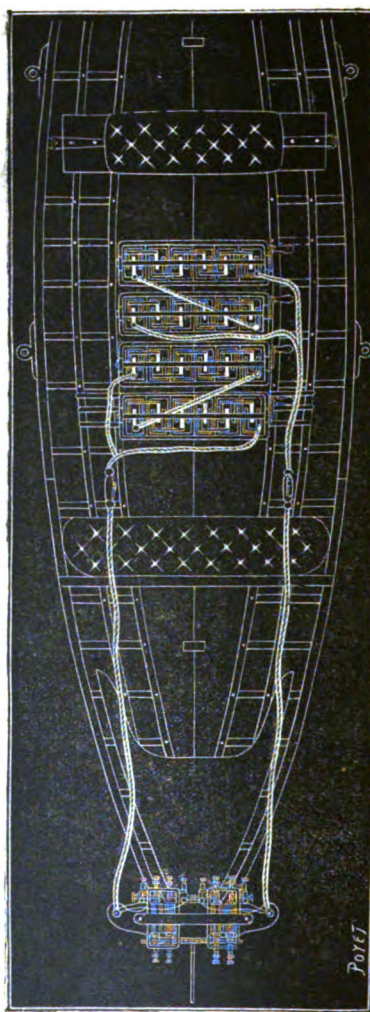


FIG. 248. — Moteur à quatre bobines et à quatre batteries pour les bateaux électriques de M. Gustave Trouvé.

les mêmes inconvénients que pour la transmission à engrenages se présentent.

3° Le système à friction a donné à M. Trouvé le meilleur rendement, mais il a offert certaines difficultés dans l'application lorsqu'il s'est agi de forces un peu sérieuses.

4° Les câbles flexibles se détériorent trop promptement dans l'eau de mer et ne peuvent faire, par conséquent, un service soutenu.

5° La chaîne Vaucanson et surtout la chaîne Galle sont les deux organes qui conviennent le mieux dans les conditions qu'a choisies M. Trouvé; la précision et le graissage ne sont plus nécessaires; les branches, les herbes, le sable, la vase ne sont nullement à craindre. De plus, tout accident peut être réparé sur place, contrairement à tous les autres systèmes, qui nécessitent un outil-

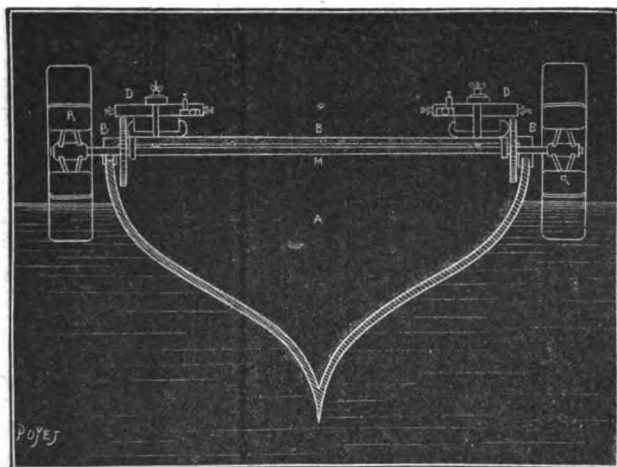


FIG. 249. — Moteurs électriques pour actionner des roues à aubes indépendantes. Elles peuvent agir simultanément dans le même sens ou en sens contraire, pour faciliter le virage sur place.

lage spécial; avec la chaîne Vaucanson, un simple couteau suffit. La chaîne Galle seule convient pour les grandes forces.

En résumé, pour les forces ne dépassant pas un à deux chevaux, ce système de transmission absorbe moins de force motrice que le presse-étoupe sur l'axe de l'hélice, lorsque le moteur agit directement sur lui.

Enfin cette disposition laisse libre l'usage des avirons.

M. Trouvé a construit quelques roues à aubes (fig. 249), mais, quoique présentant certains avantages, cette disposition est loin d'offrir autant de simplicité, puisque dans le cas de l'hélice il suffit de changer le gouvernail pour avoir un propulseur ou rester dans les conditions ordinaires. Cependant, il l'a appliqué avec avantage sur la *Sirène*, charmant bateau électrique qu'il a construit pour

M. de Nabat, en s'arrangeant pour qu'on pût y disposer à volonté le propulseur à hélice ou le propulseur à augets (fig. 250). Ce canot, dont le propriétaire se sert deux à trois fois par semaine depuis de

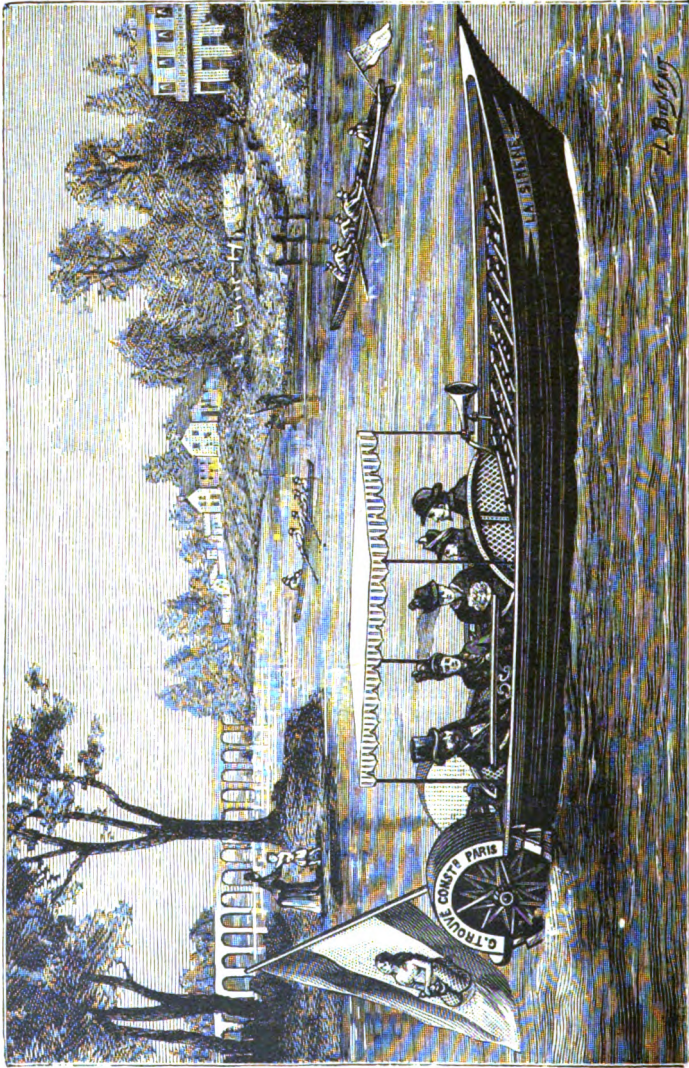


Fig. 250. — Bateau électrique *la Sirene*, construit par M. Gustave Trouvé, appartenant à M. de Nabat, et sur lequel on peut disposer le propulseur à hélice ou le propulseur à augets.

longs mois, mesure 9 mètres de longueur sur 1^m,80 de largeur. Il fournit une vitesse régulière de 14 à 15 kilomètres à l'heure, avec une dépense moyenne de 1 fr. 60 pour cette unité de temps. L'hélice est actionnée directement par l'arbre de couche du moteur qui est

placé tout à fait à l'arrière, au fond du bateau. Elle marche à raison de 1200 à 1800 tours à la minute. Pour les rivières encombrées d'herbes, surtout pendant la belle saison, celle précisément de la navigation de plaisance, M. Gustave Trouvé a adopté, de préférence, des roues à aubes placées également à l'arrière. Les deux systèmes peuvent, du reste, s'adapter au même bateau avec très peu de changements dans les installations, et cela en quelques minutes.

M. Gustave Trouvé a été ainsi amené à combiner son moteur électrique avec les roues à aubes, par suite des inconvénients que présente l'hélice dans les rivières où les herbes aquatiques abondent. C'est ainsi qu'il a substitué à l'hélice primitivement employée deux roues à aubes sur un canot de 8 mètres appartenant à M. de Dampierre et naviguant sur l'Eure, rivière encombrée en été par les herbes.

L'embarcation de M. de Dampierre a réalisé une vitesse de 15 kilomètres à l'heure.

Son poids total est de 800 kilogrammes, ainsi répartis :

Coque du bateau, roues et monture	150 kg.
Moteur électrique (force 1 cheval)	40
Batteries à treuil	120
Six voyageurs, ensemble	490
Total.	<u>800 kg.</u>

La vitesse, mesurée avec la plus scrupuleuse exactitude, a été de 1500 mètres en 6 minutes : soit le résultat que nous énoncions plus haut.

Dans ces embarcations, les aubes sont du système le plus ordinairement employé, c'est-à-dire qu'elles sont fixes et placées en prolongement des rayons de la zone, leur surface étant parallèle à l'axe de rotation. Des essais comparatifs ont montré que leur rendement est sensiblement égal à celui des hélices.

Pour les bateaux plus grands, dépassant cinq chevaux et très solidement construits, M. Trouvé conserve les dispositions ordinaires de l'hélice placée sous l'étambot, de manière à ce que le moteur agisse directement sur son axe. Le moteur est alors un anneau de Paccinotti rappelant beaucoup la machine Gramme, dont la puissance et les proportions sont illimitées.

Mais, au point de vue exclusif de la navigation de plaisance, c'est le gouvernail à hélice qui est l'appareil le plus pratique, en même temps que le plus avantageux, sous tous les rapports.

Qui n'appréciera la commodité d'un appareil qu'on emporte sous le bras en quittant le bateau, et qu'on soustrait ainsi à toute chance d'accident? Le bateau lui-même est devenu un corps inerte : plus de propulseur, plus de gouvernail; il est à l'abri de toute tentative de promenade indiscrete, en l'absence du légitime propriétaire, et il suffira de remettre en place le gouvernail pour lui restituer toutes ses qualités.

Du reste, plus de quatre mille embarcations construites depuis 1880, naviguant sous toutes les latitudes, sont une éclatante confirmation de la sûreté de fonctionnement, en même temps que de la grande simplicité de manœuvre du gouvernail moteur-propulseur.

Plus on examine les détails, plus on s'aperçoit que rien n'a été laissé au hasard; depuis le moteur jusqu'à la disposition des batteries, tout dénote une grande persévérance chez l'auteur dans la réalisation de cette idée.

Cette nouvelle application de l'électricité, rendue tout à fait pratique, m'a paru fort étudiée; et, du reste, notre savant ingénieur n'a pas encore dit son dernier mot à ce sujet. Il construit tous les jours des moteurs de la force de 1, 2 et même jusqu'à 30 chevaux, comme nous allons le voir plus loin.

Les moteurs électriques n'ont encore que peu d'années d'existence et ils ont déjà une grande supériorité sur leurs rivaux, les moteurs à vapeur; ces derniers agissent par saccades quand ils sont en lutte avec un corps aussi peu compressible que l'eau : de violentes secousses font trépider la machine et toute l'embarcation, au risque de la disjoindre. Avec les moteurs électriques, rien de tout cela : un mouvement doux et régulier, et une force irrésistible.

Comme l'ont dit M. Marcel Deprez, membre de l'Académie des Sciences, M. Georges Dary, dans son livre sur la navigation électrique, et comme le répète sans cesse M. Gustave Trouvé : « L'avenir est aux grands moteurs; l'avenir appartient à l'électricité. »

De tous les côtés, les approbations, les félicitations arrivèrent à M. Gustave Trouvé. Il en vint de France, il en vint d'Angleterre. En France, de Troyes, en Champagne, M. G. Riousse, le secrétaire du Yachting-Club, écrivit que deux points attirèrent surtout l'attention des spectateurs émerveillés et venus en foule, — d'une part, la grande simplicité avec laquelle s'adaptait l'appareil de M. Trouvé et, d'autre part, la rapidité avec laquelle le bateau électrique put mener la course. Le bateau procuré à notre inventeur, dans l'essai qui eut lieu sur l'Aube, le 8 octobre 1882, bateau qu'il n'avait jamais vu, et, qui ne lui fut amené dans le bassin des courses que cinq minutes avant le signal, effectua son départ

à l'heure dite, sans aucun retard, à l'annonce de la bombe. On constata, non sans étonnement que, dans cette course restée célèbre dans les fastes troyens, le bateau électrique parcourut, en 17 minutes, plus de 3200 mètres, en exécutant quatre virages autour des bouées.

Sur la Tamise, à Londres, les expériences ne furent pas moins concluantes, ainsi que sur la Seine, entre Rouen et le Havre.

Nous avons fait allusion plus haut au grand développement que la navigation de plaisance a prise depuis quelques années. Il n'est pas inutile d'apporter quelques chiffres tout à fait probants.

Il y a actuellement dans les ports français plus de 600 yachts de plaisance d'un jaugeage dépassant 5 tonneaux. Dans ce nombre, on compte environ 150 yachts à vapeur, dont quelques-uns, comme la *Velléda*, à M. H. Menier, dépassent 600 tonneaux; d'autres atteignent environ 100 tonneaux, comme les goélettes de M. Jules Verne ou de MM. Menier frères. Les côtres ou sloops à voiles sont au nombre de 300. Les yachts de plaisance français de plus de 5 tonneaux donnent un jaugeage de 17 000 tonneaux.

Parmi les plus belles goélettes à vapeur à hélice, nous citerons *Eros*, de 750 tonneaux, à M. le baron Arthur de Rothschild (Havre); *Saint-Joseph*, de 750 tonneaux, à M. le marquis de Preaulx (Nantes); *Margaret*, de 164 tonneaux, à M. le baron Oppenheim (Havre); *Korrigan*, de 175 tonneaux, à M. le comte de Montaigu (Nantes); *Gabrielle*, de 260 tonneaux, à M. Siéber (Havre); *Naïade*, de 169 tonneaux, à M. Verminck (Marseille); puis viennent plusieurs goélettes de 250, de 170, de 100 tonneaux et au-dessous. Le plus grand bateau à vapeur français d'amateur est la *Bretagne*, de 1172 tonneaux. C'est un trois-mâts de 76 mètres de longueur, appartenant à M. H. Say. La machine compound à deux cylindres est de 120 chevaux.

Le plus petit bateau à vapeur est le *Microbe*, de 4 tonneaux, appartenant à M. Mors.

Le canotage de rivière n'est pas moins cultivé en France, et nos principaux fleuves, pendant la saison d'été, comptent aussi de nombreux amateurs. Sur la Seine et sur la Marne, aux environs de Paris, c'est par milliers que l'on pourrait citer les canots et les yoles. Pour de si petites embarcations, les machines à vapeur ne sauraient être employées, mais les moteurs dynamo-électriques sont très fréquemment usités. Depuis quelques années, M. Trouvé a livré plusieurs milliers de machines dynamo-électriques pour des canots d'amateur.

Éclairage électrique des bateaux. — M. Gustave Trouvé ne s'est

pas contenté de faire progresser les bateaux à l'aide de l'électricité ; il a encore voulu, par le même moyen, éclairer leur marche



Fig. 251. — Canots de plaisance éclairés à la lumière électrique avec le système de M. Gustave Trouvé.

nocturne et les munir de signaux avertisseurs comparables aux trompes à vapeur.

Aujourd'hui, de nombreux bateaux de plaisance sont munis

de ce système d'éclairage, qui leur sert de fanal, et du nouveau signal d'alarme.

L'appareil d'éclairage (fig. 251), d'un petit volume, placé soit à l'avant, soit sous les banquettes, est muni d'un miroir parabolique très puissant, éclairé par une lampe à incandescence.

Le signal d'avertissement diffère absolument de tout autre par son étrangeté. C'est une *sirène électrique* (fig. 252) dont le son

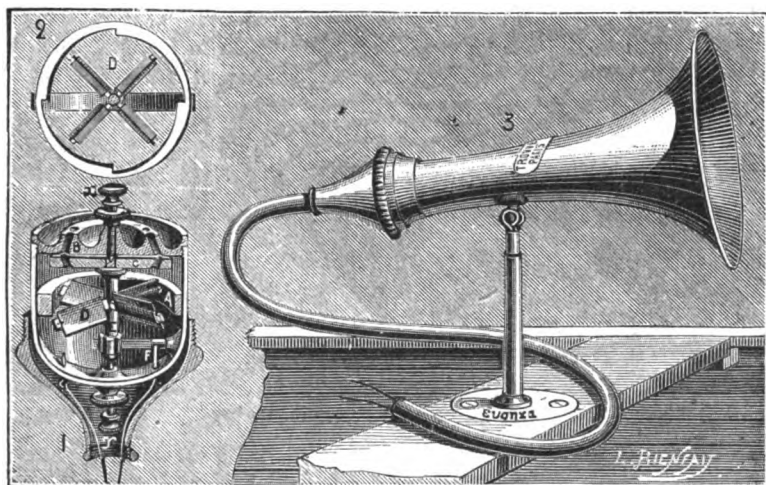


FIG. 252. — Sirène électrique de M. Gustave Trouvé.

1. — Coupe de la sirène électrique; A armature; B disque fixe; C disque mobile; D pignon magnétique à quatre ailes; F balai porte-courant.
2. — Vue en plan de l'électro-moteur.
3. — Ensemble de la sirène électrique.

débuté par une vibration rauque, passant rapidement par toute l'échelle de la gamme pour se maintenir à une note aiguë, stridente et forte.

Tous les canots avec ou sans moteur peuvent être munis de ce signal, dont le pavillon est placé près du banc du barreur.

Cette sirène électrique se compose essentiellement, comme on le voit, d'un électro-moteur de ventilation à quatre ailes perpendiculaires, entraînant, dans son mouvement de rotation, un disque mobile C percé de trous suivant une inclinaison de 20 à 30 degrés et monté sur le même axe que lui. Le disque fixe B, dont les ouvertures sont pratiquées en sens opposé, est placé

vers le fond du pavillon de la sirène, à laquelle le courant est amené par deux conducteurs souples. L'appareil est monté sur un pied à coulisse articulé et peut prendre toutes les articulations.

Quant aux bateaux qui ne sont pas électriques, et même ces derniers lorsqu'on ne veut pas distraire une partie du courant de la batterie, M. G. Trouvé les munit d'une sirène à

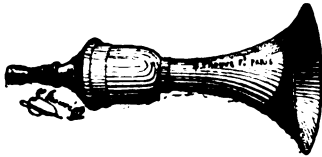


FIG. 253. — Sirène à vent à pavillon droit, système G. Trouvé.



FIG. 254. — Sirène à vent à pavillon coudé, système G. Trouvé.

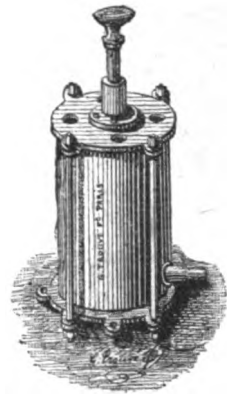


FIG. 255. — Petite pompe de compression actionnant les sirènes à vent, système G. Trouvé.

vent, à pavillon droit (fig. 253) ou coudé (fig. 254), qu'il actionne, soit avec un soufflet ordinaire, soit avec une petite pompe de compression (fig. 255).

Ces sirènes sont constituées, comme la précédente, par deux disques, dont l'un est fixe et l'autre mobile, en matière légère et inoxydable comme l'ébonite.

Des ouvertures inclinées inversement sont pratiquées dans ces disques de manière à se correspondre et à ce que les vides soient égaux aux pleins. L'inclinaison différente a pour but de mettre le disque mobile en mouvement, par l'air comprimé; car c'est une véritable turbine à air.

L'intensité du son croit avec le débit et sa hauteur avec la vitesse de rotation du disque.

Rien n'est plus simple, comme on le voit, que cet appareil, puisqu'il se réduit à un seul organe mis en mouvement par l'air lui-même.

Comme dans la sirène électrique, le son d'abord très grave

monte rapidement et se maintient à une note *sui generis* formidable rappelant le rugissement des fauves.

En ce qui concerne la petite pompe de compression, formée simplement d'un cylindre et d'un piston plein sans soupape, elle est disposée pour être manœuvrée à la main. Elle possède un avantage sur le soufflet, qui ne peut que faire monter la gamme en actionnant la sirène dans le même sens, tandis que la pompe, agissant alternativement par compression et par aspiration, permet de produire la gamme dans les deux sens.

Cette sirène rend de grands services, sur nos côtes, aux petits voiliers surpris par le brouillard.

La figure 256 représente une sirène en tout semblable aux précédentes, sauf que le disque mobile est en métal afin de pouvoir fonctionner à la vapeur. Inutile d'ajouter que le bruit est des plus désagréables.

Disposition d'ensemble d'un canot de M. Gustave Trouvé. — La figure 257 résume les dispositifs électriques divers imaginés par M. Gustave Trouvé pour les canots. Le dessin supérieur montre l'ensemble du bateau avec sa sirène A, son gouvernail moteur propulseur et les batteries placées au milieu.

Le dessin inférieur donne une vue perspective agrandie du moteur et son agencement avec le commutateur de mise en marche, d'arrêt, et de changement de marche.

Le commutateur se compose de six équerres métalliques disposées deux à deux sur un soc de matière isolante. Les deux du milieu supportent le levier de manœuvre, les quatre autres sont reliées aux bornes du moteur et du générateur. Il suffit d'abaisser le levier entre les équerres A', B' pour déterminer la marche en avant, comme de le placer au contact des équerres postérieures, pour obtenir la marche en arrière. Le maniement de la manette rappelle celui du levier de mise en train des machines à vapeur. Ce commutateur est celui qui est employé avec succès dans les grandes usines d'électricité.

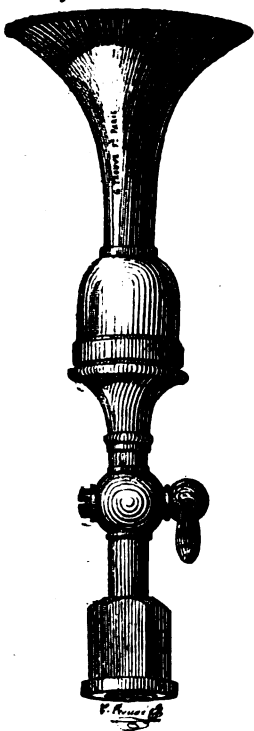


FIG. 256. — Sirène à vapeur, à pavillon droit, système G. Trouvé.

Le moteur est représenté à droite du lecteur. Pour éviter des recherches au paragraphe spécial nous rappelons qu'il présente une modification spéciale et longuement étudiée de la machine

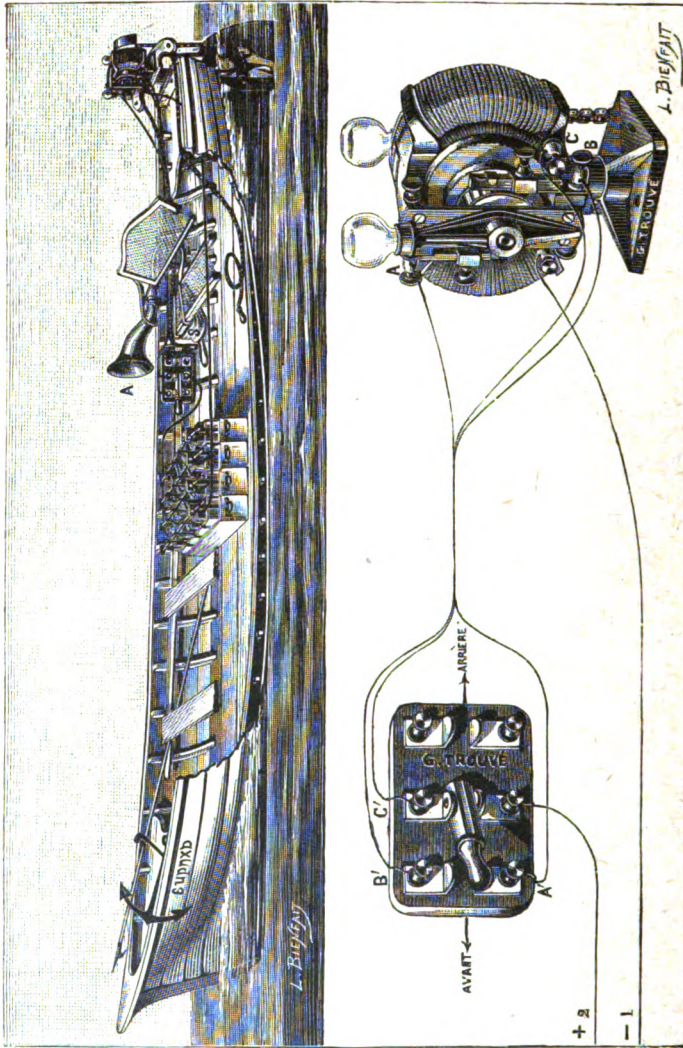


Fig. 267. — Coupe d'un canot avec les dispositifs électriques de M. Gustave Trouvé, avec le plan et la vue de son moteur, de son commutateur et des communications électriques diverses.

Gramme. Il possède un champ magnétique d'une grande puissance relative, sous un très petit volume et un très faible poids. L'induit du moteur ou bobine centrale est formé par un noyau de fer doux, composé d'un grand nombre de disques en tôle de fer de deux dixièmes de millimètre d'épaisseur séparés par du papier. Les

deux électro-aimants constituant les inducteurs entourent concentriquement l'induit. Afin de fournir au champ magnétique son maximum d'intensité, M. Gustave Trouvé a réduit à la limite extrême l'espace compris entre l'inducteur et l'induit ou entre-fer. Dans ces conditions la puissance développée est vraiment remarquable, car le demi-cheval est donné par un moteur du poids de 15 à 20 kilogrammes. Cette proportion s'accroît encore avec l'augmentation de la puissance du moteur. C'est ainsi qu'un moteur de dix chevaux ne pèse que 100 kilogrammes.

Nous ne saurions trop insister sur tous ces détails, car c'est grâce au soin méticuleux que M. Gustave Trouvé a mis à résoudre pratiquement tous les problèmes que la navigation électrique, si brillamment inaugurée par lui, ne peut manquer de progresser.

Cette belle application de l'électricité, toute française, va devenir le point de départ et la base de machines puissantes qui rempliront les mers et les mondes de leurs merveilleux et tout pacifiques exploits!

Mais, dès maintenant, nous pouvons affirmer que la puissance de ces bateaux n'a pas de limite; notre inventeur n'a été arrêté que par le prix trop élevé de l'électricité fournie par les générateurs actuels, dont le prix de revient est encore trop grand, surtout lorsque la puissance dépasse cinq ou six chevaux.

Dans certains cas cependant, cette question n'est pas un obstacle et, au contraire, il y a économie sur la vapeur, comme on le verra dans l'article ci-dessous, que nous empruntons in-extenso au *National* du 10 septembre 1888.

L'ÉLECTRICITÉ A LA NAVIGATION

La navigation électrique vient de faire en ces derniers temps un pas considérable. Il semblerait même qu'un horizon nouveau a lui sur cette intéressante application scientifique.

Jusqu'ici la plupart des tentatives que, depuis la mémorable expérience de remorquage électrique de chalands sur la « Neva », par Jacobi, on avait faites dans ce but, n'avaient guère produit que des résultats sur la nature desquels on n'était pas complètement d'accord.

Nombre de personnes, au lieu de rechercher si l'application à la propulsion des embarcations ne pouvait pas être préférée dans de certains cas spéciaux, s'acharnaient, à tort, croyons-nous, à vouloir la représenter comme un agent destiné, suivant eux, à détrôner la vapeur : de là à établir des comparaisons

économiques à l'appui de leurs dires, il n'y a qu'un pas; aussi les arguments de cette nature se multiplient ils, jetant le désarroi dans la phalange des chercheurs, et faisant désespérer les plus opiniâtres.

S'il est avéré que, à part les applications nouvelles ou, pour mieux préciser, les applications industrielles, la vapeur est encore présentement et pour de longs jours peut-être le propulseur économique tout désigné, il est cependant aussi certaines circonstances dans lesquelles l'emploi de l'électricité offre aussi ses petits avantages.

Tenez, rien qu'au point de vue des bateaux de plaisance, où l'on n'est pas positivement à *un centime* près pour la dépense, est-ce que la navigation électrique n'a pas ses charmes? Est-ce que la vapeur vous conduit aussi paisiblement que le fait l'électricité? Est-ce qu'elle vous agace comme la vapeur, au cours d'une délicieuse promenade, de ses sifflements aigus, de ses grincements stridents, de ses bouffées de fumée? Est-ce que la nuit la vapeur vous doterait du rayon bienfaisant qui vous permet d'illuminer votre chemin? Non. Voyez-vous, l'électricité a ses avantages; elle est recommandable dans ces cas-là.

Peut-être se serait-elle tenue bénévolement à ce rôle secondaire si, tout dernièrement, quelques bons Célestiaux, accrédités auprès de S. M. l'empereur de Chine, n'étaient venus se recommander de ses services auprès de l'industrie parisienne.

La contrebande de l'opium.

Dans les mers de Chine, là-bas, bien loin, sous les rayons d'un soleil d'Extrême-Orient, toute une partie de la population industrielle établie sur le littoral de l'Océan pacifique se livre à un de ces trafics communs à toutes les puissances, et que l'on désigne sous le nom de contrebande de frontière. Nous autres Occidentaux, nous ne pouvons guère nous faire une idée bien exacte de l'importance que prennent là-bas les manœuvres destinées à frauder le fisc. En France, nous connaissons bien, sur l'extrême frontière du Nord, dans les diverses zones douanières, la contrebande des dentelles et des tabacs. Eh bien, cette comparaison avec ce qui se passe chez nous est loin de donner un aperçu de ce qui se passe dans les mers de Chine.

Si l'on se représente qu'un kilogramme d'opium, valant à peu près un millier de francs dans toute l'étendue du Céleste-Empire, a à acquitter, pour sortir de la Chine, un droit pour ainsi dire équivalent à la valeur même du produit, le volume réduit et l'énorme imposition ainsi établie sur cette denrée, en font, bien entendu, un des plus sérieux objets de contrebande. Et nous n'étonnerons personne en leur apprenant que des contrebandiers industriels n'hésitent pas parfois à sacrifier leur vie pour faire passer quelques kilogrammes de la précieuse substance. Qu'est-ce donc à dissimuler qu'une vingtaine de kilogrammes d'opium dans une jonque? Tout en admettant que, sur cette cargaison, le contrebandier armateur ne perçoive qu'un tiers du bénéfice net d'une vingtaine de mille francs qu'il soustrait ainsi au trésor impérial on voit qu'il y a là une ressource bien tentante pour ces pirates commerciaux.

Les moyens dont dispose l'administration des douanes dans les ports de la

Chine, pour la répression de cette contrebande, sont aussi primitifs que ceux dont on dispose par chez nous dans un but analogue.

Les douaniers tenaient bien en croisière permanente sur le littoral quelques garde-côtes à vapeur, mais les contrebandiers de mer comme ceux de terre sentaient, ou plutôt flairaient l'adversaire assez facilement; d'autant que celui-ci se trahissait de lui-même par la fumée de son embarcation, les trépidations de ses coups de pistons, etc., etc... Dans les ports, les bateaux de chasse étaient dans des conditions encore plus inférieures.

Il fallait constamment entretenir la machine du canot sous pression, afin de ne pas donner l'éveil aux contrebandiers toujours aux aguets, et si l'on voulait tenter une poursuite dissimulée contre quelque jonque, on ne pouvait songer à l'aborder à cause du vacarme insupportable de la machine à vapeur. Il eût fallu éteindre les feux, et cette dernière ressource, qui n'eût pu être employée qu'à faible distance, ne permettait pas d'assurer le mutisme des organes mécaniques en fonction.

Il fallait donc trouver une nouvelle solution. On eut alors recours à l'électricité.

Les avantages de l'électricité.

Dans les conditions nouvelles créées par les circonstances, il fallait sacrifier quelques centimes pour atteindre le but. C'est ce qu'ont pensé les délégués de l'empereur de Chine. Il faut, à de certains moments, savoir risquer un sou pour en récolter deux ou quatre. On s'est donc proposé de remplacer la machine à vapeur de trente chevaux par une puissance électrique de même valeur, et possédant les avantages d'être toujours disponible, de fonctionner silencieusement, et au besoin de pouvoir faciliter les chasses de nuit, bien que, dans cette application, l'électricité ne coûte que durant son emploi, alors que la vapeur requiert un chauffage permanent pour se maintenir constamment sous pression. Mais qu'importe que l'électricité dans ces conditions coûte deux trois fois plus cher que la vapeur? Admettons même qu'elle revienne à 30 francs l'heure? Qu'est-ce que quelques heures de marche, lorsqu'au bout de ce temps on s'est assuré de la prise d'une valeur de plusieurs milliers de francs?

La chaloupe électrique Trouvé de 30 chevaux.

Ainsi posé, le problème fut victorieusement résolu par M. Gustave Trouvé, auquel on devait déjà les premières expériences de navigation électrique en ces dernières années.

Cet inventeur fit exécuter une embarcation en tôle d'acier, de 15 mètres de long, jaugeant environ 8 tonneaux. A l'avant de ce bâtiment sont aménagées les cabines réservées au personnel; au centre sont disposées les batteries électriques; enfin à la poupe sont installés moteur et hélice.

Les batteries à larges surfaces et à grand débit, au bichromate de potasse en proportions déterminées, ont été soigneusement étudiées pour fournir un travail constant, pour ainsi dire indéterminé, en les ravitaillant au fur et à

mesure de leur épuisement sans jamais nécessiter l'arrêt du bateau. En effet, à bord se trouve une provision, aussi importante qu'il est nécessaire, de sel tout préparé, contenant son acide, et destiné, avec adjonction de l'eau de mer, à alimenter les piles. On reste donc maître de la longueur de ses pérégrinations maritimes. Outre le moteur que ces batteries alimentent sous un effort de trente chevaux-vapeur, imprimant à l'embarcation une vitesse de 18 kilomètres, elles peuvent avoir à entretenir un foyer à arc voltaïque auto-mobile avec projecteur parabolique disséminant un fuseau lumineux capable d'éclairer à plus de six kilomètres de distance.

Le moteur électrique est constitué par un dynamo-type du même inventeur, à deux anneaux concentriques, inducteurs et induits. Ce moteur est certainement celui qui, sous le plus petit volume qu'il soit possible de demander, débite le plus d'énergie mécanique.

Quant à l'hélice elle est en bronze, et d'un diamètre d'environ un demi-mètre; elle a été coulée d'après une méthode mathématique des plus ingénieuses, présentée, il y a quelques mois à l'Académie des sciences par M. Lippmann, au nom de l'inventeur, M. Trouvé.

L'aspect général du bâtiment (fig. 258) ainsi exécuté, et actuellement en service sur le littoral chinois, paraît assez celui d'un ponton; sur le pont, émergent seules une lanterne vitrée pour l'éclairage de la cale et une tourelle d'observation.

Le type qui a été expérimenté en Extrême-Orient paraît avoir réalisé les exigences pressenties, puisque la commande de plusieurs de ces embarcations vient d'être assurée à M. Trouvé, au grand profit de l'industrie parisienne. C'est un égard auquel nous devons être sensible pour notre pays.

Des réductions de ce bâtiment ont été demandées pour le musée de l'empereur de Chine à Pékin; espérons qu'il en sera de même pour notre musée maritime du Louvre.

La navigation électrique pour la surveillance des ports.

L'administration du génie militaire ayant eu connaissance des résultats obtenus, s'est mise en rapport avec M. Trouvé pour la construction d'un canot électrique destiné à la surveillance du port de Cherbourg.

D'autre part, quelques armateurs des Indes hollandaises se proposent de recourir à notre industrie, pour des services d'un genre quelque peu analogue.

Dans les îles de l'archipel Malaisien, il est des époques où les vents soufflant en permanence dans une direction déterminée, a-surent la circulation maritime entre les passes en peu de jours; mais c'est une autre histoire pour le retour. En conséquence cette périodicité cause de graves préjudices dans l'approvisionnement des cités océaniques, auxquels on pourrait parer en se servant de l'électricité. Car la facilité de manquement des embarcations mues par cet agent offre une sécurité beaucoup plus grande que tout autre procédé pour le passage à travers les innombrables écueils et récifs dont sont hérissés ces parages.

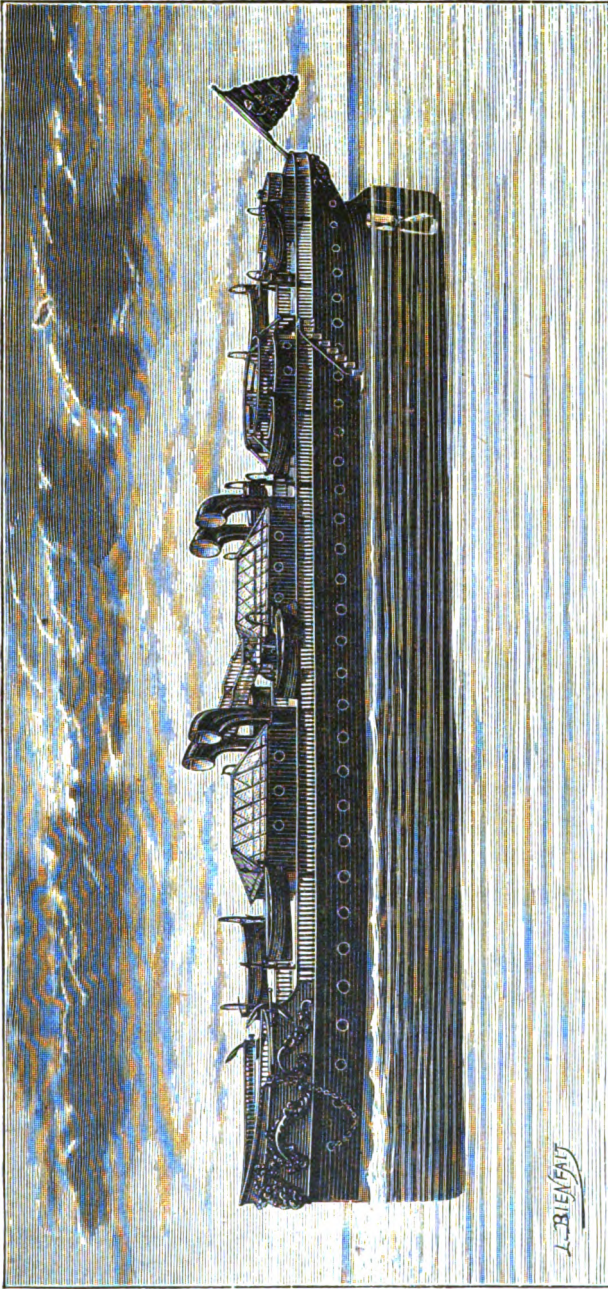


FIG. 258. — Chaloupe électrique de M. Gustave Trouvé.

Comme on le voit donc, une nouvelle voie s'ouvre au progrès scientifique; nous nous devons de féliciter les inventeurs qui nous l'ont ouverte.

CHARLES CARRÉ.

La figure 258 montre une réduction de cette élégante chaloupe, réduction qui a figuré à l'Exposition universelle de 1889.

D'ailleurs ce n'est pas le seul bateau électrique de cette importance demandé à notre ingénieux inventeur.

Nous sommes assez heureux, en effet, de pouvoir mettre sous les yeux de nos lecteurs l'épure (fig. 259) d'un yacht électrique qui devait aussi figurer à l'Exposition universelle de 1889 et qui remplissait les conditions imposées par le propriétaire lui-même, *M. le baron de Boucheporn*. Il est regrettable que le manque de temps ait suspendu sa construction.

Cette épure, disons-le tout de suite, est due à *M. Normand*, un de nos constructeurs, du Havre, des plus renommés de France.

Les conditions de *M. le baron de Boucheporn* étaient : 1° la possibilité du transport du bateau par voie ferrée; 2° un tirant d'eau de 2 mètres; 3° une forme très stable à cause du très mauvais temps qui règne quelquefois sur le lac de Genève, au point d'empêcher les bateaux de la C^{ie} de navigation de sortir; ces orages viennent d'ailleurs assez soudainement : 4° Vitesse minima, par eau tranquille, 16 à 17 kilomètres; 5° Elimination complète des accumulateurs; 6° Piles fonctionnant environ 20 heures, à moyenne vitesse, sans qu'on ait à changer le liquide; 7° Précautions spéciales pour empêcher le départ du liquide des récipients dans un choc accidentel plus violent que d'ordinaire; 8° Evacuation du liquide usé, par des tuyaux spéciaux, sans incommoder le personnel ni nuire aux parois du bateau.

Pour remplir ces conditions nautiques de *M. le baron de Boucheporn*, *M. Augustin Normand* a construit son épure sur ces données :

Longueur du yacht 15 mètres, largeur 2^m,50 et 1^m,05 de maîtresse action. Force motrice de 30 chevaux, au minimum, de 75 kilogrammètres, pour produire la vitesse de 16 à 17 kilomètres à l'heure.

Comme la vitesse des moteurs électriques est toujours très grande, *M. Normand* a placé deux hélices au lieu d'une, de façon à diminuer le diamètre de l'hélice et obtenir, avec plus de facilité, le rapport le plus favorable entre le pas et le diamètre.

Si, de plus, il se produisait une avarie à l'un des moteurs, le

Projet de yacht à hélice
pour M. le Baron de Boucheport

Échelle au 1/50.

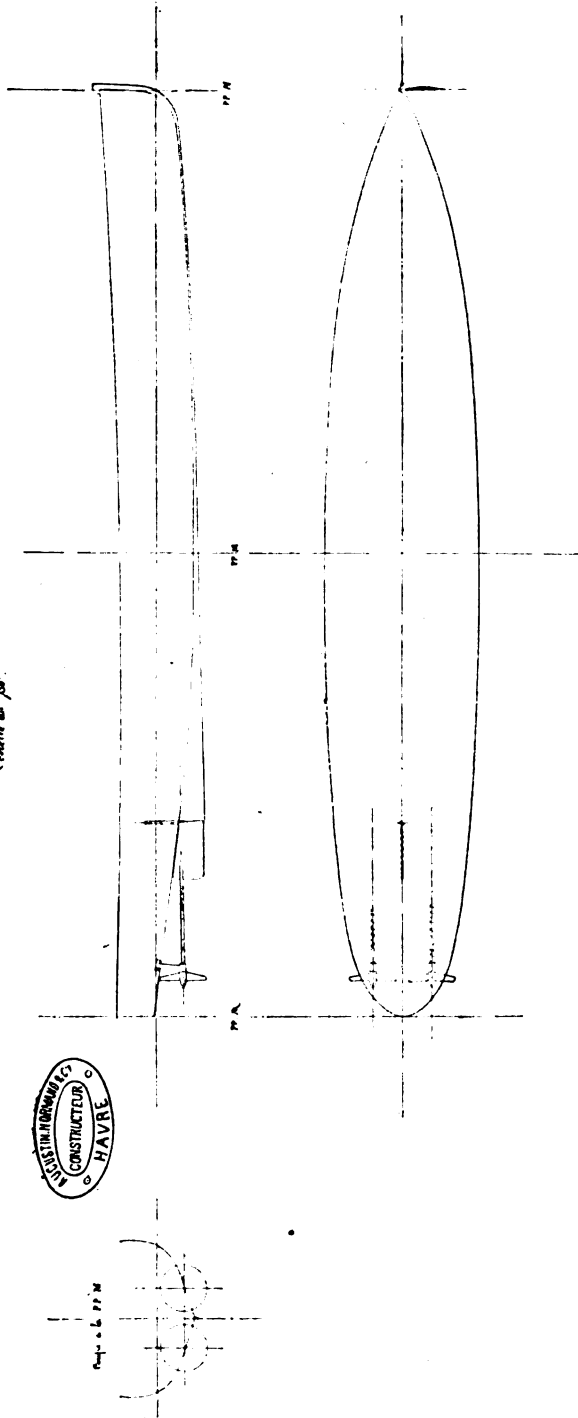


Fig. 253. — Épure au 1/50 du yacht électrique de 30 chevaux de M. le baron de Boucheport.
(Dans cette figure, l'épure est au 1/160).

yacht ne serait pas pour cela désarmé et pourrait rentrer à son port d'attache.

Citons enfin parmi les chaloupes agencées par M. Gustave Trouvé dans le même ordre d'idées, celle que le gouvernement français, par l'entremise de M. Pâtenôtre et de sa mission extraordinaire, a offerte au Sultan du Maroc.

Le moteur de M. Gustave Trouvé, comme tous les moteurs électriques en général, a une vitesse de régime de plusieurs milliers de tours par minute. On se trouve donc dans des conditions très différentes de celles que présentent les moteurs à vapeur, lesquels, à cause de l'inertie des pièces oscillantes et la résistance limitée de certains organes, ne peuvent dépasser pratiquement une vitesse assez faible. Il fallait donc modifier l'hélice dans ce sens, c'est-à-dire la rendre encore plus apte à prendre une excessive vitesse de rotation, au lieu de chercher à réduire par le mode de transmission la vitesse du moteur.

On sait avec quelle rapidité augmente la résistance de l'eau, à mesure que la vitesse du corps qui s'y meut s'accroît, puisqu'elle s'élève, à peu de chose près, comme le carré de la vitesse; on doit donc se rapprocher ainsi des conditions qu'offre une vis prenant son point d'appui sur un écrou solide, obtenir une diminution du recul de l'hélice et réduire la perte de force vive résultant du tourbillonnement de la masse d'eau mise en mouvement.

Cette grande vitesse oblige à réduire considérablement le pas de l'hélice, condition également favorable, car la résultante des forces dues à l'inertie de l'eau, agissant sur chaque élément de la surface des ailes, se rapproche de la direction de l'axe, direction dans laquelle doit s'exercer l'effet utile.

Il en résulte aussi pour l'eau une moindre tendance à prendre ce mouvement de rotation que fait naître un effort centrifuge la forçant à s'échapper par le pourtour de l'hélice; ce qui, comme on le sait, est une cause de trépidations et de perte de force vive.

L'expérience a confirmé cette manière de voir, et, en portant jusqu'à 2400 tours par minute la vitesse de rotation, le rendement de l'hélice a augmenté dans une proportion très notable, en même temps que l'on voyait diminuer le bouillonnement de l'eau à l'arrière, les trépidations cesser et le mouvement prendre une régularité et une douceur parfaites. Ces expériences ayant nécessité l'essai d'un très grand nombre d'hélices de forme et de pas variables, M. Gustave Trouvé a été conduit à imaginer un mode de

construction beaucoup plus simple que ceux qui sont en usage. La confection du moule d'une hélice est, en effet, une opération exigeant des connaissances géométriques assez étendues, car il s'agit de faire l'épure des ailes, de développer et de rabattre un nombre assez grand de sections cylindriques concentriques de ces ailes, de découper des gabarits qui, cintrés ensuite, permettent

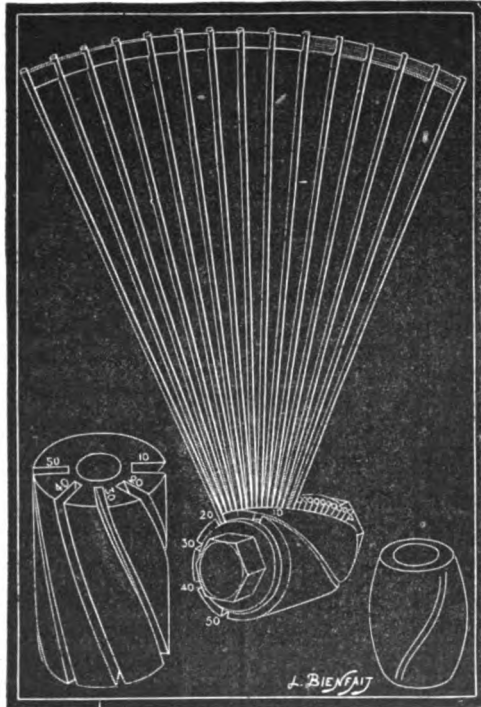


FIG. 260. — Épure de la nouvelle hélice de M. Gustave Trouvé.

de tailler dans un moule en bois, les courbes de ces sections, courbes que l'on réunit ensuite par des surfaces ou le sentiment de la continuité et, par suite, l'habileté de l'ouvrier jouent un grand rôle. Il en résulte que ces pièces ne peuvent être exécutées que par un petit nombre d'hommes spéciaux, et que le prix de revient en est élevé.

Le nouveau mode de construction présente, au contraire, une simplicité telle que tout ouvrier peut confectionner un modèle d'hélice. Voici en quoi il consiste. Les épures des figures 260 et 261 permettront de suivre aisément la description suivante :

Dans un cylindre d'un diamètre égal au moyeu de l'hélice, M. Gustave Trouvé pratique une rainure hélicoïdale, opération que le tour à engrenages réalise mécaniquement avec une régularité parfaite. Il prend ensuite une série de tiges métalliques d'un diamètre égal à la largeur de la rainure, et il plante l'extrémité de ces tiges dans la rainure, perpendiculairement à l'axe du cylindre, en les pressant fortement l'une contre l'autre, de façon à assurer le contact. On réalise ainsi matériellement, avec la plus grande facilité, la formation d'un hélicoïde de pas déterminé. Il ne reste plus qu'à réunir les extrémités des tiges au moyen d'une feuille de métal mince, à laquelle on les soude pour fixer leur position, à souder également entre elles les extrémités encastrées, puis à remplir l'intervalle des tiges au moyen d'un métal facilement fusible. M. Gustave Trouvé obtient ainsi deux surfaces auxquelles viennent effleurer les tiges, surfaces qui se confondent sensiblement avec l'hélicoïde géométrique ayant rigoureusement le pas qu'on s'est donné.

On peut, du reste, réaliser parfaitement la surface hélicoïdale géométrique en faisant coïncider l'un des angles de l'outil avec la trace de cette surface sur le cylindre.

On découpe à volonté, si on le désire, des ailes courbes sur la surface ainsi formée, et l'on renforce la face qui n'est pas destinée à agir au moyen d'une matière plastique. On obtient ainsi, sans difficulté et à peu de frais, un moule au moyen duquel on peut fonder des hélices parfaitement régulières et de pas bien déterminé. Comme ce moule est en matière indéformable, dépourvu de son noyau, il restera comme étalon, pour vérifier soit les produits de la fonte, soit les hélices qui, ayant déjà travaillé, auraient été faussées.

L'hélice à pas variable, si compliquée et si difficile à réaliser, s'exécute avec la même facilité.

Ce mode de formation peut aussi rendre des services à l'enseignement, en permettant de rendre tangible la génération de l'hélicoïde, surface compliquée dont les épures ou dessins permettent difficilement de comprendre la forme et les propriétés.

Ce nouveau mode de construction de l'hélice a été signalé avec le plus grand éloge par M. Lippmann, membre de l'Institut, dans la séance de l'Académie des sciences du 12 juillet 1886. Les figures 260 et 261 représentent les diverses phases de la nouvelle méthode. Les numéros 1 et 2 (fig. 261) représentent les cylindres munis d'écrous et sillonnés de rainures pour la formation d'un hélicoïde de pas déterminé. Ces pas progressent de 0^m,10, 0^m,20, 0^m,30, 0^m,40,

0^m,50 à 1 mètre. Le numéro 3 donne la vue du noyau de l'hélice en formation. Les numéros 4 et 5 représentent deux hélices terminées à trois branches, l'une à ailes droites, l'autre à ailes courbes, ayant chacune 0^m,20 de pas.

Comme on vient de le voir, avec la nouvelle méthode de M. Gustave Trouvé, l'organe mécanique le plus difficile jusqu'alors à exécuter sans connaissances approfondies et spéciales, devient au contraire, par sa méthode, d'une extrême simplicité d'exécu-

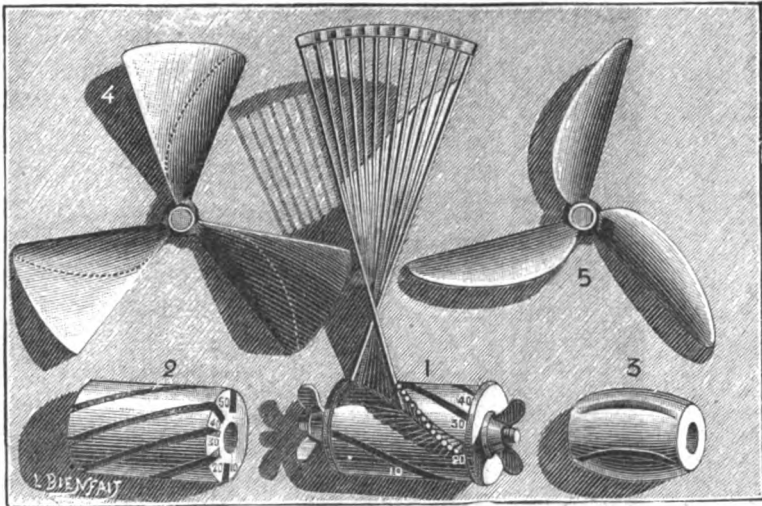


FIG. 261. — Détails de la construction de la nouvelle hélice de M. Gustave Trouvé.

tion, puisque dorénavant le premier ouvrier venu peut confectionner un modèle d'hélice.

Le génie créateur de notre inventeur ne pouvait se montrer avec plus de simplicité.

Ne quittons pas les applications de l'électricité à la navigation sur les eaux et les hélices, sans parler des services qu'on peut demander à celles-ci pour la navigation aérienne.

Sur ce sujet, M. Trouvé a entrepris des essais dès l'année 1867.

Plaçons ici ces recherches de M. G. Trouvé sur le rapport le plus favorable à observer entre le pas et le diamètre d'une hélice aérienne pour obtenir d'elle son maximum de rendement; puis, une hélice étant donnée où ce rapport soit respecté, quelle doit être la puissance du moteur qui l'actionne pour que le déplacement produit soit maximum?

M. Trouvé, pour se guider, avait bien, à la rigueur, les résultats adoptés par la marine; mais, ici, les hélices employées sont plongées dans l'eau et non dans l'air, et rien *a priori* n'indique que ces deux fluides doivent se comporter l'un comme l'autre. L'expérience a d'ailleurs prouvé que la conduite de M. Trouvé était rationnelle puisque ses résultats sont loin de confirmer les premiers.

Voici du reste l'appareil fort simple dont M. Trouvé, ennemi-né

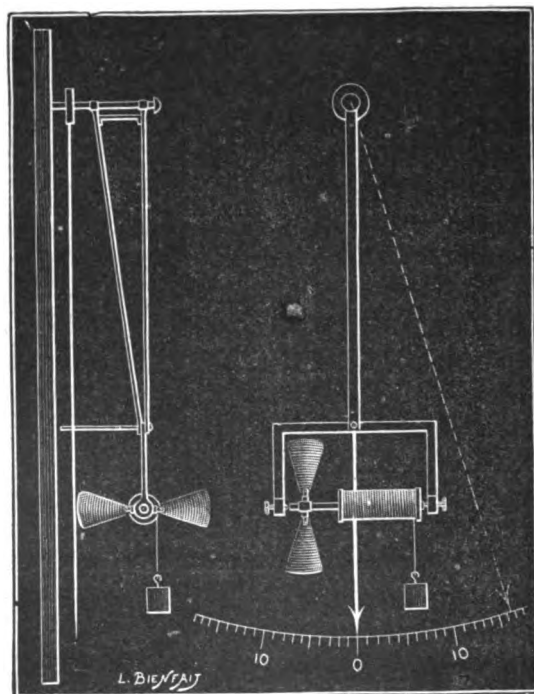


Fig. 262 et 263. — Expériences faites en 1867 par M. Gustave Trouvé sur les hélices aériennes.

des complications, s'est servi pour résoudre les deux faces de la question; et cela en 1867.

A la partie supérieure d'un tableau noir vertical (fig. 262 et 263), semblable à tous ceux que l'on voit dans les écoles, est fixée une longue pointe de tapissier qui occupe le centre d'une circonférence, divisée en degrés de part et d'autre de la partie inférieure de son diamètre vertical.

Cette pointe sert de pivot à un pendule léger et libre, formé de deux tiges de bois, dont le frottement est réduit au minimum

au point de suspension, et qui soutient un cadre rectangulaire dont un des côtés horizontaux constitue l'axe commun de l'hélice à expérimenter et du moteur.

Les deux tiges constituant le pendule ont pour but de maintenir celui-ci dans le plan vertical d'oscillation.

Le moteur est un treuil sur lequel est enroulée une corde, d'une longueur déterminée une fois pour toutes, dont l'une des extrémités est fixée au cylindre : à l'autre est suspendu un poids qu'on peut enlever et remplacer avec la plus grande facilité.

Enfin l'aiguille à maxima indicatrice des déplacements, montée évidemment sur l'axe, comme le pendule, est une légère paille de seigle, entraînée dans son mouvement par une petite tige portée par le pendule lui-même.

L'aiguille est montée à frottement gras sur l'axe, de sorte que celle-ci reste dans la position du déplacement maximum pendulaire. Avant l'expérience et alors que le pendule est au repos, elle marque 0° au cercle gradué.

Laissons maintenant l'appareil à lui-même : le poids communique son mouvement au treuil, et à l'hélice qui prend une vitesse de plus en plus accélérée jusqu'au moment où elle équilibre la puissance du moteur.

Mais, pendant ce temps, le pendule est entraîné, par la résistance de l'air, en dehors de sa position normale et dévié de plus en plus à mesure que la vitesse augmente. Lorsque celle-ci devient constante, la déviation est maximum et déterminée par l'aiguille, fixée dès lors dans une position stable, alors même que le pendule revient à sa position primitive.

Supposons maintenant que nous veuillions déterminer le rapport le plus favorable entre le diamètre et le pas de l'hélice : Il suffit de renouveler l'expérience précédente plusieurs fois de suite en conservant absolument le même poids, mais en ayant soin de remplacer chaque fois l'hélice par une autre dont le rapport du diamètre au pas soit différent.

Au début de ces expériences, vers 1867, M. Trouvé conservait la même hélice dont il faisait varier le pas en inclinant plus ou moins les ailes. Mais, depuis qu'il a présenté à l'Académie des sciences, en juillet 1886, sa nouvelle méthode de construction des hélices, ces expériences ont acquis une plus grande précision, puisqu'il est possible de construire une hélice absolument rigoureuse, d'un pas donné. C'est pour cette raison que l'inventeur préfère employer maintenant un jeu d'hélices, de même diamètre, se substituant successivement les unes aux autres, mais de pas

progressifs et bien déterminés. Nous venons, du reste, de décrire longuement cette nouvelle méthode de construction.

En procédant de cette façon, M. G. Trouvé est arrivé à ce résultat imprévu que le rapport 1,3 du pas au diamètre, adopté par la marine, n'est point celui qu'on doit observer, au moins pour les hélices aériennes.

Sa conclusion est, au contraire, que :

Le pas doit être sensiblement égal au diamètre; et, s'il doit y avoir une légère différence entre les deux valeurs, il vaut mieux renverser le rapport précédent et adopter 10/13; c'est-à-dire que, si le pas est de 1 mètre, le diamètre doit être de 1^m,30.

En second lieu, pour déterminer la puissance du moteur dont l'effet est le plus favorable pour une hélice donnée, on procède de même à une série d'expériences avec la même hélice, mais on fait varier la puissance du moteur, en lui adaptant des poids successifs croissants ou décroissants et en notant le déplacement maximum pour chacun des poids.

La légitimité de cette nouvelle investigation est visible *a priori*.

Si, en effet, le poids moteur est trop fort, il ramènera invinciblement le pendule dans sa position du repos, c'est-à-dire dans la verticale. Trop faible, au contraire, il y aura perte d'énergie, l'hélice ne donnant point tout le rendement dont elle est capable.

Les résultats de toutes ces recherches ont été notés par M. Trouvé, et ce sont eux qui ont permis au célèbre ingénieur de construire un *hélicoptère électrique* qui s'enlève dans l'air par ses propres forces, ainsi que nous allons le voir plus bas.

En résumé, on peut voir avec quelle facilité on peut déterminer le rapport entre la puissance du moteur, le pas et le diamètre d'une hélice, pour obtenir le maximum d'effet.

L'avenir est-il aux aérostats, aux machines du système *plus lourd que l'air* ou à tout autre engin atmosphérique. Nous n'en savons rien; mais M. Trouvé a toujours été l'ennemi déclaré du ballon et s'est prononcé toujours pour le système plus lourd que l'air. Notre dernier chapitre est d'ailleurs, en partie, consacré à la discussion de cette question intéressante.

Il est possible, toutefois, que le dix-neuvième siècle s'éteigne sans nous apporter la solution définitive du grand problème de la navigation aérienne.

Quoiqu'il en soit, la conquête de l'air a toujours tenté les esprits curieux et aventureux, et c'est avec raison que M. Georges Dary lui a consacré, comme nous, un chapitre, dans son livre sur la *Navigation électrique*. Aussi des ballons à voile et à vapeur se

sont-ils successivement élevés, mais ils ont cédé les uns comme les autres à plus fort qu'eux : au vent qui règne encore en maître. L'électricité a paru ; il fallait bien s'attendre à ce que l'on essayât des ballons électriques.

Ces aérostats se trouvent certainement dans de meilleures conditions que les ballons à vapeur : à part même le danger toujours imminent de l'inflammation de l'hydrogène, le poids de la machine était énorme ; il fallait de plus emporter du charbon et de l'eau ; par suite de la combustion de l'un et de l'évaporation de l'autre il y avait déperdition de poids et le ballon avait une tendance continue à s'élever. Ici, évidemment, ces inconvénients n'existent plus ; le poids sera constant en même temps que minime.

C'est à l'aide du moteur Trouvé que M. Gaston Tissandier a réalisé son projet. Il a construit un petit aérostat oblong ; et, sur la nacelle, le moteur de 0^m,05 de long, actionné par une pile Planté, met en mouvement une hélice de bois et d'étoffe. Dans l'air calme son ballon se meut avec une vitesse de 2 à 3 mètres par seconde. Tout le monde a pu le voir fonctionner à l'Exposition d'électricité, en 1881, traverser la nef et revenir guidé par un fil ou tourner en rond, attelé à un manège circulaire. M. Gaston Tissandier, d'après des calculs suggérés par ses premières expériences, construisit alors un grand ballon, une forte pile et une hélice de 5 à 6 mètres d'envergure.

Les résultats de ses observations sont consignés dans l'ouvrage que M. G. Tissandier a publié à ce sujet. On n'a pas oublié les évolutions au-dessus de Paris du ballon de cet inventeur.

On connaît, d'autre part, les expériences postérieures de MM. Krebs et Renard avec leur ballon *la France*, sorti des ateliers de l'École militaire d'aérostation de Chalais-Meudon. *La France* a, du reste, figuré au pavillon de la guerre, sur la place des Invalides, à l'Exposition universelle de 1889. On obtiendra une force considérable, surtout si l'on emploie une machine dynamo-électrique puissante de 100 chevaux, par exemple, excitée par des piles. Il ne faut cependant compter que sur l'expérience pour faire ressortir la vérité de ces assertions et démontrer les avantages ou les défauts des ballons électriques.

Nous avons dit que le premier ballon dirigeable a été construit par M. G. Tissandier ; le sympathique inventeur employa, pour la propulsion, le petit moteur de M. G. Trouvé, qui lui a donné toute satisfaction.

Puisque nous parlons de M. Tissandier, nos lecteurs se sou-

viennent sans doute que le distingué aéronaute est le seul survivant de la terrible catastrophe du *Zénith* d'avril 1875, et que ses deux malheureux compagnons, MM. *Crocé-Spinelli* et *Sivel* trouvèrent la mort dans les hautes régions atmosphériques, soit par asphyxie, soit par la congestion pulmonaire causée par un brusque changement de pression.

A ce sujet, il nous tombe sous les yeux une lettre que M. Gustave Trouvé écrivait quelques jours après et que nous trouvons relatée, le 25 avril 1875, dans le *Petit Moniteur universel* :

Un certain nombre d'aéronautes et de savants ont proposé à la *Société de navigation aérienne* de reprendre les expériences du *Zénith*.

Samedi, M. Trouvé offre à la Société d'entreprendre immédiatement un voyage à des hauteurs de 12 kilomètres et au-dessus.

Le système mérite une description sommaire, dit la *Liberté*, car il a le double mérite de conjurer à la fois les effets de l'asphyxie et ceux plus funestes encore de la brusque différence de pression qui détermine l'apoplexie pulmonaire.

La nacelle du nouveau *Zénith* sera munie d'un réservoir d'air comprimé qui est calculé de façon à pouvoir entretenir la vie d'un homme, sans souffrance, pendant quelques heures. Un mètre cube d'air comprimé à cinq atmosphères y suffirait; et le poids du gaz, enveloppe comprise, n'excéderait pas 100 kilos.

Lorsque le ballon arrive à une altitude où la respiration devient difficile, le pilote revêt une sorte de scaphandre en caoutchouc qui l'enveloppe des pieds à la tête. Ce scaphandre est tenu en communication avec le réservoir, au moyen d'un robinet hermétique, qu'il suffit de tourner pour que l'air arrive au scaphandre.

La pression que supporte le corps humain est désormais constante, puisqu'elle est exercée par la couche d'air qui remplit l'enveloppe du scaphandre. Un manomètre permet de la régler, tandis qu'un autre indique la quantité exacte d'air que renferme le réservoir à un moment donné.

Il n'y a donc plus à redouter le danger des dépressions atmosphériques.

D'autre part, la respiration s'effectue avec une régularité parfaite. L'opérateur tient entre les dents l'extrémité de deux tubulures fixées au masque.

Lorsqu'il inspire, une soupape s'ouvre et laisse échapper la quantité d'air nécessaire à la respiration. Lorsqu'il expire, c'est une autre soupape qui laisse échapper dans l'atmosphère l'acide carbonique. Jamais ces soupapes ne s'ouvrent en même temps. Le vêtement ne gêne aucun mouvement de l'opérateur.

L'inventeur de cet ingénieux appareil doit être soumis, dans quelques jours, aux expériences de la chambre de fer de la Sorbonne, dans laquelle on fait le vide à l'aide de la machine pneumatique.

Il prétend qu'il y supportera impunément, à l'aide de son appareil, des dépressions barométriques indiquant une hauteur minimum de 15000 mètres.

Ajoutons que les inventeurs ont souvent reculé devant une

expérience en grand, toujours très onéreuse. Mais les expériences précédentes, et celle de l'hélicoptère de M. Trouvé, analysée plus bas, expériences qui ont si bien réussi, prouvent qu'elle serait couronnée de succès. On sait, en effet, que le rendement d'un moteur électrique est d'autant plus élevé que ce moteur est plus puissant. Un petit moteur ne redonne que 20 à 22 pour 100 de l'énergie qu'on lui a confiée, quand un moteur de 50 à 100 chevaux en rend jusqu'à 80, 90 ou 92 pour 100.

Or, comme l'a si bien dit M. G. Trouvé au congrès de Toulouse, en 1887, si le petit moteur, dont le rendement est seulement de 22 pour 100, s'élève avec facilité et jusqu'à une hauteur de 22 mètres, en une seconde, nul doute qu'un moteur puissant, dont le poids diminue encore en fonction de la puissance, et dont le rendement atteint 92 pour 100, ne puisse s'élever directement et entraîner avec lui le générateur et l'aéronaute qui doit le diriger.

Un calcul facile donne raison à M. Trouvé.

Aussi un avenir prochain, nous l'espérons, confirmera notre assertion ; car, d'après notre inventeur ; ce n'est plus qu'une question de capitaux. Plus loin nous allons voir, d'ailleurs, comment M. Trouvé envisage la question générale de la navigation aérienne. Dès 1870, il fit à l'Académie des sciences sa première communication à ce sujet et, nous devons le dire, les résultats favorables qu'il obtint sembleraient montrer que, depuis cette époque déjà lointaine, on a plutôt reculé qu'avancé.

Nous aimons à penser que le moteur fort original combiné par M. Trouvé pour ces expériences, lorsqu'il sera construit sur de grandes proportions, sera l'âme du premier appareil qui fera la définitive conquête des airs. M. Trouvé a pris ici la nature pour modèle, puisque son appareil repose sur le système de l'aviation. Mais déjà les différents petits moteurs, du genre Gramme et Siemens, que M. G. Trouvé sait construire avec une extrême délicatesse, facilitent beaucoup les recherches.

Un de ces moteurs ne pèse que 0^{kg},090 et peut néanmoins développer au frein 2 kilogrammètres environ. Tous les organes sont en aluminium, sauf les pièces polaires, qui sont en fer. Ce moteur, qui peut tenir dans un cube de 3 centimètres de côté, se soulève de A en A' (fig. 264) à une hauteur de 22 mètres en une seconde, par l'intermédiaire d'un fil et d'un point d'appui fixe.

Muni d'une hélice légère et placé dans le plateau d'une balance, il se soulève de tout son poids lorsqu'on le met en rapport avec une source électrique constante de 40 watts. — Suspendu au-dessous d'un aéroplane, il l'entraîne avec une grande vélocité.

M. Gustave Trouvé a disposé, pour plus de facilité, une balance légère à longs bras, auxquels se fixe le moteur en expérience. Les communications électriques se font à travers le pied, les couteaux et les bras de la balance, de manière à n'être pas gêné par les fils. — Cette balance, mobile dans le sens vertical et

horizontal, permet de faire les expériences de l'hélicoptère et de l'aéroplane électriques (fig. 264).

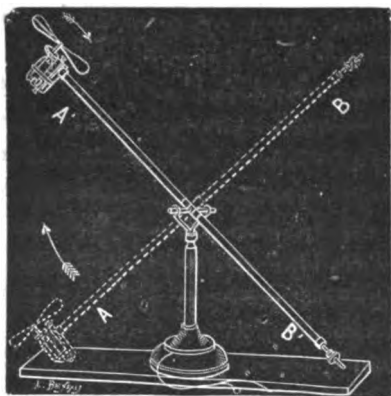


Fig. 264. — Hélicoptère et aéroplane électriques de M. Gustave Trouvé.

Un moteur d'un cheval (75 kilogrammètres), construit dans les conditions de légèreté du moteur ci-dessus, pèserait à peine 3^{kg},5. M. Trouvé construit couramment des moteurs électriques de 1/2 et d'un cheval, dont les poids sont 8 et 15 kilogrammes. Ces poids seraient réduits de beaucoup en substituant, comme dans

le petit moteur, l'aluminium au cuivre. Ces appareils, avec de faibles dépenses, permettent de mieux étudier qu'on ne l'a fait jusqu'ici le rendement des hélices aériennes, et d'établir la forme la plus avantageuse à leur donner.

Quant à l'hélice, dans un milieu aquatique comme dans un milieu aérien, elle paraît devoir jouer un rôle prépondérant. Il se peut même que, baignée dans l'air, elle soit appelée à rendre plus de services encore que plongée dans l'eau. C'est ainsi que, tout récemment, un ingénieur anglais, M. H.-C. Vogt, a proposé une curieuse modification dans le système de la navigation maritime. Il s'agirait, rien de moins, que de remplacer, sur les vaisseaux, l'hélice hydraulique par une hélice atmosphérique.

L'auteur de cette idée a exposé, avec beaucoup de lucidité, les avantages qu'il prétend trouver dans cette modification. Il appelle tout d'abord l'attention sur ce fait que, si un navire était remorqué par une puissance mécanique extérieure à lui, au lieu d'avancer au moyen de son hélice, il suffirait d'une force motrice beaucoup moindre : on réaliserait une économie de 40 pour 100 environ de charbon. Ceci provient d'un phénomène dont on ne se rend pas bien compte à la mer ou sur un grand fleuve, mais qui est au contraire très manifeste quand on navigue sur un étroit canal. Le mouve-

ment de l'hélice produit une aspiration, une succion de l'eau dont les effets se font sentir jusqu'en avant du navire.

Quand un bateau à vapeur parcourt une étroite rivière, ou mieux encore un canal, le passager oisif aime à regarder la vague qui suit le navire, montant sur les berges, sans cesse brisée par chaque obstacle qu'elle rencontre, et sans cesse renaissante. Mais si la curiosité lui prend de rechercher l'origine de cette vague, il voit que l'eau s'est déjà creusée en avant d'elle; elle n'est que la réaction d'un mouvement inverse qui l'a précédée. Plus loin même que la proue du navire on voit l'eau descendre des deux côtés du canal au-dessous du niveau qu'elle avait; on la voit se creuser et le flot qui suit n'est qu'un retour subit de toute cette eau d'abord aspirée. C'est l'effet de l'hélice. Elle pousse le navire en avant, mais du même coup elle tire l'eau en arrière, et la vitesse qu'elle imprime au bateau résulte seulement de l'excès d'un de ces deux efforts sur l'autre; de là une perte de force considérable et qui atteint, jusqu'à 40 pour 100 de la puissance développée par la machine.

Au genre de propulsion communément employé, et qui a d'ailleurs certains avantages qu'il serait puéril de contester, M. H.-C. Vogt propose de substituer une hélice aérienne installée sur le pont du navire. Cette hélice, portée par un axe parallèle à la quille, serait faite de minces feuilles en tôle d'acier. Animée d'une rotation suffisamment rapide, elle rendrait les mêmes services que l'hélice ordinaire, avec une économie notable de charbon. La vitesse de rotation réalisable dans un milieu élastique comme l'air permettrait de restreindre les dimensions de l'appareil. Il suffirait que l'hélice aérienne ait 12 ou 14 fois la surface et par conséquent 3 à 4 fois le diamètre des hélices immergées pour accomplir le même travail de propulsion. Le calcul montre, qu'en fait, sur les grands navires, on pourrait encore réduire ces dimensions.

Des expériences directes ont établi que la force d'un homme s'exerçant sur une hélice aérienne installée à bord d'une petite embarcation lui donnait une vitesse bien supérieure à celle que le même homme pouvait atteindre au moyen de l'hélice ordinaire. Mais l'hélice aérienne aurait en outre cet avantage d'utiliser directement, dans une certaine mesure, la force du vent, à la manière des voiles. Un navire en route a, en général, 75 chances sur 100 que le vent lui soit favorable; ce sont ces chances que l'hélice aérienne pourra mettre à profit. Si le vent est tout à fait « debout », la perte de vitesse sera, il est vrai, de plus de moitié,

ce qui est beaucoup ; elle sera la même que pour un voilier dans les circonstances identiques, obligé de quitter sa route pour aller « au plus près ». Toutefois, ici encore, les grands navires seront avantagés et la perte de force pour eux ne serait pas de moitié, même avec les vents soufflant en tempête. En toute autre occurrence, même si le navire est au plus près du vent, la tempête seconde l'hélice aérienne.

On ne peut donner l'idée nouvelle de M. H. C. Vogt que pour ce qu'elle vaut encore actuellement. Toute nouveauté demande à être un peu montrée. Si elle devient pratique, elle l'emportera. L'hélice aérienne, combinée avec l'électricité, et construite sur les données de grande vitesse de M. Gustave Trouvé pourrait bien devenir, sinon pour la navigation fluviale du moins pour la navigation aérienne, le meilleur moyen de propulsion et le plus économique. En effet, il reste à savoir dans quelle mesure ce moyen encore impraticqué se prête aux exigences multiples de la navigation maritime : si le navire avec cette machine tournante installée sur le pont obéira aussi bien au gouvernail, si elle n'ôtera rien à la solidité ou permettra aussi bien les manœuvres, surtout si elle ne sera pas balayée à l'occasion par quelque paquet de mer tombant sur elle. Ce sont là autant de questions pratiques que l'expérience seule résoudra, sans compter que tel système inapplicable à la mer peut fort bien n'avoir que des avantages pour la navigation sur les eaux tranquilles des lacs et des fleuves.

Mais, dans les airs, il se peut bien qu'une hélice bien comprise, avec l'aide d'un moteur électrique peu pesant et très puissant, puisse rendre des services signalés.

Là ne se bornent point encore les services que le petit moteur électrique de M. G. Trouvé a rendu aux sciences pratiques.

S'il a été le premier moteur électrique qui ait actionné le premier appareil aérien dirigeable, s'il a été le premier qu'on ait appliqué à la navigation fluviale, c'est encore lui qui a été employé le premier à la traction des vélocipèdes et à l'entretien du mouvement des cylindres enregistreurs à la Faculté de Médecine de Paris, par les D^r Weiss et Mergier.

Ainsi se complète son cycle, puisqu'avec la même perfection il anime les véhicules aériens, marins et terrestres et dompte ainsi successivement tous les éléments.

C'est, en effet, un de ces petits moteurs mignons que M. Gustave Trouvé a encore appliqué à la traction des vélocipèdes. Voici la description pittoresque de cette expérience faite pour la première fois en avril 1881 et qu'en a laissé feu le célèbre abbé

Moigno, une des plus curieuses et intéressantes figures, parmi les vulgarisateurs des découvertes scientifiques modernes.

« Je venais de traverser le Palais-Royal et débouchais dans la rue de Valois, lorsque mon attention fut attirée par un monsieur monté sur un tricycle, arrivant à toute volée. Je serais parti immédiatement si, à l'approche du vélocipède, je n'avais entendu quelques exclamations poussées par les curieux, disant : « Bien sûr, c'est la vapeur ou l'électricité qui le fait marcher. » A ce mot d'électricité je regardai attentivement le véhicule qui passait au même instant en face de moi, et il me fut facile de reconnaître qu'en effet l'âme du mouvement était bien l'électricité; car je reconnus immédiatement le petit moteur qui nous avait été présenté et démontré par son auteur à la soirée de M. le vice-amiral Mouchez à l'Observatoire de Paris. Pourtant je ne reconnus point dans la personne qui montait le tricycle de M. Gustave Trouvé, le célèbre ingénieur électricien, mais j'appris bientôt qu'il se tenait à l'écart et que, d'une fenêtre de l'hôtel de Hollande, il suivait toutes les phases de l'expérience. Je vais vous en dire quelques mots.

« Sur un tricycle à deux roues directrices et une seule grande roue motrice, assez lourd et de construction anglaise, je crois, avaient été placés, au-dessous de l'essieu, deux petits moteurs Trouvé gros comme le poing, qui lui communiquaient le mouvement par l'intermédiaire de deux chaînes Vaucanson, agissant sur deux poulies collées sur l'essieu de la grande roue motrice.

« Derrière le siège et prenant un point d'appui sur l'essieu, une caisse en bois blanc à peine ébauchée contenait six éléments secondaires ou accumulateurs d'électricité assez semblables à ceux de M. Gaston Planté qui actionnaient les moteurs.

« Sur le siège, à gauche et sur la poignée du levier du frein, bien à la portée de la main du conducteur, se trouvait un contact électrique qu'il n'avait qu'à toucher pour se mettre en marche ou s'arrêter immédiatement.

« Voilà, aussi succinctement que possible, le portrait du tricycle électrique du 8 avril 1881, qui, vu de derrière, ressemblait en petit à la voiture des anciens voyageurs de commerce.

« Il a parcouru à plusieurs reprises la rue de Valois dans toute sa longueur et aussi rapidement qu'une bonne voiture de place. »

Ajoutons que ce tricycle, de construction anglaise, en effet, était très lourd, ayant un poids de 55 kilogrammes. Le poids total du véhicule, avec les piles et la personne qui le montait, s'élevait à 160 kilogrammes, et la force effective produite par les deux moteurs correspondait à 7 kilogrammètres.

Cette expérience, la première en date et qui a si bien réussi, détermina M. G. Trouvé à combiner un appareil amovible, analogue à celui de ses bateaux électriques, qui s'applique facilement à la plupart des tricycles auxquels il imprime, actuellement, des vitesses de 20 à 25 kilomètres à l'heure.

Cet appareil est composé du moteur avec ses accessoires et de la batterie automatique de M. Trouvé qui permet de grands parcours si l'on a soin d'emporter et de renouveler le sel excitateur.

Il est bien entendu que des accumulateurs peuvent être utilisés également chaque fois qu'on possède à sa disposition le matériel nécessaire pour les recharger. Toutefois l'excursion est limitée à la durée de l'énergie emmagasinée.

Nous avons dit que la disposition adoptée par M. Trouvé est analogue par son amovibilité à celle des bateaux électriques. M. Trouvé a conservé en effet, dans ces tricycles tous les organes qui permettent l'usage des jambes, de façon à utiliser celles-ci, soit alternativement, soit simultanément, avec l'électricité, si cela devient nécessaire.

Partout où l'électricité s'introduit, elle apporte avec elle des changements radicaux et des améliorations considérables. Dans les applications qu'on en fait à la marine militaire et marchande, elle est en train de tout bouleverser dans les habitudes et les engins du temps passé! Les foyers puissants ne sont pas les seuls auxiliaires mis à la disposition de l'art militaire de terre et de mer. Nous savons que les lampes portatives peuvent, par leurs propriétés spéciales, rendre de très grands services dans les poudrières où il est dangereux de faire usage des lampes ordinaires, la moindre étincelle pouvant causer les plus grands désastres.

La lumière à incandescence produite à l'abri du contact de l'air, dans une ampoule que l'on peut protéger contre les chocs est spécialement propre à rendre des services dans ce cas. La plus commode est une lampe associée au générateur électrique du courant, soit une pile, soit une série d'accumulateurs. La pile est plus légère et présente cet avantage que l'on peut la faire fonctionner sans avoir au préalable disposé d'une source d'électricité. La lampe portative de M. Gustave Trouvé remplit bien ce but.

Les accumulateurs pourraient bien présenter la même sécurité si n'était le commutateur qui produit toujours une étincelle et peut provoquer ainsi le danger que l'on veut éviter.

Un autre cas dans lequel la lumière électrique à incandescence est précieuse par sa propriété de rester à l'abri des mouvements

de l'atmosphère est l'éclairage des tourelles cuirassées en fonte dure, employées actuellement sur les navires de guerre, ainsi que pour l'armement des forts et la défense des côtes. Dans ces tourelles, où il n'y a qu'une ouverture aussi étroite que possible, ménagée pour le passage de la bouche de la pièce, il est nécessaire de s'éclairer; mais le déplacement d'air produit à chaque coup de canon, déplacement qui est d'autant plus considérable que les pièces sont de plus fort calibre, éteint souvent les lampes à huile, à pétrole, etc. Il en résulte des retards dans les manœuvres et des

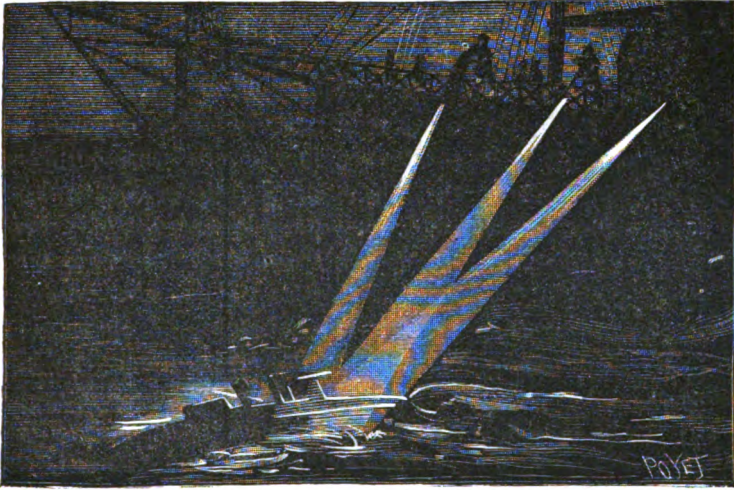


FIG. 265. — Torpilleur découvert à l'aide des projecteurs électriques de M. Gustave Trouvé.

ennuis de toutes sortes. Des essais ont été tentés au fort de Ville-neuve, sous la direction du capitaine Favret, pour substituer la lampe à incandescence aux systèmes employés jusqu'à ce jour. La lampe portative de M. Gustave Trouvé, qui a été adoptée, a donné d'excellents résultats.

La lumière électrique facilite beaucoup la recherche des blessés et des morts sur les champs de bataille; la conférence de Genève recommande aux gouvernements d'Europe d'adopter ce système d'éclairage comme devant faire partie du matériel des ambulances. Un simple coup d'œil jeté sur la belle gravure 148 en montre suffisamment l'utilité pour la rapidité des secours à apporter aux malheureux soldats blessés.

Sur la mer, elle est de la plus grande utilité pour les vaisseaux cuirassés dans leur marche périlleuse, contre les

bateaux-torpilleurs et leurs recherches insidieuses (fig. 265).

En juin 1883, une drague coulée dans le canal de Suez interrompit la navigation pendant plusieurs jours. Elle embarrassait tellement le passage que M. Ferdinand de Lesseps donna l'ordre de la faire sauter.

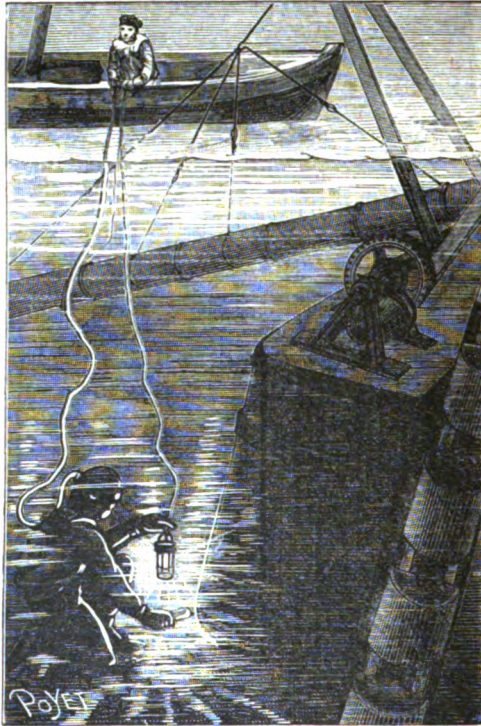


FIG. 265. — Éclairage sous-marin par la lampe électrique de M. Gustave Trouvé.

Les premières tentatives échouèrent à cause de la difficulté de bien placer les cartouches de dynamite, les plongeurs parvenant avec peine à distinguer les points favorables. Pour le moment on dut se contenter de démolir la drague en partie, afin d'ouvrir un chenal large d'une vingtaine de mètres, suffisant pour les premiers besoins.

Ayant demandé à Paris un appareil lumineux pouvant éclairer les plongeurs à la profondeur de 8 mètres d'eau, les ingénieurs du canal furent avisés que le Ministère de la marine employait pour ses travaux de réparations sous-marines dans les ports, des lampes électriques du système Trouvé. Comme on le voit par la

figure 266, cette lampe est un-foyer de lumière électrique enfermé dans un manchon de verre hermétiquement clos et protégé contre les chocs par un grillage de cuivre. Cette lampe qui consiste, comme toutes les lampes à incandescence, dans un filament de charbon chauffé à blanc par le passage d'un courant électrique, est en communication avec le générateur d'électricité, une forte pile au bichromate de potasse, disposée dans la même embarcation qui porte tous les appareils mécaniques et les pompes destinées à envoyer de l'air respirable au plongeur.

Celui-ci, sa lampe à la main ou posée près de lui, peut donc très aisément se rendre compte de ce qu'il doit faire, du dommage qu'il doit réparer ou, comme dans le cas de la drague coulée en travers du canal de Suez, du point précis où il devra poser la cartouche de dynamite, afin d'obtenir un maximum d'effet. Elle donna, dans cette circonstance, de si heureux résultats, que la presse française et la presse étrangère les signalèrent avec des éloges unanimes.

Voici d'autres applications très intéressantes de M. Gustave Trouvé. La première consiste dans un-fusil à feu électrique, et une seconde dans un guidon électrique; une autre application est constituée par un projecteur de lumière marin. Ce projecteur marin et le guidon électrique ont été présentés à l'Académie des sciences de Paris en août 1885.

Fusil électrique de M. G. Trouvé. — Le fusil électrique a été inventé en 1866 par M. G. Trouvé. Ce fusil (fig. 267), qui se charge par la culasse, est d'une grande précision pour le tir, car le centre de gravité ne varie pas, par suite de la suppression de tout percuteur mécanique. Il fonctionne par l'incandescence d'un fil fin de platine contenu dans chaque cartouche et porté à l'incandescence par deux petites piles hermétiques, de M. Gustave Trouvé, à renversement, logées dans la crosse. Ce fusil a figuré avec honneur à l'Exposition universelle de 1867; il fut l'objet de la curiosité publique. Tout le monde voulait se rendre compte de son fonctionnement. Il fut présenté à l'empereur Napoléon III, qui l'examina en connaisseur éclairé qu'il était de tout ce qui touche au perfectionnement des armes. Il admira surtout sa simplicité. En effet, le fusil électrique Trouvé est des plus élémentaires. Il se compose uniquement d'un fût et d'un canon. L'action mécanique de la batterie et du chien est remplacée par l'action chimique. Deux petites piles hermétiques, ainsi que nous l'avons dit plus haut, lui donnent la vie à volonté.

On connaît leur mécanisme. Tant que les piles restent debout, le liquide ne baigne pas le couple électrique, et il n'y a ni production d'électricité ni dépense par conséquent. Dès qu'elle est renversée, elle entre en action, et c'est ce qui arrive dès qu'on ajuste. On presse sur la détente; ce mouvement ferme le circuit. Le fil de platine ou le fer, placé à l'avant de la cartouche, est porté instantanément à l'incandescence et l'explosion se produit aussitôt.

Ce fusil, quoique ayant un tir rapide de 18 à 20 coups par minute, ne fut pas construit pour les besoins de l'armée; il fut adopté comme arme de précision.

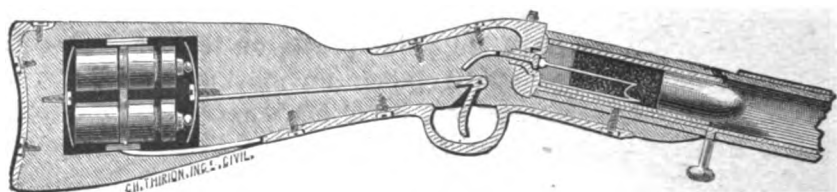


Fig. 267. — Coupe du fusil électrique de M. Gustave Trouvé.

Notons ses avantages principaux. Le choc du chien sur la cheminée est fréquemment une cause de déviation dans les armes ordinaires. Il n'a pas lieu dans le fusil électrique. Il n'y a pas non plus à redouter, par son emploi, d'accident avec les cartouches, puisque contrairement aux autres elles ne contiennent aucune matière fulminante. Ce moyen d'explosion, adopté pour le fusil de chasse, s'applique facilement aux fusils de guerre, aux pistolets, aux revolvers, à tous les systèmes d'armes à feu et à tous les engins et modes de destruction, comme les canons, les torpilles, l'inflammation des mines, l'ouverture des roches, etc.

Récemment cette jolie application de l'électricité, dont le principe appartient à M. Gustave Trouvé, a été modifiée par lui pour M. Léon de Rigaud, et un nouveau brevet a été pris conjointement par les deux auteurs pour des perfectionnements apportés dans les armes à feu électrique.

MM. Gustave Trouvé et Léon de Rigaud ont eu pour objectif la transformation prompte des armes anciennes, en obtenant la mise à feu électrique, sans détruire le mécanisme de percussion, afin de pouvoir rétablir rapidement celui-ci à un moment donné.

Les transformations qui ont été effectuées sont les suivantes :

La crosse est creusée, comme dans le premier fusil de M. Gustave Trouvé, pour loger le générateur d'électricité, qui peut être

un accumulateur ou une pile. Le meilleur encore est la pile sèche au chlorhydrate d'ammoniaque remplaçant le bisulfate de mercure et que M. Gustave Trouvé a perfectionnée dans ce but spécial. Elle est composée d'un vase extérieur en zinc renfermant le charbon entouré de peroxyde de manganèse. Cette matière est maintenue contre le charbon par une enveloppe formée d'une étoffe épaisse et spongieuse comme le molleton. Dans le charbon même est introduit une tige métallique en platine qui traverse le couvercle en ébonite et se termine par un bouton fileté formant contact avec une plaque logée dans le fond de la cavité creusée

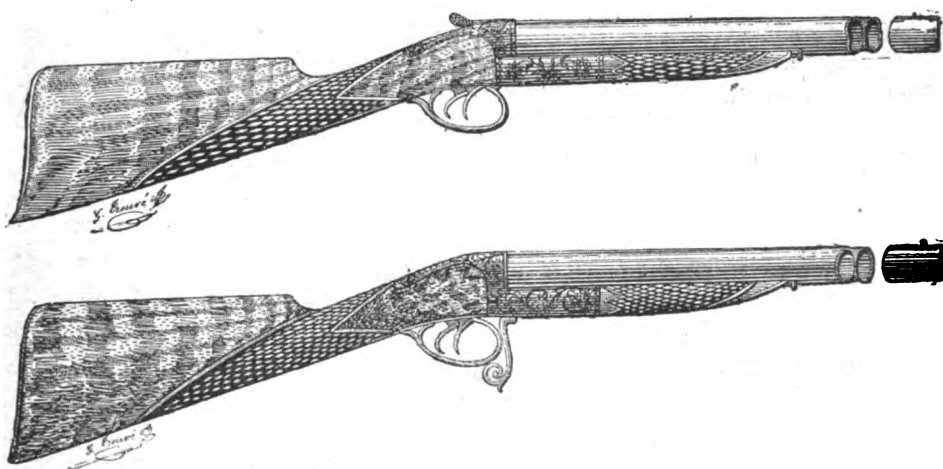


Fig. 268 et 269. — Types de fusils à feu électrique, à deux coups, de MM. Gustave Trouvé et Léon de Rigaud.

dans la crosse. Le couvercle est luté sur ses bords avec de la paraffine. Il est percé de deux orifices de remplissage fermés par des bouchons. Lorsque le sac en molleton et son contenu sont bien pénétrés par la dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque, on bouche hermétiquement pour éviter toute évaporation.

La pile ainsi constituée est très énergique et d'une très longue durée. Elle peut permettre d'enflammer plusieurs milliers de cartouches sans être hors d'usage. La pile est introduite dans l'évidement de la crosse, où elle se trouve maintenue par un ressort placé en dessous de la plaque de couche. Ce ressort réunit en même temps, comme dans le premier fusil de M. G. Trouvé, le pôle négatif de la pile, constitué par tout le vase de zinc, à un fil qui aboutit à l'ensemble métallique. Un trou de vrille pratiqué dans la

crosse aboutit à l'extrémité d'une plaque qui porte la sous-garde et qui est elle-même en contact avec la plupart des parties métalliques de l'arme, et, en particulier, avec le canon et la culasse.

Le second pôle se dirige vers la culasse, dont le centre est occupé par un contact qui en est isolé.

Avec ce nouveau fusil à feu électrique (fig. 268 et 269), on peut employer aujourd'hui toutes les cartouches du commerce. Pour y parvenir, M. Gustave Trouvé a pris une douille ordinaire dont il a rendu amovible la partie nommée la *cloche*. Cette cloche, vide et sans enclume avant l'amorçage électrique, est fermée par un cylindre en bois traversé par une tige métallique, qui est terminée par une tête de contact. Cette tige se continue vers l'intérieur de la douille. Elle se réunit aux dents formées dans le fond de la cloche par un fil de platine soudé sur chaque partie. Ce fil a des dimensions exactement déterminées, de façon que le courant de la pile soit suffisant pour le porter instantanément au rouge blanc, dès qu'on ferme le circuit, par le moyen que l'on va voir.

Nous avons dit que le pôle négatif de la pile était relié par un fil à la plaque de sous-garde communiquant à la masse métallique, tandis que le pôle positif communiquait, par un circuit isolé et coupé d'un interrupteur, avec la tête arasée à la tranche de culasse et occupant le centre du canon. Lorsqu'on a introduit la cartouche et refermé le fusil, la tête, qui est légèrement en saillie sur la douille vient s'appuyer fortement sur le contact central, tandis que la douille, est mise en communication intime avec le canon et la tranche de culasse. Si, à ce moment, on ferme le circuit, en appuyant sur la détente, le courant traverse le fil de platine. Celui-ci est immédiatement porté à la température du rouge-blanc et enflamme à l'instant même la poudre de la cartouche.

On sait que pour les armes de guerre et de chasse, il est extrêmement important de bien épauler, afin d'éviter des accidents et surtout de pouvoir utiliser au maximum les effets utiles de l'arme et de l'homme. A cet effet MM. Gustave Trouvé et Léon de Rigaud se réservent de monter la plaque de couche sur ressort, de manière à constituer un second commutateur qui n'établira le contact, et, par suite, ne permettra la déflagration de la poudre qu'autant que l'épaulement sera fait dans de bonnes conditions. De plus, quand le fusil est placé debout dans un coin par une main négligente qui a omis de le décharger, le circuit ne peut pas se fermer et il n'y a aucun danger que les coups partent. Ainsi qu'on a pu s'en rendre compte, ce fusil à jeu électrique offre tous les avantages de rapidité, durée, sûreté, commodité.

Désormais les caissons où sont emmagasinées de grandes quantités de cartouches ne sont plus exposés de sauter par l'inflammation accidentelle d'une de ces cartouches armées de son amorce au fulminate.

Ajoutons que ce système s'adapte admirablement à tous les genres de fusils, en leur conservant leur légèreté et leur grâce.

Ce fusil électrique est complété par un guidon électrique de l'invention de M. G. Trouvé.

Ce *guidon électrique* Trouvé a les dimensions des guidons



FIG. 270. — Guidon électrique de M. Gustave Trouvé, pour la chasse dans les forêts.

ordinaires métalliques; il est constitué par un fil fin de platine introduit dans un petit tube de verre abrité lui-même par un tube métallique contre tout accident. Une petite fenêtre est pratiquée dans le tube métallique, vis-à-vis de la ligne de mire, en sorte que le guidon lumineux n'est perceptible que pour le tireur, et se trouve complètement dissimulé aux regards de l'ennemi, fût-il à quelques mètres du canon de l'arme. Le guidon est mis en action par la pile hermétique de M. G. Trouvé, à renversement, présentée également à l'Académie des sciences par M. E. Becquerel. Cette pile, de la grosseur du petit doigt, s'adapte au canon de l'arme parallèlement à ce dernier, au moyen de deux bracelets en caoutchouc. La pile hermétique ne fonctionnant que couchée, c'est-à-dire dans la position horizontale, on comprendra facilement que, lorsque le tireur ajuste l'arme, la pile entre en fonction

immédiatement et éclaire le guidon; au contraire, en redressant l'arme, toute fonction cesse, et le guidon redevient obscur comme avant le passage du courant. On comprendra tout l'avantage que présente ce guidon pour obtenir la ligne de mire si difficile à percevoir dans l'obscurité. En attendant qu'il trouve sa place définitive dans les combats de nuit qui, si nous en jugeons par les manœuvres nocturnes quotidiennes en France et à l'étranger, seront si fréquents dans la prochaine guerre, il a été employé avec succès aux Indes pour la chasse aux fauves et animaux sauvages.

Un de nos jeunes officiers de marine, M. de Perinelle, l'a utilisé, en de nombreuses occasions, dans ses pérégrinations au Tonkin et à Madagascar.

Le *projecteur électrique lumineux* est constitué par une petite lampe à incandescence et un petit réflecteur parabolique ou par une lampe à incandescence et une lentille condensatrice renfermées dans un tube métallique. L'appareil s'adapte à l'extrémité du canon de l'arme parallèlement à ce dernier au moyen de deux bracelets élastiques en caoutchouc. Il est mis en fonctions par une simple pression de la crosse du fusil contre l'épaule. Il permet à la fois d'éclairer instantanément, si on le désire, le point à atteindre, de le suivre dans tous ses mouvements et de l'ajuster avec la plus extrême facilité. Bien plus, le projecteur électrique de M. Gustave Trouvé fait du chasseur le plus inexpérimenté un destructeur nocturne des plus redoutables. En effet, il n'est plus nécessaire d'avoir du coup d'œil et de savoir ajuster. Il suffit de faire partir le coup au moment où le gibier se trouve éclairé, puisque le champ de tir est exactement celui du faisceau lumineux.

Un autre emploi du projecteur est d'éclairer les points sur lesquels on ne peut, sans imprudence, porter un foyer allumé, une lampe, une bougie ou une torche, les magasins de substances explosibles, les mines envahies par le grisou ou par des composés détonnants, comme les essences de pétrole, par exemple.

Le générateur d'électricité pour ce dernier appareil est le même que celui de la lampe électrique de sûreté et de la lampe électrique minière de M. Gustave Trouvé.

Ces deux appareils ont été, comme nous l'avons dit, présentés à l'Académie des sciences de Paris, en août 1885. Les services qu'ils peuvent rendre aux armées de terre et de mer sont nombreux; ils sautent aux yeux. Je citerai, entre autres, la facilité pour les hommes qui veillent sur les bâtiments de la marine de l'État, de pouvoir tirer sur les bateaux torpilleurs aussi bien la nuit que le jour.

A la chasse, pour le tir à l'affût, le guidon électrique présente des avantages qui s'expliquent d'eux-mêmes et ce sont surtout les chasseurs de canards, de sangliers, de renards qui les apprécieront.

Le système de ces divers appareils est celui que l'auteur a mis en œuvre pour ses lampes universelles, dites universelles, portatives et automatiques. On se souvient sans doute que ces lampes sont constituées par une pile dite au bichromate de potasse, dans laquelle le zinc plonge dans le liquide excitateur et n'est attaqué par lui qu'au seul moment où on place la lampe dans une situation particulière, quand on la soulève du sol pour la porter, ou quand on la pose à terre ou sur un objet quelconque.

Les deux gravures 270 et 265 représentent l'une le chasseur armé d'un fusil muni de son guidon électrique et ajustant un sanglier; l'autre un navire de guerre découvrant, à l'aide de ses projecteurs, un bateau-torpilleur et le mitraillant.

CHAPITRE XI

Navigations de l'avenir.

§ 1^{er}. — GYROSCOPES ÉLECTRIQUES.

Gyroscope électrique pour la démonstration du mouvement de la Terre et les expériences scientifiques qui s'y rapportent :

Gyroscope électrique pour la vérification des boussoles marines, la détermination pratique de la méridienne et l'évaluation de la latitude, etc., avec ou sans appareils de collimation.

§ 2. — NAVIGATION MARITIME DE L'AVENIR.

Nouveau système de navigation ; flotteur-propulseur ; pile marine.

§ 3. — NAVIGATION AÉRIENNE.

Aperçus théoriques, oiseaux et appareil de M. Gustave Trouvé.

Nous sommes arrivé à notre dernière étape, mais cette dernière n'est pas la moins importante. C'est elle, en effet, qui nous fera connaître en son entier la variété, la puissance de création du génie si riche dont nous venons d'analyser les travaux. On aura peine à croire que moins de vingt-cinq ans ont suffi pour parcourir avec tant d'éclat une carrière si remplie.

Si belle qu'elle soit, elle n'est cependant pas terminée. M. Gustave Trouvé, dans toute la force de l'âge, réserve à l'avenir encore bien des surprises.

Ce chapitre consacré tout particulièrement à la navigation maritime et à la navigation aérienne de l'avenir va nous montrer des instruments et des appareils si ingénieux et tant de difficultés presque insurmontables vaincues, des résultats déjà si considérables, que nous ne pourrions guère douter de la réalisation des autres appareils dont ils ne sont que les précurseurs.

Et c'est pourquoi nous ne considérons le chapitre dernier que comme une sorte de *pierre d'attente*. Si nos lecteurs nous favorisent de leur bienveillance, nous espérons, en effet, dans une seconde édition, leur apporter de nouvelles richesses scientifiques

dans le domaine si cultivé, si intéressant, mais, hélas! encore si mystérieux de la navigation aérienne.

Occupons-nous d'abord des gyroscopes électriques de M. Gustave Trouvé dont l'un est peut-être destiné à remplacer un jour les compas de la marine. Assurément, parmi ses nombreuses inventions, il n'en est pas une, si ce n'est peut-être son dynamomètre universel qui puisse rivaliser avec celle-ci. Incontestablement, là est son chef-d'œuvre mécanique, tant par la conception originale et d'une si haute portée scientifique qui a présidé à son élaboration que par l'exécution, humainement parfaite, de la construction de tous ses organes et de leur montage.

§ 1^{er}. — GYROSCOPES ÉLECTRIQUES DE M. GUSTAVE TROUVÉ

Le *gyroscope* (γῦρος, mouvement circulaire; σκοπεῖν, regarder) est un instrument destiné à montrer certaines propriétés des corps solides animés d'un rapide mouvement de rotation; il a été créé en 1852 pour rendre visible le mouvement de rotation de la Terre.

On sait que les prêtres de l'Inde ancienne et les prêtres chaldéens que Pythagore fréquenta avec assiduité, pendant plusieurs années, en Égypte et à Babylone, enseignaient ce mouvement à leurs initiés.

L'illustre philosophe, frappé de la simplicité avec laquelle cette hypothèse expliquait tant de phénomènes astronomiques, l'adopta et l'enseigna à ses disciples. Philolaüs fut le premier d'entre eux qui eût le courage de la révéler au vulgaire.

L'école pythagoricienne, dit Montucla dans son *Histoire des mathématiques*, mérite surtout d'être célébrée comme ayant été le berceau de plusieurs idées heureuses dont le temps et l'expérience ont démontré la justesse. Telle fut, entre autres, celle du *mouvement de la Terre*, qu'Aristote lui attribue expressément, quoique avec un mélange d'erreurs qui la défigurent d'une manière étrange. Mais l'on sait assez que telle est la coutume de ce philosophe, de ne rendre les opinions de ses prédécesseurs qu'accompagnées d'une foule de circonstances d'une absurdité palpable. A l'égard de l'opinion pythagoricienne sur le mouvement de la Terre et la stabilité du Soleil, on la reconnaît aisément sous l'emblème d'un feu placé au centre de l'univers, feu qui ne saurait être que celui du Soleil, quoique quelques-uns aient prétendu qu'il s'agissait du feu central. Nous la croyons enfin plus ancienne que Philolaüs, quoique nous n'en trouvions des traces que dans son temps. On sait que Pythagore avait coutume de voiler ses dogmes sous des emblèmes obscurs, dont le vrai sens était toujours inconnu au

vulgaire (1). Il en avait surtout usé ainsi à l'égard de ces opinions qui, trop contraires au préjugé, auraient exposé sa philosophie à être tournée en ridicule. Apparemment, celle du mouvement de la Terre fut de ce nombre; elle resta couverte du voile mystérieux de l'énigme jusqu'à Philolaüs. Ce philosophe osa, le premier, la découvrir au grand jour, et c'est par là qu'il mérita l'honneur de lui donner son nom.

Malgré le courage de Philolaüs, la vérité pythagoricienne éprouva toujours, à travers les siècles, la défiance et l'inimitié des religions dont les doctrines ont pour base l'anthropocentrisme, c'est-à-dire considèrent l'homme comme le but de la création entière.

La nouvelle religion monothéiste qui, à son tour, dirigea la civilisation occidentale et la conduisit à la Renaissance des Lettres, des Arts et des Sciences ne fut pas plus tolérante pour la *philosophie naturelle*. La Raison fut longue à avoir raison.

Enfin Copernic vint qui reprit l'hypothèse antique et l'étaya sur des considérations irréfutables, consignées dans son livre immortel : *De revolutionibus orbium caelestium* dont il eût le bonheur de saisir le premier exemplaire, dans ses mains défaillantes, sur son lit d'agonie.

Képler, aussitôt, se rendit à la vérité nouvelle; mais celui qui la fit connaître, réfuta les objections, la propagea et souffrit pour elle, fut l'illustre et malheureux Galilée que ses beaux travaux abstraits de mécanique rationnelle et d'astronomie physique avaient préparé à cette haute et glorieuse mission.

Toutefois les preuves données du mouvement de la Terre, assez puissantes néanmoins pour entraîner le consentement général, n'étaient réellement que des conjectures vraisemblables, expliquant avec limpidité toute une classe de phénomènes astronomiques; elles prêtaient encore prises aux sophistes.

Les preuves expérimentales, positives, incompatibles avec toute autre explication, faisaient défaut.

C'est alors que quelques physiciens songèrent à trouver à la surface même du Globe des traces de son mouvement.

En 1843, un savant allemand, Reiss, en vit une dans la différence des vitesses horizontales à la bouche et au fond d'un puits d'un corps tombant en chute libre.

On comprend, en effet, que pour un même lieu géographique,

(1) Socrate, sous l'inculpation de corrompre la jeunesse et d'enseigner le mépris des dieux, venait d'être condamné, par l'Aréopage d'Athènes, à boire la cigüe.

la vitesse rotatoire à la surface est supérieure à celle de tout point situé à l'intérieur, sur la même verticale ; et que, si on laisse tomber librement un corps, il emportera sa vitesse horizontale primitive et la conservera pendant toute la durée de sa chute : il viendra donc rencontrer des plans horizontaux successifs à des distances de plus en plus grandes de la verticale du point de départ, et la déviation sera toujours vers l'est, puisque la Terre tourne sur elle-même de l'occident en orient.

. Reiss réalisa son expérience dans un puits de plus de 300 mètres de profondeur. Il trouva, en effet, une déviation à l'est de la verticale et elle fut celle que le calcul avait prévu.

Un français, Léon Foucault, donna à son tour, en 1851 et 1852, deux nouvelles démonstrations du mouvement de la Terre : à l'aide de son pendule d'abord, appareil précis mais encombrant, puis à l'aide de son gyroscope.

Expérience du pendule. — On sait que l'on nomme *pendule* le système formé par un corps suspendu à un fil inextensible qui peut osciller librement autour de son point de suspension.

Au repos, sa direction est évidemment celle de la gravité, indiquée par un fil à plomb. Écarté de la verticale et livré à la seule pesanteur il éprouve, au contraire, une série d'allées et venues, ou oscillations, autour de cette verticale.

La théorie du pendule, en ce qui concerne notre manière présente d'envisager cet instrument, repose sur la loi des mouvements relatifs : Si la Terre se meut et qu'un corps, placé à sa surface, est soustrait à ce mouvement, par un artifice quelconque, et conserve dans l'espace une position invariable, il semble à l'observateur, entraîné lui-même dans la rotation, voir le corps se déplacer par rapport à lui en sens inverse de son propre mouvement.

Le corps ainsi soustrait aux effets de la rotation offre, suivant les dispositions adoptées, un plan ou une ligne de repère parfait auquel on rapportera les déviations réelles.

Dans l'expérience du pendule, c'est le plan des oscillations qui constitue le repère ; car, ainsi que le montre la réflexion, aucune force, c'est-à-dire aucune *cause de mouvement*, ne tend à le jeter hors de ce plan, pas même — l'examen attentif le prouve — la torsion du fil d'attache ; si donc il n'y a aucune *cause* pour le faire dévier du plan oscillatoire il reste indéfiniment dans ce plan.

Dans le gyroscope, c'est le plan de rotation du tore, ou une ligne en relation avec lui, qui sert de repère.

Viviani, un des plus célèbres disciples de Galilée, avait déjà observé que le plan des oscillations déviait constamment vers

l'orient; mais ni lui, ni personne à sa suite n'expliqua ce phénomène.

Cet honneur était réservé à l'illustre Léon Foucault, génie fécond et puissant disparu trop tôt pour la science et pour la gloire de la France.

Pour bien le comprendre, plaçons-nous à l'un des pôles et fixons-y un pendule. La Terre tournera sous lui en vingt-quatre heures exactement, et l'appareil semblera faire, pendant cette période, et en sens inverse du mouvement véritable de rotation du Globe, le tour entier de l'horizon. Il marchera donc de l'est à l'ouest, en passant par le sud.

Mais, à l'équateur, il n'y aura plus aucune déviation, puisque la verticale reste constamment dans le plan invariable de l'équateur, et la méridienne toujours parallèle à elle-même.

Pour tout autre point de la surface terrestre la déviation apparente du plan oscillatoire se produit, et est d'autant plus grande, dans un même temps, qu'on se rapproche davantage de l'un des pôles; elle est d'ailleurs, on le conçoit, calculable *a priori*.

Léon Foucault a donné une formule qui, dit-il lui-même, n'est peut-être pas la formule exacte, mais bien qu'approchée elle a le mérite considérable de rendre bien compte du mode de production du phénomène à l'équateur, aux pôles, enfin à toute latitude pour des observations de courte durée. Elle peut s'exprimer ainsi, en langage ordinaire :

Pour une observation de faible durée, vingt minutes au plus, l'angle de déviation en azimut du plan des oscillations du pendule est sensiblement égal au produit de la vitesse angulaire de la Terre, dans le même temps, multipliée par le sinus de la latitude.

Ce sinus étant nul pour la latitude 0 degré, c'est-à-dire pour tout point du plan équatorial et égal à l'unité pour la latitude 90 degrés, c'est-à-dire aux deux pôles, il s'en suit qu'il ne se produit aucune déviation à l'équateur, mais, qu'aux pôles, la déviation est maximum et toujours égale à l'angle dont a tourné la Terre sur elle-même, dans le même temps. C'est ce que nous avons précisément constaté plus haut par l'examen direct.

Léon Foucault, qui avait d'abord réalisé son expérience dans la cage de son escalier, la renouvela dans une mémorable séance publique, en 1851, sous la coupole du Panthéon.

Tout le monde connaît cette belle expérience qui rend visible le mouvement de la Terre.

Un pendule gigantesque était formé d'une boule de cuivre de 28 kilogrammes, munie à sa partie inférieure d'une pointe de

même métal. Le fil de suspension, rond, en platine et homogène mesurait 68 mètres de longueur et se trouvait encastré au centre de la coupole.

Au repos, il occupait l'axe d'une galerie circulaire divisée en degrés et élevée, au-dessus du sol, à hauteur d'appui. Des petits tas de sable étaient disposés aux extrémités d'un même diamètre.

La boule, écartée et maintenue sur le bord par un fil de chanvre, auquel on mettait le feu avec une allumette, commençait une série d'oscillations de chacune 16 secondes, et à chaque retour à son point de départ, et au point diamétralement opposé, entamait de plus en plus les brèches, si bien qu'au bout de cinq minutes les ouvertures étaient larges de plusieurs centimètres, et au bout d'une heure l'angle de déplacement était de quelques degrés.

Primitivement les oscillations allaient en diminuant de plus en plus, car le frottement au point de suspension et la résistance de l'air agissaient, pour ainsi dire, comme un frein au mouvement du pendule. Aussi, quelques années après, Léon Foucault et un ingénieur constructeur, feu M. Froment, réalisaient une disposition électrique pour entretenir en mouvement d'une façon permanente, l'appareil pendulaire. Les observations acquerraient alors une durée illimitée.

Au milieu de la galerie circulaire dont nous venons de parler, c'est-à-dire au centre exact des oscillations, était fixé un fort électro-aimant dont l'aimantation durait seulement pendant toute la période de descente du pendule et cessait dès que celui-ci passait dans la verticale. La boule d'acier de l'appareil était alors attirée, mais non retenue; et cette action, calculée pour contrebalancer les résistances passives, sans toutefois augmenter l'amplitude, suffisait à l'entretien permanent des oscillations, et celles-ci restaient fort régulières.

Malgré des précautions si bien entendues, il restait encore à apporter quelques légers perfectionnements.

Le mode de suspension du fil présentait, par exemple, un léger défaut. Le fil de platine offrait trop de rigidité et finissait même quelquefois par se casser.

Aussi, en 1887, M. Léon Joubert se proposa-t-il de renouveler l'expérience de Léon Foucault, en l'entourant de tous les soins exigés par l'état plus avancé de la construction et de la science. Elle eut lieu dans la Tour Saint-Jacques, où est aujourd'hui installé un laboratoire d'études physiques.

La Tour Saint-Jacques (Saint-Jacques-la-Boucherie) a vu son histoire traverser vraiment bien des vicissitudes.

Reléguée au rôle modeste de clocher d'église, en 1212, elle abrita plus tard, de son ombre, *Nicolas Flammel*. Ce provincial de Pontoise vint à Paris avec son écritoire pour tout bien. A sa mort, en 1417, il avait réalisé une telle fortune, qu'il avait fait bâtir de ses deniers un portail monumental qui regardait la rue des Écrivains, fait construire plusieurs hôpitaux et renté sept églises. Il avait élevé à sa femme Pernelle un splendide tombeau, dont la pierre tombale, égarée sous la Révolution, fut retrouvée chez une fruitière qui hachait dessus des herbes cuites, et déposée au Musée de Cluny.

Nicolas Flammel avait trouvé un ingénieux moyen de loger à bon marché les malheureux de son quartier. Il louait très cher ses boutiques de la rue Montmorency, et ses bénéfices servaient le loyer aux autres logements. Aussi ce brave homme arriva-t-il promptement à la célébrité ; il passait pour alchimiste, ce qui était le dernier mot de l'admiration, et bien souvent, malheureusement aussi, de l'envie.

La statue de Blaise Pascal que l'on voit aujourd'hui au pied de la Tour, est destinée à rappeler les expériences que fit ce savant, en 1653, sur la pression barométrique. Il y renouvela celles qu'avait faites sur ses indications, en 1648; son beau-frère Périer, au sommet du Puy-de-Dôme.

Pendant la Révolution, l'église et la Tour servirent quelque temps aux séances du district des Lombards, fut vendue 411 000 fr. à un démolisseur, sous réserve de conservation de la Tour.

Dubois, le propriétaire, y établit une fabrique de plomb de chasse; et, en 1823, un marché à friperie s'étant installé au pied, dans la cour du Commerce, celle-ci devint promptement un foyer d'immondices.

La Tour était menacée et le temps allait détruire ce que la Révolution avait respecté, quand, en avril 1836, la Ville, sur la proposition de François Arago, l'acheta aux héritiers Dubois pour le somme de 250 000 francs.

Quinze années après seulement, on procéda à sa restauration qui fut dirigée par MM. Théodore Ballu et Roguet et coûta près d'un million.

Comme nous l'avons dit, la Tour abrite, depuis 1886, un laboratoire de physique.

Le pendule de la Tour Saint-Jacques est une boule de cuivre pesant 29 kilos; le fil de suspension, en acier, n'a que 39^m,35 et son diamètre 9/10 de millimètre. Il est fixé au haut de la Tour, à l'aide d'un lien de 10 centimètres de longueur, formé de 35 fils de soie

sans torsion. Il n'y a donc plus de résistance, partant plus de chance de rupture.

De plus, aux tas de sable primitifs a été substitué un appareil d'enregistrement automatique, fondé sur la décomposition du papier à l'iodure de potassium, mis en contact avec un appendice métallique de la boule dont le fil de suspension est traversé par un courant électrique.

M. Ch. Carré met le pendule en marche au moyen de l'électricité. Pour cela, le fil de chanvre de Foucault est remplacé par un mince fil de platine qu'un courant électrique porte à l'incandescence et volatilise.

Enfin, tout récemment, le savant membre de l'Institut, directeur de l'observatoire météorologique du Parc-Saint-Maur, M. Mascart, a fait installer à la Tour Eiffel un pendule gigantesque qui est assurément le plus grand qui ait jamais été construit. Cet appareil consiste en un fil de bronze, long de 115 mètres, attaché au centre de la deuxième plate-forme, descendant jusqu'à 2 mètres du sol. Le fil supporte une sphère en acier du poids de 96 kilogrammes.

Le pendule fournit assurément une démonstration péremptoire, *de visu*, du mouvement diurne du Globe, mais son inconvénient irrémédiable est d'être encombrant et d'exiger trop de soins.

Aussi, dès 1852, Léon Foucault le remplace-t-il par son gyroscope. Le principe de ce merveilleux instrument est le suivant :

Lorsqu'un corps est animé d'un mouvement de rotation autour d'un de ces axes d'inertie, et qu'aucune force ne vient à agir sur lui, son plan et par suite son axe de rotation restent invariables dans l'espace.

Si donc un corps vient à remplir ces conditions, à la surface terrestre, celle-ci tourne sous lui, et l'observateur, entraîné dans le mouvement, voit au contraire l'appareil se mouvoir par rapport aux objets voisins.

Le gyroscope est un instrument qui est précisément soustrait, grâce au corps tournant, à toute cause de perturbation extérieure.

Ce nouvel appareil qui, une fois de plus, fait tant d'honneur au génie mécanique de Léon Foucault était composé, dans l'appareil même de cet illustre savant, d'un tore métallique animé d'un mouvement rapide de rotation à l'aide d'un tour et d'engrenages. Ce tore reposait, par son axe, dans une cage à la Cardan, et le tout était suspendu par un fil inextensible, au milieu d'un cercle gradué en degrés.

Malgré la perfection d'exécution donnée à l'instrument, il est

facile de comprendre que les observations étaient, par les frottements passifs, limitées à quelques minutes, durée maximum du mouvement du tore. Là était un inconvénient capital.

M. Gustave Trouvé, alors à ses débuts en électricité, se mit en tête d'y remédier.

Son coup d'essai fut un coup de maître.

Mis en rapport direct avec Léon Foucault, par l'intermédiaire de M. Tresca, savant distingué, trop tôt décédé, sous-directeur du Conservatoire des Arts-et-Métiers et membre de l'Institut, il fit part à l'illustre savant de son projet d'appliquer l'électricité à l'entretien permanent du mouvement du tore.

Celui-ci accueillit avec bienveillance M. Gustave Trouvé, mais lui fit ressortir les difficultés, grandes et nombreuses, pour ainsi dire insurmontables qu'il avait à vaincre. Notre jeune inventeur que ces observations, prudentes cependant, ne savaient décourager, expliqua au Maître quelle voie il voulait suivre, quels moyens il désirait employer.

Foucault, convaincu qu'à moitié, mais étonné de cette fermeté, félicita le jeune ingénieur et, bien qu'il continuât à juger téméraire son idée, l'encouragea à en poursuivre la réalisation.

La réalisation se fit. Elle eut lieu en 1865; mais le malheureux savant, terrassé par l'impitoyable plitisie, ne la vit qu'en expirant. Le gyroscope électrique figura, pour la première fois en public, à l'Exposition universelle de 1867.

Nous laissons au *Dictionnaire d'Electricité et de Magnétisme*, de M. Georges Dumont, le soin de décrire en détails le gyroscope électrique de M. Gustave Trouvé, tel que l'a disposé son auteur, pour la démonstration du mouvement de la Terre, quand on tient à éliminer toute cause de perturbation extérieure. M. le comte Théodore du Moncel, l'avait déjà compris dans l'édition de 1878 de ses *Applications de l'Electricité*.

« M. Trouvé a imaginé, en 1865, une disposition au moyen de laquelle l'électricité actionne le gyroscope de Foucault pendant un temps assez considérable pour permettre de faire une série prolongée d'observations, et à laquelle il a donné le nom de *gyroscope électrique*.

« Cet instrument, représenté figure 271, se compose d'un tore électro-moteur A mobile autour d'un axe d'acier, à pointes de rubis, perpendiculaire à son plan.

« Ce tore, mis en rotation rapide par l'électricité, occupe le milieu d'une cage formée par l'armature en fer B et l'anneau en cuivre C sur lequel il pivote. La cage et le tore sont suspendus à

une potence E par un fil inextensible au centre d'un anneau portant les degrés du cercle.

« Une aiguille indicatrice faisant partie du système suspendu et immuable dans l'espace, par suite de la rotation rapide du tore, permet d'apprécier chaque degré de déplacement du cercle D qui participe au mouvement de la Terre.

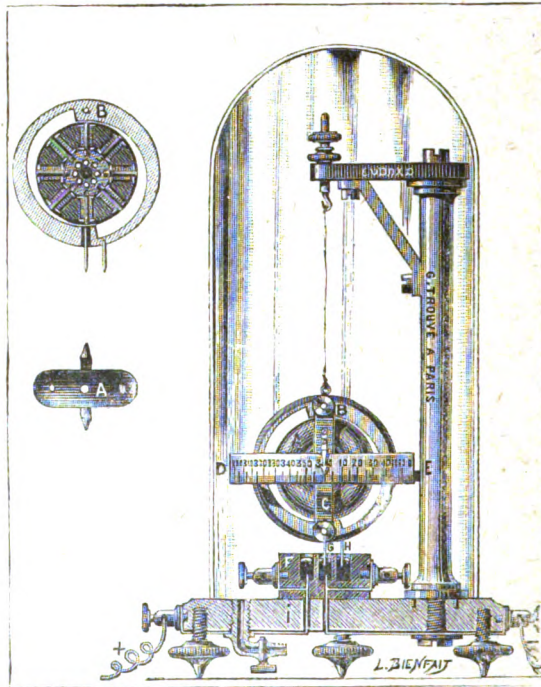


Fig. 271. — Gyroscope électrique Trouvé pour la démonstration de visu du mouvement de la Terre.

« On peut également apprécier la rotation de la Terre en braquant une lunette sur un micromètre fixé à l'axe; on voit les divisions de ce micromètre passer successivement devant le réticule de la lunette. Le courant électrique est amené au tore électromoteur par deux petites aiguilles en platine G, H, isolées entre elles et plongeant dans du mercure contenu dans deux petites cuves indépendantes F, représentant les deux pôles de la pile employée.

« Tout l'ensemble du gyroscope de M. Trouvé repose sur un socle I à vis calantes, surmonté d'un globe en verre, sous lequel on

peut faire le vide, au moyen d'un robinet, afin de soustraire l'instrument aux perturbations extérieures.

« Dans ces conditions, le gyroscope peut être mis en expérience pendant un temps pour ainsi dire indéterminé et plus que suffisant pour qu'un observateur s'aperçoive d'une révolution entière autour de l'instrument. Cette révolution d'un tour entier s'accomplirait en 24 heures si l'on se trouvait aux pôles de la Terre. Avec les gyroscopes dont le tore reçoit le mouvement d'une puissance extérieure, l'observation ne peut guère dépasser quatre minutes, temps nécessaire à peine au déplacement d'un degré; déplacement bien minime pour donner une certitude de la rotation de la Terre.

« La réalisation du gyroscope de M. Trouvé a demandé une étude sérieuse et approfondie de construction. Le tore principalement mérite qu'on en dise quelques mots : il est composé intérieurement par l'électromoteur de M. Trouvé; cet électromoteur est formé d'un pignon électromagnétique à huit branches, agissant sur une armature de fer B en forme de limaçon (voir la fig. 271). Voici comment M. Trouvé a opéré pour obtenir un tore d'apparence lisse et formé d'un métal compact : après avoir construit et achevé le pignon électromagnétique, muni de son axe et de son commutateur, il l'a noyé au milieu d'une masse d'un ciment spécial, puis il l'a porté sur le tour pour lui donner la forme d'un tore évidé au centre.

« Ce tore composite, bien tourné et bien équilibré, fut ensuite mis dans un bain de cuivre pendant plusieurs jours; il en fut retiré lorsque le dépôt eût atteint une épaisseur de 0^m.003 environ; il fut tourné de nouveau et bien équilibré et prit ainsi l'apparence d'un tore ordinaire en cuivre.

« On est donc surpris de le voir tourner sans cause apparente à une vitesse de 300 à 400 tours par seconde. L'instrument a été présenté à l'Académie de Saint-Petersbourg, par le célèbre Jacobi. »

Ainsi, le gyroscope électrique de M. Gustave Trouvé ne donne point seulement des indications passagères, de courtes durées, quelques minutes, comme celui de Léon Foucault; mais sa marche est régulière et permanente, c'est-à-dire qu'il fonctionne tout le temps qu'il reçoit le courant voltaïque. Il est donc susceptible de donner la certitude parfaite du mouvement de la Terre, et il permet de répéter toutes les expériences utiles à l'étude des corps en rotation autour d'un axe dont un point seulement est entraîné dans le mouvement du Globe, ou encore de contrôler par l'observation

les déviations du plan de mouvement, déviations qui sont, en effet, calculables *a priori*.

L'instrument que nous venons de faire connaître est évidemment réservé exclusivement aux pures expériences scientifiques; sa délicatesse extrême l'empêche de servir à celles de la pratique courante.

Aussi M. Gustave Trouvé, qui ne sait résoudre un problème à moitié, l'a-t-il complété en construisant un second modèle de gyroscope électrique qui, bien que très robuste, conserve tous les avantages du premier.

Ce second modèle (fig. 272) qui n'a plus à craindre les causes perturbatrices habituelles a été créé spécialement pour la vérification des boussoles marines; il est d'ailleurs construit si solidement qu'il peut être installé à bord de tous les navires.

C'est ce nouvel instrument qui, dans la pratique, pourra rendre d'importants services, en se prêtant, avec commodité, à la détermination de la méridienne d'un lieu, à la mesure de la latitude et aux autres expériences auxquelles, plus haut, nous faisons allusion.

M. Gustave Trouvé l'a construit sur les encouragements qu'il reçut de M. Beuf, l'éminent directeur de l'Observatoire de Cordoba (République Argentine) et de M. Garcia, jeune officier de marine.

L'ingénieur se dit tout d'abord qu'il y a quelque distance entre le projet et l'exécution, et qu'il y a souvent, entre les deux, place pour un échec; mais, en réfléchissant, il s'aperçut vite que les difficultés n'étaient pas, pour lui, insurmontables; qu'il avait déjà réalisé la stabilité irréprochable du tore, sa rotation permanente et la précision dans les résultats.

Son nouveau gyroscope devait donc conserver ces mêmes qualités tout en restant soumis aux mille causes diverses de perturbations qu'on rencontre à bord des navires.

Pour réaliser son desideratum, M. Gustave Trouvé pensa avec juste raison que s'il est impossible d'éliminer d'une façon absolue les causes de perturbations extérieures il pouvait du moins les rendre infinitésimales et négligeables par rapport à la force d'inertie directrice, en augmentant celle-ci dans des proportions considérables.

A cette fin il accrut la masse, le diamètre, la vitesse, c'est-à-dire le moment d'inertie du tore dans des proportions telles qu'il faudrait un effort de plusieurs kilogrammes pour le faire dévier de son plan de mouvement et qu'un homme vigoureux ne pourrait brusquement intervertir les pôles. Dans ces conditions, les forces

perturbatrices n'exercent pas plus d'influence sur son gyroscope électrique marin que, pour ainsi dire, la chute d'un aérolithe sur le mouvement diurne du Globe.

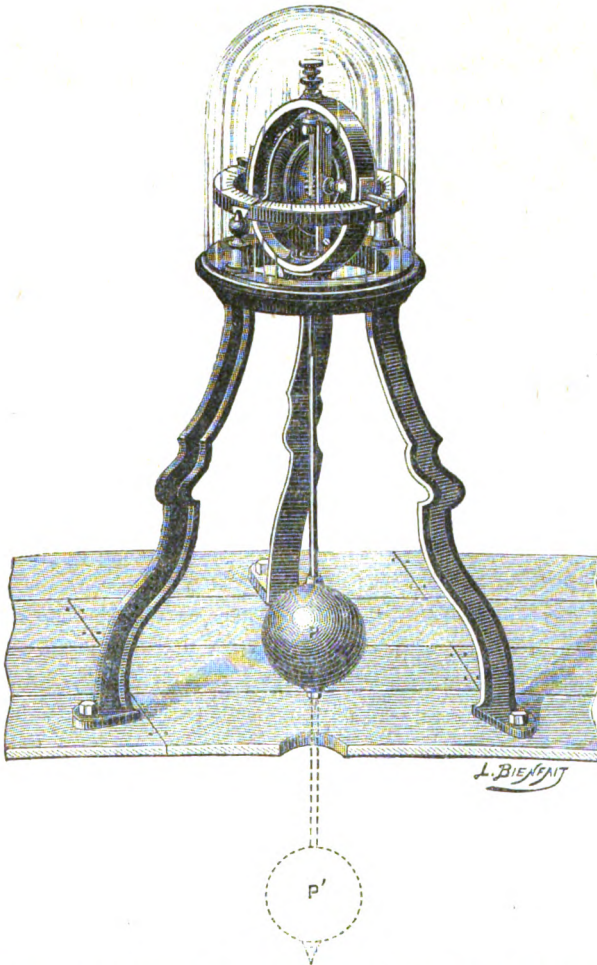


FIG. 272. — Gyroscope électrique Trouvé, sans alidade ni lunette astronomique, pour la vérification des boussoles marines, la détermination pratique de la méridienne et l'évaluation de la latitude du lieu d'observation.

Le tore électro-moteur, qui constitue la partie essentielle, est d'un poids de plusieurs kilogrammes; il est mobile autour d'un axe d'acier, à pointes de rubis, perpendiculaire à son plan. Intérieurement il renferme un anneau *induit*, genre Gramme, logé

dans le renflement même du tore, dont la partie centrale reste très évidée, et dont presque toute la masse occupe le pourtour.

Ainsi construit, et muni de son axe et de son commutateur, cet anneau est, comme précédemment, noyé dans un ciment spécial, passé au tour, équilibré, plongé dans un bain de cuivre pendant plusieurs jours et, quand le dépôt du métal atteint quelques millimètres, de nouveau il est passé au tour et très exactement équilibré.

Son apparence est alors celle d'un tore ordinaire de cuivre tourné et poli, de sorte que lorsqu'il atteint une vitesse minima de 400 tours par seconde, cette rapide rotation paraît inexplicable comme dans le premier appareil.

L'*inducteur* est un anneau en fer, à pôles conséquents, dans lequel tourne concentriquement le tore électro-moteur. Sur cet anneau qui porte l'aiguille indicatrice des déplacements de l'instrument (en réalité le gyroscope est immobile dans l'espace et ce sont les objets terrestres qui se meuvent par rapport à lui) sont fixés deux montants de cuivre formant une cage rectangulaire qui sert d'appui à l'axe du tore.

Inducteur et induit sont montés en série.

Tout le système, semblable au premier, au lieu d'être suspendu par un fil inextensible est soutenu, au milieu d'une suspension à la Cardan, par un axe vertical terminé en pointes qui pivotent dans des crapaudines d'agate, comme l'axe du tore lui-même.

Cette suspension à la Cardan est munie d'un pendule P à tige rigide qui, placé sur le prolongement de l'axe du système, lui donne une verticalité parfaite, malgré les oscillations continuelles du bâtiment. On conçoit, en effet, que les faibles inclinaisons que pourrait subir l'appareil sont d'autant plus petites que le pendule est plus long, et qu'elles se trouvent réduites dans le rapport de la longueur du pendule au rayon du tore ; ce pendule peut d'ailleurs être prolongé, au besoin, au-dessous même du plan d'appui de l'instrument, ainsi que le montre le pointillé des figures 272 et 273.

Dès que le tore est animé d'une vitesse suffisamment rapide l'armature et l'aiguille restent invariables dans l'espace, et celle-ci indique d'une façon continue et permanente, sur le cercle gradué, les déplacements apparents de l'instrument.

Le courant voltaïque est, comme dans le premier modèle, amené à l'électro-moteur par deux petites aiguilles de platine, isolées électriquement de l'ensemble et entre elles, qui plongent dans deux rigoles en ébonite, circulaires à la manière d'une auge

de presseoir à rouleau et concentriques, remplies de mercure où aboutissent les pôles du générateur.

Cette disposition ingénieuse rend absolument négligeables les frottements inévitables du contact.

L'ensemble du système repose sur un trépied boulonné au pont du navire et surmonté d'un globe de verre épais.

Afin que l'officier puisse orienter l'instrument dans un azimut donné et avant de procéder à la vérification des boussoles marines, ou de commencer une expérience — contrôle des déplacements calculés d'avance — M. Gustave Trouvé a ajouté à son gyroscope une alidade à pinnules pour les observations de jour et une lunette astronomique pour les observations de nuit (fig. 273).

Le globe de verre enlevé, l'alidade, portant l'appareil gyroscopique, est placée sur le trépied de soutien. Elle est formée d'un disque circulaire, en métal inoxydable, mobile autour de son centre qui est fixé sur l'axe du système; et on fait tourner à volonté ce disque à l'aide de deux petites manettes disposées aux extrémités du diamètre où sont montées les pinnules dont les fentes sont très longues et comprennent un vaste champ de collimation.

Pour empêcher celles-ci de vibrer et de s'écarter, M. Gustave Trouvé les réunit par une sorte de pont qu'il a encore utilisé en pivotant en son milieu une articulation à genouillère supportant la lunette astronomique. L'angle de rotation autour du pivot est d'ailleurs suffisamment grand pour que l'expérimentateur, comme aux pinnules, puisse embrasser une vaste partie du plan azimutal qu'il a choisi.

Dès lors, pour obtenir une ligne de repère invariable, il suffit, le circuit électrique étant ouvert, d'amener l'alidade ou la lunette à l'azimut choisi, de faire tourner le tore et l'inducteur jusqu'à ce que l'aiguille indicatrice vienne également dans le plan de collimation; enfin de laisser arriver le courant. A partir de ce moment, l'aiguille reste fixe dans l'espace, sur la ligne de repère dont on a besoin.

La nuit l'éclairage du réticule de la lunette se fait avec l'instrument que M. Gustave Trouvé a construit pour M. l'astronome Towne et que M. Wolff, de l'Observatoire de Paris et membre de l'Institut, a présenté à l'Académie des sciences en mars 1884. C'était la première application de ce genre aux lunettes astronomiques. C'est ce même instrument, adjoint au sextant, qui sert à M. le lieutenant de vaisseau Perrin pour relever la nuit la

position du navire; l'infortuné commandant Trèves l'employait également au Tonkin dans toutes ses observations de nuit.

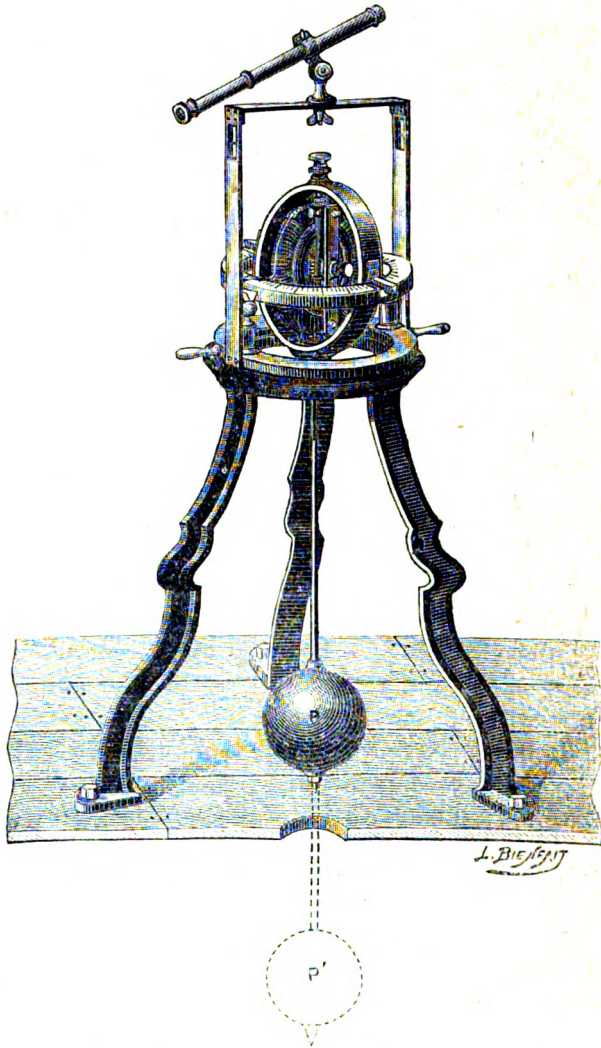


FIG. 273. Gyroscopé électrique Trouvé, avec alidade et lunette astronomique, pour la vérification des boussoles marines, la détermination pratique de la méridienne et l'évaluation de la latitude du lieu d'observation.

Ainsi constitué, le gyroscopé électrique de M. Trouvé n'a plus à redouter ni le tangage, ni le roulis du navire et se trouve dis-

posé pour corriger la boussole avec sûreté; en de nombreuses circonstances, en effet, l'aiguille aimantée s'affole : pendant la manœuvre des canons, les temps orageux, les aurores polaires et surtout à la suite d'une chute de la foudre sur le bâtiment. L'axe de rotation du gyroscope, au contraire, est absolument invariable dans l'espace aussi longtemps qu'il est nécessaire de prolonger l'observation; c'est donc une ligne de repère absolument parfaite.

La pratique enseignera si l'on doit se servir des indications de cet appareil pendant toute la traversée, ou seulement dans les passages dangereux et au moment de *faire le point*.

Dans le premier cas, le gyroscope électrique de M. Trouvé ne servirait pas seulement à rectifier la boussole, mais à la remplacer avantageusement puisqu'il pourrait indiquer perpétuellement et directement *l'angle de route*.

M. l'amiral Mouchez, le sympathique directeur de l'Observatoire de Paris, a présenté, à l'Académie des sciences, le 23 août 1890, les deux modèles du gyroscope électrique de M. Gustave Trouvé. Le premier, comme on l'a vu, avait été déjà présenté à l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg, dès 1866, par Jacobi.

La théorie complète du gyroscope est assez compliquée, mais on voit, à la réflexion, que, s'il est entièrement libre, il est soumis à deux mouvements *relatifs* par rapport aux objets terrestres qui l'environnent : un mouvement en azimut et un mouvement en hauteur.

Pour nous rendre compte du premier, immobilisons l'axe du tore dans l'horizon.

La Terre, en tournant autour de l'axe du monde, fait également tourner, autour de la verticale, l'horizon du lieu, de l'est à l'ouest, en passant par le nord.

Le tore qui est immobile dans l'espace et tourne dans le même sens que la Terre varie donc en azimut jusqu'à ce qu'il fasse avec la méridienne l'angle maximum dont il lui est permis de s'en écarter, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il lui soit perpendiculaire. L'axe du tore coïncide, par contre, avec la méridienne.

Ce résultat obtenu, immobilisons l'axe du tore dans le méridien.

Toujours par la loi des mouvements relatifs, le plan de rotation de l'appareil s'inclinera, de plus en plus, sur l'horizon; jusqu'à ce que, en restant de même sens que celui du Globe, il vienne coïncider avec le plan, immobile dans l'espace, du parallèle du

lieu. A partir de ce moment, que le gyroscope soit libre ou non, il reste invariablement fixe dans l'espace et par rapport aux objets voisins. Mais alors l'axe du tore est parallèle à la ligne des pôles et son inclinaison sur le plan horizontal n'est autre que la latitude. On sait, en effet, que *la latitude d'un lieu a pour mesure la hauteur du pôle en ce lieu.*

Ainsi, comme nous l'avons annoncé, on peut avec le gyroscope électrique de M. Gustave Trouvé, soit à terre, soit à bord, déterminer la méridienne du *point* où l'on se trouve et connaître sa latitude. Ces deux opérations sont même, grâce à l'validade et à la lunette dont on dispose, susceptibles d'une grande exactitude.

De quel secours une telle méthode ne sera-t-elle pas en tous temps, mais surtout quand un ciel nuageux et obscur ou des brumes épaisses rendent inutiles tous les procédés astronomiques!

Aujourd'hui surtout que la marine à voile est passée à l'état d'exception et que les grandes vitesses obtenues par les navires à vapeur rendent nécessaire la fréquence des rectifications dans leur marche, les officiers de marine seront heureux de posséder un instrument précis et robuste, d'une fixité absolue, et sur lequel ils pourront toujours compter, quelles que soient les conditions atmosphériques.

Là ne se bornent pas d'ailleurs les services du gyroscope marin de M. Gustave Trouvé; il doit surtout servir à la vérification des boussoles marines.

Celles-ci, en effet, sont soumises à trois sortes de perturbations, dues :

1° à *l'influence* de l'aiguille sur les substances magnétiques environnantes qui, à leur tour, réagissent sur elle.

Cette perturbation se corrige, une fois pour toutes, en évitant l'emploi de ces substances dans le voisinage de l'habitacle et en éloignant les compas les uns des autres, à des distances suffisantes.

2° au *magnétisme rémanent* des masses de fer et d'acier placées à demeure fixe dans le navire.

Les effets de cette seconde action perturbatrice, qui est *permanente*, peuvent être détruits au moyen, soit d'un seul aimant convenablement placé pour agir en sens contraire, soit de deux aimants dont l'un est dirigé de l'avant à l'arrière du navire et l'autre de tribord à babord, ou réciproquement; chacun combattant la composante partielle qui lui correspond.

3° à un *état magnétique passager* qui surgit sous *l'influence* de la manœuvre des canons et du tir, les orages magnétiques, les

aurores polaires et surtout la chute de la foudre sur le bâtiment qui, d'après quelques observations, peut même intervertir les pôles de la boussole.

Cette troisième cause d'erreur, aussi importante qu'irrégulière, exerce son action sur tous les corps magnétiques du vaisseau et en fait, pour ainsi dire, autant d'aimants mobiles; ceux-ci éprouvant des changements continuels dans la position de leurs pôles, suivant qu'ils se présentent différemment à l'action du Globe, quand le navire tourne sur lui-même ou qu'il se déplace à la surface terrestre.

L'astronome Airy est parvenu à atténuer beaucoup les effets de ces dernières perturbations au moyen d'une masse de fer doux, placée de tribord à babord du compas, à la suite d'assez laborieuses opérations dont nous ne pouvons donner ici les détails. Mais on appréciera certainement le gyroscope de M. Gustave Trouvé qui, à chaque instant, indiquera si on doit se fier au compas ou craindre ses inexactitudes.

Nous apprenons, au dernier moment, que la Compagnie générale transatlantique doit mettre prochainement à l'étude le gyroscope électrique marin de notre ingénieur.

§ 2. — NAVIGATION MARITIME DE L'AVENIR

Nous avons dit au chapitre précédent, où nous traitons de la navigation électrique, qu'à notre avis, dans un délai très proche, les machines à vapeur seraient remplacées par les moteurs électriques; et nous répétons : *L'avenir est aux grands moteurs, l'avenir est à l'électricité.*

Nous avons plus raison que nous n'osions le croire et les données, les appareils et les expériences suivantes, dus à M. Gustave Trouvé, feront assurément avancer d'un grand pas la question.

M. Gustave Trouvé ne s'est pas attaché exclusivement, en effet, à perfectionner une des nombreuses branches de la navigation sur l'eau, qu'elle soit maritime ou fluviale. On se rappelle cependant qu'à ce point de vue particulier son système de propulsion avec son gouvernail-moteur est d'une telle commodité qu'il lui a permis de résoudre *pratiquement*, le premier, le problème de la locomotion électrique fluviale; que son ingénieux mode de construction des hélices est appelé à rendre de grands services dans l'eau comme

dans l'air et que ses grandes chaloupes, d'un jaugeage de 30 tonnes serviront de modèle dans un très prochain avenir.

Il a envisagé la question de plus haut et se transportant, par la pensée, aux jours lointains et barbares où nos ancêtres s'occupaient de lancer la première pirogue, et inauguraient ainsi le système de navigation encore employé de nos jours, il s'est demandé tout d'abord si ce système est unique; puis, se répondant par la négative, il a cherché si, du moins, il est le plus rationnel. C'est le résultat d'une partie de ses recherches que nous plaçons ici sous les yeux.

Décomposant le problème en ses éléments simples pour le résoudre plus facilement, il en a étudié le côté statique, puis le côté dynamique, c'est-à-dire le système de sustentation et celui de la propulsion.

En ce qui concerne la sustentation, ce qui l'a frappé surtout c'est l'énorme résistance offerte par l'eau, dans la navigation actuelle, au déplacement du navire, résistance qui s'accroît, on sait, avec une extrême rapidité, à mesure que la vitesse elle-même augmente; puisqu'elle est proportionnelle à la section du navire, prise normalement à la direction, et qu'elle s'élève plus vite même que le carré de la vitesse. Il s'en suit que pour obtenir sur mer des vitesses comparables à celles qu'on voit sur terre il faudrait déployer une énergie extrêmement considérable. Aujourd'hui, en effet, nos meilleurs marcheurs, dont les moteurs sont déjà infiniment plus puissants que nos locomotives, atteignent à peine la moitié de la vitesse de ces dernières.

M. Gustave Trouvé a pensé, disons-nous, qu'il peut y avoir là un sujet intéressant, digne d'attention et d'études sérieuses.

Aussi, pour éviter, au moins en partie, la résistance dont nous venons de parler et arriver ainsi aux grandes vitesses, il lui a paru logique de faire servir à la sustentation l'organe de propulsion lui-même; c'est ce qui a lieu, d'ailleurs, sur nos chemins de fer, pour nos locomotives, dont les grandes roues sont sustentatrices et motrices. Qui connaît l'histoire des chemins de fer sait qu'il n'en a pas toujours été ainsi. Notre inventeur est donc revenu aux roues à aubes, mais il a amplifié notablement leur volume plein pour leur permettre de maintenir, à elles seules, tout le système à la surface de l'eau.

M. Gustave Trouvé n'est pas un sectaire et il ne désire pas se leurrer lui-même par ses propres théories. Si claire, si évidente que lui semblent les choses, il suspend son jugement tant que l'expérience, son guide infallible, ne s'est pas prononcée.

Pour savoir si la poussée de sustentation doit résider en totalité ou en partie dans le propulseur, et, si le second cas est le meilleur, pour déterminer le rapport exact des volumes du flotteur proprement dit et du propulseur, M. Trouvé dessinait en 1885 l'ingénieux appareil électrique de nos figures 274 et 275, qu'il devait réaliser bientôt pour M. de Nabat et expérimenter avec lui.

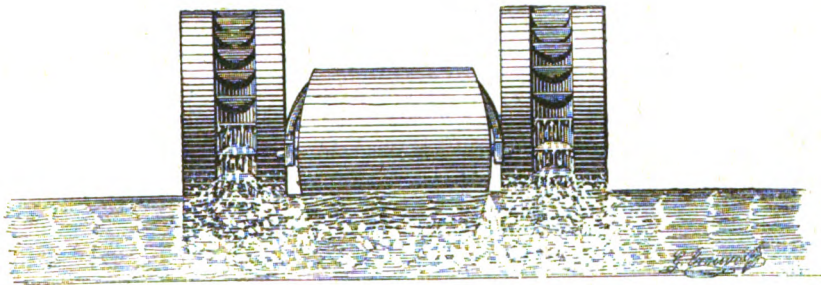
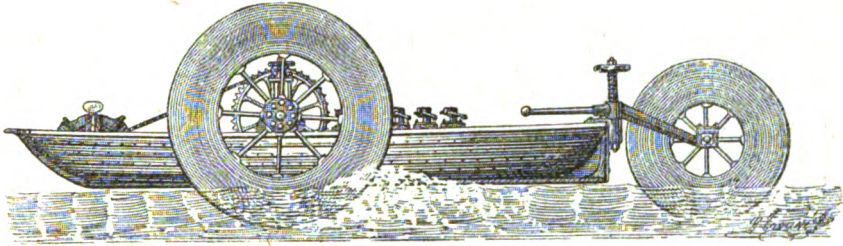


FIG. 274 et 275. — Appareil imaginé, en 1885, par M. Gustave Trouvé, pour ses expériences sur son nouveau système de navigation maritime.

Les deux grandes roues antérieures sont mises en mouvement à l'aide du moteur Trouvé placé sur le bateau, non immergé, la troisième mobile à la partie postérieure sert de gouvernail. Le petit canot, siège de l'expérimentateur, est porté par ces trois roues et peut, au gré de celui-ci, et à l'aide de vis visibles sur notre figure, plonger par degrés insensibles dans le fleuve, et alléger ainsi les roues motrices, ou s'élever totalement au-dessus de l'eau, avec son voyageur.

Quant aux roues, pour éviter un poids inutile et ménager au travail utile la puissance du moteur, elles sont très évidées au centre, la partie destinée à l'immersion occupant exclusivement le pourtour.

Les résultats obtenus avec ce dispositif de flotteur-propulseur, construit sur un petit modèle, ont été assez favorables pour qu'une expérience en grand puisse être tentée.

En ce qui concerne la propulsion, on se souvient de cette soirée scientifique de février 1881 donnée par M. l'amiral Mouchez, dans ses salons de l'Observatoire, soirée où toutes les notabilités scientifiques et politiques de Paris s'étaient donné rendez-vous et dont M. Camille Flammarion nous a donné le compte rendu à la page 260. Outre son explorateur-extracteur des projectiles et son hélice aérienne, si brillamment analysés par le savant écrivain, M. Gustave Trouvé présenta aussi le gouvernail-moteur-propulseur de ses bateaux électriques. Or, on pense bien que M. l'amiral Mouchez ne dispose pas d'un lac au milieu de ses appartements et comme M. G. Trouvé voulait absolument expérimenter devant l'assemblée son dernier appareil, force lui fut de construire sommairement un bateau miniature et de l'armer de tous les organes indispensables à son mouvement; mais au dernier moment, quand l'inventeur disposa ses piles dans son bateau, il eût le désagrément de s'apercevoir que ses mesures avaient été mal prises, car le poids des générateurs faisait sombrer son esquif frêle et léger. M. Gustave Trouvé n'est pas homme à reculer devant les obstacles et ce qu'il a résolu doit être.

Nous ne savons s'il obéit en cela au précepte de son compatriote Descartes recommandant, dans son célèbre *Discours de la Méthode*, au voyageur égaré au milieu d'une forêt, de choisir une direction et de poursuivre son chemin droit devant soi, sans jamais revenir sur ses pas ni errer de droite et de gauche. Il arrivera ainsi, dit le grand philosophe, en un endroit où, vraisemblablement, il sera mieux qu'au point de départ. Ainsi, lorsque M. Gustave Trouvé se livre à une question, il ne la quitte qu'après l'avoir décomposée, approfondie et en avoir tiré quelques applications utiles.

C'est ce qui eut lieu dans la circonstance que nous rapportons. Tout de suite l'ingénieur pensa à utiliser le liquide même du bac comme liquide excitateur.

A cette fin et sous le prétexte avoué de faire produire à son canot un effet utile, il composa, à l'aide de lames alternées de zinc et de cuivre, surnageant à l'aide de bouchons de liège, un petit radeau relié au canot miniature et au gouvernail moteur-propulseur par les fils conducteurs eux-mêmes; quant au liquide, voulant lui conserver un aspect d'eau ordinaire limpide il y fit dissoudre une certaine quantité de sel marin — chlorure de sodium, comme on sait. — L'eau de mer, en effet, avait déjà été reconnue comme

un assez bon comburant, notamment par Volta, Humphry Davy et surtout M. Duchemin, qui l'a utilisée dans ses piles, ses bouées et d'utiles appareils.

M. Gustave Trouvé prit un tel soin pour dissimuler son subterfuge que pas un auditeur ne s'aperçut de l'artifice et qu'on admira même la vélocité avec laquelle le petit bateau entraînait le radeau!

La Revue hebdomadaire *Les Mondes* du 11 février 1881 rapportait :

... Là M. Trouvé renouvelle en détail les succès de sa conférence; ses bijoux électriques ravissent les yeux des dames; ses poissons transformés en fournaises excitent la pitié de tous, et son petit moteur électrique lilliputien, qui fait marcher un canot pygmée dans un bassin de fer blanc, est admiré de tous...

L'expérience cependant devait porter ses fruits, car le savant conférencier fut heureux des résultats qu'il obtenait. Il en fut même d'autant plus surpris que les efforts tentés dans cette voie n'avaient jamais abouti en pratique, si ce n'est peut-être avec M. Duchemin, comme nous venons de le signaler.

M. G. Trouvé poursuivit donc ses études en agrandissant le champ de ses expériences. Il employa d'abord une solution artificielle saturée de sel marin et d'eau; puis ayant fait part de ses travaux à M. de Nabat, celui-ci eut l'amabilité de lui faire parvenir quelques litres d'eau-de-mer naturelle. De nouvelles expériences comparatives démontrèrent que l'eau de l'Océan fournissait un potentiel plus élevé que celui de la solution artificielle. La force électro-motrice d'un élément atteignait sensiblement un volt.

Enfin le savant naturaliste M. de Lacaze-Duthiers, membre de l'Institut, en même temps qu'il procurait à M. Trouvé les animaux marins nécessaires à expérimenter les appareils d'éclairage créés pour lui, et dont nous avons parlé (fig. 213, 214, 215), fournissait également l'eau-de-mer dont l'inventeur avait besoin. Des bocaux remplis d'eau-de-mer dans laquelle s'agitent des comatules, des térébelles avec leurs longs tentacules, des lucernaires, etc., lui étaient expédiés des laboratoires de Roscoff et de Banyuls, et M. Gustave Trouvé a pu constater que l'eau de la Méditerranée est légèrement plus électrogénique que celle de l'Océan. La force électromotrice varie même d'un envoi à l'autre d'une manière appréciable! Sans doute on doit attribuer ces inégalités aux variations de température qui font osciller avec elles le degré de saturation des eaux salées.

Plusieurs dispositions, suggérées par de nombreuses expériences comparatives, se sont présentées à l'esprit de l'inventeur pour l'installation de sa pile marine et sa relation avec le moteur.

La figure 276 représente le radeau-pile attelé derrière son navire; les éléments réunis en batteries sont immergés et le courant aboutit au moteur, placé dans la chaloupe, à l'aide de deux câbles qui le relie électriquement à celui-ci. C'est, on le voit, la disposition qui s'offrit spontanément à l'esprit de M. Gustave Trouvé à la soirée scientifique de M. l'amiral Mouchez, à l'Observatoire.

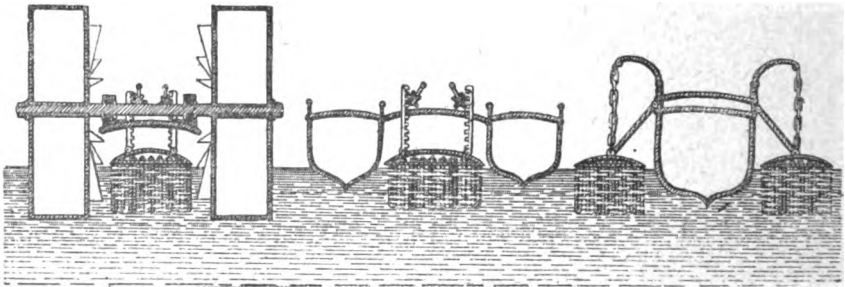
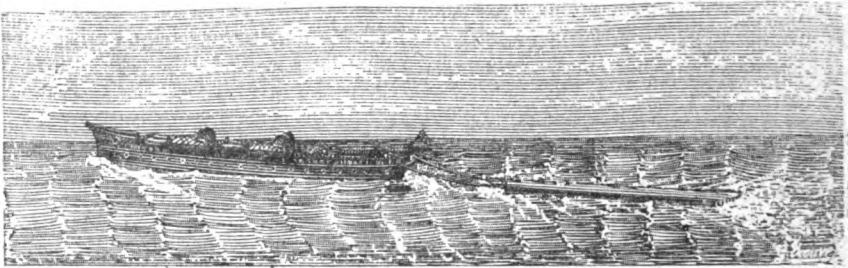


FIG. 276 à 279. — Modes d'installation de la pile marine de M. Gustave Trouvé pour actionner un navire ou son flotteur-propulseur.

Pour augmenter le potentiel, il est bon de grouper en tension un certain nombre de batteries montées déjà en surface, et l'on arrive ainsi, sans perte appréciable, à 5 ou 6 volts.

En pratique courante on aura soin, dit l'inventeur, de rendre indépendants les câbles d'attache et les conducteurs; ceux-ci ne devant jamais supporter directement la traction, pour éviter une rupture. De plus, pendant une tempête trop violente, et dans tous les cas où l'on stoppe habituellement, on pourra remonter la pile à bord, son poids n'étant pas, relativement, bien élevé.

Les schemas 277, 278, 279 nous montrent comment la pile

marine est disposée, soit entre les quatre roues du flotteur-propulseur, soit encore sur les flancs du bateau à la manière des filets de torpilles.

Mais M. Gustave Trouvé pense que sa première combinaison est, par certains côtés, bien préférable.

Le radeau-pile a, de plus, l'avantage considérable sur la vapeur de pouvoir s'échanger immédiatement avec un radeau semblable dans un port de ravitaillement. L'échange s'opère même beaucoup plus vite qu'un chargement ordinaire de charbon, des radeaux-piles tout préparés pouvant attendre les navires sur une grille, dans une cale sèche.

On ne se fait assurément point une idée exacte de la puissance de cette pile. Pour donner plus de précision dans l'esprit, prenons un navire de 100 mètres de longueur et de 16 mètres de largeur, et supposons — ce qui n'a rien d'exagéré — que les plaques alternées de zinc et de cuivre soient distantes les unes des autres de 4 décimètre et plongent de 4 mètres dans la mer; le radeau ayant les mêmes dimensions que le navire.

Afin d'alléger, d'ailleurs, le poids assez considérable des zincs et des cuivres électromoteurs, M. Gustave Trouvé a eu l'idée heureuse de reposer les plaques de cuivre sur elles-mêmes, de les fermer, et de leur donner ainsi un volume creux suffisant pour que la poussée du liquide équilibre parfaitement le poids total des couples. Les éléments cuivre dominant les éléments zincs afin d'utiliser les deux faces de ceux-ci.

Ainsi chaque plaque zinc, placée parallèlement à l'axe du navire, et conséquemment d'une longueur de 100 mètres, aura une superficie totale *active*

$$100 \times 4 \times 2 = 800 \text{ mètres carrés,}$$

puisque'on utilise les deux faces; soit, à raison de 5 plaques par mètre courant de largeur du radeau, 4000 mètres carrés et, pour les 16 mètres de largeur que nous nous sommes concédés :

$$4000 \times 16 = 64000 \text{ mètres carrés.}$$

Admettons, en outre, que nous disposions d'une force électromotrice — et c'est un minimum — de 6 volts, et d'une intensité, par mètre carré, de 10 ampères; soit, en un mot, 60 watts par mètre de superficie; cela équivaut pratiquement à 6 kilogrammètres. On possède donc, en somme, à sa disposition, un potentiel de $64000 \times 6 = 384000$ *kgm.* ou 5120 chevaux.

Voilà déjà un beau magasin d'énergie. Chose curieuse : cette énergie ne pourra qu'augmenter avec la vitesse; car, outre qu'il ne pourra se produire de polarisation, l'hydrogène se trouvant chassé par le courant maritime énergétique circulant entre les éléments, le montage tout particulier des éléments et la vitesse très grande des veines liquides entre les éléments atténuent aussi beaucoup les faibles dérivations qui tendraient à se produire.

Cela donnera donc lieu à un redoublement d'énergie analogue à celui qui surgit dans nos piles dès qu'on vient à agiter le liquide.

Après des expériences nombreuses, faites en petit, et de pareils aperçus, mathématiquement vrais, il nous est assurément permis d'affirmer que la solution définitive du problème sera complète, comme le dit M. Gustave Trouvé, dès que l'on pourra produire économiquement le sodium, et surtout, l'isoler sur place, de l'eau de mer. Avec lui, on possèdera des piles d'une haute puissance, car leur courant aura une grande intensité. La commodité de leur maniement sera augmentée également dans de fortes proportions, car leur volume et leur poids, ou leur densité, auront diminué d'autant. Si par la suite, des courants de haut potentiel étaient reconnus plus avantageux, divers moyens permettent déjà d'atteindre le but; mais en dernier ressort l'étude de la nature donnerait d'utiles renseignements. La gymnote donne, on sait, des décharges d'un haut potentiel et la connaissance du mode d'isolement de ses cellules serait d'une grande utilité. Aussi au dernier Congrès des électriciens, M. Gustave Trouvé pria M. Gariel, aussi habile physiologiste que savant électricien, de s'occuper de cette intéressante question. L'éminent professeur de la Faculté de Médecine le promit. Espérons qu'un plein succès couronnera ses recherches.

Dans notre siècle, où chaque jour apporte son contingent de découvertes et d'inventions, où la science et l'industrie se soutiennent mutuellement et progressent l'une par l'autre, il y a peu loin de la théorie à la pratique. Non pas seulement nos neveux, mais nous-mêmes, verrons, en électricité surtout, et d'ici peu d'années, nous en sommes certain, la réalisation de choses qui, aujourd'hui, nous paraissent invraisemblables, tant elles sont grosses de merveilleux. Mais, ne l'oublions pas, « les folies de la veille, sont les réalités du lendemain (1). »

(1) L. Figuiet, *Les Merveilles de la Science*.

§ 3. — NAVIGATION AÉRIENNE

Le problème de la navigation aérienne se subdivise en deux parties, correspondant chacune à l'étude des moyens de fournir l'effort de la composante verticale et de la composante horizontale dans laquelle le mouvement réel de l'appareil peut être considéré comme décomposé.

« Si, cependant, dit M. G. Espitallier (1), les deux problèmes de la *sustentation* et de la *direction* sont distincts et peuvent être envisagés séparément, on ne saurait en vouloir à ceux qui prétendent les rendre connexes et les résoudre ensemble d'un seul coup. Bien plus, cette solution n'est pas impossible *a priori*; il n'y a là qu'une simple question d'opportunité. Mais quelle que soit la marche suivie par l'inventeur, des deux parties au moins théoriques de la question, la *sustentation* est certainement la plus difficile à réaliser; c'est même l'impossibilité où l'on a été jusqu'à présent de soutenir un corps dans l'atmosphère, autrement que par des *moyens physiques* — c'est-à-dire en constituant un appareil plus léger que l'air, comme les ballons — qui a empêché la réussite de tout vaisseau aérien plus lourd que l'air. Lorsqu'on aura trouvé le moyen de soutenir un tel appareil dans l'espace, la question de son déplacement horizontal sera bien facile à résoudre. »

Deux écoles envisagent différemment le grave problème de la *sustentation*; l'une se prononce pour les *appareils plus lourds que l'air*, l'autre pour les *ballons*; les partisans de ceux-ci, tiennent que la *sustentation* n'est possible qu'avec eux; les autres objectent que ces ballons offrent trop de prise au vent; ils n'entrevoient la navigation aérienne *pratique* que lorsqu'on sera parvenu à se passer de cet intermédiaire, ainsi que le font les oiseaux. Ils réfutent l'*impossibilité* qu'invoquent leurs contradicteurs, en leur citant pour exemples les oiseaux gigantesques des époques géologiques anciennes.

Provisoirement, dit M. Gustave Trouvé, il sera bon pour arriver à des résultats *pratiques* de s'inspirer tour à tour des deux théories. On emploiera le ballon comme mode *supplémentaire*

(1) L'aviation et le plus lourd que l'air, *Cosmos* des 7, 14, 21 décembre 1889.

taire de sustentation; mais les efforts continuels des inventeurs qui s'intéressent à la locomotion aérienne devront tendre de plus en plus à diminuer son rôle, jusqu'au jour — que malgré tout nous espérons proche — où l'on pourra l'éliminer complètement.

En sorte que, aux yeux de la science future, le ballon aura été l'instrument nécessaire qui aura tourné les efforts des hommes vers la conquête des airs et l'aura ainsi aidé à franchir les obstacles immenses qui séparent la locomotion terrestre de la navigation aérienne. Sa fonction aura donc été analogue à celle des navires actuels qui, croyons-nous, préparent l'avènement des bateaux sous-marins, seuls *instruments* dignes d'une *navigation maritime*, au sens vraiment philosophique du mot.

Certes, nous ne voulons pas dire que cette navigation sous-marine remplacera, dans la pratique courante, la navigation telle que nous l'entendons aujourd'hui. La résistance qu'offre l'eau au mouvement est trop énorme, comme nous l'avons fait voir plus haut, pour que les vitesses d'un même navire, à l'intérieur et à la surface des mers, puissent être comparables; là, comme partout, l'homme se soumettra à la *loi universelle de la moindre résistance*. Mais il n'en est pas moins constant que la navigation facultative à la surface ou dans les profondeurs de l'Océan reste, aux yeux du philosophe, la seule qui lui paraisse abstraitement parfaite, alors surtout qu'il envisage les autres bénéfices abstraits et concrets que la science retirera de la révélation des nouveaux mondes.

Cette perspective sur l'avenir est pour nous une consolation, autant par les progrès qu'elle présage que par la certitude qu'une foule de projets et d'efforts qui aujourd'hui nous semblent inutiles trouveront plus tard leur utilisation. Beaucoup sont ingénieux et méritent un meilleur sort que de fournir matière aux érudits et à leurs compilations. Ils trouveront certainement une place honorable dans l'histoire scientifique future et la postérité, plus instruite, et conséquemment d'une moralité plus élevée que de nos jours, se rappellera les noms de leurs auteurs avec reconnaissance.

C'est qu'« il y a une étroite et heureuse liaison, dit Littré, entre l'amélioration de l'esprit et l'amélioration du cœur. Plus l'un gagne en clarté et en étendue, plus l'autre gagne en justice et en bonté. »

De quels respects n'entourons-nous pas nous-même les Bernard Palissy, les Képler, les Papin, les Philippe Lebon, les Fulton, les Frédéric Sauvage, pour ne citer que des grands noms, encore

proches de nous, dont les travaux ont été méconnus, dédaignés, méprisés.

Insensé, pensait le vulgaire, insensé ce Palissy qui prétend que ces hauts sommets ont été plongés sous les flots; insensé ce Képler qui stérilise ses efforts dans de vains calculs et d'inutiles observations; Papin, succombe de misère; Lebon tombe assassiné; Fulton est traité de visionnaire et Frédéric Sauvage meurt, pour dettes, en prison. Quant aux chemins de fer ils ont été déclarés impossibles par de doctes assemblées et des hommes, comme François Arago, d'une haute culture scientifique. La puissance, disaient-ils, étant placée dans le mobile restera inerte et ne saurait faire progresser celui-ci! Et pourtant « ils marchent » dirons-nous en paraphrasant le mot célèbre de Galilée.

Hélas! l'histoire est remplie de faits semblables; et chaque progrès de la science, et de la civilisation liée à elle indissolublement, a été acheté pas mille souffrances et souvent par du sang; souffrances et sang de tous ceux qui ont contribué à cette nouvelle marche en avant.

Mais revenons à notre problème et cherchons dans quelles conditions le plus lourd que l'air est réalisable.

« Volontiers, continue M. G. Espitallier, le public mêlerait un grain de merveilleux à ces questions auxquelles il est resté étranger, et l'on attend toujours la venue providentielle de l'inventeur de génie qui tirera tout armé de son cerveau le premier appareil de vol, digne de ce nom. Les choses vont plus simplement et se réduisent à des termes précis, lorsque l'on envisage la question d'un point de vue mathématique, en s'appuyant sur des expériences bien faites.

« Nous pourrions, sans doute, ne donner aucun calcul et nous contenter d'en énoncer les résultats en langage ordinaire; mais, dans ce siècle documentaire, on aime à toucher du doigt la démonstration complète, quitte bien souvent à ne pas la lire pour courir immédiatement à la conclusion. Les pièces à conviction sont là, cela suffit. Nous espérons pourtant que, dans le cas présent, nos lecteurs voudront bien exercer le droit de contrôle qui leur appartient et iront jusqu'au bout des calculs qui n'ont, du reste, rien d'abrupt.

« On peut chercher à réaliser la sustentation, par des *moyens mécaniques*, de plusieurs manières différentes, qui ont donné naissance à trois genres d'appareils de vol :

« 1° Les *aéroplanes*, qui comportent le mouvement rectiligne d'une surface d'appui;

« 2° Les *hélicoptères*, dans lesquels la surface appui est animée d'un mouvement circulaire;

« 3° Les *oiseaux mécaniques* qui, par une imitation plus ou moins servile de la nature, participent des deux premiers genres, et comportent à la fois les deux mouvements, réunis dans un même organe : l'aile.

« Pour se rendre compte du travail nécessaire à la sustentation d'un corps pesant, on peut réaliser l'expérience suivante :

« Une surface plane ou légèrement concave, est grée en parachute, c'est-à-dire lestée de manière que le poids total P puisse être considéré comme appliqué au point d'attache d'une série de cordelettes identiques et symétriquement placées. Laissons tomber cet appareil verticalement. Sa vitesse ira en s'accroissant, jusqu'à ce que la résistance R de l'air, qui s'exerce sur la surface S, et qui s'accroît avec la vitesse, fasse précisément équilibre au poids P. Le parachute aura alors atteint sa vitesse de régime V, qui restera dorénavant constante.

« Or, les études déjà faites sur la résistance de l'air permettent de représenter la valeur de celle que rencontre le parachute, par une expression de la forme :

$$R = KSV^2,$$

où K est un coefficient constant pour un parachute déterminé.

« Et quand la vitesse de régime est atteinte, la résistance étant égale au poids total de l'appareil, comme nous l'avons dit, on a :

$$R = P = KSV^2.$$

« Le parachute ne descend plus alors qu'en vertu de la vitesse acquise.

« Le travail résistant T est le produit de la résistance par la vitesse, ce qui donne :

$$T = KSV^3;$$

« Et en éliminant V entre ces deux équations, on obtient :

$$T^2 = \frac{P^3}{KS}.$$

« C'est précisément le carré du travail qu'il faudra développer pour soutenir dans l'espace un corps de poids P, par le seul abaissement vertical d'une surface S. On peut dire que c'est là

l'équation fondamentale du problème de la sustentation du plus lourd que l'air.

« Le plus souvent, en imaginant une série d'appareils qui ne diffèrent que par leurs dimensions, on posera cette condition, que les uns et les autres n'exigent pas un travail plus considérable par rapport à leur poids. C'est dire que $\frac{T}{P}$ doit être constant, ce qui ne sera réalisé que si $\frac{P}{S}$ est également constant : la surface d'appui devrait croître alors proportionnellement au poids.

« C'est ce qu'il est difficile de réaliser dans la pratique; car, deux appareils de dimensions différentes, mais géométriquement semblables, ont d'*ordinaire* des poids proportionnels au cube des dimensions linéaires homologues, tandis que les surfaces varient comme le carré de ces dimensions.

« Il en résulte que, communément, le rapport $\frac{P}{S}$ varie et augmente avec le volume de l'appareil. Et, comme conséquence immédiate, il faudra, pour soutenir un kilogramme de matière, développer un travail plus considérable pour un gros appareil que pour un petit.

« On peut donc dire qu'avec un tel mode de sustentation un gros appareil est plus difficile à réaliser qu'un petit, parce qu'il est très difficile de construire ces appareils de telle façon que leurs poids ne croissent que comme leurs surfaces et non comme leurs volumes.

« Nous avons, heureusement, d'autres moyens d'obtenir la sustentation mécanique; ces moyens résident dans le mouvement horizontal, rectiligne ou circulaire, d'une surface convenable.

« *Aéroplanes.* — Considérons tout d'abord un plan mince à la manière d'un cerf-volant, plan légèrement incliné, et animé d'une vitesse horizontale V .

« La théorie et l'expérience montrent que la résultante des actions de l'air sur ce plan mince est normale à la surface, et que son point d'application est très voisin du centre de gravité.

« En représentant par N cette résultante, et en désignant, en outre, par S la surface considérée, par α l'*angle d'attaque*, c'est-à-dire l'inclinaison du plan sur l'horizon, la valeur de la résistance normale prendra une expression de la forme :

$$N = KSV^2 f(\alpha),$$

où K est un coefficient constant pour un même appareil.

« Dans notre esprit, ce plan mince n'est pas isolé; il est relié à un corps qu'il s'agit de soutenir, une nacelle, la nef aérienne en un mot.

« Tout cet ensemble a un poids P , et la sustentation sera évidemment réalisée, lorsque la composante verticale de la résistance normale N fera équilibre à ce poids P .

« On aura alors :

$$P = N \cos \alpha.$$

« La résistance horizontale R est mesurée par la composante horizontale de la force N , et a pour expression :

$$R = N \sin \alpha.$$

« Quant au travail à dépenser, il est évidemment :

$$T = RV,$$

car n'oublions pas que c'est à la résistance horizontale qu'est due la résistance normale N et par suite la force de sustentation $N \cos \alpha$.

« Remplaçons R et V par leurs valeurs, et tout calcul fait :

$$T^2 = \frac{N^3 \sin^2 \alpha}{KS f(\alpha)},$$

« Les angles d'attaque sont toujours très faibles et l'on peut, sans erreur sensible, remplacer le sinus par l'arc α , et le cosinus par l'unité; en même temps, N devient sensiblement égal à P , d'où :

$$T^2 = \frac{P^3 \alpha^2}{KS f(\alpha)};$$

formule tout à fait analogue à celle que nous avons trouvée pour le travail dans le cas de l'abaissement orthogonal d'un parachute.

« Reste à définir la forme de la fonction : $f(\alpha)$, et c'est là que les auteurs, non seulement ont différé, mais ont pu commettre les erreurs les plus grossières, faute de s'être éclairés par des expériences concluantes.

« Navier, s'appuyant sur de simples vues théoriques, admettait pour cette fonction, une expression de la forme : $f(\alpha) = \lambda \sin^2 \alpha$, ou pour les petits angles :

$$f(\alpha) = \lambda \alpha^2.$$

« Il en résultait, pour le travail, la valeur :

$$T^2 = \frac{P^3}{K^2 S \lambda}, \text{ ou } \frac{P^3}{K^2 S},$$

d'après laquelle le travail serait le même quel que soit l'angle d'attaque et, par conséquent, le même que dans le parachute à abaissement vertical. Il en résultait qu'on n'avait aucun avantage à employer les plans inclinés se déplaçant horizontalement.

« Il en résultait également que les oiseaux devaient, pour se soutenir, développer le même travail que si leurs ailes frappaient l'air par un simple abaissement orthogonal, et, dans ces conditions, ces malheureux volateurs étaient condamnés à fournir, dans les plus petites tailles, un travail de plusieurs chevaux-vapeurs. Quelle que soit la puissance musculaire qu'on leur accorde, cette conclusion était absurde et devait mettre en garde contre le point de départ du calcul.

« D'autres calculateurs, en effet, ceux-ci doublés d'expérimentateurs de mérite, Thibault, Hutton, Vince, et après eux le colonel Duchemin et M. Goupil, s'inscrivaient en faux contre la loi de variation de la fonction $f(\alpha)$. Cette valeur ne doit pas varier comme le carré du sinus, mais simplement comme le sinus. C'est-à-dire que, pour les petits angles, on doit poser :

$$f(\alpha) = \lambda \alpha.$$

« La formule du travail devient alors :

$$T^2 = \frac{P^3 \alpha}{K \lambda S}, \text{ ou } \frac{P^3}{K S}$$

et il est aisé de voir que, loin d'être constant quel que soit l'angle d'attaque, ce travail tend vers zéro avec α .

« Il importe de remarquer que, lorsque l'on parcourt les tableaux d'expériences dressés par les différents expérimentateurs, on constate des divergences assez notables qui tiennent surtout au rôle important que jouent ici la *forme* et la *position* du plan oblique. Le commandant Renard a, le premier, mis en évidence l'influence de ces deux facteurs de la question; voici la conclusion qu'il a tirée de l'étude des expériences anciennes et des siennes propres.

« 1° Lorsque le plan mince affecte la forme d'un rectangle très allongé, dans le sens horizontal (*ruban transversal*), la loi du simple sinus s'applique rigoureusement :

« 2° Dans le cas d'un *ruban longitudinal*, allongé dans le sens de la plus grande pente, c'est la loi du sinus carré qui s'applique :

« 3° Un *écran* tenant le milieu entre ces deux formes donnerait lieu à une loi plus compliquée.

« Ces divergences tiennent évidemment à la facilité plus ou moins grande que l'air a pour s'écouler le long des bords du plan mince.

« Que faut-il conclure de la dernière formule? C'est que, théoriquement, le travail nécessaire à la sustentation, lorsqu'on cherche à l'obtenir par le déplacement horizontal d'un plan incliné, peut être réduit autant qu'on le voudra. On pourrait donc réaliser, dès aujourd'hui, ce mode de sustentation, puisque, avec une force quelconque, aussi faible qu'elle soit, on trouverait toujours un angle d'attaque permettant l'équilibre.

« Il semble qu'il y ait là un paradoxe; car, si le problème était si facile à résoudre, on ne comprendrait guère qu'il ne fût pas pratiquement résolu depuis longtemps.

« C'est qu'en effet, il importe d'apporter des restrictions à la conception théorique que nous venons de présenter.

« Si le travail de sustentation proprement dit peut être ainsi réduit au-delà de toute limite par la seule réduction de l'angle d'attaque, la sustentation n'est pas la seule résistance qu'il y ait à vaincre. Le mouvement horizontal fait naître une résistance qui provient du frottement de l'air, non seulement sur le plan mince, mais aussi sur tous les organes de l'appareil, cadre, nacelle, agrès. Pour introduire de l'homogénéité dans nos calculs et en écarter toute complication, on peut dire que cette résistance R' est la même que si tout l'appareil était remplacé par un plan mince idéal de surface δ , et, en désignant par φ un coefficient constant, on aura, pour la résistance, une expression de la forme :

$$R' = \varphi \delta V^2.$$

« C'est cette résistance qui s'ajoutera à celle que développe le travail de sustentation proprement dite, et qui est proportionnelle à $N \sin \alpha$, ou plus simplement à $N \alpha$; l'on aura, en définitive, à vaincre une résistance totale :

$$R = N \alpha + \varphi \delta V^2;$$

et le travail nécessaire pour la vaincre sera :

$$T = N \alpha V + \varphi \delta V^3.$$

« Nous avons dit que pour les petits angles, que nous considérons uniquement, et lorsque la sustentation est réalisée, $N = P$, P qui a pour valeur $KSV^2 f(\alpha)$, c'est-à-dire une expression de la forme $K'SV^2\alpha$.

« On a donc :

$$\alpha = \frac{P}{K'SV^2},$$

et par suite :

$$T = \frac{P^2}{K'SV} + \varphi\delta V^3.$$

« Cette dernière expression est très remarquable en ce sens qu'elle se compose de deux termes, représentant chacun les deux résistances développées par la sustentation et le mouvement de translation. Le premier décroît jusqu'à zéro quand la vitesse s'accroît jusqu'à l'infini, tandis que le second croît indéfiniment. Le travail est infini pour les deux valeurs extrêmes de $V = 0$ et $V = \infty$; donc l'expression est susceptible d'un minimum qui correspondra aux valeurs des variables qui annuleront la dérivée de l'équation :

$$T = \frac{P\alpha}{V} + \varphi\delta V^3.$$

« Cette condition est remplie lorsque l'on a :

$$P\alpha = 3\varphi\delta V^2;$$

« C'est-à-dire lorsque la résistance de sustentation est égale à trois fois la résistance à l'avancement horizontal.

« Tel est le résultat net et précis qui ressort de la discussion précédente :

« Ces conclusions permettent d'évaluer le travail développé par les oiseaux plus judicieusement que ne l'avait fait Navier. Penaud a, en effet, démontré que leur appareil de vol est une véritable aéroplane; les oiseaux se soutiennent en traînant *obliquement* leurs deux ailes dans l'air.

« L'extrémité des ailes est un propulseur puissant, et la partie postérieure constitue un véritable plan sustentateur, se présentant continuellement dans la position la plus favorable pour recevoir par en dessous et sous un angle très faible, le courant aérien relatif, qui fait naître la force normale sensiblement égale au poids de l'animal.

« Le commandant Renard n'a pas eu de peine à démontrer, en appliquant aux diverses espèces d'oiseaux les résultats de l'analyse, que le travail nécessaire à la sustentation des plus gros vola-

tiles, eu égard à la surface de leurs ailes, ne dépasse jamais un petit nombre de kilogrammètres.

« On entrevoit donc la possibilité de trouver dans cette voie une réalisation pratique du problème, par la construction d'appareils du genre *aéroplane*. Toutefois, il est bon de remarquer que, tout en réduisant au minimum les résistances passives, qui seules sont la cause du travail dépensé (travail représenté par le terme φV^3 de la formule), on ne saurait dépasser une certaine limite, et l'analyse minutieuse des diverses conditions de la question amène à conclure que le poids du moteur ne devrait pas dépasser 10 kilogrammes par cheval. »

Hélicoptères. — Si l'on aborde les appareils du genre *hélicoptère*, où la surface de sustentation reçoit un mouvement non pas rectiligne, mais circulaire, on doit avouer que la théorie est impuissante à dégager les inconnues de la question. Il n'y a pas encore de théorie complète de l'hélice marine, encore bien moins de l'hélice aérienne : c'est à l'expérience à fixer les termes de cette étude. »

Jusqu'à ces derniers temps, sauf celle de M. Gustave Trouvé, que nous avons rapportée dans le chapitre de la navigation (page 419), il n'en a pas été fait. Nous rappelons que, d'après elle, on obtient le maximum de rendement d'une hélice aérienne quand le diamètre de celle-ci est sensiblement égal au pas, ou même quand le rapport du diamètre au pas est de 1, 3. Ce rapport, est, nous l'avons dit, à peu de chose près, l'inverse de celui que la marine de l'Etat a adopté pour ses navires.

L'hélice de M. Gustave Trouvé est celle pour laquelle est maximum le rapport $\frac{P^3}{T^2}$ qui mesure, en définitive, la surface du plan mince rectiligne équivalant au sustentateur étudié, et qui peut être pris, par conséquent, comme l'expression de la valeur de celui-ci.

C'est ce que l'expérience confirme; mais, en outre, elle montre que ce maximum est, pour ainsi dire, suivant l'expression imagée du commandant Renard qui, par une autre méthode très remarquable et très complète, est arrivé aux mêmes résultats que M. Gustave Trouvé, *un sommet pointu, de part et d'autre duquel on tombe dans un véritable précipice*. En un mot, il existe une hélice meilleure que les autres, et l'on ne peut s'en écarter notablement sans tomber sur des hélices détestables.

Ailes métalliques. — « Dans ce qui précède, termine M. G. Espitallier, nous avons été incidemment amené à préciser le véritable mode d'action des ailes de l'oiseau.

« Les ailes constituent un appareil mixte de vol : la partie

postérieure, par laquelle chaque aile se rattache au corps du volateur, est un véritable plan sustentateur, toujours incliné de la quantité convenable sur le courant d'air relatif qui, par sa réaction normale, donne naissance à la force antagoniste du poids. L'extrémité de l'aile, au contraire, plus contractile, fouette l'air et forme un propulseur puissant.

« Est-ce dans la voie de l'imitation pure et simple de la nature que les chercheurs doivent se lancer ?

« Nous ne le pensons pas.

« Lorsqu'il s'agit, en effet, de réaliser un mouvement, la nature et l'industrie de l'homme emploient des moyens absolument différents, appropriés aux modes d'action, — essentiellement différents aussi, — des moteurs animés et inanimés.

« Les premiers, par des phénomènes de distribution inconsciente, transmettent la force motrice instantanément, et avec des variations à l'infini, aux innombrables muscles qui la mettent en œuvre. On a une machine qui se règle d'elle-même; une machine *automatique*, j'allais dire *instinctive*; et la régulation se fait sentir jusque dans les parties les plus infimes, avec une promptitude et une sensibilité telles qu'il faut renoncer à copier le modèle sous ce rapport. On ne pourra donc obtenir qu'une imitation beaucoup plus apparente que réelle, une approximation plus ou moins grossière, puisqu'il y manquera toujours cette adaptation et cette souplesse des organes. Si l'on supprime ces qualités essentielles de la machine animée, il ne nous reste plus qu'un moteur d'un pitoyable rendement, compliqué d'organes sans nombre.

« Ne demandons à la mécanique industrielle que ce qu'elle peut nous donner. Au lieu d'organes complexes, auxquels il faut distribuer la force, elle cherche à réduire et à décomposer le problème en éléments simples, susceptibles d'une solution simple, par les moyens qui lui sont propres. En réalité, l'aile de l'oiseau est un fragment d'hélice, agissant d'un mouvement alternatif. A chaque oscillation, on doit vaincre à nouveau l'inertie, ce qui est déjà un indice de mauvais rendement. Les moyens actuels de l'industrie permettent, au contraire, de lui substituer des hélices à mouvement continu.

« Reste donc à faire un choix entre les appareils du genre aéroplane et du genre hélicoptère; et c'est là que peut utilement intervenir l'observation judicieuse de la nature : les oiseaux sont de véritables aéroplanes; cherchons donc à réaliser des aéroplanes, mais avec les modifications qu'inspirent la pratique et les moyens habituels à l'industrie humaine. »

C'est, du reste, à cette solution que s'est arrêté M. Gustave Trouvé, qui se prononce, ainsi qu'on va le voir, pour les aéroplanes ou oiseaux mécaniques ou pour les aéroplanes à deux hélices.

« Il y aurait, conclut l'auteur que nous citons, bien d'autres considérations utiles à développer dans cette comparaison des deux systèmes. Si nous considérons un aéroplane et un hélicoptère tels que la surface soit la même pour le plan sustentateur de l'une et les ailes d'hélice de l'autre, la force sustentatrice provient de la vitesse rectiligne du plan ou de la vitesse angulaire des hélices. Dans le premier cas, la vitesse de transport horizontal — qui est, en définitive, le but final que l'on recherche — coopère à accroître la facilité de sustentation; les efforts de propulsion que l'on exerce ne sont donc pas perdus, même à ce point de vue spécial. Dans le second cas, au contraire, la sustentation et la propulsion sont choses totalement séparées, qui ne se prêtent jamais une mutuelle assistance.

« Enfin, l'aéroplane peut être lancée avec une vitesse très grande par les moyens mécaniques puissants dont on dispose à terre. Il ne reste alors qu'à entretenir cette vitesse, ce qui devient un problème plus aisé à résoudre et qui n'exige pas un extraordinaire déploiement de force.

« Dans l'hélicoptère, au contraire, il est difficile de donner aux hélices sustentatrices des vitesses comparables aux précédentes. Il y faut employer une force considérable et tout à fait indépendante de celle que nécessite la progression du véhicule sur l'horizontale.

« Ces quelques considérations, très succinctes, ne peuvent cependant pas avoir la prétention de trancher définitivement la question, beaucoup plus compliquée qu'il ne paraît au premier abord, en l'absence surtout d'expériences assez nombreuses sur les propulseurs et hélices de tout genre. Il est probable que la solution est dans un appareil mixte — aéroplane et hélicoptère — ce serait là une judicieuse imitation du volateur animé.

« C'est à l'avenir de répondre; mais, en tous cas, les diverses solutions sont intimement liées aux progrès des moteurs.

« Que l'on produise un moteur assez léger, et tous les appareils plus lourds que l'air deviennent possibles et pratiques.

« Faut-il promettre ces merveilles pour demain? Vous me trouveriez trop optimiste. Mais la prodigieuse aptitude de ce siècle aux découvertes scientifiques et industrielles nous a habitués à de telles surprises, qu'après l'éclosion de cette admirable électricité qui vient d'accomplir comme une révolution dans nos

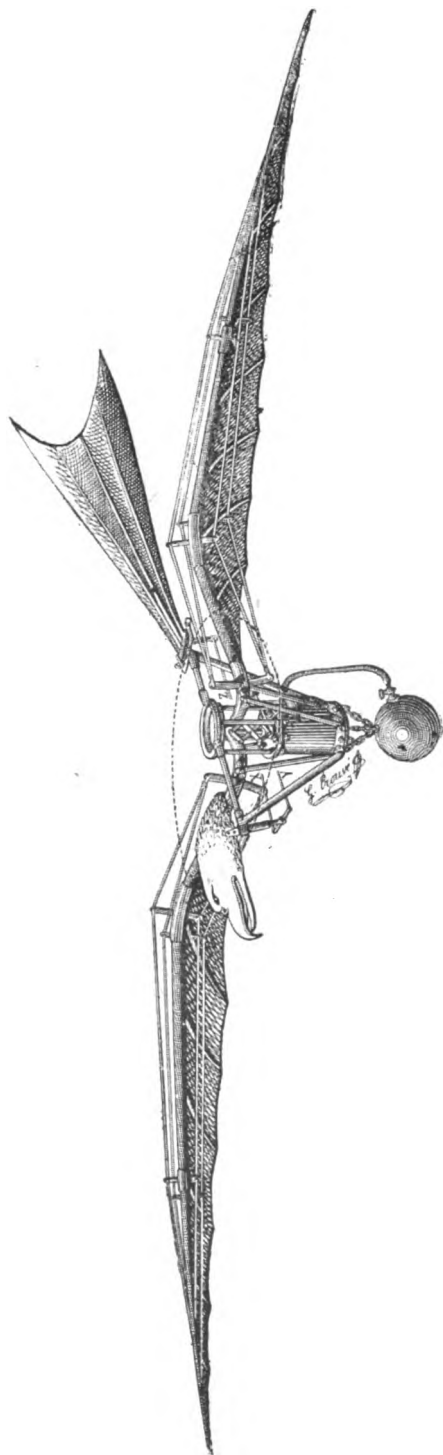


FIG. 280. — Premier oiseau mécanique de M. Gustave Trouvé.
Le moteur est une machine à vapeur.
Dans le petit modèle la vapeur est remplacée par l'air comprimé.

mœurs, nous ne saurions nous étonner si quelque Edison ou quelque Renard annonçait, un de ces jours à l'Institut, qu'il vient d'arriver à Tombouctou — en aéroplane. »

« C'est à l'avenir de répondre », dit M. G. Espitallier; le présent, dirons-nous à notre tour, a déjà placé son mot; et de même que M. Gustave Trouvé a réalisé le premier tricycle et le premier bateau électriques pratiques, le premier encore, le célèbre ingénieur a construit un hélicoptère électrique et un oiseau qui s'élèvent dans les airs par leurs propres forces. Son hélicoptère, nous nous le rappelons, bondit à 22 mètres de hauteur dans la première seconde de son action, et son oiseau s'élance et parcourt jusqu'à 80 mètres. On peut dire que ces résultats sont les plus beaux qui aient été atteints jusqu'à ce jour.

En 1869 déjà, M. Gustave Trouvé avait construit un volatil mécanique. C'était sa première tentative en aéronautique et elle est déjà bien remarquable; elle reproduit d'une façon exacte et très scrupuleuse l'anatomie de l'oiseau (fig. 280).

Le générateur qui donne la vie à cet ingénieux appareil est un cylindre à vapeur, en tout semblable à celui des machines ordinaires; dans son petit modèle, M. Gustave Trouvé a remplacé la vapeur par de l'air comprimé, contenu dans une sphère de caoutchouc, visible sur notre figure. Celui-ci arrive dans le cylindre par un tube également en caoutchouc, et le piston, soulevé et abaissé alternativement, communique ses oscillations aux deux ailes qui frappent ainsi l'air violemment et tendent à soulever le système. Deux jambes de forces, articulées à la partie inférieure du cylindre, servent, en effet, de point d'appui et de pivot aux ailes, dont la nervure est composée de bambous et de plumes naturelles, et la surface d'une légère et solide étoffe de soie.

De plus, une seconde bande d'étoffe de soie réunit la tête, les coudes des ailes et la queue et forme ainsi aéroplane.

Dans les machines à vapeur ordinaires la distribution est rendue régulière à l'aide d'excentriques et de masses pesantes qui, évidemment ici, ne pouvaient être conservés.

La figure 281 représente le système d'admission de l'air par les tiroirs adopté par M. Gustave Trouvé. Il consiste tout simplement en un levier BDC dont le bras de la puissance est très court et celui de la résistance relativement très long — celle-ci représentée par une sphère pleine en bronze C — et au grand bras est articulée la tige E du tiroir, glissant dans un guide. Quant à la tige du piston qui transmet la puissance, elle communique avec le petit bras par l'intermédiaire de deux parallélogrammes articulés

A, B; de sorte que lorsque le piston arrive violemment au haut de sa course, les parallélogrammes se tendent dans toute leur longueur, soulèvent pendant un temps très court le bras de la puissance, et la sphère lourde s'abat brusquement comme un marteau : le tiroir se déplace et dégage la lumière correspondant avec la partie supérieure du cylindre. L'air comprimé rentre alors, chasse en bas le piston et, lorsque ce dernier arrive au bas de sa course, les parallélogrammes repliés au contact réagissent sur le petit bras qu'ils abaissent, la boule d'inertie C se sou- lève en C', le tiroir remonte et l'air comprimé s'engouffre sous le piston qu'il repousse vers le haut.

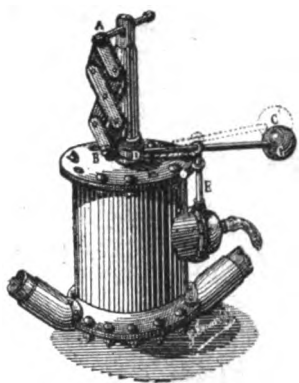


FIG. 281. — Cylindre et système d'admission de la vapeur ou de l'air comprimé du premier oiseau mécanique de M. Gustave Trouvé.

Puis une nouvelle phase se produit et ainsi de suite.

Malgré toutes ces dispositions aussi simples qu'ingénieuses, cette première tentative de M. Gustave Trouvé ne pouvait encore fournir des résultats bien favorables; les oscillations du piston qui s'opéraient trop brutalement n'avaient d'autre effet que de soulever l'oiseau, puis de le rejeter à terre dans la période suivante; le malheureux volatile faisait des efforts inouïs pour se dégager du sol et malgré son faible poids de 800 grammes ne pouvait y parvenir.

L'expérience a été faite dans les galeries des Arts-et-Métiers, en présence de M. Gustave Tresca; mais elle ne réussit pas mieux. Les lumières, on le reconnut après, étaient trop petites pour l'échappement du gaz et la contre-pression annulait ainsi presque en entier la pression directe.

Mais l'année terrible approchait. Paris investi s'ingéniait « à rompre le cercle de fer qui l'étreignait » et sa nef, trop ballottée par les flots d'ici-bas, cherchait à prendre un céleste essor. Les ballons et nos petits pigeons-voyageurs traversaient les lignes allemandes et portaient à la province les dépêches des assiégés. Les inventeurs s'efforçaient de leur côté de résoudre enfin le problème de la locomotion aérienne; c'était de pleine actualité.

M. Gustave Trouvé ne reste pas inactif, on le pense aisément, et dès le 12 décembre 1870, il présente à l'Académie des sciences, avec figures explicatives à l'appui, deux nouveaux appareils

d'aéronautique : un oiseau et un appareil fondé sur les propriétés des parachutes que nous avons analysées.

Le *Monde illustré* du 17 décembre 1870 encadre ainsi la communication de M. Gustave Trouvé.

Un homme d'esprit, qui est en même temps un homme de science, me disait hier :

— Si le siège de Paris durait seulement un an, il est impossible de prévoir les admirables inventions qui en sortiraient.

La Fontaine parlait jadis de *Nécessités ingénieuses*. Jamais le mot ne fut plus vrai.

Ce n'est pas par centaines, c'est par milliers que les communications intéressantes sont envoyées à l'Académie des sciences.

A coup sûr, notamment, avec un peu plus de temps, le problème de la navigation aérienne serait chose résolue.

Aujourd'hui, un inventeur nouveau, M. Trouvé, dont nous ignorons la profession, vient d'entrer en ligne.

Il se présente avec un système absolument inédit qui ne procède d'aucune imitation.

Et le *Journal officiel* du 13 décembre 1870 rend ainsi compte de la communication :

M. Elie de Beaumont dépouille la correspondance et mentionne, comme toujours, un nombre illimité de systèmes de ballons dirigeables et de mémoires sur la locomotion aérienne. Les inventeurs ont été sevrés des années entières; ils se rattrapent aujourd'hui par la quantité, mais non par la qualité.

Signalons cependant les appareils très curieux de M. Trouvé, réalisant les mouvements du vol de l'oiseau.

Imaginez un petit oiseau miniature dont les ailes et la queue sont formées d'une étoffe soutenue par des lamelles métalliques. Les battements de l'aile sont produits par l'oscillation d'un tube à la Bourdon, sans aucun intermédiaire mécanique. La force motrice qui fait osciller le tube moteur est produit par les explosions successives d'une substance fulminante. A chaque détonation, très rapidement renouvelées, le tube courbe vibre comme les branches d'une pincette violemment écartée; les ailes battent et l'oiseau s'élève. L'inclinaison de la queue permet d'imprimer à l'ascension de ce petit schéma une direction convenable.

Le second appareil consiste en deux parachutes accolés, dont l'un est ouvert et l'autre fermé. Ces deux parachutes superposés sont fixés aux extrémités d'un tube à gaine. Le second s'écarte du premier sous l'action d'une explosion qui chasse en avant le tube intérieur, et progresse comme un projectile, tout en bandant un ressort élastique qui le lie à son voisin.

Au bout de la course, le parachute fermé s'ouvre et devient point fixe,

tandis que le ressort tendu rappelle à lui, en se fermant, le parachute qui avait, au départ, servi de point d'appui. L'opération sans cesse renouvelée fait monter tout le système à chaque nouvelle explosion, et le maintient en l'air.

Quant aux explosions motrices, elles se produisent dans une machine rotative, anàlogue à celle qui existe dans les mitrailleuses ou les revolvers.

Les appareils de M. Trouvé sont d'une réalisation ingénieuse. Nous les décrirons prochainement avec plus de détails.

Le Monde illustré continue :

Toute l'innovation, comme on le voit, repose sur un principe particulier : l'application des forces détonnantes comme force motrice. Le voyageur aérien passant lui-même à l'état de projectile. Voilà du neuf.

Imaginez-vous aussi quelle serait la stupéfaction de ces bons Prussiens, si nous nous mettions à fabriquer des pigeons artificiels qu'on lancerait dans une direction donnée, et qui déferaient le brouillard, le froid, et tout ce qui s'ensuit?...

Ces derniers appareils de M. Gustave Trouvé sont d'une trop réelle importance et d'un intérêt trop vif pour que nous nous contentions de ces descriptions forcément un peu sommaires; il est nécessaire d'entrer plus avant dans la question. C'est qu'il ne faudrait pas voir dans ces récentes tentatives que des efforts curieux mais stériles. M. Gustave Trouvé est, en effet, convaincu que, malgré tous les progrès à réaliser dans la locomotion aérienne, les organes moteurs auxquels il s'est arrêté resteront, du moins dans leur principe, la base essentielle de tous les appareils plus lourds que l'air.

Jusqu'à ce jour, d'ailleurs, l'oiseau mécanique (fig. 282) de notre inventeur est le seul qui se soit élevé dans les airs par ses propres forces. Son existence est la démonstration expérimentale la plus irréfutable de la navigation aérienne.

Chacun connaît ce tube elliptique à la Bourdon. Si la pression du gaz qu'il renferme vient à augmenter, il se déforme, s'enfle dans le sens du petit axe et s'amincit dans le sens du grand. Qu'elle vienne à baisser, au contraire, le petit axe diminue et le grand augmente. Si donc l'on produit une série de pressions brusques, *alternativement condensées et dilatées*, dans l'intérieur de ce tube, celui-ci éprouve une série de déformations correspondantes et considérables qui peuvent être utilisées comme force motrice.

Pour amplifier encore leur puissance, M. Gustave Trouvé a imaginé d'emboîter dans son tube à la Bourdon un second tube

semblable, de mêmes foyers que le premier; cette disposition ayant le double avantage d'augmenter la force élastique des gaz, en diminuant le volume de la chambre d'explosion et de ménager en même temps la dépense.



Fig. 282 — Second oiseau mécanique de M. Gustave Trouvé.

Aux pressions condensées correspond l'abaissement des ailes A, B, aux pressions dilatées leur élévation.

Le générateur des explosions est un barillet D de revolver contenant douze cartouches et que deux cliquets font tourner automatiquement.

Passons maintenant à l'expérience. Pour que les cliquets et le barillet fonctionnent, il est indispensable que l'oiseau soit laissé entièrement à lui-même; aussi le départ s'opère-t-il d'une façon très ingénieuse.

Notre volatile est suspendu à un fil, attaché d'un bout à une potence (fig. 283) et de l'autre au percuteur du revolver, tenu levé par le poids de l'appareil; et le pendule ainsi composé est écarté de la verticale et maintenu par un second fil. Deux chalumeaux; l'un mobile A, l'autre fixe B, placé dans la verticale du point d'attache, sont destinés à mettre le feu à ces deux fils.

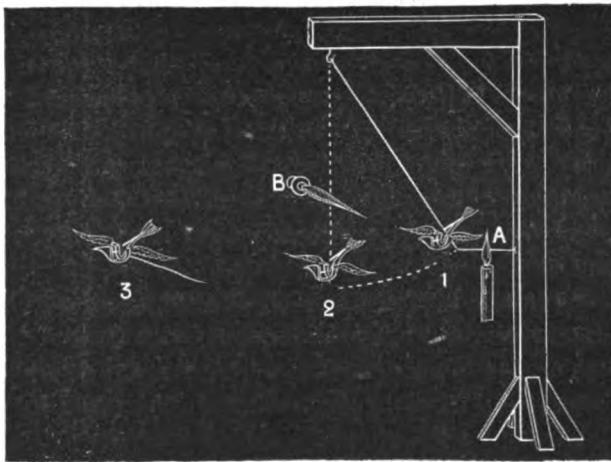


FIG. 283. — Disposition adoptée par M. Gustave Trouvé pour le départ de son oiseau mécanique.

Approchons le flambeau A et brûlons le premier; l'oiseau, mis en mouvement comme le pendule de Léon Foucault, commence une oscillation. Il vient de la position 1, dans la position 2, en décrivant un arc de cercle, mais arrivé là, avec une vitesse horizontale, la flamme B brûle le fil, le percuteur désormais en liberté s'abat, la cartouche fait explosion, le tube vibre avec force et les ailes s'abaissent en frappant l'air avec violence. L'oiseau, non seulement se maintient alors dans un même plan horizontal, mais, grâce à l'inclinaison de sa queue, éprouve un léger mouvement ascensionnel (position 3); puis, les gaz dégagés s'échappent dans l'atmosphère, le tube vibrateur reprend sa forme primitive et les ailes de l'appareil se relèvent. A ce moment, le barillet, entraîné par son encliquetage, ramène une cartouche au percuteur, une

seconde explosion se produit et les phénomènes précédents se succèdent dans le même ordre. Puis une troisième, une quatrième..., une douzième et dernière explosion a lieu. L'oiseau de M. Gustave Trouvé a parcouru ainsi 80 mètres environ en luttant contre la pesanteur et en s'élevant même progressivement.

Après le complet épuisement de la force motrice, l'appareil ne tombe pas à pic, mais, au contraire, les ailes et l'aéroplane de soie C, figuré en pointillé, qui réunit, comme dans le premier oiseau, la tête ou gouvernail, les coudes des ailes et la queue agissent comme un parachute, et il vient obliquement et doucement sur le sol.

L'expérience, on le voit, réussit à souhait, et l'oiseau mécanique de M. Gustave Trouvé est la plus belle combinaison qu'on ait faite jusqu'à ce jour de l'aviation et de l'aéroplane.

Dans la navigation aérienne en grand, il y aurait avantage à puiser dans l'air tout ou partie des éléments de locomotion.

Remarquant, en effet, que les oiseaux trouvent une grande partie de leur nourriture dans l'atmosphère, M. G. Trouvé a cherché à puiser dans cet immense réservoir de potentiel l'énergie nécessaire à l'action de son moteur.

Or, parmi le nombre immense des combinaisons étudiées par la chimie, l'oxydation de l'hydrogène est précisément celle qui développe la plus grande quantité de calorique, et conséquemment, constitue la plus grande source de travail à laquelle on puisse recourir. On sait, en effet, que la combustion d'un gramme d'hydrogène dégage 34450 calories (gr.-d), ce qui équivaut à un potentiel, ou énergie latente, de 14 606 kilogrammètres, c'est-à-dire plus de 194 chevaux-vapeur.

Au lieu donc d'emporter dans la nacelle des matières fulminantes, d'une conservation difficile et d'un maniement dangereux, il suffira de posséder un réservoir d'hydrogène comprimé. Quels que soient alors et le volume et la pression de ce gaz, son poids ne pourra être qu'une fraction insignifiante du poids total de l'appareil. Quant à l'oxygène, il sera extrait directement, est-il besoin de le dire, de l'air lui-même et le mélange détonant sera tel qu'il contiendra, en volume, 23 parties d'hydrogène pour 75 parties d'air atmosphérique.

L'inflammation est produite, comme dans les machines à gaz, par l'étincelle électrique.

Remarquons que ce dispositif à explosions de M. Gustave Trouvé constitue l'appareil d'aviation le plus léger, le plus constant dans son poids, que la science actuelle ait permis de créer.

Contrairement aux autres moteurs à gaz, en effet, il ne renferme plus d'organes intermédiaires à friction, analogues aux pistons de ces machines ou des cylindres à vapeur, entre la puissance et la résistance; partant plus de frottements ni de pertes inutiles et suppression totale des réfrigérants. Bien qu'avec une telle simplicité de mécanisme il y aurait peu d'inconvénients à ce que le tube vibreur s'échauffât, sa grande surface de refroidissement et son contact direct avec l'air atmosphérique, contact d'autant plus intime que la vitesse sera plus grande, le maintiendront à une température moyenne.

D'autre part, les produits de la combustion, rejetés continuellement au dehors ne sauraient faire varier la force ascensionnelle, puisque le poids de l'hydrogène est totalement négligeable et que l'air — le comburant — ne fait que traverser la chambre d'explosion.

Comme l'aluminium se fabrique aujourd'hui à des conditions extraordinaires de bon marché, on pourra employer ce métal léger à la construction de toutes les pièces du moteur explosif.

Tous ces avantages, ce n'est ni la machine à vapeur actuelle, ni les moteurs électriques *et leurs générateurs* qui nous les offrent, surtout en ce qui concerne la simplicité et la légèreté, garanties d'un bon rendement et d'un excellent fonctionnement.

Aussi M. Gustave Trouvé pense-t-il que son appareil d'aviation sera le point de départ de la conquête de l'air par le plus lourd que cet élément.

Nous sommes de son avis et l'extrême simplicité de toutes les solutions remarquables dont nous avons eu à nous occuper au cours de ce livre nous a absolument convaincu. Nous serions même fort surpris si d'ici peu de temps cette belle idée ne nous revenait pas d'Amérique.

Le second appareil (fig. 283) que M. Gustave Trouvé présenta à l'Académie des sciences, en décembre 1870, est basé sur le principe des forces vives.

On sait que lorsqu'un boulet est chassé d'un canon celui-ci ne reste pas immobile, mais qu'il prend, lui aussi, un mouvement appelé *recul*, tel que la force vive de ce canon, ou *produit de sa masse par le carré de sa vitesse initiale* est exactement égale à la force vive du projectile. Si donc mortier et boulet sont libres et de poids égaux, ils prendront, à chaque détonation, des vitesses égales et contraires.

Cela posé, munissons-les d'un ressort élastique R qui les ramènera au contact après l'explosion et de deux parachutes

de surfaces proportionnées au poids total de la machine. L'un s'ouvrira dès que l'autre se fermera.

Dès lors, supposons l'appareil disposé à terre dans une position verticale, le barillet du revolver-moteur chargé, et provoquons la

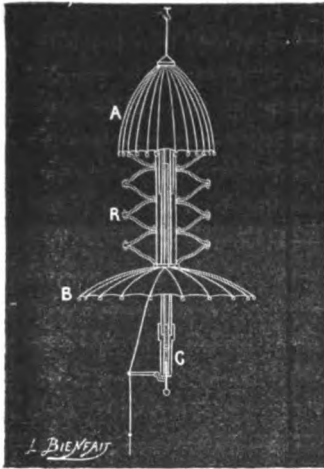


Fig. 284. — Appareil de sustentation aérienne de M. Gustave Trouvé.

détonation. Le canon C demeure immobile, car il est accolé à la terre; mais le boulet est violemment projeté à l'extrémité du ressort. Ce ressort, bandé à maximum, réagit fortement et tend à ramener le projectile dans sa position première; mais alors le parachute A fonctionne et s'ouvre. La résistance de l'air devient aussitôt considérable et arrête le mouvement rétrograde; comme d'ailleurs le ressort continue de réagir, le canon C est soulevé de terre et vient à la rencontre du boulet. Une seconde détonation a lieu en ce moment : le boulet s'élève et son parachute se ferme, et le canon rejeté vers la terre est arrêté par la résistance de l'air qui

s'engouffre sous le parachute inférieur B et lui donne, de cette façon, un point fixe analogue à celui qu'offrait la terre dans la première période. Le phénomène précédent se reproduit et le boulet est rappelé au contact; mais le parachute supérieur A s'épanouit et les mêmes phases du mouvement se reproduisent dans le même ordre.

M. Gustave Trouvé n'attache évidemment point la même importance à ce système de parachute et à son oiseau. Ce qu'ils ont de commun cependant est, ainsi que le dit *le Monde illustré*, l'application des explosifs à la propulsion.

Nous avons tenu toutefois à placer ce nouvel essai de navigation aérienne sous les yeux du lecteur, parce que d'abord c'est un document historique, mais surtout parce qu'il réalise, d'une façon très originale, le système de sustentation analysé au début de nos considérations théoriques et que, de plus, nous le répétons pour terminer, M. Gustave Trouvé regarde son propulseur à tube Bourdon comme la base fondamentale nécessaire du moteur définitif qui fera la conquête des cieux. Ce n'est pas un sentiment

paternel trop choyé qui le fait parler ainsi, mais sa conviction scientifique longuement étudiée et raisonnée.

Arrivé à ce point et à cette perspective sur l'avenir, nous pourrions en dire plus long et révéler des choses d'une haute importance. L'inventeur nous a confié, en effet, sous le sceau d'un secret rigoureux, un projet grandiose de locomotion universelle sur l'océan, sur la terre et dans l'atmosphère; mais, conformément à sa méthode habituelle, M. Gustave Trouvé ne veut pas livrer au public un instrument inachevé; ce que nous pouvons assurer néanmoins, au risque de courir le reproche d'un enthousiasme exagéré, c'est que, quand sonnera l'heure de la révélation, le merveilleux appareil fera beaucoup d'honneur à notre éminent ingénieur.

Il est, aussi, une autre invention, complètement réalisée aujourd'hui, dont nous n'avons pu parler dans notre description du gyroscope électrique marin à appareils de collimation. C'est que notre inventeur, dans un but patriotique, n'a voulu nous donner aucun renseignement précis.

Tout ce que nous savons c'est que le nouvel instrument sera d'une haute utilité pour l'artillerie et surtout l'artillerie de marine. On connaît le guidon lumineux et surtout le projecteur (p. 438) de M. Gustave Trouvé qui fait du plus mauvais tireur un chasseur, un Nemrod redoutable, puisqu'il suffit de faire partir le coup dès que l'objet à atteindre se trouve éclairé. Maintenant il ne sera même plus nécessaire, pour les canons de la marine, de mettre le feu à la charge; *la détonation s'opèrera automatiquement dès que le navire à bombarder passera devant le réticule de la lunette*. Il nous semble donc que la dernière invention de M. Gustave Trouvé est une combinaison et un perfectionnement de son système d'éclairage du réticule des lunettes astronomiques, de son projecteur lumineux et de ses fusils électriques.

Quelques personnes, dédaigneuses des réalisations matérielles des grandes vérités théoriques, se contentent de leurs abstractions et sacrifient l'inventeur au savant ou même à l'érudit; d'autres, par un esprit contraire, mais aussi injuste, méprisent le savant et ne savent comprendre de quelle utilité seront les lois qu'il formule dans la discipline de l'intelligence commune et dans les progrès, directs ou indirects, de l'industrie humaine.

Eloigné également de ces deux erreurs, nous ne pouvons mieux faire pour notre part que de répéter ce que notre Maître en vulgarisation, M. Louis Figuier, dit de Thomas Savery :

Si la postérité doit une haute récompense au savant qui découvre

de grandes vérités théoriques, elle doit le même tribut d'hommage à celui qui, transportant ces mêmes idées dans la pratique, leur fait porter leurs premiers fruits.

CHAPITRE XII

Conclusions générales.

Le bilan du passé. — La contingence de l'avenir. Grandeur morale de l'Inventeur.

Le lecteur qui nous a suivi dans les chapitres précédents, a vu se dérouler devant ses yeux un panorama merveilleux. Tandis que son esprit était occupé par la description technique des appareils, des instruments, son regard était retenu par la vue éloquente des dessins qui illuminent les pages de cet ouvrage. Toutes ces gravures ont été prises sur les originaux, composées avec une maestria sans pareille, par le crayon singulièrement souple et habile de notre Inventeur. C'est un prix inestimable ajouté à la variété des sujets et à la valeur des grands problèmes résolus par l'intelligence si richement douée du savant dont nous avons écrit l'histoire.

Cette suite ininterrompue de créations, d'inventions, de perfectionnements, s'étend, depuis l'année 1863, jusqu'à la fin de l'année 1890; elle s'applique à un espace de vingt-cinq années de production féconde et admirable, intervalle dont Tacite, dans son langage robuste et concis, disait :

Grande ævi Spatium!

En effet, vingt-cinq années comptent dans la vie humaine pour une fraction considérable. Mais combien ce nombre d'années, qui représente un quart de siècle, est long et d'une importance singulière, quand il est rempli par un labeur excessif, arrêté ni par la maladie, ni par les événements tragiques de la patrie, ni par aucune séduction matérielle, et qu'il se synthétise par une série d'inventions surprenantes, inattendues, et cepen-

dant découlant les unes des autres avec une logique implacable, une force invincible. Je crois que ce fait est unique dans la destinée des sciences et qu'il méritait d'être résumé, donné en exemple aux générations nouvelles. C'est donc avec raison que le très intelligent éditeur du présent ouvrage a considéré qu'il y avait dans cette vie abondante et précieuse de M. Gustave Trouvé matière à un livre de vulgarisation scientifique, spécialement consacré aux merveilles de l'électricité. En demandant le concours du crayon même de l'Inventeur pour faire revivre toutes ses inventions, il a été justement inspiré, et notre rédaction doit s'effacer devant toutes ces illustrations parlantes. Elle n'en est que le complément secondaire, mais nécessaire toutefois dans son humilité, comme le flambeau disparaît, tout en y restant indispensable, devant l'éclat et la beauté de la lumière qu'il soutient. Nous croyons qu'on apprendra beaucoup en parcourant les feuillets de ce volume. L'examen seul de ces images constitue, au reste, toute une école d'instruction qui lui apportera le suffrage des femmes et des enfants. Quoique sévère par son texte, cette *Histoire d'un inventeur* peut être mise dans toutes les mains. Elle initiera l'ignorant aux arcanes de la science électrique dans la plupart de ses applications. Elle complètera les notions des chercheurs et des savants. Elle charmera les mères et les jeunes filles par la grâce et l'élégance des parures et des bijoux lumineux que M. Gustave Trouvé s'est plu à créer pour elles.

Il est l'heure de nous arrêter et de conclure.

Nous ne reviendrons pas ici sur les détails de notre livre. Toutes les inventions de M. Gustave Trouvé sont intéressantes; quelques-unes même d'entre elles ont une importance primordiale, comme celle de ses Dynamomètres, de ses Gyroscopes, etc. Celles qui touchent à la médecine et à la chirurgie, comme les explorateurs-extracteurs des plaies, ont un caractère philanthropique qui les désigne à la gratitude universelle. Celles qui se rapportent à la navigation fluviale et maritime, intéressent tous les peuples. Celles qu'il a faites pour le spectacle des yeux et la parure des femmes, comme ses bijoux électriques et ses bijoux lumineux, lui assurent un renom artistique. Celles qu'il prépare dans la méditation et par de patientes recherches, sur la navigation aérienne, dont la solution aura pour résultat la paix entre toutes les nations, le mettront hors pair. En attendant ce suprême desideratum, ses travaux d'électricité militaire lui gardent la reconnaissance de la patrie. Nous le répétons, chacun des douze

chapters de cet ouvrage renferme la description et l'histoire d'un groupe d'inventions. Cela fait que le monde des chercheurs, des simples amateurs, des travailleurs de tous les rangs, en y comprenant même les spécialistes les plus renforcés, y trouveront de quoi alimenter leur curiosité.

Cet ouvrage, malgré la complexité de la matière et la quantité des dessins, contient très peu d'erreurs typographiques. Le fait est assez rare pour qu'il soit noté, en passant. Parmi les errata qu'il convient d'indiquer, nous signalerons :

1° La légende de la figure 5, page 11, dans laquelle il faut lire *dessiné avec de simples traits*, à la place de *dessiné avec des traits géométriques*. En effet, ce sont les traits linéaires employés par M. Gustave Trouvé qui font la valeur de ces croquis.

2° A la première ligne de la page 81, il faut supprimer un 0 dans le chiffre imprimé et lire 270,000 kilogrammètres.

Notre inventeur est dans la force de l'âge et la maturité du génie créateur. Il est plein d'idées, plein de projets, riche d'expériences acquises qui auront, à leur tour, les applications les plus fécondes. Ce livre ferme le premier bilan de sa noble existence. Il peut se glorifier des résultats qu'il a obtenus, et dire avec Horace, sans qu'on l'accuse de vanité : *Exegi monumentum*. Il pourrait se reposer. Il ne le fera pas. Une seconde carrière s'ouvre devant lui. Animé du souffle inspirateur, il s'apprête à la parcourir avec plus d'éclat encore, car les merveilles qu'il tient en réserve sont sans nombre. Il ne cessera de travailler, ainsi qu'il l'a toujours fait, en vrai savant, ne laissant rien au hasard et imitant en cela notre grand Pasteur qui nous écrivait, il y a peu de temps : « Vous savez que de vieille date j'ai pris pour habitude de n'avoir d'opinion raisonnée qu'après avoir beaucoup expérimenté et contrôlé. » C'est le bon moyen d'aboutir sûrement toujours, et de rester dans les régions élevées des découvertes durables. C'est là aussi un des signes les plus enviables de la grandeur morale de l'inventeur dont l'action est nécessaire à la marche du progrès.

La renommée de M. Gustave Trouvé, grande en France, est universelle à l'étranger, où tous les savants des deux mondes sont unanimes pour rendre hommage à l'ingéniosité de son esprit et à l'importance capitale de ses travaux. La simplicité de ses goûts et la générosité de son cœur ne lui ont donné qu'une simple aisance dorée, dirait Horace. En Amérique, il serait devenu très riche facilement. Graham Bell, l'illustre créateur du téléphone, fut très étonné quand il vint lui rendre visite, d'apprendre qu'il

n'était point plusieurs fois millionnaire, comme tous ses confrères des États-Unis. En France, nous ne savons pas encore honorer complètement ceux qui sont les inventeurs et les savants. C'est une éducation à faire. Elle s'accomplira peu à peu, car, comme l'a dit Pascal, l'humanité est un homme qui ne meurt pas et qui apprend sans cesse.

CHAPITRE XIII

Nomenclature des journaux, revues et publications diverses de la France et de l'étranger qui ont tenu le public au courant des inventions de M. Gustave Trouvé, depuis l'année 1868 jusqu'à l'année 1890.

Le lecteur trouvera dans les pages suivantes la liste, établie par ordre d'ancienneté, des publications quotidiennes et périodiques qui, en France et à l'étranger, ont consacré des articles, des comptes rendus ou des notes à toutes les inventions de M. Gustave Trouvé, au fur et à mesure qu'elles se produisaient. Ce tableau est curieux et instructif à plus d'un titre. Non seulement il comprend les journaux politiques, scientifiques et médicaux, mais aussi il mentionne les bulletins des Corps savants et des Sociétés savantes qui, toujours, ont fait un large accueil aux travaux de notre inventeur, les considérant comme de première importance. C'est ainsi, dans cet ordre d'idées, qu'il faut placer notamment l'Académie des sciences et l'Académie de médecine, puis la Société de médecine et la Société de chirurgie. Elles n'ont jamais manqué, les unes et les autres, de couvrir de leur autorité, faisant loi dans le monde de la science, toutes les communications de M. Gustave Trouvé.

En parcourant ce tableau synoptique, on y retrouvera beaucoup d'illustrations médicales et scientifiques. Tous ces écrivains qui se sont fait un nom dans la pratique de la médecine, de la chirurgie, dans les sciences, dans la vulgarisation des découvertes, dans la carrière littéraire, ont composé petit à petit, à leur insu, cette *Histoire d'un inventeur*. C'est, en effet, dans tous ces documents que nous avons puisé les éléments qui ont servi à la construction de ce livre. Voilà une des raisons de cette nomenclature, destinée à consacrer le caractère documentaire des pages précé-

dentes. Il eût été, en effet, fastidieux de rappeler à chaque instant les sources où s'alimentait notre rédaction. Les notes placées au bas des pages troublent les idées et interrompent la continuité de la lecture, en éparpillant des renseignements qu'on est très aise de retrouver réunis et mis en ordre.

Nous avons donc remédié à un système reconnu défectueux, par la combinaison étudiée des tableaux qui suivent. Au surplus, ils formeront encore la preuve palpable et historique de l'exactitude de nos appréciations ainsi que de la popularité acquise, dès l'origine, aux inventions innombrables de M. Gustave Trouvé.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉES	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTRE
					L'	LE	LA	LES		
<i>Progrès scientifique et industriel.</i>	1865	Décemb.	28	Étendu.	.....	.....	Pile et trousse.	Bijoux.	.....	Abbé MOIGNO.
<i>Les Mondes.</i>	1866	Août.	9	Très étendu.	.....	Fusil électrique, rhéostat.	Pile et trousse.	Bijoux.	.....	Abbé MOIGNO.
<i>Les Nouvelles.</i>	1866	Octobre.	11	Spirituel.	.....	.....	.....	Bijoux.	.....	.....
<i>Extrait des Mondes.</i>	1867	.....	.....	Très développé.	.....	Moteur électrique.	.....	Bijoux.	Extrait des Mondes Tome 15 — 15 ^e livraison.	.....
<i>Les Mondes.</i>	1867	Janvier.	10	Rectification.	.....	Fusil électrique.	.....	Bijoux.	.....	Abbé MOIGNO.
<i>La Patrie.</i>	1867	Février	18	Quelques mots.	.....	.....	.....	Bijoux.	Soirée scientifique aux Tuileries.	H. BERTHOUD.
<i>Les Mondes.</i>	1867	Mars.	3	.....	.....	.....	Suppression de l'étincelle dans le commutateur.	.....	.....	Abbé MOIGNO.
<i>Le Siècle.</i>	1867	Mai.	27	.....	.....	.....	.....	Bijoux.	.....	ALF. SIRVIN.
<i>La Liberté.</i>	1867	Jun.	9	.....	.....	Moteur lilliputien.	.....	.....	Soirée du Conservatoire des Arts-et-Métiers.	BERTHOUD.
<i>Le Siècle.</i>	1867	Août.	30	Rectification.	.....	.....	.....	Bijoux.	.....	ALF. SIRVIN.
<i>L'Union de Seine-et-Oise.</i>	1867	Novemb.	25	.....	.....	Moteur, fusil.	Trousse.	Bijoux.	Conférence de M. Cazin à Versailles.	.....
<i>Les Mondes.</i>	1867	Décemb.	12	De fond, avec 9 figures.	.....	Moteur électro-sphérique.	Pile et trousse.	.....	Interrup-teur à levier mobile.	Abbé MOIGNO.
<i>Bulletin de l'Association scientifique.</i>	1868	Mars.	1	Description avec 3 figures.	.....	Moteur électro-sphérique.	.....	.....	.....	CAZIN.
<i>Bulletin de l'Association scientifique.</i>	1868	Mars.	8	.....	.....	.....	.....	Bijoux.	.....	CAZIN.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Moniteur Universel du soir.</i>	1868	Avril.	2)	.....	.....	Trousse.	Bijoux.	.....	.....	MOUCHE
<i>Les Mondes.</i>	1868	Avril.	23	Détailé (3 fig.)	.....	Trousse.	.....	.....	.....	Abbé MOIGNO.
<i>Propagation industrielle.</i>	1865	Mal.	1	Très étendu (fig).	Interrup- teur à levier mobi- le.	Trousse.	Bijoux.	.....	.....	THIRION.
<i>Le Courrier médical.</i>	1868	Sept.	10	Peu développé.	.....	.....	.....	.....	Présentation de la trousse, So- ciété de médecine pratique.	Dr DUCHESNE.
<i>Bulletin Société des sciences de Stras- bourg.</i>	1868	Novemb.	8	De fond avec 3 figures.	.....	Trousse et pile	.....	.....	Présentation. Société des sciences de Strasbourg.	TERQUEM.
<i>France médicale.</i>	1868	Decemb.	23	.....	.....	.....	Bijoux.	.....	Soirée chez le Dr FAUVEL.	H. FAYRE.
<i>Année scientifique.</i>	1869	Janvier.	.....	.....	.....	Pile.	Bijoux.	.....	.....	L. FIGUIER.
<i>Thèse de Leroux.</i>	1869	.....	.....	Ouvrage sérieux (fig.)	.....	Graduateur.	Trousse et pile.	.....	Thèse sur les appareils d'induc- tion pour l'agrégation des sciences physiques.	LEROUX.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1869	Juin.	10	Peu développé.	.....	.....	.....	.....	Présentation de la trousse, Aca- démie de médecine.	Dr BÉGLARD.
<i>Union médicale.</i>	1869	Juin.	10	Quelques lignes.	.....	.....	.....	.....	Présentation. Académie de méde- cine, trousse, porte-caustique universel, contractionmètre vé- sical, électrode du larynx.	Dr BÉGLARD.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1869	Juillet.	8	Quelques lignes.	.....	.....	.....	.....	Présentation de l'explorateur, Aca- démie de médecine.	Dr GAVARRET.
<i>Union médicale.</i>	1869	Juillet.	8	Peu développé.	.....	.....	.....	.....	Présentation de l'explorateur, Aca- démie de médecine.	Dr GAVARRET
<i>Gazette hebdomadaire de médecine.</i>	1869	Juillet.	9	Article de fond (3 fig.)	Explorateur électrique.	.....	Trousse.	.....	.....	Dr L. LEFORT.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Abeille médicale.</i>	1869	Juillet.	12	Assez développé (3 fig.).	Explorateur.	.....	Trousse.	.....	.....	D ^r BOSSU.
<i>Les Mondes.</i>	1869	Juillet.	15	Très étendu (6 fig.).	Explorateur, électrode du larynx.	.....	Porte-caustique universel, Contractomètre vésical.	.....	.....	Abbé MORGNO.
<i>La France médicale.</i>	1869	Août.	11	Étendu (3 fig.).	.....	.....	Trousse électro-médicale.	.....	.....	POZNANSKI.
<i>Le Cosmos.</i>	1869	Août.	21	Descrip. développée (3 fig.).	.....	.....	Trousse.	.....	.....	V. MEFFNER.
<i>La France médicale.</i>	1869	Septem.	4	Très étendu.	Explorat. électrode du larynx.	.....	Porte-caustique universel, contractomètre vésical.	.....	.....	.....
<i>Revue de Chimie.</i>	1869	Octobre.	28	Très développé 4 figures.	.....	.....	.....	.....	Appareils médicaux.	.....
<i>Les Mondes.</i>	1869	Octobre.	28	15 lignes.	Explorateur.	.....	.....	.....	.....	Expérience à la Haye. Récompense exceptionnelle.
<i>Les Mondes.</i>	1869	Décemb.	2	Très détaillé (2 fig.).	Explorateur.	.....	Polyscope.	.....	.....	Abbé MORGNO.
<i>Union médicale.</i>	1870	Janvier.	4	Lettre de M Trouvé.	Explorateur.	.....	.....	.....	.....	Réponse de M. Trouvé à une lettre adressée à l'Académie par M. Fabre, de Marseille, au sujet de l'explorateur.
<i>Le Sud médical.</i>	1870	Mars.	15	Développé.	Explorateur.	.....	Trousse.	.....	.....	D ^r MÉNÉCIER.
<i>La Gazette des hôpitaux.</i>	1870	Mars.	22	Citation.	Appareil d'induction.	.....	.....	.....	.....	D ^r GALLARD.
<i>Revue chronométrique.</i>	1870	Mai.	..	Descrip. étendue (1 fig.).	.....	.....	Fusil électrique.	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>France médicale.</i>	1870	Juin.	8	Très détaillé (1 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	POZNAISEL.
<i>Le Sud médical.</i>	1870	Juin.	15	Article complet (1 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	D ^r MÉNÉCIER.
<i>Les Mondes.</i>	1870	Juillet.	7	Détaillé (1 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>Le Petit Rappel.</i>	1870	Juillet.	25	Peu étendu.	Explorateur.	.....	.....	.....	.....	D ^r X.
<i>La France médicale.</i>	1870	Juillet.	30	Citation.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Gazette des hôpitaux.</i>	1870	Août.	4	Compte-rendu.	Explorateur-extracteur.	.....	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie de médecine.
<i>Le Figaro.</i>	1870	Août.	5	Étendu.	Explorateur.	.....	.....	.....	.....	D ^r S. LABARTHE.
<i>La Science pour tous.</i>	1870	Août.	13	Détaillé (2 fig.)	Explorateur.	.....	.....	.....	.....	MARY-DURAND.
<i>La Science pour tous.</i>	1870	Août.	21	Assez étendu (1 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	A. V.
<i>La Santé.</i>	1870	Août.	25 et 31	Très complet (2 fig.).	Explorateur-extracteur.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Lanette française.</i>	1870	Septem.	8	Assez étendu.	Explorateur-extracteur.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Gazette des hôpitaux civils et militaires.</i>	1870	Septem.	8	Communication très importante.	Explorateur-extracteur.	.....	.....	.....	.....	Extraction d'une balle, à l'Académie de médecine.
<i>Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie.</i>	1870	Septem.	16	Not. importante.	.....	.....	.....	.....	.....	Observation d'extraction d'une balle.
<i>Notice.</i>	1870	Octobre.	17	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Observation d'extraction de projectile.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LB	LA	LES		
<i>Le Soir.</i>	1870	Novemb.	13	Article de fond très étendu.	.....	.....	.....	.....	Revue générale de tous les moyens d'exploration de projectile.	D ^r VERKEUL.
<i>La Cloche.</i>	1870	Décemb.	11	Détailé.	.....	Télégraphe mi- taire.	.....	.....	.....	.....
<i>Journal officiel.</i>	1870	Décemb.	13	Note détaillée.	.....	.....	Navigation aé- rienne.	.....	Académie des sciences.	.....
<i>La Cloche.</i>	1870	Décemb.	13	Détailé.	.....	Télégraphe mi- litaire.	.....	.....	.....	.....
<i>Le Messenger de Paris.</i>	1870	Décemb.	16	Note détaillée exaltée l'Officiel.	.....	.....	Navigation aé- rienne.	.....	Académie des sciences.	.....
<i>Le Monde illustré.</i>	1870	Décemb.	17	Spirituel et étendu.	.....	.....	Navigation aé- rienne.	.....	.....	.....
<i>L'Ami de la France.</i>	1870	Décemb.	18	Développé.	.....	Télégraphe mi- litaire.	.....	.....	.....	Ch. JOUBERT.
<i>L'Ami de la France.</i>	1871	Janvier.	.....	Etendu.	.....	.....	.....	.....	Observation de balles et d'éclats d'obus.	Ch. JOUBERT.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1871	Mars.	9	Etendu. (1 fig.)	.....	Explorateur.	.....	.....	.....	D ^r AMUSSAT.
<i>De la Galvanocausti- que chimique.</i>	1871	.....	.....	Brochure.	.....	Electrode rou- seau.	.....	Galvanocausti- que.	.....	D ^r AMUSSAT.
<i>Bulletin général de thérapeutique.</i>	1872	Janvier.	15	Etude de fond (2 fig.).	.....	Electrode rou- seau.	.....	.....	.....	D ^r ONIMUS SU BLUM.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1872	Janvier.	30	Longue commu- nication.	.....	.....	.....	.....	.....	D ^r ONIMUS.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉHENSION DE L'ARTICLE	SUR			IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA			LES
<i>Archives générales de médecine.</i>	1872	Février.	...	Etude approfondie.	.....	.....	.....	Longue étude sur l'exploration des projectiles.	D ^r MILLIOT.
<i>Bulletin thérapeu- tique.</i>	1872	Mars.	15	Très étendu (3 fig.).	.....	Pile galvano- caustique.	.....	Electrificté en chirurgie.	D ^r ONIMUS ET BLEM.
<i>Société d'encourage- ment.</i>	1872	Mal.	10	Etendu.	.....	Télegraphie mi- litaire.	Piles.	Rapport de M. le comte du Moncel.	E. LACAN.
<i>Le Petit moniteur universel.</i>	1872	Mal.	28	Peu étendu.	.....	Pile herméti- que.	.....	D ^e	E. LACAN.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1872	Jun.	1	Longue étude; voir les nu- méros du 25 et 28 m. i.	.....	Méthode Léon Lefort.	.....	Application de la pile Trouvé- Callaud, à la Société de chirurgie.	D ^r Léon LE- FORT.
<i>La France médicale.</i>	1872	Jun.	15	Etendu.	.....	Pile galvano- caustique.	.....	.....	LAFERRÈRE.
<i>Les Mondes.</i>	1872	Août.	15	Analyse.	.....	Télegraphie mi- litaire.	.....	Sur l'ouvrage de M. A. Guérin.	Abbé MOIGNO.
<i>Le Peuple souverain.</i>	1872	Août.	27	Sommaire.	.....	Mors électri- que.	.....	.....	.....
<i>La Gazette des hôpi- taux.</i>	1872	Octobre.	3	Citation.	.....	Explorateur-ex- tracteur.	.....	Lettre de M. le Dr Pillet à l'Ac- adémie de médecine.	Comte du Mos- CEL.
<i>Bulletin de la Société d'encouragement.</i>	1872	Octobre.	6	Rapport très é- tendu (11 fig.).	.....	.....	Les appareils Trouvé en général.	.....	.....
<i>La Revue scientifique.</i>	1872	Octobre.	19	Etendu.	.....	Télegraphie mi- litaire.	.....	Compte-rendu de l'ouvrage de M. A. Guérin.	G. COINDET.
<i>Journal d'anatomie.</i>	1872	Novemb.	...	Etude experi- mentale de physiologie (2 fig.).	.....	Appareil Trou- vé-Oulmuis.	.....	.....	D ^r LE GHOS ET ONIMUS.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Archives générales de médecine.</i>	1873	Mars.	..	Quelques lignes.	.....	Piles Trouvé- Gallaud très constantes.	.....	Etude consciencieuse.	D ^r DUCHÈNE (de Boulogne).
<i>Rapport.</i>	1873	.....	..	Très étendu, nombreuses citations.	.....	Pile herméti- que, pile Trou- vé-Gallaud, trousse médi- cale.	Appareils Trou- vé.	Exposition de Vienne.	
<i>Les Mondes.</i>	1874	Janvier.	8	Sommaire.	.....	Pile à courants continus.	.....	Présentation. Académie des scien- ces, 29 décembre 1873 par Lec- querel.	
<i>L'Union médicale.</i>	1874	Janvier.	15	.....	Appareil Trou- vé-Onimus.	.....	Appareils por- tatifs à cou- rant continu.	Académie. Présentation de l'ap- pareil Trouvé-Onimus, 13 jan- vier.	D ^r GAVARRET.
<i>La France médicale.</i>	1874	Janvier.	17	Citation.	Appareil Trou- vé-Onimus.	Pile humide.	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1874	Janvier.	17	Très développé (1 fig.).	Appareil à cou- rant continu portatif.	.....	.....	.....	F. MOIGNO.
<i>Les Mondes;</i>	1874	Janvier.	22	Etendu (1 fig.).	Appareil à cou- rant continu portatif.	Pile humide.	.....	.....
<i>La France médicale.</i>	1874	Janvier.	24	Compte-rendu.	.....	.....	Appareils à cou- rant continu portatifs.	Présentation à l'Académie de Médecine par M. L. Lefort.	
<i>L'Abeille médicale.</i>	1874	Janvier.	26	Développé (1 fig.).	Appareil à cou- rant continu portatif.	Pile humide.	.....	.....
<i>L'Union médicale.</i>	1874	Janvier.	27	Citation.	.....	.....	Appareils à cou- rant continus portatifs.	Présentation à la Société de chi- rurgie, 21 janvier 1874.	D ^r GAVARRET.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR	
					L'	LE	LA	LEE			
<i>Bulletin de thérapeutique.</i>	1874	Janvier.	30	Étendu, avec figures.	Appareil Trouvè-Onimus.	.....	.....	.....	Appareils à courants continus.	.....	D ^r GAVARRET.
<i>L'Union médicale.</i>	1874	Janvier.	31	Très développé.	Appareil à courant continu portatif.	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie des sciences.	.....	BECQUEREL.
<i>La Tribune médicale.</i>	1874	Février.	8	Assez étendu (1 fig.)	Appareil à courants continus portatif.	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie de médecine.	.....	D ^r GAVARRET.
<i>Gazette médicale.</i>	1874	Février.	14	Important; très développé avec nombreuses figures.	.....	.....	.....	.....	Grandes variétés de canères galvaniques.	.....
<i>El Aplicador anatómico español.</i>	1874	Février.	15	Très étendu.	Appareil à courants continus et continus.	.....	.....	.....	Galvanocaustique.	.....
<i>El Génio-Médico quirúrgico.</i>	1874	Février.	22	Très étendu (1 fig.)	Appareil à courant continu.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1874	Février.	28	Très étendu (1 fig.)	Appareil à courant continu.	.....	.....	.....	.....	.....	De SAINT-GERMAIN.
<i>Journal des connaissances pratiques.</i>	1874	Juillet.	15	Citation.	Appareil pour la transfusion du sang.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le XIX^e siècle.</i>	1874	Août.	12	Spirituel, très intéressant.	Explorateur extracteur.	.....	.....	.....	Télégraphique.	.....	Henri VIVIER.
<i>Application du galvanocaustère à l'opération du phimo-</i> <i>sis.</i>	1875	.....	..	Intéressante brochure.	.....	.....	.....	.....	Galvanocaustère.	.....	D ^r GILET DE GRANDMONT.
<i>Revue Illustrée.</i>	1875	Janvier.	30	Étendu (6 fig.)	.....	.....	.....	.....	Télégraphie militaire.	.....	C.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉES	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR			IMPÉRÉVU	NOM DU REDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA LES		
<i>Le Petit Moniteur universel.</i>	1875	AVRIL.	25	Assez développé.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>France médicale.</i>	1875	AVRIL.	..	Extrait.	Application du galvano-cau- tère.	.....	.....	.....	.....
<i>Revue de thérapeu- tique.</i>	1875	Juin.	15	Étendu (2 fig.).	.....	.....	Pile galvano- caustique.	.....	DR AMUSSAT.
<i>L'armée territoriale.</i>	1875	Juillet.	24	Très étendu.	Explorateur extracteur.	.....	Télégraphie militaire.	.....	Présentation Académie nationale 16 décembre 74.
<i>L'armée territoriale.</i>	1875	Juillet.	31	Assez étendu.	.....	.....	Télégraphie militaire.	.....	Simple citation. DR TROUSSE.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1875	AOÛT.	5	Étendu (1 fig.).	Appareil à con- tenu continu, portatif.	.....	Pile humide.	.....	Extrait de la brochure Althaus.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1875	AOÛT.	14	Assez développé (2 fig.).	.....	.....	Pile galvano- caustique.	.....	Extrait de la brochure Althaus.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1875	SEPT.	2	Note de 20 li- gnes (2 fig.).	.....	.....	Trousse élec- tro-médicale, pile herméti- que.	.....	Extrait de la brochure Althaus.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1875	SEPT.	11	Article détaillé (2 fig.).	Appareil Trou- sse-Onimus.	.....	Trousse élec- tro-médicale (inter- rupteur).	.....	Extrait de la brochure Althaus.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1875	SEPT.	18	Étendu (1 fig.).	Interrupteur.	.....	.....	.....	Extrait de la brochure Althaus.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1875	SEPT.	25	Description (1 fig.).	Explorateur.	.....	Pile herméti- que.	.....	Mouvement d'horlogerie.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L.	LE	LA	LES		
<i>Union médicale.</i>	1876	Février.	1	Mention.	.....	.....	.....	.....	Prix Barbier de l'Académie de médecine, obtenu par M. G. Trouvé.	
<i>Le Sud médical.</i>	1876	Février.	1	Très étendu (3 fig.).	.....	.....	Galvanocautique.	Appareils à courants continus et continus.		
<i>La Liberté.</i>	1876	Avril.	21	Étendu.	.....	.....	.....	.....	Exploration d'une dent de fourchette à l'Hôtel-Dieu.	
<i>La Petite Presse.</i>	1876	Avril.	22	Article élogieux.	Explorateur-extracteur.	.....	.....	.....	Exploration d'une dent de fourchette à l'Hôtel-Dieu.	Dr RICHET.
<i>L'Événement.</i>	1876	Avril.	22	Étendu.	.....	.....	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1876	Avril.	29	Très développé (3 fig.).	Explorateur-extracteur électrique.	.....	Pile à renversement.	.....		Dr Z.
<i>La Nature.</i>	1876	Mai.	20	Très étendu (3 fig.).	.....	.....	Télégraphie militaire.	.....		Alf. NIAUDET.
<i>La Revue médicale.</i>	1876	Mai.	22	Assez étendu.	.....	Rhéostat.	Pile galvanocautique. Pile à treuil.	.....	
<i>Revue industrielle.</i>	1876	Juin.	14	Étendu (3 fig.).	.....	.....	Télégraphie militaire.	.....		Alf. NIAUDET.
<i>Les Mondes.</i>	1876	Juin.	15	.....	.....	Radiomètre de Crookes, par M. Trouvé.	.....	.....
<i>Les Mondes.</i>	1876	Juillet.	6	Très détaillé (3 fig.).	.....	.....	Télégraphie militaire. Pile humide.	.....	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉHENSION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Nature.</i>	1876	Août.	19	Très étendu.	.....	.....	Pile du télé- graphe mili- taire.	.....	.....	ALF. NIARDÉT.
<i>Journal des connais- sances médicales.</i>	1877	Mars.	15	Simple citation.	Appareil à cou- rant continu.	.....	.....	.....	.....	D ^r VIGOUROUX
<i>Le Progrès médical.</i>	1877	AVRIL.	21	.....	.....	.....	Pile Trouvé.	Rapport.	.....	DUMONTPAL- LEER.
<i>La Gazette médicale.</i>	1877	AVRIL.	28	Citation.	.....	Appareils à cou- rant continu.	.....	.....	.....	.....
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1877	Mai.	1	Étendu (1 fig.).	Appareil d'in- duction.	Petit appareil électro-mé- cal.	.....	Présentation à la Société de bio- logie, 28 avril.	.....	.....
<i>Le Mouvement mé- dical.</i>	1877	Jun.	2	Développé (1 fig.).	.....	Petit appareil électro-mé- cal.	.....	Présenté à la Société de biologie, 28 avril.	.....	.....
<i>Bulletin de l'Acadé- mie de médecine.</i>	1877	Jun.	5	Note du Balle- tin.	Appareil d'in- duction.	.....	.....	Présentation à l'Académie de médecine.	.....	D ^r GAVARRÉT.
<i>Union médicale.</i>	1877	Jun.	7	Compte-rendu de médecine.	Appareil d'in- duction.	.....	.....	Présentation par M. Gavarret.	.....	.....
<i>Le Progrès médical.</i>	1877	Jun.	7	Compte-rendu sommaire.	.....	Petit appareil électro-mé- cal.	.....	Présentation à l'Académie de médecine.	.....	D ^r GAVARRÉT.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1877	Jun.	7	Citation.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Copies des observa- tions envoyées à l'A- cadémie des sciences</i>	1877	Jun.	10	.....	Explorateur ex- tracteur élec- trique.	.....	.....	Appareils à cou- rant continu.	.....	.....
<i>L'Abeille médicale.</i>	1877	Jun.	11	Assez développé.	.....	Petit appareil électro-mé- cal.	.....	Compte-rendu de l'Académie de médecine.	.....	D ^r GAVARRÉT.

TITRE. DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	S U R				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences.</i>	1877	Juin.	11	Sommaire.	Appareil électro-médical.	Styilet explorateur.	.....	Observations de projectiles.	Présentées par M. du Moncel.	
<i>Le Temps.</i>	1877	Juin.	12	Sommaire.	Appareil électro-médical.	.....	.....	.....	Compte-rendu de l'Académie de médecine.	
<i>Bulletin de l'Académie de médecine.</i>	1877	Juin.	13	Sommaire.	Appareil électro-médical.	Styilet explorateur.	.....	.....	Note adressée par M. Trouvé à l'Académie de médecine sur l'emploi des appareils électriques en médecine et chirurgie.	
<i>Le XIX^e Siècle.</i>	1877	Juin.	14	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	Compte-rendu de l'Académie des sciences.	Henri VYVIER.
<i>Gazette des hôpitaux.</i>	1877	Juin.	18	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	Huit observations à l'Académie de médecine relatives à l'explorateur.	
<i>La République française.</i>	1877	Juillet.	13	Note d'intérêt.	.....	Muscle électro-magnétique.	.....	Sonde exploratrice.	Présentation par M. Onimus.	
<i>Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie.</i>	1877	Juillet.	15	Détailé (1 fig.).	.....	Nouvel appareil d'induction.	.....	.....	Présentation de l'appareil à régulateur des intermittences.	
<i>Bulletin général de thérapeutique médicale et chirurgicale.</i>	1877	Juillet.	17	Note d'intérêt.	.....	Muscle électro-magnétique.	.....	.....	Du mode de contraction musculaire.	G. Trouvé.
<i>Gazette des hôpitaux civils et militaires.</i>	1877	Août.	25	Simple citation.	.....	.....	.....	Pile Trouvé à courants continus et permanents.	Observation d'atrophié guérie par la pile Trouvé.	
<i>La France médicale.</i>	1877	Août.	25	Étendu.	.....	.....	.....	Biographie.		

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU REDACTEUR OU AUTRE
					L'	LE	LA	LES		
<i>Les Mondes.</i>	1877	Septem.	20	Étendu (2 fig.).	.....	.....	Pile humide, Pile militaire.	.....	Chronique de physique.	
<i>L'Argus Soissonnais.</i>	1877	Novemb.	25	Très étendu.	.....	.....	Biographie.	.....	
<i>Le XIX^e Siècle.</i>	1877	Novemb.	28	Compte-rendu.	.....	.....	Téléphone.	.....	
<i>Société des ingénieurs civils.</i>	1877	Décemb.	2	Quelques mois.	.....	.....	Téléphone à membranes multiples.	.....	Séance de la Société.	NIAUDET.
<i>Les Mondes.</i>	1877	Décemb.	6	Détailé.	.....	.....	Téléphone à membranes multiples.	.....		G. TROUVÉ.
<i>Les Mondes.</i>	1877	Décemb.	13	Détailé (9 fig.).	.....	.....	Polyscope.	.....		F. MOIGNO.
<i>Almanach des Artistes polytechnick.</i>	1877	.....	.....	Très développé (7 fig.).	.....	.....	Explorateur.	.....	
<i>Journal of the Franklin Institute.</i>	1878	Janvier.	.....	.....	.....	.....	.....	Appareils d'in- duction, élec- trodes rou- leau et bipo- laire.		
<i>Scientific American.</i>	1878	Janvier.	12	Description.	.....	.....	.....	.....	Machine dyna- mo-électrique.	
<i>Les Mondes.</i>	1878	Avril.	25	Détailé (3 fig.).	.....	.....	Appareil élec- tro-physiolo- gique.	Téléphone à membranes multiples, té- legraphe mi- litaire.	Présentation à l'Académie des sciences.	
<i>La Nature.</i>	1878	Avril.	29	.....	.....	.....	.....	.....		F. MOIGNO.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR			IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA			LES
<i>Le Progrès dentaire.</i>	1878	Avril.	..	Très étendu (9 fig.).	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>Le Progrès dentaire.</i>	1878	Jun.	..	Complet (3 fig.).	Polyscope et ses applications.	.....	.....	.....	D ^r M. STEVENS.
<i>The Telegraphic Journal.</i>	1878	Jun.	1	Étendu (1 fig.).	Telephone à membranes multiples.	.....	Extrait de <i>La Nature</i>.	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1878	Juillet.	13	Détaille (7 fig.)	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>Société française de physique.</i>	1878	Juillet.	..	Très étendu (4 fig.).	Appareil Trouvé-Omnibus.	.....	Appareils électro-médicaux.	.....	.....
<i>Les Mondes.</i>	1878	Août.	1	Compte-rendu très détaillé.	Exposition de 1878.	.....	Appareils Trouvés.	.....	F. MOIGKO.
<i>The Telegraphic Journal.</i>	1878	Août.	1	Détaille (1 fig.).	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>Gazette médicale de l'Algérie.</i>	1878	Août.	20	Étendu.	.....	.....	Appareils médicaux.	.....	A. BERTHE- RAND.
<i>Scientific American.</i>	1878	Septem.	21	Descript. complète (7 fig.).	Polyscope.	.....	.....	Compte-rendu de l'Exposition universelle de 1878.	.....
<i>La Nature.</i>	1878	Septem.	14	Détailé (3 fig.).	.....	.....	Microphones Trouvés.	.....	.....
<i>Las Provincias.</i>	1878	Septem.	26	Très étendu.	Polyscope.	.....	.....	.....	AMALIO GOME- NO.
<i>La Nature.</i>	1878	Octobre.	19	Descript. complète (5 fig.).	Appareil Trouvé-Omnibus.	.....	Pile hermétique.	Appareils électro-médicaux.	.....
<i>Le Monde thermal.</i>	1878	Octobre.	31	Compte-rendu élogieux.	Explorateur.	.....	Trousses.	Récompenses de l'Exposition de 1878.	F. DE M. ONS- TÉRAL.
<i>Le Rappel.</i>	1878	Novemb.	5	Étendu.	.....	.....	.....	Polyscope employé pour les ca- hions.	V. MEUNIER.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Revue de littérature.</i>	1878	Novemb.	1	Compte-rendu.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Journal de Chinon.</i>	1878	Novemb.	10	Revue élogieuse.	.....	.....	.....	Bijoux électri- ques.	.....	L. DEROUIN.
<i>The Electrician.</i>	1878	Novemb.	23	Développé (5 fig.).	.....	.....	Pile herméti- que.	Appareils élec- tro-mécanx.	.....	.....
<i>The Electrician.</i>	1878	Novemb.	30	Descript. tech- nique (3 fig.).	.....	.....	.....	Microphones Trouvé.	.....	.....
<i>The Telegraphic Journal.</i>	1878	Décemb.	1	Très étendu (6 fig.).	.....	.....	Pile herméti- que.	Appareils élec- tro-mécanx.	.....	.....
<i>Société française de physique.</i>	1878	Décemb.	..	Étendu.	.....	.....	Muscle artill- ciel.	.....	.....	.....
<i>The Electrician.</i>	1878	Décemb.	27	Assez développé (3 fig.).	.....	.....	Lampe de sû- reté.	.....	.....	.....
<i>Les Grands maux et les grands remèdes.</i>	1879	Janvier.	..	Note détaillée.	.....	.....	.....	Appareils mé- dicaux.	.....	DR RENGADE.
<i>Revue d'artillerie.</i>	1879	.....	..	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Petit Journal.</i>	1879	Janvier.	27	Étendu.	.....	.....	.....	.....	.....	DR RENGADE.
<i>Vierteljahrsschrift.</i>	1879	Janvier.	..	Étendu (7 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Panthéon de l'in- dustrie.</i>	1879	Février.	9	Étendu, avec portrait.	.....	.....	.....	.....	Ouvrage du Dr Beech.	P.
<i>Le Rappel.</i>	1879	Février.	25	Article scienti- que.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Séances de la Société française de physi- que.</i>	1879	Mars.	..	Compte-rendu très détaillé (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	V. MEUNIER.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉES	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	S U R				IMPRESSÉ	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L'E	LA	LES		
<i>L'Union nationale.</i>	1879	Mars.	31	.....	.....	.....	.....	.....	Nomination de M. Trouvé comme membre de la chambre syndicale des fabricants d'appareils médicaux.	H. D'ARROS.
<i>L'Electricité.</i>	1879	Avril.	20	Développé (2 fig.).	.....	Télégraphe militaire.	.....	.....	.....	.....
<i>Les Mondes.</i>	1879	Mal.	29	Note.	.....	Téléphone militaire. Trouvé.	.....	.....	Communiquée par M. Lafont de Calcutta.	.....
<i>Arztliche Vereinszeitung.</i>	1879	Juin.	1	Très étendu (10 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>Frankfurter Zeitung.</i>	1879	Juin.	21	Très étendu.	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>La France.</i>	1879	Juin.	24	Très élogieux.	.....	Polyscope, poisson lumineux, 1 ^{re} expérience.	.....	.....	Compte-rendu de la soirée donnée par les ingénieurs à l'Ecole centrale.	.....
<i>L'Estafette.</i>	1879	Juin.	25	Citation élogieuse.	.....	Polyscope.	.....	Appareils Prouvé.	Compte-rendu du cinquantenaire de l'Ecole centrale.	.....
<i>Arztliche Vereinszeitung.</i>	1879	Juillet.	1	Très développé (10 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	D'après un discours prononcé à Graz le 26 mai 1879, à la Société des Médecins de la Styrie.	D ^r F. MULLER.
<i>La Lumière électrique.</i>	1879	Juillet.	15	Assez développé (2 fig.).	Avertisseur indépendant.	Téléphone Perrodon réalisé par M. Trouvé.	.....	.....	.....	.....
<i>La Lumière électrique.</i>	1879	Août.	15	Détailé (6 fig.).	.....	Polyscope électrique.	.....	.....	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1879	Août.	16	Détailé (3 fig.).	.....	Téléphone avertisseur.	.....	Appareils indépendants.	.....	.....
<i>Le Petit Journal.</i>	1879	Août.	17	Quelques lignes élogieuses touchant M. Trouvé.	.....	.....	.....	Appareils électro-médicaux.	.....	RÉDACTION.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Arztliche Vereins- zeitung.</i>	1879	Jun.	1	Très étendu (10 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>La France.</i>	1879	Jun.	24	Très élogieux.	.....	Polyscope. poisson lu- mineux, 1 ^{re} expérience.	.....	.....	Compte rendu de la soirée don- née par les ingénieurs à l'Ecole centrale.	.....
<i>L'Estafette.</i>	1879	Jun.	25	Citation élo- gieuse.	.....	.....	.....	Appareils Trouvé.	Compte rendu du cinquante- naire de l'Ecole centrale.	.....
<i>Arztliche Vereins- zeitung.</i>	1879	Juillet.	1	Très dévelop- pé (10 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	D'après un discours prononcé à à Graz le 26 mai 1879 à la Société des médecins de la Styrie.	Dr F. MULLER.
<i>La Lumière électri- que.</i>	1879	Juillet.	15	Assez dévelop- pé (2 fig.).	.....	Téléphone Per- rodon réeli- sé par M. Trouvé.	.....	.....	.....	.....
<i>La Lumière électri- que.</i>	1879	Août.	15	Détaillé (6 fig.).	.....	Polyscope électrique.	.....	.....	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1879	Août.	16	Détaillé (3 fig.).	.....	Téléphone a- verusseur.	.....	.....	.....	.....
<i>Le Petit Journal.</i>	1879	Août.	17	Quelques li- gnes élo- gues con- cernant M. Trouvé.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>L'Electricité.</i>	1879	Août.	20	Compte rendu (2 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1879	Août.	30	Assez détaillé (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Journal de Méde- cine et de Chirurgie pratiques.</i>	1879	Août.	..	Assez étendu (4 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	Application à la chirurgie den- taire, par M. Brasseur.	A. V.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPLICATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Science populaire.</i>	1879	Septem.	1 Étendu.			Moteur appliqué aux ballons.				
<i>La Nature.</i>	1879	Septem.	13 Intéressant (2 fig.).			Oiseau en diamants.		Tête de mort.		
<i>La Petite République Française.</i>	1879	Septem.	28 Assez développée.					Bijoux électromobiles.		
<i>Gazette Odontologique.</i>	1879	Septem.	.. Très étendu.					Bijoux électromobiles.		
<i>Arztliche Vercinszeitung.</i>	1879	Octob.	1 Très développé (8 fig.).						Compte rendu de l'ouvrage de M. Brasseur.	
<i>Gazette de Lorraine.</i>	1879	Octob.	12 20 lignes élongues.							D ^r SAMUELY.
<i>Gazette hebdomadaire des Sciences médicales.</i>	1879	Octob.	20 Quelques lignes.							
<i>Allgemeine Illustrirte Zeitung.</i>	1879	Octob.	.. Étendu (2 fig.).							
<i>Gazette médicale de l'Algérie.</i>	1879	Octob.	20 Très étendu (3 fig.).			Explorateur électrique et appareil électromécanical.				
<i>Scientific American.</i>	1879	Octob.	25 Détaillé (2 fig.).			Oiseau en diamants.		Tête de mort.		
<i>Bulletin du Cercle des Dentistes de Paris.</i>	1879	Novem.	1 Détaillé (10 fig.).							
<i>Le Rappel.</i>	1879	Novem.	4 Quelques mots							

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPLICATION DE L'ARTICLE	SUR			IMPRESSÉ	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LES	LA		
<i>L'Électricité.</i>	1879	Novem.	5	Étendu.	Explorateur.	.....	.....	.....	Congrès d'Amsterdam. Longue énumération.
<i>L'Électricité.</i>	1879	Novem.	20	Détailé (2 fig.).	.....	.....	.....	.....	Appareils Trouvé. Téléphones sculptés, en bois durci.
<i>Les Mondes.</i>	1879	Novem.	27	Lettre.	Audiphone Graydon.	.....	.....	.....	Lettre de M. Trouvé.
<i>Etude de Chirurgie Dentaire.</i>	1879	.....	.....	Longuement détaillé (20 fig.).	.....	.....	.....	.....	Toutes les applications du polyscope.
<i>Bulletin du Cercle des Dentistes de Paris.</i>	1879	Décem.	1	Détailé (5 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Monde de la Science et de l'Industrie.</i>	1879	Décem.	14	Intéressant et spirituel.	Oiseau en diamants.	Lapin.	Tête de mort.	Bijoux électro-mobles.	.....
<i>Reseña Medico Quirúrgica de l'Exposition de Paris de 1878.</i>	1879	Décem.	.....	Très développé (19 fig.).	Explorateur.	.....	.....	.....	.....
<i>Le Monde de la Science et de l'Industrie.</i>	1880	Janvier.	14	Détailé (3 fig.).	Application aux canons	.....	.....	.....	.....
<i>Revista de Medicina y Cirugía prácticas.</i>	1880	Janvier.	22	Citation de la récompense unique de M. Trouvé.	.....	.....	.....	.....	Mention de la récompense du Congrès d'Amsterdam.
<i>Le Soir.</i>	1880	Février.	23	Très bien fait.	Explorateur.	.....	.....	.....	Cinquantenaire de l'Ecole centrale.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRESSU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L.B	LA	LES		
<i>Le Figaro.</i>	1880	Février.	25	Très étendu.	Expérience à l'école d'Alfort.	Polyscope, brochet lumineux.	.....	.....	Cinquantenaire de l'École Centrale.	DUVERNEY.
<i>La Lumière électrique.</i>	1880	Mars.	1	Détaillé (1 fig.)	.....	Microphone Trouvé et de Boyer.	.....	.....	Expérience devant la rédaction du <i>Figaro</i>.	.....
<i>Le Figaro.</i>	1880	Mars.	3	Compte rendu.	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>Le Monde de la Science et de l'Industrie.</i>	1880	Mars.	25	Note détaillée (1 fig.)	.....	Microphone Trouvé et de Boyer.	.....	.....	.....	.....
<i>La Andaluçia Médica.</i>	1880	Mars.	30	Très développé (1 fig.)	.....	Microphone Trouvé et de Boyer.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Electricité.</i>	1880	Avril.	5	20 lignes.	.....	Polyscope.	.....	.....	Conférence à l'École de médecine par M. Garriel.	.....
<i>Le Temps.</i>	1880	Avril.	4	Compte rendu.	.....	Polyscope.	.....	.....	Société de Physique.	.....
<i>Le XIX^e Siècle.</i>	1880	Avril.	7	Article élogieux très étendu.	Expérience à l'école d'Alfort.	Polyscope électrique.	.....	.....	Société de Physique.	ACAËT.
<i>L'Electricité.</i>	1880	Mai.	20	Communication.	.....	Gyroscope électromagnétique.	.....	.....	Lettre de M. Trouvé à M. de Fonvielle.	.....
<i>L'Union nationale au Commerce et de l'Industrie.</i>	1880	Mai.	22	Communication.	.....	.....	.....	.....	Explication du mouvement gyroskopique de l'appareil Lottin-de Fonvielle.	G. TROUVÉ.
<i>Le Monde de la Science et de l'Industrie.</i>	1880	Mai.	25	Quelques lignes.	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LS	LA	IES		
<i>La Tribune médicale.</i>	1880	Mai.	30	Étendu.	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>La Andaluçia Médica.</i>	1880	Mai.	30	Étendu (4 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	E. R.
<i>Gazette médicale de Paris.</i>	1880	Juin.	19	Étendu.	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	Dr KARS.
<i>La Andaluçia Médica.</i>	1880	Juin.	30	Étendu (2 fig.).	.....	Interrupteur à mouvement d'horlogerie.	.....	Appareils in-duits.	Appareil Trouve-Onimus.	.....
<i>L'Eclair.</i>	1880	Juin.	..	Très étendu (8 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	.....
<i>De Indische Mer-cuur.</i>	1880	Juin.	..	Très étendu (3 fig.).	.....	Télégraphe militaire.	.....	.....	.....	.....
<i>De Indische Mer-cuur.</i>	1880	Juillet.	..	Détailé (2 fig.).	.....	Petit appareil électro-mé-dical.	.....	Pile herméti-que.	.....	.....
<i>Séance de la Société de Physique.</i>	1880	Juin.	..	Très détaille.	.....	Polysc pe.	.....	Poissons lumi-neux.	.....	.....
<i>L'Electricité.</i>	1880	Juillet.	20	Comptere rendu.	.....	Moue.	.....	.....	Présentation du moteur Trouvé à l'Académie.	.....
<i>La Andaluçia Médica.</i>	1880	Juillet.	30	Étendu.	.....	Appareil élec-tro-médical.	.....	Régulateur des in ermit-tences.	Schéma de l'interrupteur à mouvement d'horlogerie.	Dr KARS.
<i>La Nature.</i>	1880	Août.	7	Comptere rendu.	.....	.....	.....	.....	Note de l'Académie sur le mo-teur.	G. Trouvé.
<i>L'Electricité.</i>	1880	Août.	20	Étendu (5 fig.).	.....	Moteur gou-vernail.	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR			IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA			IES
<i>La Andaluçia Médica.</i>	1880	Août.	30	Assez développée (1 fig.)	.....	Petit appareil électromédical. Régulateur des intermittences.	.....	.....	.....
<i>La Lumière électrique.</i>	1880	Septem.	1	Détaillé (6 fig.).	.....	Moteur.	Navigation.	.....	.....
<i>Les Mondes.</i>	1880	Septem.	2	Très étendu (5 fig.).	.....	Moteur.	Navigation.	.....	F. MOIGNO.
<i>Chronique Industrielle.</i>	1880	Septem.	23	Très étendu (5 fig.).	.....	Moteur.	Navigation.	.....	M. C.
<i>Association Scientifique de France.</i>	1880	Septem.	26	Très étendu (5 fig.).	.....	Moteur et ses applications.	Navigation.	.....	.....
<i>La Lumière électrique.</i>	1880	Octobre	1	20 lignes.	.....	Moteur à ar- nature ex- centrique.	.....	.....	TH. DU MON- CEL.
<i>The Telegraphic Journal.</i>	1880	Octobre	1	Étendu (5 fig.).	.....	Moteur.	Navigation.	.....	.....
<i>Le Yacht.</i>	1880	Octobre	9	Note peu étendue.	.....	Gouvernail moteur pro- pulséur.	.....	.....	.....
<i>Der Techniker.</i>	1880	Octobre	15	Étendu (3 fig.).	.....	Moteur.	.....	.....	.....
<i>L'Aéronaute</i>	1880	Octobre	..	Citation.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Über Land und Meer.</i>	1880	Octobre	..	Étendu.	.....	Polyscope.	.....	.....	.....
<i>De Indische Mercur.</i>	1880	Novem.	..	Développé (5 fig.).	.....	Moteur.	Navigation.	.....	Dr STEIN.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	NO. S	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LES	LA	LES		
<i>De Indische Mer- cur.</i>	1880	Décem.	..	Très étendu (6 fig.).	Polyscope.					
<i>Le Génie Moderne.</i>	1880	Décem.	5	Étendu.	Polyscope. Gyroscope électrique.	Lampe de sû- reté.	Appareils général.	Longue énumération.		
<i>Journal hebdoma- daire des Citoi- ens de Berlin.</i>	1880	Décem.	..	Brochure.	Polyscope.			La lumière électrique appli- quée à l'exploration des ce- linités du corps humain; n° 12.	Dr STEN.	
<i>La Lumière électri- que.</i>	1880	Décem.	15	Citation.			Appareils mé- dicaux.	Revendications.	Th. du MON- CEL.	
<i>Dell'Influenza Tera- pautica della Cor- rente Continua nella Rilcauzione dell'urina.</i>	1880	Décem.	..	Brochure.	Appareil à cou- rant continu en thérapeu- tique.				F. DICHIARA.	
<i>Le Parlement.</i>	1881	Février.	6	Quelques mots				Soirée à l'Observatoire.		
<i>Le Gaulois du Di- manche.</i>	1881	Février.	6	Quelques mots				Soirée à l'Observatoire.		
<i>Le Gaulois.</i>	1881	Février.	6	Quelques mots				Soirée à l'Observatoire.		
<i>Le Figaro.</i>	1881	Février.	7	Quelques li- gnes.				Soirée à l'Observatoire.		
<i>Le Rappel.</i>	1881	Février.	7	Quelques li- gnes.				Poissons lumi- neux.		
<i>La Lanterne.</i>	1881	Février.	8	Quelques li- gnes élo- ignées.	Explorateur. Moteur.			Soirée à l'Observatoire.		
<i>Le Norateur.</i>	1881	Février.	8	Quelques li- gnes élo- ignées.				Soirée à l'Observatoire.	CH. LECOMTE.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR			IMPREVU	NOM DU REDACTEUR OU AUTEUR
					L	LA	LES		
<i>Le Voltair.</i>	1881	Février.	8	Très élogieux.	Explorateur.	.....	Poissons lumi- neux.	Soirée à l'Observatoire.	C. FLAMMA- RION.
<i>Les Mondes.</i>	1881	Février.	10	Très étendu, très élo- gieux.	Explorateur.	Moteur lillipu- tien sur ba- teau, polys- cope.	Navigation ac- rienne. Conférence de M. Trouvé.	Soirée à l'Observatoire.	H. VALETTE.
<i>Journal de la Ma- chine à coudre.</i>	1881	Février.	10	Descriptif.	.....	Moteur.	.....	.....	.....
<i>Chronique Indus- trielle.</i>	1881	Février.	11	Étendu et élo- gieux.	Explorateur.	Polyscope mo- teur.	Conférence.	Soirée à l'Observatoire.	D. A. G.
<i>L'Electricité.</i>	1881	Février.	12	Quelques li- gnes élogieus. .....	.....	.....	Conférence.	Soirée à l'Observatoire.	.....
<i>L'Illustration.</i>	1881	Février.	12	Compte rendu.	Explorateur.	Moteur.	.....	Soirée à l'Observatoire.	.....
<i>Journal de la Ma- chine à coudre.</i>	1881	Février.	25	Descriptif (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Journal de l'Acadé- mie Nationale.</i>	1881	Février.	..	Étendu.	.....	Moteur; polys- cope.	.....	Rapport de M. Joubert.	.....
<i>Correspondenz Blatt.</i>	1881	Mars.	1	Très étendu (6 fig.).	Explorateur.	Polyscope.	Pile herméti- que.	Rapport sur les appareils Trou- vé à la réunion de Médecine suisse, à Bâle.	.....
<i>Le Yacht.</i>	1881	Mars.	12	Très détaillé (3 fig.).	.....	Moteur; ba- teau électri- que.	Conférence de M. Trouvé.	Bateau électrique pour la classe.	.....
<i>Correspondenz- Blatt.</i>	1881	Mars.	15	Très étendu (10 fig.).	Appareil élec- tro-médical.	Polyscope.	.....	Rapport sur les appareils Trouvé à la réunion de Mé- decine suisse, à Bâle.	.....
<i>La Nature.</i>	1881	Mars.	19	Étendu (1 fig.).	.....	Poissons lumi- neux.	.....	Soirée de l'Observatoire. Ex- periences des poissons.	D. Z.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Revue industrielle.</i>	1881	Mars.	30	Très étendu (5 fig.).	.....	Moteur.	.....	.....	Première application pratique de l'électricité au tricycle.	H. DE PAR- VILLE.
<i>La Nature.</i>	1881	Avril.	16	20 lignes.	.....	Tricycle élec- trique.	.....	.....	Expérience du tricycle élec- trique, rue de Valois.	
<i>Journal Officiel de la République française.</i>	1881	Avril.	20	Étendu.	.....	.....	.....	.....	Expérience.	GAUDET.
<i>La Petite Répu- blique française.</i>	1881	Avril.	27	Détaillé.	.....	Tricycle élec- trique.	.....	.....	Expérience.	
<i>L'Électricité.</i>	1881	Avril.	30	.....	.....	.....	.....	.....	Lettre de M. Bellot sur al- lumeurs électriques.	GAUDET.
<i>Les Mondes.</i>	1881	Mai.	19	.....	.....	Tricycle.	.....	.....	Expérience rue de Valois.	
<i>L'Électricité.</i>	1881	Mai.	28	Très détaillé.	.....	Tricycle.	.....	.....	Expérience rue de Valois.	GAUDET.
<i>La Ville de Paris.</i>	1881	Mai.	20	Quelques mots	.....	Bateau électri- que.	.....	.....	Expérience rue de Valois.	
<i>La Andaluçia Me- dica.</i>	1881	Mai.	30	Très étendu (2 fig.).	.....	Téléphone.	.....	Trousse et pile hermétique.	Emploi du téléphone Trouvé pour la surdité.	Dr ENRICO. MORESCO.
<i>L'Électricité.</i>	1881	Juin.	4	Très étendu (1 fig.).	.....	Bateau électri- que.	Navigation électrique.	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1881	Juin.	11	Assez dévelop- pé (1 fig.).	.....	Gouvernail du bateau.	.....	.....	.....	G. TISSANDIER.
<i>La Nature.</i>	1881	Juin.	11	Détaillé (2 fig.).	.....	Bateau électri- que.	.....	.....	Expérience sur la Seine avec M. Tissandier, 28 mai 1881.	
<i>La Lumière élec- trique.</i>	1881	Juin.	18	Détaillé.	.....	Moteur électri- que.	Navigation électrique.	.....	Tricycles élec- triques.	G. TISSANDIER.
<i>Le Pétérin.</i>	1881	Juin.	18	Développé (2 fig.).	.....	Bateau électri- que.	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPLICATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Science Popu- laire.</i>	1881 Juin.	23	Developpé.	.....	Bateau électri- que.	Navigation électrique.	.....	.....	L. D.
<i>Le Petit Journal.</i>	1881 Juin.	29	Developpé.	.....	Bateau électri- que.	Navigation électrique.	.....	Extrait de <i>La Nature</i> .	
<i>L'Argus Soisson- nais.</i>	1881 Juillet.	8	Peu dévelop- pé.	.....	Bateau électri- que.	.....	.....	Expérience au Bois de Bou- logne.	
<i>Le Republicain Sois- sonnais.</i>	1881 Juillet.	9	Détaillé.	.....	Bateau électri- que.	Navigation électrique.	.....	Bateau électrique à l'Exposi- tion.	
<i>L'Électriqué.</i>	1881 Juillet.	9	Citation.	.....	.....	.....	.....	Lampe de sûreté en ballon.	
<i>La Science pour tous.</i>	1881 Juillet.	16	Très étendu (4 fig.).	.....	Moteur et ba- teau électri- que.	Navigation électrique.	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1881 Juillet.	30	Peu étendu (1 fig.).	.....	Gouvernail électro-mo- teur.	.....	.....	.....
<i>Compte rendu de l'Académie des sciences.</i>	1881 Août.	1	Étendu.	.....	Petit moteur.	Pile secondai- re Plante.	.....	.....	G. TISSANDIER.
<i>Le XIX^e Siècle.</i>	1881 Août.	3	Chronique Ex- position.	.....	Moteur appli- qué aux bal- lons.	Navigation électrique.	.....	Académie des sciences 1 ^{er} août 1881.	ACARD.
<i>Le Henri IV.</i>	1881 Août.	3	Très sommaire.	.....	Moteur appli- qué à l'aéros- tation.	.....	.....	.....
<i>Le Temps.</i>	1881 Août.	10	Note sur les aimants.	.....	Petit moteur.	.....	.....	Compte rendu de l'Académie des sciences (8 août 1881).	
<i>La Lumière élec- trique.</i>	1881 Août.	10	Compte rendu détaillé.	.....	.....	.....	.....	Académie des sciences, 8 août 1881.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Wiener technologische Blätter.</i>	1881	Août.	10	Étendu (2 fig.)	.....	Gouvernail	Navigation.	Bateaux.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	
<i>Le Napoléon.</i>	1881	Août.	11	Compte rendu.	.....	.....	.....	Bateaux.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	
<i>Le Temps.</i>	1881	Août.	11	Compte rendu.	.....	.....	.....	Bateaux.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	
<i>La France.</i>	1881	Août.	11	Compte rendu.	.....	.....	.....	Bateaux.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	
<i>Les Mondes.</i>	1881	Août.	11	Communication détaillée.	.....	Ticycle.	.....	Bateaux.	Académie des sciences, l'avril 1881.	
<i>Le Petit Journal.</i>	1881	Août.	12	Compte rendu.	.....	.....	.....	Bateaux.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	
<i>Le XIX^e Siècle.</i>	1881	Août.	12	Compte rendu.	.....	.....	.....	Bateaux.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	
<i>Le Petit XIX^e Siècle.</i>	1881	Août.	12	Compte rendu.	.....	.....	.....	Bateaux.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	
<i>English Mechanic.</i>	1881	Août.	12	Peu étendu.	.....	Moteur électrique.	.....	.....	Moteur appliqué aux ballons, par M. G. Tissandier.	
<i>La Nature.</i>	1881	Août.	13	Citation.	.....	Moteur électrique.	.....	.....	Moteur appliqué à l'aérostation.	G. Tissandier.
<i>Le Républiqueain Sois-sonnais.</i>	1881	Août.	13	Compte rendu.	.....	Moteur électrique.	.....	.....	Exposition de 1881.	
<i>L'Électricité.</i>	1881	Août.	13	Compte rendu détaillé.	.....	Moteur Tricycle.	.....	Bateaux.	Communication à l'Académie des sciences sur le moteur.	
<i>La Nature.</i>	1881	Août.	20	Compte rendu.	.....	.....	.....	Aimants.	Note de l'Académie des sciences.	
<i>La Science Populaire.</i>	1881	Septem.	1	Compte rendu sommaire.	.....	Petit Moteur.	.....	Aimants.	.....	J. B.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR	
					L'	LS	LA	LES			
<i>Les Mondes.</i>	1881	Septem.	1	Étendu.	.....	.....	.....	.....	Aimants.	Compte rendu de l'Académie des sciences.	
<i>Le Voltairre.</i>	1881	Septem.	15	Très étendu et élogieux.	.....	Moteur; ballon	.....	.....	Bateaux. Tricycles.	Ouverture de l'Exposition de 1881.	H. VIVAREZ.
<i>La Nature.</i>	1881	Septem.	17	Étendu.	Explorateur.	.....	Balance de Hugues.	.....	.....	.....
<i>L'Ingénieur.</i>	1881	Septem.	23	Très étendu (7 fig.).	Aérostation.	Moteur électri- que.	Pile galvanos- caustique.	Bateaux.	.....	Exposition de 1881.	
<i>L'Illustration.</i>	1881	Octob.	8	Citation.	.....	Moteur.	.....	.....	.....	Moteur appliqué à l'aérosta- tion.	G. TISSANDIER.
<i>La Nature.</i>	1881	Octob.	15	Très dévelop- pé.	.....	Moteur.	Navigation.	Bateaux.	.....	Expérience sur la Seine avec M. Tissandier, le 25 mai 1881.	G. TISSANDIER.
<i>Conférence sur l'é- lectrilité.</i>	1881	Octob.	26	Quelques mots	.....	Bateau électri- que.	.....	.....	.....	.....	A. BARRAL.
<i>La Science popu- laire.</i>	1881	Octob.	27	Assez étendu.	.....	.....	Pile humide. Pile Trouve Callaud.	.....	.....	.....	A. HAMON.
<i>La Science popu- laire.</i>	1881	Novem.	3	Citation.	.....	.....	Pile herméti- que.	.....	.....	.....	A. HAMON.
<i>Le High-Life.</i>	1881	Novem.	3	Compte rendu élogieux.	.....	.....	.....	.....	.....	Exposition d'électricité 1881. Compte rendu de l'exposi- tion Trouvé.	
<i>Les Mondes.</i>	1881	Novem.	3	Étendu.	.....	Moteur électri- que.	.....	.....	.....	.....	H. VALLETTE.
<i>La Science popu- laire.</i>	1881	Decem.	22	Très étendu.	Aérostation.	Moteur électri- que.	Navigation.	.....	.....	Moteurs à l'Exposition.	HAMON.
<i>Rapport de l'exposi- tion d'électricité.</i>	1881	Decem.	..	Très étendu.	Explorateur.	Moteur; poly- scope.	Navigation.	Piles; bijoux.	.....	Longue énumération des ap- pareils Trouvé.	DURENNE.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Panlhon de la Légion d'honneur.</i>	1882	Janv.	1	.....	.....	.....	Biographie.	.....	Nomination de chevalier de la Légion d'honneur.	HAMON.
<i>La Science populaire.</i>	1882	Février.	16	Etendu (3 fig.).	Appareil Trouve-Onimus.	.....	.....	Appareils électro-médicaux.	.....	HAMON.
<i>Les Mondes.</i>	1882	Mars.	4	Très étendu (4 fig.).	Appareil à chariot. Appareil de cabinet.	.....	.....	Appareils électro-physiologiques.	.....	HAMON.
<i>Paris.</i>	1882	Mars.	15	Sommaire.	.....	Polyscope.	.....	Poissons lumineux.	Compte rendu de la soirée de l'Observatoire.	F. LAURENT.
<i>Journal du Havre.</i>	1882	Avril.	3	Compte rendu très éloigné.	Explorateur.	.....	Navigation.	Appareils Trouvés en général.	Conférence de Sainte-Cécile.	G. TROUVÉ.
<i>Le Petit Havre.</i>	1882	Avril.	5	Art. élogieux.	Explorateur.	.....	.....	Poissons lumineux.	Conférence de Sainte-Cécile.	G. TROUVÉ.
<i>La Science populaire.</i>	1882	Avril.	6	Très étendu (8 fig.).	Appareil électro-physiologique.	Gouvernail.	Navigation.	Bijoux électromobiles. Poissons lumineux.	Soirée à l'Observatoire.	HAMON.
<i>Moniteur officiel de l'électricité.</i>	1882	Avril.	6	Développé (2 fig.).	.....	Bateau électrique.	.....	.....	Voyage au Havre.	E. H.
<i>L'Hygiène pour tous.</i>	1882	Avril.	8	Etendu (3 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	D ^r F. BRÉMONT
<i>Moniteur officiel de l'électricité.</i>	1882	Avril.	13	Etendu et éloigné (4 fig.).	.....	Polyscope.	.....	Poissons lumineux.	.....	EDMOND HOULLIER.
<i>L'Électricien.</i>	1882	Mai.	15	Développé (1 fig.).	.....	.....	Pile à treuil.	.....	Expérience avec frein.	HOSPITALIER.
<i>English Mechanic.</i>	1882	Mai.	19	Compte rendu.	.....	Bateau.	.....	.....	Exposition 1881.	G. TISSANDIER.
<i>La Nature.</i>	1882	Mai.	20	Citation.	.....	.....	.....	Piles à grand débit.	.....	G. TISSANDIER.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Le Progrès Médical.</i>	1882	Mai.	27	Étendu (3 fig.).	Esopha goscope.	Polyscope. Gascroscope.	.....	.....	.....	D ^r BARTOUX.
<i>La Revue Vétocipé- dique.</i>	1882	Jun.	20	Détaillé.	.....	Tricycle élec- trique.	.....	.....	Expérience rue de Valois. Ex- trait de <i>La Nature</i>.	.....
<i>La Science popu- laire.</i>	1882	Jun.	29	Étendu (5 fig.).	.....	Téléphone. Télégraphe.	.....	.....	Postes télé- phoniques.	HAMON.
<i>Revue Chronomé- trique.</i>	1882	Jun.	.....	Étendu (2 fig.).	.....	Moteur.	.....	.....	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1882	Juillet.	1	Descriptif (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	Postes télé- phoniques.	HOSPITALIER.
<i>Les Mondes.</i>	1882	Juillet.	1	Étendu (2 fig.).	.....	.....	.....	.....	Postes télé- phoniques et micro télé- phoniques.	HAMON.
<i>La Hygiène para todos.</i>	1882	Juillet.	15	Détaillé (4 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	.....	D ^r GONZALEZ.
<i>L'Electricité.</i>	1882	Juillet.	29	Peu étendu.	.....	.....	.....	.....	Moteur Trouvé appliqué par un coiffeur.	.....
<i>Le Génie Civil.</i>	1882	Août.	15	Très étendu. (6 fig.).	.....	.....	.....	.....	Moteurs.	J. BOULARD.
<i>La Nature.</i>	1882	Août.	19	Bibliographie.	.....	.....	.....	.....	Moteurs.	.....
<i>L'Electricité.</i>	1882	Septem.	30	Étendu, avec portrait (2 fig.).	.....	.....	Navigation.	.....	Brochure de G. Dary.	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1882	Octob.	7	Étendu, avec portrait (4 fig.).	.....	.....	Biographie.	.....	Bateaux électriques aux cour- ses de Troyes.	.....
<i>L'Electricité.</i>	1882	Octob.	14	Lettre élo- gieuse.	.....	.....	Biographie.	.....	.....	P. LAURENCE.
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Navigation.	.....	Courses de Troyes.	Professeur BORLINETTO.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LS	LA	LES		
<i>Les Mondes.</i>	1882	Octob.	14	Étendu.	.....	.....	.....	.....	Portrait et complément de la notice biographique.	F. MORGNO.
<i>La Science pour tous.</i>	1882	Octob.	21	Très développé (5 fig.).	.....	Gouvernail.	Navigation.	Bateaux.	Fin de la biographie.	P. LAURENCIN.
<i>Chronique industrielle.</i>	1882	Novem.	9	Très étendu. (12 fig.).	.....	Gouvernail. Moteur.	Navigation.	Piles, Bateaux		
<i>Scientific American</i>	1882	Décem.	9	Détailé, avec portrait (2 fig.).	.....	.....	Biographie.	Bateaux.		
<i>La Nature.</i>	1882	Décem.	9	Détailé (2 fig.).	.....	Chandelier électrique.	.....	Bougeoirs électriques.		G. T.
<i>L'Electricité.</i>	1882	Décem.	16	Très étendu. (5 fig.).	.....	Candélabre.	.....	Bougeoirs.		
<i>Les Mondes.</i>	1882	Décem.	23	Étendu (5 fig.).	.....	.....	.....	.....		H. VALETTE.
<i>L'Electricité</i>	1882	Décem.	30	.....	.....	Moteur.	Biographie.	.....	
<i>Revue mensuelle de Laryngologie.</i>	1882	.....	.....	Etude (1 fig.).	.....	Polyscope. Cautère du tympan.	.....	.....	Application du polyscope Trouvé à la perforation du tympan	Dr BARATOUX.
<i>Revue mensuelle de Laryngologie.</i>	1882	.....	.....	Rapport (3 fig.).	.....	Polyscope.	.....	.....	Mission en Autriche.	Dr BARATOUX.
<i>La Hygiène para todos.</i>	1883	Mars.	15	Étendu (3 fig.).	.....	Grand appareil d'électrothérapie.	.....	.....		GONZALEZ.
<i>The Electrician.</i>	1883	Mars.	17	Étendu, avec portrait (3 fig.).	.....	Gouvernail.	Biographie.	Bateaux.		

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉHENSION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L.R	L.A	LES		
<i>Iron.</i>	1883	Mars.	23	Très long article.	.....	Moteur et ses applications.	Pile à grand débit.	.....	.....	.....
<i>Le Cours des Charbons.</i>	1883	Mars.	24	Compte rendu	Eclairage électrique domestique mixte.	.....	Pile au bicarbonate de potasse.	.....	Présentation à l'Académie des sciences.	Du MONCEL.
<i>L'Electricité.</i>	1883	Mars.	24	Citation éloignée.	.....	.....	.....	.....	Premier diner mensuel des électriciens.	A. RÉVÉREND.
<i>The Ironmonger.</i>	1883	Mars.	31	Sommaire (1 fig.).	Eclairage électrique	Candélabre électrique.	.....	.....	.....	H. VALETTE.
<i>Les Mondes.</i>	1883	Mars.	31	Très long article (7 fig.).	Eclairage électrique domestique mixte.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Bulletin de la Compagnie Internationale des Téléphones.</i>	1883	Avril.	2	Compte rendu sommaire.	Eclairage électrique domestique.	.....	.....	.....	Réunion annuelle de la Société de physique.	.....
<i>Chronique Industrielle.</i>	1883	Avril	8	Très détaillé et élogieux. (3 fig.).	Eclairage électrique domestique.	.....	Pile à grand débit.	.....	.....	D ^r DUJARDIN-BEAUMETZ.
<i>La France Médicale.</i>	1883	Avril.	12	Assez développé (2 fig.).	.....	Photophore.	.....	.....	.....	BOULEY.
<i>Compte rendu de l'Académie des Sciences.</i>	1883	Avril.	16	Sommaire.	.....	Photophore.	.....	.....	.....	.....
<i>Compte rendu de l'Académie de Médecine.</i>	1883	Avril.	17	Sommaire.	.....	Photophore Helot Trouve.	.....	.....	.....	D ^r DUJARDIN-BEAUMETZ.
<i>Electrical Review.</i>	1883	Avril.	28	Très étendu (1 fig.).	.....	Diagramme de fonction.	Pile à treuil.	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L	LE	LA	LES		
<i>L'Electricité.</i>	1883	Avril.	28	Très développé (2 fig.).	Photophore.				Présentation à l'Académie des sciences et à l'Académie de médecine.	L. L.
<i>La Higiene para todos.</i>	1883	Mai.	1	Étendu (1 fig.).	Eclairage électrique domestique.					H. VALETTE.
<i>L'Electricien.</i>	1883	Mai.	1	Très étendu (1 fig.).		Pile Trouvée à liquide saturé et à grand débit.			Expérience faite par M. HOS-HOSPITALIER.	HOS-HOSPITALIER.
<i>Bulletin de l'arsenal Médico-Chirurgical.</i>	1883	Mai.		Description simple (2 fig.).	Photophore				Présentation.	
<i>Les Mondes.</i>	1883	Mai.	5	Détailé (2 fig.).	Photophore électrique.					H. V.
<i>La Nature.</i>	1883	Mai.	5	Très détaillé (1 fig.).		Pile Trouvée à liquide saturé.				HOSPITALIER.
<i>Galignani's Messenger.</i>	1883	Mai.	7	Étendu.	Eclairage électrique domestique.				Compte rendu d'un diner rue Castiglione.	
<i>Le Moniteur des Consulateurs.</i>	1883	Mai.	12	Citation.	Eclairage électrique					
<i>La Higiene para todos.</i>	1883	Mai.	15	Étendu (1 fig.).		Galvanocautére du tympan.				
<i>The Electrical World</i>	1883		19	Très étendu (6 fig.).	Photophore.	Batterie.			Diagramme de fonction de la batterie à treuil.	de la BARATOUX.
<i>Beilage zur Krantzfürder Zeitung.</i>	1883	Mai.	21	Étendu.		Lumière électrique.				

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Le Gaulois.</i>	1883	Mai.	22	Citation.					M. Trouvé nommé membre de la Commission auprès du Conseil municipal.	P. Roche.
<i>Journal de Rouen.</i>	1883	Mai.	24	Citation.	Polyscope.		Moteurs.		Compte rendu d'une conférence faite à Cany par M. Trouvé.	
<i>The Electrical World</i>	1883	Mai.	26	Sommaire.		Batterie à treuil.				
<i>La Nature.</i>	1883	Mai.	26	Étendu (2 fig.).	Photophore.				Présentation.	
<i>L'odontologie.</i>	1883	Mai.	..	Description technique (1 fig.).	Photophore.				Présentation.	
<i>Revista de Terapeutica y farmacologia.</i>	1883	Mai.	..	Portrait, tres complet.		Biographie complete.				
<i>Journal de Médecine et de Chirurgie pratiques.</i>	1883	Mai.	..	Sommaire (2 fig.).	Photophore.				Présentation.	
<i>La Higiene para todos.</i>	1883	Jun.	1	Sommaire (3 fig.).	Appareil galvanocaustique, petit modèle.					D ^r GONZALEZ.
<i>La Ville de Paris.</i>	1883	Jun.	6	Compte rendu électrique.	Pile à treuil.				Centenaire de Montgolfier. Banquet.	W. DE FONVIELLE.
<i>Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale</i>	1883	Jun.	8	Compte rendu sommaire.					Présentation du système d'éclairage électrique mixte.	M. BERTIN.
<i>Revista de Ciencias Medicas.</i>	1883	Jun.	10	Technique (3 fig.).	Appareil galvanocaustique, petit modèle.					D ^r GONZALEZ.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU REDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L8	LA	LES		
<i>La Higiene para todos.</i>	1883	Jun.	15	Étendu, avec portrait.			Biographie.			VIDAL SOLARÉS.
<i>La Science pour tous.</i>	1883	Jun.	23	Très étendu. (7 fig.)				Éclairage électrique appliqué aux usages domestiques.		P. LAUR.
<i>Séance de la Société française de Physique.</i>	1883	Jun.	..	Très étendu.			Pile à treuil.	Expérience de M. Hospitalier.		
<i>La Higiene para todos.</i>	1883	Juillet.	1	Étendu.			Biographie.	Fin de la biographie.		VIDAL SOLARÉS
<i>La Electricidad.</i>	1883	Juillet.	1	Développé (2 fig.)		Photophore.	Pile au bichromate.			
<i>La Nature.</i>	1883	Juillet.	21	Description technique (1 fig.)		Rhéostat.				
<i>Le Commerce.</i>	1883	Juillet.	29	Sommaire et élogieux.				Compte rendu d'un banquet.		
<i>Medizinische Zeitang.</i>	1883	Août.	7	Développé (3 fig.)		Photophore.				E. HERZEL.
<i>La Electricidad.</i>	1883	Août.	15	Étendu, avec portrait (3 fig.)			Biographie.			
<i>La Science pour tous.</i>	1883	Septem.	1	Étendu (4 fig.)		Photophore.				P. L.
<i>La Science pour tous.</i>	1883	Septem.	8	Développé (2 fig.)			Lampe domestique articulée.			P. L.
<i>La Electricidad.</i>	1883	Septem.	15	Développé (1 fig.)				Piles à treuil.	Expériences de M. Hospitalier.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Electricidad.</i>	1883	Octob.	1	Très développé (3 fig.).	Eclairage électrique.	Schema d'installation.	Pile à treuil.	Bougeoirs.		
<i>De Indische Mer- cuur.</i>	1883	Octob.	6	Très étendu avec portrait (7 fig.)	Eclairage électrique.	Photophore.	Biographie.	Appareils Trouvés.		
<i>Revue Clinique d'oculiste.</i>	1883	Octob.	8	Étendu (2 fig.).	.....	Photophore.	.....	.....
<i>Revue chrono- métrique.</i>	1883	Octob.	8	Étendu (3 fig.).	Eclairage électrique.	Photophore.	Lampe articulée.	Lampe d'horlogers.		
<i>Les Mondes.</i>	1883	Octob.	15	Très développé (3 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	H. VALETTE.	
<i>Elekrotechnische Rundschau.</i>	1883	Octob.	15	Très étendu (6 fig.).	Eclairage électrique.	Photophore.	Pile à treuil.	.....	
<i>Revue Clinique d'oculiste.</i>	1883	Octob.	15	Étendu (2 fig.).	.....	Photophore.	.....	.....
<i>La Electricidad.</i>	1883	Novem.	1	Étendu (3 fig.).	.....	Candélabre.	Lumière domestique.	Chandeliers.		
<i>Le mouvement scientifique.</i>	1883	Novem.	17	Très étendu (4 fig.).	Eclairage électrique.	Candélabre.	Pile à treuil, lampe articulée.	Chandeliers.	P. DUVERNEY.	
<i>Pester Medizinisch- chirurgische.</i>	1883	Novem.	25	Technique (2 fig.).	.....	Photophore.	.....	.....
<i>Bulletin de l'arsenal médico-chirurgical.</i>	1883	Décem.		Étendu (1 fig.).	.....	Photophore.	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1883	Décem.	1	Étendu (3 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	G. TISSANDIER.	
<i>La Science pour tous.</i>	1883	Décem.	1	Très développé (4 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	P. LAURENCY.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L''	LA	LES		
<i>L'Hygiène pratique</i>	1883	Décem.	2	Étendu.			Lumière élec- trique do- mestique.		Solution pratique.	Dr J. M. C.
<i>Chronique indus- trielle.</i>	1883	Décem.	2	Très étendu (3 fig.).			Bijoux lumi- neux.			
<i>Journal des Débats.</i>	1883	Décem.	13	Étendu.			Bijoux lumi- neux.		Kéraban le Tétu, à la Galé, VILLE.	H. DE PAR-
<i>L'Électricien.</i>	1883	Décem.	15	Assez détaillé (3 fig.).			Bijoux lumi- neux.			J. ROBERTIN.
<i>Le Petit National.</i>	1883	Décem.	20	Bien compris.			Bijoux lumi- neux.			
<i>L'Illustration.</i>	1883	Décem.	22	Développé (4 fig.).			Bijoux lumi- neux.		Farandole.	
<i>Annales de l'Élec- tricité.</i>	1883	Décem.	31	Étendu (4 fig.).			Bijoux lumi- neux.			
<i>The Electrician.</i>	1883	Décem.	..	Très étendu (10 fig.).		Eclairage élec- trique.	Navigation électrique Lampe articu- lée.		Description de tous les appa- reils.	
<i>L'Eclairage Elec- trique dans la vie domestique.</i>	1883	.....	..	Nombreuses citations (4 fig.).			Pile à treuil. Bougeoirs, chandeliers.		Brochure.	H. DE GRAFFI- GNY.
<i>La Electricidad.</i>	1884	Janvier.	1	Très étendu (3 fig.).			Moteurs.		Moteurs à roues excentrées.	
<i>L'Industrie Pari- sienne.</i>	1884	Janvier.	1	Étendu et spi- rituel (2 fig.).			Bijoux lumi- neux.			
<i>Revue Industrielle.</i>	1884	Janvier.	2	Étendu (2 fig.).			Bijoux lumi- neux.		Rappel des bijoux électro- mobiles.	A. MARNIER

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>The Dental Record.</i>	1884	Janvier.	..	Description détaillée (1 fig.)			Batterie à treuil.	Piles.	Brochure.	
<i>Le Volcan.</i>	1884	Janvier.	3	Elogi ux et spirituel (1 fig.).				Bijoux électro-mobiles.		
<i>Mouvement scénique.</i>	1884	Janvier.	5	Très étendu (4 fig.).				Bijoux lumineux.	Farandole.	Dr DUVERNEY.
<i>Il Giorno.</i>	1884	Janvier.	6	Peu étendu (2 fig.).				Bijoux lumineux.	Première partie de l'article.	
<i>Lady's Pictorial.</i>	1884	Janvier.	12	Très étendu. (7 fig.).				Bijoux.		
<i>Il Giorno.</i>	1884	Janvier.	13	Peu étendu (2 fig.).				Bijoux lumineux.	Fin de l'article.	A. CASANOVA.
Διάσημοι Έργασ.	1884	Janvier.	15	Très étendu.			Biographie.			
<i>La Electricidad.</i>	1884	Janvier.	15	Très étendu (3 fig.).		Gouvernal.	Machine magnéto.	Bateaux.		
<i>Musée des Familles.</i>	1884	Janvier.	15	Très étendu, spirituel (3 fig.).				Bijoux lumineux.	Compte rendu de la Farandole.	L. BALTHAZARD.
<i>Lyon Républicain.</i>										
<i>L'Écho du Nord.</i>										
<i>L'Avenir.</i>										
<i>Le Petit Colon.</i>	1884	Janvier.	20	Compte rendu, Sommaire [1 fig.).			Farandole	Bijoux lumineux.	Ballet de l'Opéra, la Farandole.	
<i>Le Progrès de la Marne.</i>										
<i>La République de l'Osé.</i>										

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPLICATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LS	LA	LES		
<i>L'Arveiron Republicain.</i>										
<i>Journal de Noyon.</i>										
<i>Le Progrès de la Souane.</i>	1884	Janvier.	20	Compte rendu sommaire (1 fig.).			Farandole.	Bijoux lumineux.	Ballet de l'Opéra, la Farandole	
<i>La République de l'Arveiron.</i>										
<i>La Nièvre républicaine.</i>										
<i>Die Indische Mercur.</i>	1884	Janvier.		Étendu (4 fig.).				Bijoux lumineux.		
<i>La Electricidad.</i>	1884	Février.	1	Étendu (2 fig.).				Bijoux lumineux.		
<i>Scientific American.</i>	1884	Février.	2	Très étendu (4 fig.).				Bijoux lumineux.		
<i>Gil Blas.</i>	1884	Février.	5	Étendu.				Bijoux lumineux.		F. MORIN.
<i>La Electricidad.</i>	1884	Février.	15	Très étendu (2 fig.).				Bijoux lumineux.		
<i>Der Techniker.</i>	1884	Mars.	15	Peu étendu (3 fig.).				Bijoux lumineux.		
<i>Science et Nature.</i>	1884	Mars.	15	Très détaillé (4 fig.).				Bijoux lumineux.	Ballet des Fleurs aux Folies-Bergère.	CARTELLA-MABB.
<i>L'Electricien.</i>	1884	Mars.	15	Très étendu (3 fig.).			Pile humide.		Batterie de 500 couples pour mesurer la force électromotrice.	E. REYNIER.
<i>The Electrician.</i>	1884	Mars.	17	Assez détaillé (2 fig.).			Biographie.	Bijoux.		

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR			
					L'	L.R	LA	LES					
<i>Société Française de Physique.</i>	1884	Mars.	21	Compte rendu.		Photophore.			Présentation du photophore le 7 mars 1884.				
<i>L'Événement.</i>	1884	Mars.	21 et 22	Compte rendu.					Catastrophe de la rue Saint- Denis démontrant l'utilité de la lampe de sûreté Trouvé.				
<i>Le XIX^e Siècle.</i>											Lampes de sû- reté et bi- joux lumi- neux.	Catastrophe de la rue Saint- Denis.	CH. DE LIMIE- RES.
<i>Le Petit Journal.</i>												Catastrophe de la rue Saint- Denis.	G. TISSANDIER.
<i>Le Figaro.</i>												Lampes de sû- reté.	
<i>Le Temps.</i>									Lampes de sû- reté pour mineurs.				
<i>Le Radical.</i>									Lampes de sû- reté.				
<i>Le Gaulois.</i>									Lampes de sû- reté.				
<i>Le Mouvement Scientifique.</i>	1884	Mars.	29	Etendu (3 fig.).									
<i>La Nature.</i>	1884	Mars.	29	Compte rendu détaillé (1 fig.).									
<i>La Science pour tous.</i>	1884	Mars.	29	Compte rendu détaillé (1 fig.).									
<i>Le Moniteur de l'In- dustrie du Gaz.</i>	1884	Mars.	30	Détaillé (1 fig.).									
<i>Chronique Indus- trielle.</i>	1884	Mars.	30	Compte rendu (1 fig.).									
<i>L'Électricien.</i>	1884	Avril.	1	Etendu (1 fig.).					Application aux instruments d'astronomie.				
<i>L'Intransigeant.</i>	1884	Avril.	3	10 lignes.					Ballet des fleurs lumineuses.	DOM BLASUS.			

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉES	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Science pour tous.</i>	1884	Avril.	5	Assez développé (2 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	.....	P. LAUR.
<i>Telephon.</i>	1884	Avril.	10	Assez étendu	.....	.....	Lampe de sûreté.	Bijoux lumineux.	.....
<i>Programme.</i>	1884	Avril.	17	Citation.	.....	.....	.....	d°	.....	Empire Theater, Chilperic.
<i>Daily Telegraph.</i>	1884	Avril.	18	Compte rendu détaillé et étendu.	.....	.....	.....	d°	.....	Empire Theater, Chilperic. Ballet des Amazones.
<i>Morning Post.</i>	1884	Avril.	18	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>Daily News.</i>	1884	Avril.	18	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>Pall Mall Gazette.</i>	1884	Avril.	18	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>The Echo.</i>	1884	Avril.	18	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>Daily Chronicle.</i>	1884	Avril.	18	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>Morning Advertiser.</i>	1884	Avril.	18	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>The Globe.</i>	1884	Avril.	18	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>The Standard.</i>	1884	Avril.	19	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>The Era.</i>	1884	Avril.	19	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>The Times.</i>	1884	Avril.	19	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>The Topical Times.</i>	1884	Avril.	19	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>Weekly Times.</i>	1884	Avril.	20	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>Reynold's.</i>	1884	Avril.	20	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>Weekly Dispatch.</i>	1884	Avril.	20	d°	.....	.....	.....	d°	.....
<i>News of the World.</i>	1884	Avril.	20	d°	.....	.....	.....	d°	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Lloyd's.</i>	1884	Avril.	20	Compte rendu détaillé et élogieux.	.....	.....	.....	.....	Bijoux lumi- neux.	Empire Theater, Chilpéric. Ballet des Amazonés.
<i>Pall Mall Gazette.</i>	1884	Avril.	23	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Le Figaro.</i>	1884	Avril.	24	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Thek Wichehall Review</i>	1884	Avril.	25	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>The Stage.</i>	1884	Avril.	25	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>The London Figaro.</i>	1884	Avril.	26	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>The Illustrated spor- ting and drama- tic news.</i>	1884	Avril.	26	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Modern Society.</i>	1884	Avril.	26	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Society.</i>	1884	Avril.	26	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Lady's pictorial.</i>	1884	Avril.	26	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>The Queen.</i>	1884	Avril.	26	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>The Graphic.</i>	1884	Avril.	26	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Life.</i>	1884	Mai.	1	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Fanny folks.</i>	1884	Mai.	3	d°	.....	.....	.....	.....	d°	
<i>Asseranzun d Handelszeitung.</i>	1884	Mai.	5	Étendu.	.....	.....	.....	.....	d°	Appareils Trouvé.
<i>Revista de Electri- cidad.</i>	1884	Jun.		Citation.	.....	.....	.....	.....	d°	Moteurs.
<i>Il Giornno.</i>	1884	Juillet.	6	Description technique.	.....	.....	.....	.....		Pile humide.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Electro technische Rundschau.</i>	1884	Juillet.	..	Assez développé (2 fig.).	.....	.....	Lampe de sûreté.	Bijoux lumineux.	.....	.....
<i>Le Guide Scientifique.</i>	1884	Juillet.	..	Intéressant et très développé (6 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	Rappel des bijoux électromobiles.	L. F.
<i>The Electrician.</i>	1884	Juillet.	25	Étendu (3 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	.....	J. W. P.
<i>La Electricidad.</i>	1884	Août.	1	Étendu (1 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	Fleurs lumineuses.	.....
<i>Science et Nature.</i>	1884	Août.	9	Peu étendu (1 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	.....	.....
<i>La Electricidad.</i>	1884	Août.	15	Très étendu (3 fig.).	.....	.....	Pile à treuil.	.....	.....	.....
<i>La Electricidad.</i>	1884	Septem.	15	Très étendu (1 fig.).	.....	.....	Pile galvanocaustique.	.....	.....	.....
<i>La Gazette des Dénardemens.</i>	1884	Septem.	20	Étendu (4 fig.) avec portrait.	.....	.....	Biographie.	Bijoux électromobiles.	.....	RÉDACTION.
<i>Le Voltairre.</i>	1884	Septem.	24	Citation.	.....	.....	.....	.....	<i>Poule aux œufs d'or</i> , au Châtelet.	.....
<i>Gil Blas.</i>	1884	Septem.	24	Citation.	.....	.....	.....	.....	d°	.....
<i>La Gazette des Dénardemens.</i>	1884	Septem.	27	Étendu (3 fig.).	.....	.....	Biographie.	Bijoux lumineux.	Deuxième biographie.	RÉDACTION.
<i>Le Guide Scientifique.</i>	1884	Septem.	..	Étendu (4 fig.).	.....	.....	Photophore.	Batterie à treuil.	.....	L. S.
<i>Le Travail.</i>	1884	Octob.	5	Très détaillé avec portrait (2 fig.).	.....	.....	Biographie.	Bijoux lumineux.	.....	G. BARRAL.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L8	LA	IES		
<i>La Andaluçia Me- dica.</i>	1884	Octob.	30	Étendu (4 fig.).				Galvanocauté- rés.	Château de Tire-Larigot.	
<i>Le Figaro.</i>	1884	Octob.	31	Citation.						
<i>La Electricidad.</i>	1884	Novem.	1	Très étendu (3 fig.).				Lumière elec- trique.		
<i>L'Événement.</i>	1884	Novem.	1	Citation.				Décorations lumineuses.	Château de Tire-Larigot.	
<i>Le Gil Blas.</i>	1884	Novem.	1	Citation.				Décorations lumineuses.	Château de Tire-Larigot.	
<i>Le XIX^e Siècle.</i>	1884	Novem.	1	Citation.				Décorations lumineuses.	Château de Tire-Larigot.	
<i>Comptes rendus de l'Académie des Sciences.</i>	1884	Novem.	3	Très étendu (2 fig.).				Lampes de sû- reté.	Présentation à l'Académie des JAMIN. sciences.	
<i>Lampes électri- ques universelles Trouvé.</i>	1884	Novem.	..	Étude appro- fondie (10 fig.).				Lampes uni- verselles de sûreté.	Brochure.	CHASSEVENT.
<i>Le Moniteur Univer- sel.</i>	1884	Novem.	6	Très détaillé.				Lampes de sû- reté.	Lampe électrique universelle de sûreté, portable, auto- matique, réglable et inver- sable.	A. B.
<i>La Nature.</i>	1884	Novem.	8	Assez dévelop- pé.				d°	d°	
<i>Chronique Indus- trielle.</i>	1884	Novem.	9	Étendu (5 fig.).				d°	d°	
<i>Le Combat.</i>	1884	Novem.	9	Très étendu.				d°	d°	
<i>Journal du Gaz et de l'Électricité.</i>	1884	Novem.	15	Très étendu (2 fig.).				d°	d°	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR	
					L'	LE	LA	LES			
<i>Le Mémorial Industriel.</i>	1884	Novem.	15	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	Lampes de sû- reté.	Lampe électrique universelle de sûreté, portable, auto- matique, réglable et inver- sable.	HOSPITALIER.
<i>L'Electricien.</i>	1884	Novem.	15	Très dévelop- pé (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>La Science pour tous.</i>	1884	Novem.	15	Très étendu (5 fig.).	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>Chronique Indus- trielle.</i>	1884	Novem.	16	Étendu (4 fig.).	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>La Lumière électri- que.</i>	1884	Novem.	22	Définition sim- ple.	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>La Science pour tous.</i>	1884	Novem.	22	Très détaillé (4 fig.).	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>The Electrician.</i>	1884	Novem.	22	Étendu (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>Le Travail.</i>	1884	Novem.	23	Assez dévelop- pé (2 fig.).	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>De Indische Mer- cur.</i>	1884	Novem.	29	Très conscien- cieux.	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>Bolettino.</i>	1884	Novem.	30	Détaillé.	.....	.....	.....	.....	d°	d°	
<i>Le Travail.</i>	1884	Décem.	7	Étendu (5 fig.).	.....	.....	.....	Lanterne de voiture.	Lampes de sû- r. té.	.....	G. BARRAL.
<i>L'Hygiène pratique.</i>	1884	Décem.	9	Assez étendu.	.....	.....	.....	.....	.....	Lumière électrique chez soi.	
<i>L'Electricien.</i>	1884	Décem.	15	Technique.	.....	.....	.....	.....	.....	Lampes de sû- reté.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPLICATON DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Electricidad.</i>	1884	Décem.	15	Étendu.				Lampes de sû- reté.		
<i>Journal des appli- cations électri- ques.</i>	1884	Décem.	15	Peu étendu.				Lampes de sû- reté.	Compte rendu de la Société des électriciens.	
<i>La France Indus- trielle.</i>	1884	Décem.	18	Peu étendu (1 fig.).				Lampes de sû- reté.		
<i>Il Giornio.</i>	1884	Décem.	21	Très étendu (4 fig.).				Lampes de sû- reté.		
<i>Chemiker Zeitung.</i>	1884	Décem.	21	Assez dévelop- pé (2 fig.).				Lampes de sû- reté.		
<i>The Electrician.</i>	1884	Décem.	27	Assez dévelop- pé (3 fig.).			Lanterne de voiture.	Lampes de sû- reté.		
<i>Il Giornio.</i>	1884	Décem.	28	Très étendu (6 fig.).			Lampe de sû- reté.	Lampes de sû- reté.		G. PLATANY.
<i>L'Aéronaute.</i>	1884	Décem.	..	Étendu (3 fig.).				Lampes de sû- reté.		G. TROUVÉ.
<i>Bulletin de l'Asso- ciation scienti- fique.</i>	1884	Décem.	..	Description technique (2 fig.).				Lampes de sû- reté.		
<i>Bulletin de la So- ciété internatio- nale des Electri- ciens.</i>	1884	Décem.	..	Très étendu (2 fig.).				Lampes de sû- reté.		
<i>Almanaque popular</i>	1884	.....	..	Très étendu (6 fig.).			Photophore.	Biographie.	Bijoux lumi- neux, ba- teaux élec- triques.	
<i>Engineering.</i>	1885	Janvier	2	Assez dévelop- pé (2 fig.).				Lampe.		

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Le Travail.</i>	1885	Janvier.	4	Étendu et éloquent (3 fig.).	.....	Poisson lumineux.	.....	Bijoux électromobiles et lumineux.	Inauguration de l'École centrale.	A. SAILLER.
<i>La Houille.</i>	1885	Janvier.	14	Très consciencieux. Très étendu.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Revista Scientifica Industrial.</i>	1885	Janvier.	15	Très détaillé (4 fig.).	.....	.....	.....	Lampe de sûreté.	Premier article.	T. M.
<i>La Higiene para todos.</i>	1885	Janvier.	15	Étendu (2 fig.).	.....	Photobore.	.....	Lampes portatives de sûreté.	.....	D'OX.
<i>Journal de la Meunerie.</i>	1885	Janvier.	15	Très développé (2 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Publicidad.</i>	1885	Janvier.	25	Sommaire, avec portrait.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Electricidad.</i>	1885	Février.	1	Étendu (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>L'Echo des Mines.</i>	1885	Février.	1	Très détaillé (2 fig.).	.....	.....	.....	Lampes portatives de sûreté.	.....	.....
<i>Telephon.</i>	1885	Février.	10	20 lignes.	.....	.....	.....	Lampes portatives de sûreté.	.....	E. DURAND.
<i>Science et Nature.</i>	1885	Février.	21	Étendu (2 fig.).	.....	Lampe.	.....	.....	.....	.....
<i>Porte-feuille économique des machines.</i>	1885	Février.	..	Très bel article scientifique (1 fig.).	.....	.....	.....	Lampes portatives de sûreté.	.....	CH. BÉRANGER

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Electricidad.</i>	1885 Mars.		1	Très étendu (5 fig.).					Lampes portatives de sûreté.	
<i>La Higiene para todos.</i>	1885 Mars.		1	Descriptif (1 fig.).	Interrupteur à Grand appareil à chariot.					Dr GONZALEZ.
<i>Il Giornio.</i>	1885 Mars.		8	Étendu (3 fig.).		File de poche.			Bijoux lumineux.	
<i>La Publicidad.</i>	1885 Mars.		10	Assez étendu (1 fig.).	Bateau.	Navigation électrique.				
<i>Journal Barral.</i>	1885 Mars.		10	Étendu (2 fig.).					Bijoux lumineux et électro-mobles.	
<i>Il Giornio.</i>	1885 Mars.		15	Très développé (4 fig.).		Lustre vivant.			Bijoux lumineux.	A. MARTINELLI.
<i>La Electricidad.</i>	1885 Mars.		15	Étendu (5 fig.).	Allume-gaz.				Lampes portatives de sûreté.	
<i>La Higiene para todos.</i>	1885 Mars.		15	Étendu (1 fig.).	Appareil électro-médical de poche.	Régulateur des intermittences.				Dr GONZALEZ.
<i>Le Gaz.</i>	1885 Mars.		15	Très étendu (10 fig.).					Lampes portatives de sûreté.	CHASSEVENT.
<i>Revista Scientifica Industrial.</i>	1885 Mars.		15	Très détaillé (2 fig.).					Lampes portatives de sûreté.	Deuxième article.
<i>Journal des applications électriques.</i>	1885 Mars.		15	Citation.					Bijoux lumineux.	Exposition de l'Observatoire.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRESSU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Journal Barral.</i>	1885	Mars.	20	Étendu (2 fig.).				Bijoux lumi- neux.	Exposition de l'Observatoire.	J. BARRAL.
<i>Le Gaulois.</i>	1885	Mars.	23	Citation.					Exposition de l'Observatoire.	LADIANE.
<i>Le Voltaire.</i>	1885	Mars.	23	Citation élo- gieuse.			Lampe de sub- reté.	Bijoux lumi- neux.	Exposition de l'Observatoire.	G. DELMARRE
<i>Bulletin International des Télé- phones.</i>	1885	Mars.	23	Citation (1 fig.).				Appareils.	Exposition de l'Observatoire.	
<i>Le Courrier.</i>	1885	Mars.	28	Détaillé (2 fig.).				Lampes porta- tives de sub- reté.		
<i>Il Giornno.</i>	1885	Mars.	29	Sommaire.				Lampes porta- tives.		
<i>Bulletin International des Télé- phones.</i>	1885	Mars.	30	Citation.			Petit moteur.	Bijoux et fleurs lumi- neux.	Exposition de l'Observatoire.	
<i>La Gaule.</i>	1885	Avril.	1	Citation élo- gieuse.			Moteur.	Bijoux lumi- neux.	Exposition de l'Observatoire.	G. ELOFFE.
<i>La Higiene para todos.</i>	1885	Avril.	1	Descriptif (1 fig.).			Appareil à cha- frot portatif.			D ^r GONZALEZ.
<i>La Industria Hari- nera.</i>	1885	Avril.	10	Très étendu (6 fig.).						
<i>La Publicidad.</i>	1885	Avril.	14	Sommaire (1 fig.).				Lampes de sub- reté porta- tives.		
<i>L'Union Scienti- fique.</i>	1885	Avril.	15	Citation.				Bijoux lumi- neux.	Exposition de l'Observatoire.	J. ROUSSEAU.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPLICACION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR	
					L'	LE	LA	LES			
<i>Journal des applications électriques.</i>	1885	Avril.	15	Citation.					Fleurs et bijoux lumineux.	Exposition de l'Observatoire.	G. BARRAL.
<i>Le Journal Barral.</i>	1885	Avril.	20	Étendu avec portrait.		Biographie.			Lampes de sûreté.		
<i>Le Monde thermal.</i>	1885	Avril.	23	Sommaire.					Phares électriques.	Exposition de l'Observatoire.	
<i>Il Giornio.</i>	1885	Avril.	26	Citation.					Lampes portatives de sûreté.	Equipe du journal <i>Le Soir</i> .	
<i>Morning News.</i>	1885	Avril.	29	Citation.							
<i>La Electricidad.</i>	1885	Mai.	1	Assez étendu (1 fig.).							
<i>Le Soir.</i>	1885	Mai.	1	Très étendu.							
<i>The Pantheon.</i>	1885	Mai.	2	Étendu (9 fig.).		Biographie.					
<i>La Nature.</i>	1885	Mai.	9			Lampe.					
<i>Le Génie civil.</i>	1885	Mai.	9	Étendu (2 fig.).						Ballon dirigeable de l'Exposition de 1881.	JUPPON.
<i>La Saison.</i>	1885	Mai.	16	Peu étendu.						Exposition de l'Observatoire.	
<i>La Publicidad.</i>	1885	Mai.	22	Sommaire (1 fig.).						Exposition de l'Observatoire.	ANTONINE AUBÉ.
<i>Il Giornio.</i>	1885	Mai.	31	Étendu (2 fig.).							
											A. MARTINEL- LI.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Publicidad.</i>	1885	Juin.	9	Étendu (1 fig.).	.....	.....	.....	Lampes de sû- reté.	.....	RÉDACTION.
<i>L'Électricité.</i>	1885	Juin.	27	Description technique (2 fig.).	.....	.....	Lampe de sû- reté.	.....	.....	.....
<i>Le Guide Scienti- fique.</i>	1885	Ju n.		Très étendu (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	Application au microscope.	Dr H. VAN HEURK.
<i>La Electricidad.</i>	1885	Juillet.	1	Étendu (2 fig.).	Appareil de 500 couples.	.....	Pile humide.	.....	Appareil d'étalonnage pour la force électro-motrice.	.....
<i>Bulletin de l'Acadé- mie des sciences.</i>	1885	Juillet.		Compte rendu.	.....	.....	.....	.....	Présentation.	.....
<i>Le Temps.</i>	1885	Juillet.	8	Compte rendu.	.....	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie.	.....
<i>Invention.</i>	1885	Juillet.	11	Étendu avec portrait.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Soir.</i>	1885	Juillet.	9	Très étendu.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Revue Scientifique.</i>	1885	Juillet.	11	Compte rendu.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Voltair.</i>	1885	Juillet.	15	Quelques li- gnes élo- ignées.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Revue Industrielle.</i>	1885	Juillet.	23	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	.....	Fête du 14 juillet. Retraite RÉDACTION. aux flambeaux. Équipe lumineuse des phares électriques.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTRE
					L'	LE	LA	LES		
<i>Bulletin International des Téléphones.</i>	1885	Juillet.	27	Étendu.		Guidon et projecteur.				
<i>Bulletin de la Société Internationale des électriciens.</i>	1885	Juillet.		Comptendu.		Guidon et projecteur.			Présentation des appareils à la Société par M. Trouvé.	
<i>La Electricidad.</i>	1885	Août.	1	Étendu (1 fig.).				Bijoux lumineux.	Citation élogieuse de journaux anglais.	RÉDACTION.
<i>Le Guide Scientifique.</i>	1885	Août.		Étendu (4 fig.).		Guidon et projecteur.	Lampe sous-marine.		Accident du canal de Suez.	P. P.
<i>Revue Internationale de l'électricité.</i>	1885	Août.		Compte-rendu très étendu (6 fig.).		Guidon et projecteur. Phosphore sur pied.		Appareils d'éclairage pour laboratoires.	Deux présentations à l'Académie des sciences.	
<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences.</i>	1885	Août.	3	Compte rendu (1 fig.).				Appareils d'éclairage pour les dissections fines.	Présentation.	L. A. CAZE-DUTHIERS.
<i>Le Temps.</i>	1885	Août.	5	Compte rendu très étendu.				Appareils d'éclairage pour les dissections fines.	Présentation.	
<i>Le Journal Barral.</i>	1885	Août.	5	Très développé (3 fig.).		Moteur-gou-vernail.		Bateaux.		CÉLESTIN GRAND.
<i>Le Soir.</i>	1885	Août.	6	Scientifique.				Appareils d'éclairage pour les dissections fines.		E. P.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Le Voltaire.</i>	1885	Août.	7	Compte rendu très étendu.	.....	.....	.....	Appareils d'é- clairage pour labora- toire.	Présentation.	
<i>La Nature.</i>	1885	Août.	8	Sommaire.	.....	.....	.....	Appareil d'é- clairage pour la phy- siologie.	Compte rendu de l'Académie.	RÉDACTION.
<i>Moniteur général.</i>	1885	Août.	8	Citation.	.....	.....	.....	.....	Exposition à Londres.	DE LA MARTI- NIÈRE.
<i>Bulletin International des Télé- phones.</i>	1885	Août.	10	Étendu.	.....	.....	.....	Appareils d'é- clairage pour labora- toire.	Présentation.	
<i>L'Electricien.</i>	1885	Août.	15	Compte rendu étendu (2 fig.).	.....	.....	.....	Appareils d'é- clairage pour labora- toire.	Présentation.	RÉDACTION.
<i>La Nature.</i>	1885	Août.	15	Étendu (2 fig.).	.....	.....	.....	d°	.....	RÉDACTION.
<i>La Nature.</i>	1885	Août.	22	Sommaire.	.....	.....	Guidon.	d°	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1885	Août.	22	Étendu.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1885	Août.	29	Très étendu (3 fig.).	.....	.....	Guidon; pro- jecteur.	.....	.....	A. M.
<i>Chronique Indus- trielle.</i>	1885	Août.	30	Très étendu (6 fig.).	.....	.....	Guidon; pro- jecteur.	d°	.....
<i>Cosmos.</i>	1885	Août.	31	Très intéres- sant; longue- ment détail- lé (2 fig.).	Eclairage do- mestique.	Plan d'instal- lation.	Pile à treuil.	.....	.....	DE LARTIGE.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Le Monde.</i>	1885	Acût.	31	Chronique détaillée.	.....	.....	.....	.....	.....	P. DE BOUTA-REL.
<i>Le Génie civil.</i>	1885	Septem.	5	Développé (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1885	Septem.	5	Très détaillé (4 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	P. L.
<i>Moniteur Général.</i>	1885	Septem.	5	Citation élogieuse.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Cronica Cientifica.</i>	1885	Septem.	6	Détaillé (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Il Giornò.</i>	1885	Septem.	13	Assez étendu (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>L'Exportation française.</i>	1885	Septem.	15	Plusieurs articles étendus (7 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Il Giornò.</i>	1885	Septem.	20	Développé (4 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Cronica Cientifica.</i>	1885	Septem.	25	Sommaire (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Il Giornò.</i>	1885	Septem.	27	Développé (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LIE	LA	LES		
<i>Cosmos.</i>	1885	Septem.	28	Etendu (4 fig.).	Photophore sur pied.	Batterie por- tative.	Appareils d'é- clairage pour labora- toire et mi- crographie.			
<i>Chemiker Zeitung.</i>	1885	Septem.	30	Assez dévelop- pé (3 fig.).	Photophore sur pied.		d°			
<i>Encyclopedia Me- dica pharmaceutica</i>	1885	Octob.	1	Détailé (1 fig.).	Photophore sur pied.		Appareils d'é- clairage pour micro- graphie.			
<i>Cosmos.</i>	1885	Octob.	5	Etendu (1 fig.).		Lampe sous- marine.		Drague coulée dans le canal de Suez.	B. B.	
<i>Le Journal Barral.</i>	1885	Octob.	5	Etendu (3 fig.).	Guidon et pro- jecteur.	Lampe sous- marine.		d°	J. BARRAL	
<i>Navigation aérienne</i>	1885	Octob.	10	Citation.				Brochure.	A CLARIN DE LA RIVE.	
<i>Cronica Cientifica.</i>	1885	Octob.	10	Détailé (2 fig.).	Projecteur.	Lampe sous- marine.	Appareils d'é- clairage pour labora- toire.	Drague coulée dans le canal de Suez.		
<i>Il Giornio.</i>	1885	Octob.	11	Sommaire (1 fig.).	Projecteur.					
<i>Magasin pittoresque</i>	1885	Octob.	15	Très étendu (6 fig.).	Photophore.	Lampe de sû- reté.	Bijoux lumi- neux.		E. LEFEBVRE.	
<i>La Electricidad.</i>	1885	Octob.	15	Etendu (1 fig.).			Bijoux lumi- neux.	Citations élogieuses de jour- naux anglais.		
<i>La Higiene para todos.</i>	1885	Octob.	15	Etendu (2 fig.). Extracteur.	Explorateur. Extracteur.					

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Il Giornno.</i>	1885	Octob.	18	Détailé (2 fig.).	.....	.....	.....	Lampes portatives de sûreté.	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1885	Octob.	24	Étendu (4 fig.).	.....	Photophore sur pied.	Pile bijoux.	Diatomées.	Application à la micrographie.	G. TISSANDIER.
<i>Il Giornno.</i>	1885	Octob.	25	Sommaire.	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	.....	.....
<i>La Nature.</i>	1885	Octob.	31	Très étendu (3 fig.).	.....	Photophore sur pied.	.....	Appareils d'éclairage de laboratoire.	Laboratoire de Roscoff.	JOURN.
<i>Bulletin hebdomadaire de l'Association Scientifique.</i>	1885	Octob.	.....	Compte rendu très étendu (3 fig.).	.....	Photophore sur pied.	.....	Appareils d'éclairage de laboratoire.	Présentation à l'Académie.	.....
<i>La Science Universelle.</i>	1885	Octob.	34	Sommaire (1 fig.).	.....	.....	Lampe sous-marine.	.....	Drague coulée dans le canal de Suez.	P. A.
<i>La Electricidad.</i>	1885	Novem.	1	Article complémentaire (1 fig.).	.....	.....	.....	Bijoux lumineux.	Se rapportant aux numéros 15 et 20.	.....
<i>La Ilustracion Española.</i>	1885	Novem.	15	Très étendu (5 fig.).	.....	.....	Lampe portative de sûreté.	Bijoux lumineux.	.....	PEDRO DE PRAT.
<i>L'Electricité à l'Observatoire de Paris.</i>	1885	.....	.....	Compte rendu très détaillé	.....	Moteur - gou-vernal-photophore	Navigation.	Lampes portatives de sûreté. Batteries portatives.	Brochure où l'on détaille longuement les appareils trouvés exposés à l'Observatoire de Paris.	P. JUPPONT.
<i>La Science Universelle.</i>	1885	Novem.	28	Étendu (1 fig.).	.....	Photophore sur pied.	.....	Appareils d'éclairage de laboratoire.	Laboratoire de Roscoff.	P. A.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Catologue du Musée Grévin.</i>	1885	.....	.....	Citation.	.....	.....	Mouche d'or.	Bijoux lumi- neux.	.....	.....
<i>Revue Internatio- nale de l'Electri- cité.</i>	1885	Décem.	.....	Compte rendu sommaire.	.....	Photophore sur pied.	Lampe sous marine.	Polyscopes. Appareils d'é- clairage de laboratoire.	Présentation à la Société de physique.	G. TROUVÉ.
<i>La Nature.</i>	1885	Décem.	26	Assez étendu (1 fig.).	.....	Réfecteur pour bateau.	.....	Polyscopes.	.....	.....
<i>Bulletin de la So- cété des Elec- triciens.</i>	1885	Decem.	.....	Très long.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Rappel.</i>	1886	Janvier.	10	Quelques li- gnes.	.....	Photophore.	Lampe de sub- stancé.	Appareils élec- triques de laboratoire.	Conférence à l'Hôtel de Ville sur les appareils de G. Trou- vé.	.....
<i>La Nature.</i>	1886	Janvier.	30	Très long.	.....	Photophore.	.....	.....	.....	.....
<i>La Electricidad.</i>	1886	Février.	1	Compte rendu développe (2 fig.).	.....	.....	.....	Appareils d'é- clairage pour labo- ratoire.	Application à la photomicro- graphie. Expériences de M. Yvon. Présentation à l'Académie.	.....
<i>Revue Scientifique.</i>	1886	Février.	6	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Séance de la Société de Physique.</i>	1886	Février.	19	Compte rendu (3 fig.).	.....	Photophore sur pied.	.....	Appareils d'é- clairage de laboratoire.	En service au laboratoire de Roscoff.	.....
<i>Le Petit Journal.</i>	1886	Février.	19	Quelques mois élogieux.	.....	Photophore.	Lampe porta- tive.	Appareils.	Appareils en service au labo- ratoire de la Tour Saint- Jacques.	.....
<i>La Nature.</i>	1886	Février.	20	Descriptif (1 fig.).	.....	Duel électri- que.	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉES	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>L'Avenir Industriel.</i>	1886	Mars.	1	Étendu.	Bateau élec- trique.	Bateau élec- trique.	Navigation.			
<i>Bulletin de l'Académie de Médecine.</i>	1886	Mars.	2	Compte rendu.	Photophore sur pied.	Photophore sur pied.		Appareils d'é- clairage pour labora- toire.	Présentation à l'Académie.	D ^r GABRIEL.
<i>La Science pour tous.</i>	1886	Mars.	6	Étendu (2 fig.).	Duel électri- que.	Duel électri- que.	Navigation.	Fanaux pour bateaux.		P. LAURENCIN.
<i>Le Yacht.</i>	1886	Mars.	13	Étendu (1 fig.).	Bateau élec- trique.	Bateau élec- trique.			Extrait de la brochure Dary.	
<i>Journal Barral.</i>	1886	Mars.	20	Étendu (1 fig.).	Fanal pour ba- teau.	Fanal pour ba- teau.	Navigation.			J. BARRAL.
<i>L'Electricité.</i>	1886	Mars.	21	Peu étendu (1 fig.).	Duel électri- que.	Duel électri- que.				
<i>La Electricidad.</i>	1886	Mai.	15	Étendu (1 fig.).	Duel électri- que.	Duel électri- que.				
<i>La Electricidad.</i>	1886	Juin.	1	Étendu (1 fig.).	Fanal pour bateau.	Fanal pour bateau.	Navigation.			
<i>La Colonie Fran- çaise.</i>	1886	Juin.	5	Quelques li- gnes.					Essai d'éclairage Trouvé au Chili.	
<i>La Electricidad.</i>	1886	Juin.	15	Description technique (1 fig.).	Guidon lumi- neux.	Guidon lumi- neux.				
<i>Comptes rendus de l'Académie des Sciences.</i>	1886	Juillet.	12	Note complè- te.	Hélice.	Hélice.			Nouveau mode de construc- tion. Académie des sciences. Présentation.	
<i>Le Temps.</i>	1886	Juillet.	14	Détailé.	Hélice.	Hélice.		Nouveau mo- de de cons- truction.	Présentation à l'Académie.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L ^S	LA	LES		
<i>La higiene para todos.</i>	1886	Juillet.	15	Développé (2 fig.).			Pile portative.	Appareil d'éclairage pour la micrographie.		Dr. GONZALEZ.
<i>La Electricidad.</i>	1886	Juillet.	15	Sommaire (1 fig.).			Pile de poche.	Bijoux lumineux.		
<i>La Saison d'Os- tende.</i>	1886	Juillet.	16	Citation élo- gieuse.			Lampe por- tative.		Conférence faite par M. Lam- bert-Thiboust.	
<i>Revue Scientifique.</i>	1886	Juillet.	17	Note complè- te.					Nouveau mode de construc- tion de l'hélice.	G. TROUVÉ.
<i>Chronique Indus- trielle.</i>	1886	Juillet.	18	Très étendu (3 fig.).	d°		Signal aver- tisseur.	Bateaux.	Nouveau mode de construc- tion de l'hélice.	
<i>Bulletin Interna- tional de l'Elec- tricité.</i>	1886	Juillet.	19	Très étendu.	d°			Bateaux.	Nouveau mode de construc- tion de l'hélice.	
<i>La Colonie fran- çaise.</i>	1886	Juillet.	19	Quelques li- gnes.					Essai d'éclairage Trouvé au Chili.	
<i>La Science pour tous.</i>	1886	Juillet.	24	Note complè- te (3 fig.).	d°			Bateaux.	Nouveau mode de construc- tion de l'hélice.	P. L.
<i>Le National.</i>	1886	Juillet.	26	Rapport élo- gieux.				Lampe por- tative de sûre- té.	Par le commandant des sa- peurs-pompiers de New- York.	FLINN.
<i>Cosmos.</i>	1886	Juillet.	26	Note complète (1 fig.).					Nouveau mode de construc- tion de l'hélice.	B. BAILLY.
<i>Journal des Débats.</i>	1886	Juillet.	29	Étendu.	d°			Canne sirène.		H. DE PAR- VILLE.
<i>La France.</i>	1886	Juillet.	31	Rapport élo- gieux.				Lampe por- tative de sûre- té.	Par le commandant des sa- peurs-pompiers de New- York.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Hygiène para todos.</i>	1886	Août.	1	Descriptif (1 fig.).	.....	.....	Lampe sous-marine.	.....	.....	D ^r GONZALES.
<i>Cosmos.</i>	1886	Août.	2	Étendu.	.....	Signal avertisseur.	Canne sirène.	Bateaux.	.....	B. B.
<i>Le Courrier.</i>	1886	Août.	7	Étendu (3 fig.).	.....	d°	Cannes et médaillons sirène.	Bateaux.	.....
<i>Moniteur Industriel.</i>	1886	Août.	12	Note complète.	Hélice.	.....	.....	.....	Nouveau mode de construction de l'hélice.	
<i>L'Électricité.</i>	1886	Août.	15	Détailé (2 fig.).	.....	Signal avertisseur.	Canne sirène.	Bateaux.	.....
<i>La Science en famille.</i>	1886	Août.	15	Très étendu.	.....	d°	Fanal électrique.	Bateaux.	.....	CH. DE MAIL-BRESSY.
<i>Le Havre.</i>	1886	Août.	20	Étendu.	.....	Signal avertisseur.	Canne sirène.	Bateaux.	.....
<i>Bulletin de l'Académie de Médecine.</i>	1886	Août.	24	Très étendu.	Explorateur.	Système d'aiguilles asiatiques.	.....	Electro-aimants explorateurs.	Contrôle, diagnostic et extraction d'une fourchette de l'estomac.	
<i>Le Soir.</i>	1886	Août.	25	Très étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>La Semaine Médicale.</i>	1886	Août.	25	Très étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>La République Française.</i>	1886	Août.	25	Très long article.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>Le Télégraphe.</i>	1886	Août.	29	Très étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>Gazette des Hôpitaux.</i>	1886	Août.	29	Étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MO.S	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LS	LA	IES		
<i>Le Temps.</i>	1886	Août.	26	Étendu.	Explorateur.	Système d'aiguille astrotique.	.....	Electro-aimants explorateurs.	Contrôle, diagnostic et extraction d'une fourchette de l'estomac.	
<i>Gazette Hebdomadaire.</i>	1886	Août.	27	Sommaire.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>Le Radical.</i>	1886	Août	27	Étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>La Petite République.</i>	1886	Août.	27	Très étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>Le Petit Parisien.</i>	1886	Août.	27	Spirituel.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>Gil Blas.</i>	1886	Août.	27	Elogieux.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>L'Intransigeant.</i>	1886	Août.	28	Étendu.	d°	d°	.....	d°	Extraction d'une fourchette.	
<i>La France Libre.</i>	1886	Août.	28	Très étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>Le Médecin Moniteur de l'Hygiène publique.</i>	1886	Août.	29	Très étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>La Nation.</i>	1886	Août.	29	Étendu.	d°	d°	.....	d°	d°	
<i>L'Electricité.</i>	1886	Août.	29	Note complète (1 fig.).	Note complète Hélice.	.....	.....	.....	Nouveau mode de construction.	C.
<i>Journal Barral.</i>	1886	Août.	31	Note complète.	d°	.....	.....	.....	d°	G. Trouvé.
<i>La Electricidad.</i>	1886	Septem.	1	Note complète.	d°	.....	.....	.....	d°	
<i>Industria e Inventiones.</i>	1886	Septem.	4	Très étendu (8 fig.).	Hélice.	Bateau; photophore sur pied.	Lampe de subre. Canne sirene.	Appareils d'éclairage pour laboratoire.	.....	A. HAMON.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTREUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Nature.</i>	1886	Septem.	4	Très étendu.	Explorateur.	Système d'aiguilles astatiques.	.....	Electro-aiguillants explorateurs.	Extraction d'une fourchette.	Dr Z.
<i>L'Electricité Progressive.</i>	1886	Septem.	5	Étendu.	.....	Véloce-pède électrique.	Pile à treuil.	Bateaux.	Electricité en 1887.	E. THELLIER.
<i>Organic officiel de l'Exposition de 1886.</i>	1886	Septem.	5	Citation.	.....	Bateau électrique.	.....	.....	.....	.....
<i>Cosmos.</i>	1886	Septem.	6	Développé.	Explorateur.	.....	.....	.....	Contrôle, diagnostic, exploration et extraction d'une fourchette de l'estomac.	CH. DE MAM-BRESSY.
<i>La Science en famille.</i>	1886	Septem.	16	Note complète (2 fig.).	Hélice.	.....	Navigation.	.....	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1886	Septem.	18	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Mol d'Ordre.</i>	1886	Septem.	19	Très étendu.	.....	.....	Navigation électrique.	.....	.....	J. JAUBERT.
<i>Revue Internationale de l'Electricité.</i>	1886	Septem.	20	Très étendu (1 fig.).	Hélice.	Bateau électrique.	.....	.....	.....	.....
<i>Bulletin des Grandes Usines.</i>	1886	Septem.	.....	Très développé (9 fig.).	Hélice.	Moteur.	Pile; lampe portative. Navigation.	Bateau.	Notice biographique.	.....
<i>L'Industriel Français.</i>	1886	Septem.	27	Sommaire.	.....	Bateau électrique.	.....	.....	.....	.....
<i>Journal Barral.</i>	1886	Septem.	30	Sommaire.	.....	d ^e ; Signal avertisseur.	.....	.....	.....	.....
<i>El Noticiero Marítimo.</i>	1886	Octob.	.....	Sommaire.	.....	Bateau électrique.	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	M.O.S	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LR	LA	LES		
<i>Le Constructeur.</i>	1886	Octob.	3	Étendu.	Bateau électrique.					MORRIS.
<i>Le Yacht.</i>	1886	Octob.	9	Très étendu, remarquable (2 fig.).	Signal avertisseur.	Bateaux.		Nouveau mode de construction.		C.
<i>Bulletin de l'Association Scientifique de France.</i>	1886	Octob.	17	Très étendu (1 fig.).				Nouveau mode de construction.		
<i>Avenir d'Indre-et-Loire.</i>	1886	Octob.	29 30	Très étendu, remarquable.	Biographie.					J. L. PROST.
<i>Revista des Armas portatiles.</i>	1886	Novem.		Très étendu (6 fig.).	Fusil électrique; guide-projecteur.	Lampe sous-marine.				M. G.
<i>El Noticiero Marino.</i>	1886	Novem.	15	Étendu.	Moteur.	Navigation.	Piles.	1 ^{er} article.		
<i>La Electricidad.</i>	1886	Novem.	15	Très étendu.				Diagnostic d'une fourchette dans l'estomac (1 ^{er} article).		
<i>Moniteur des Inventiones.</i>	1886	Novem.	20	Très étendu (1 fig.).			Hélices.	Nouveau mode de construction.		
<i>El Noticiero Marino.</i>	1886	Novem.	30	Très étendu.	Moteur.	Navigation.	Piles.	2 ^e article.		
<i>Bulletin de la Société des Electriciens.</i>	1886	Decem.		Très étendu (4 fig.).	Bateau.	Sirène.	Hélices, piles, moteurs.	Présentation, séance du 1 ^{er} décembre.		
<i>La Electricidad.</i>	1886	Decem.	1	Étendu.		Pile.		Diagnostic d'une fourchette dans l'estomac (2 ^e article).		
<i>Académie de Médecine.</i>	1886	Decem.		Compte rendu.				Présentation de l'ophtalmoscope.	GIRAUD LON.	TEU-

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU REDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Figaro.</i>	1885	Décem.	10	Citation.					M. Trouvé, hors concours, membre du jury à l'Exposi- tion des arts industriels.	GIRAUD TEU- LON.
<i>Temps.</i>	1885	Décem.	25	Citation.	Duel électri- que.				Fêtes du soleil.	
<i>El Noticiero Mari- lano.</i>	1886	Décem.	31	Etendu (1 fig.).	Bateau électri- que.					
<i>Annales d'Oculis - tique.</i>	1886	Décem.		Citation.			Batterie porta- tive.			
<i>Almanaque de Mé- dicina y farma- cia.</i>	1887	Janvier.	1	Etendu au por- trait (1 fig.).	Photophore.		Biographie.		Appareils de laboratoire.	
<i>Gazette de Gynéco- logie.</i>	1887	Janvier.	1	Très étendu (4 fig.).	Photophore frontal.		Batterie à treuil.		Cautères gal- vano-causti- qués.	Dr P. M.
<i>Séances de la So- cété de Physique.</i>	1887	Janvier.	21	Très étendu (1 fig.).	Commutateur.		Construction de l'hélice.		Prés-ntation.	
<i>Industries.</i>	1887	Janvier.	28	Etendu (2 fig.).	Bateau.		Sirène.			
<i>Moniteur des Inven- tions.</i>	1887	Février.	5	Très étendu (4 fig.).	Bateau.		Sirène; pile à treuil.		Hélices.	
<i>L'Electricita.</i>	1887	Février.	6	Très étendu (4 fig.).	Bateau.		Sirène; pile à treuil.		Hélices.	MARTINELLI.
<i>Scientific American.</i>	1887	Février.	12							
<i>L'Illustration.</i>	1887	Février.	19	Très étendu. Belle gravure	Emploi des ap- pareils Trou- vé.				Hélices.	Photographie des diamants de la couronne.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPLICATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTRE
					L'	LE	LA	LES		
<i>Revue Internationale de l'Électricité.</i>	1887	Février.	20	Citation (1 fig.).	Meuble de cabinet.	.....	.....	.....	Article sur les bains électriques avec dessin du meuble.	Dr STEIN.
<i>Le Petit Journal.</i>	1887	Mars.	3	Citation.	.....	.....	Lampes.	.....	Expérience à la Tour Saint-Jacques.	.....
<i>Académie Nationale.</i>	1887	Mars.	..	Très étendu.	.....	Biographie.	.....	.....	Présentation à la Société de physique.	.....
<i>Revue Internationale de l'Électricité.</i>	1887	Mars.	5	Étendu.	Signal avertisseur, commutateur.	Navigation, construction de l'hélice.	Moteurs.	.....	.....	.....
<i>Le Courrier.</i>	1887	Mars.	12	Étendu (1 fig.).	.....	.....	Cannes et médaillons si- rène.	.....	.....	J. VIAL.
<i>Le Constructeur.</i>	1887	Mars.	13	Très étendu (3 fig.).	Bouquet lumineux.	Navigation électrique.	Moteurs.	.....	Conférence de M. Trouvé au cercle de la Voile.	M.
<i>Le Yacht.</i>	1887	Avril.	16	Très étendu (3 fig.).	Signal d'alarme.	Navigation électrique.	Moteurs.	.....	Conférence de M. Trouvé au cercle de la Voile.	.....
<i>Chronique Industrielle.</i>	1887	Mai.	1	Très étendu (6 fig.).	Signal d'alarme.	Navigation électrique.	Moteurs.	.....	Communication à la Société de physique et à la Société internationale des électriciens.	.....
<i>Journal mensuel de l'Académie Nationale.</i>	1887	Mai.	..	Très étendu (8 fig.).	Signal d'alarme.	Navigation électrique.	Moteurs.	.....	Conférence de M. Trouvé à l'Académie nationale.	.....
<i>Génie Civil.</i>	1887	Mai.	14	Étendu (3 fig.).	Guidon et projecteur.	Lampe sous-marine.	Piles.	.....	.....	JUPON.
<i>El Noticiero Marino.</i>	1887	Mai.	15	Étendu (1 fig.).	.....	Construction de l'hélice.	.....	.....	Note complète à l'Académie des sciences.	.....
<i>Science en famille.</i>	1887	Mai.	16	Étendu (2 fig.).	Bougeoir.	Lampe universelle.	.....	.....	.....	H. DE GRAFFIGNY.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR					IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L R	LA	L ES	LES		
<i>La Electricidad.</i>	1887	Juin.	1	Étendu.	Navigation.	Batteries.			
<i>Le Technologiste.</i>	1887	Juin.	1	Très étendu (5 fig.).	Hélice.	Navigation.	Bateaux.			
<i>La Justice.</i>	1887	Juin.	2	Citation élargie.	Hélice.	Commutateur.	.....	.....	Exposition de la Société de physique.	ZABOROWSKI.
<i>Le XIXe Siècle.</i>	1887	Juin.	2	Citation.	Hélice.	Moteur.	.....	Lampes portatives.	Exposition de la Société de physique.	Dr V D U C.
<i>Journal mensuel de l'Académie Nationale.</i>	1887	Juin.	..	Très étendu (9 fig.).	Eclairage des laboratoires.	Photophore frontal et sur pied.	Lampe de sûreté, lampe sous-marine.	Bijoux.	Conférence de M. Trouvé à l'Académie nationale.		
<i>Le Charivari.</i>	1887	Juin.	16	Un dessin.	.....	.....	.....	Bijoux.		
<i>Cosmos.</i>	1887	Juin.	18	Citation.	Hélice.	Moteur.	Lampe de sûreté.	Bateaux.	Exposition de la Société de physique.	CLAUDIUS.	
<i>Moniteur du Praticien.</i>	1887	Juin.	25	Très étendu (2 fig.).	.....	Photophore sur pied.	.....	.....	
<i>L'Electricien.</i>	1887	Juin.	25	Citation.	.....	Guidon.	.....	.....	Note de la rédaction.	
<i>L'Événement.</i>	1887	Juillet.	12	Citation.	.....	.....	Navigation.	.....		
<i>Le Soleil.</i>	1887	Août.	1	Citation.	.....	Projecteur.	.....	Lampes.	Réception de don Pedro. Expérience à la Tour Saint-Jacques.	
<i>Le Mot d'Ordre.</i>	1887	Août.	3	Citation.	.....	Projecteur.	.....	Lampes.	Réception de Don Pedro. Expérience à la Tour Saint-Jacques.	
<i>La France.</i>	1887	Août.	4	Étendu.	.....	Gyroscope électrique.	.....	.....	1 ^{er} article.	CARRÉ.
<i>La France.</i>	1887	Août.	5	Étendu.	.....	Gyroscope électrique.	.....	.....	2 ^e article.	CARRÉ.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Revue Internationale de l'Electricité.</i>	1887	Août.	20	Description technique (1 fig.).	Commutateur interrupteur.					
<i>Le Petit Républicain de Toulouse.</i>	1887	Octob.	17	Etendu.	Bateau Trouvé sur la Garonne.	Navigation électrique.			Conférence à Toulouse, au congrès de l'Association française.	
<i>Revue de la Marine Marchande.</i>	1887	Octob.	..	Historique.		Navigation électrique.				
<i>L'Electricité.</i>	1887	Novem.	6	Sommaire (1 fig.).		Navigation électrique.				
<i>La Science Pratique.</i>	1887	Novem.	..	Très étendu (6 fig.).	Candélabre.	Lampe articulée.	Chandeliers.			
<i>La Science Pratique.</i>	1887	Novem.	..	Très étendu (5 fig.).	Lustre vivant.		Bijoux lumineux.	d°		
<i>Association pour l'Avancement des Sciences.</i>	1887	Novem.	..	Volume.						
<i>Revue Internationale d'Electricité.</i>	1887	Novem.	20	Etendu.		Pile galvanocaustique.		Historique.	E. GIMÉ.	
<i>L'Indépendance luxembourgeoise.</i>	1887	Décem.	5	Citation éloignée.	Aimantation des montres.		Désaimantation.		V. FOVEAU.	
<i>Le Yacht.</i>	1887	Décem.	10	Citation.			Navigation électrique.			
<i>Le Matin.</i>	1887	Décem.	11	Chronique théâtrale.	Duel électrique.				La Grenouille, théâtre Déjazet.	
<i>Le Gaulois.</i>	1887	Décem.	11	Chronique théâtrale.	Duel électrique.			d°		
<i>Le Figaro.</i>	1887	Décem.	11	Chronique théâtrale.	Duel électrique.			d°		

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	JOUR	ATTRIBUTION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRIMÉ	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Electricidad.</i>	1887	Décem.	15	Etendu.	Auxanoscopes.	Commutateur interrupteur	Navigation électrique.	Moteurs.	Congrès de Toulouse. Expe- rience sur la Garonne.	
<i>La Nature.</i>	1887	Décem.	17	Etendu (2 fig.).	Auxanoscopes.	Duel électrique	Navigation électrique.		<i>La Grenoble.</i> théâtre De- jazet.	
<i>Le Temps.</i>	1887	Décem.	19	Chronique théâtrale.						
<i>Revue Indépendance nationale de l'Electri- cité.</i>	1887	Décem.	20	Historique.						
<i>The Electrician's Directory.</i>	1888	Janvier.	..	Volume.						
<i>L'Eclairage.</i>	1888	Janvier.	..	Sommaire (2 fig.).				Batteries.		
<i>L'Electricité.</i>	1888	Janvier.	..	Volume.						
<i>L'Industrie Pa- risienne.</i>	1888	Janvier.	..	Etendu (3 fig.).		Duel électri- que.	Navigation.	Projecteurs.	Nombreux clichés et citations.	MICHAUX.
<i>La Lumière Elec- trique.</i>	1888	Janvier.	..	Volume.	Aligneur de gaz.	Photophore.	Lampe de sû- reté et sous- marine.	Batteries; ap- pareils de laboratoire.		J. CONSCIENCE.
<i>La Nature.</i>	1888	Janvier.	7	Etendu (1 fig.).	Interrupteur.	Commutateur.			Nombreuses citations.	VAN WETTER.
<i>La Electricidad.</i>	1888	Janvier.	15	Etendu (2 fig.).	Hélice.		Navigation électrique.	Batteries; mo- teurs.		
<i>L'Indépendance lucembourgeoise.</i>	1888	Janvier.	18	Citation élo- gieuse.	Amanation des montres.		Désaimanta- tion.	Médallons-si- rene.		V. FOVEAU.
<i>L'Industrie Pa- risienne.</i>	1888	Février.	..	Etendu (2 fig.).			Canne-sirène.	Bateaux moteurs.		
<i>La Electricidad.</i>	1888	Février.	1	Etendu (2 fig.).			Navigation électrique, sirène.			

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>La Nature.</i>	1888	Février.	11	Étendu (1 fig.).	.....	Presse-papier électrique.	.....	.....	.....	.....
<i>Revue de polytechnique médicale.</i>	1888	Février.	28	Étendu (1 fig.).	Appar-il chariot por- tauf.	.....	.....	Appareils d'in- duction.	.....	.....
<i>L'Industrie parisienne.</i>	1888	Mars.	..	Étendu (1 fig.).	.....	Presse-papier électrique.	.....	.....	.....	J. DAIR.
<i>L'Électricité.</i>	1888	Mars.	11	Sommaire (2 fig.).	.....	.....	Lanterne de voiture.	.....	.....	.....
<i>Bulletin International de l'électricité.</i>	1888	Mars.	26	Étendu.	Inter-rupteur.	Commutateur.	.....	.....	.....	.....
<i>Revue de polytechnique médicale.</i>	1888	Mars.	30	Tres étendu (4 fig.).	Auxanoscope.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Revue de l'aéronautique.</i>	1888	Avril.	..	Compte rendu (1 fig.).	Hélicoptère. Aéroplane.	.....	.....	.....	Présentation à la Société de physique.	.....
<i>Le Rappel.</i>	1888	Avril.	3	Citation.	.....	.....	.....	Bijoux lumi- neux.	Bal des coiffeurs.	CHARLES V.
<i>Le Mot d'Ordre.</i>	1888	Avril.	5	Quelques mots	.....	.....	.....	.....	Bal des coiffeurs.	C. PÉRINELLE.
<i>Revue Internationale de l'électricité.</i>	1888	Avril.	5	Étendu (1 fig.).	Araignée.	.....	Farandole.	Bijoux lumi- neux.	.....	.....
<i>Science pour tous.</i>	1888	Avril.	7	Étendu (1 fig.).	.....	Presse papier. électrique.	.....	.....	Rappel des bijoux electro-mo- biles.	.....
<i>Le Cosmos.</i>	1888	Avril.	7	Étendu (2 fig.).	Hélicoptère. Aéroplane.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>De Indische Mer- cuur.</i>	1888	Avril.	7	Sommaire (1 fig.).	.....	Presse-papier électrique.	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUB				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>L'Électricien.</i>	1888	Avril.	14	Étendu (3 fig.).	Auxanoscope.					J. L.
<i>De Indische Mer- cur.</i>	1888	Avril.	14	Très étendu (5 fig.).	Hélicoptère et aéroplane.			Auxanoscopes		
<i>Journal des Arts et Manufactures.</i>	1888	Avril.	15	Étendu (4 fig.).				Auxanoscopes		M.
<i>Revue Internatio- nale de l'électri- cité.</i>	1888	Avril.	20	Très étendu (4 fig.).				Auxanoscopes		
<i>Le Cosmos.</i>	1888	Avril.	21	Étendu (3 fig.).				Auxanoscopes		
<i>Science pour tous.</i>	1888	Avril.	21	Étendu (2 fig.).	Hélicoptère et aéroplane.	Commutateur interrupteur.				
<i>Chronique indus- trielle.</i>	1888	Avril.	22	Très étendu (7 fig.).	Hélicoptère et aéroplane.	Presse-papier; commuta- teur.		Auxanoscopes		
<i>Applications à l'art dentaire.</i>	1888	Avril.	24	Très étendu (9 fig.).	Auxanoscope.	Commutateur interrupteur	Fraiseuse.	Moteurs.	Conférence de M. Serres. Extrait de <i>l'Odontologie</i> d'avril et juin 1888.	
<i>Le Cosmos.</i>	1888	Avril.	28	Étendu (1 fig.).		Commutateur interrupteur				J. CONSCIENCE
<i>L'Industrie Pari- sienne.</i>	1888	Avril.	..	Très étendu (4 fig.).				Auxanoscopes		
<i>Journal des Arts et Manufactures.</i>	1888	Mai.	1	Très étendu (3 fig.).	Hélicoptère. Aéroplane.	Presse-papier, commuta- teur.				
<i>La Lorgnette.</i>	1888	Mai.	..	Étendu.		Presse-papier électrique.				HIRNE.
<i>Moniteur des Inven- tions nouvelles.</i>	1888	Mai.	..	Étendu (1 fig.).		Presse-papier électrique.				HIRNE.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>L'Électricien.</i>	1888	Mai.	5	Bateaux.	.....	Commutateur interrupteur	.....	.....	.....	.....
<i>Revue Internatio- nale de l'Électri- cité.</i>	1888	Mai.	5	Compte rendu.	Auxanoscope.	d	Lampe de sû- reté.	Bateaux ; mo- teurs.	Congrès de Toulouse.	.....
<i>La Tribune Univer- selle.</i>	1888	Mai.	17	Étendu (1 fig.).	.....	Presse-papier électrique.	.....	.....	.....	R.
<i>La Terre.</i>	1888	Juin.	1	Étendu (1 fig.).	.....	d.	.....	.....	.....	.....
<i>Bulletin de la So- ciété des électri- ciens.</i>	1888	Juin.	..	Très étendu (4 fig.).	Auxanoscope.	Commutateur interrupteur	.....	.....	Présentation.	.....
<i>L'Odontologie.</i>	1888	Juin.	..	s étendu fig.).	Auxanoscope.	.....	Galvanocaus- tie.	Moteurs.	Conférence de M. Serres.	.....
<i>La Revue scienti- fique.</i>	1888	Juin.	9	Détaillé.	Hélicoptère et aéroplane.	.....	Fraiseuse.	.....	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1888	Juin.	10	Détaillé (1 fig.).	.....	d.	.....	.....	.....	.....
<i>Le National.</i>	1888	Juin.	13	Étendu.	Auxanoscope.	.....	.....	.....	.....	C. C.
<i>L'Électricité.</i>	1888	Juin.	17	Étendu (4 fig.).	Auxanoscope.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Tribune Univer- selle</i>	1888	Juin.	21	Détaillé (1 fig.).	.....	Duel électri- que.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1888	Juin.	24	Étendu (1 fig.).	.....	Presse-papier électrique.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Universel Illustré.</i>	1888	Juillet.	1	Sommaire.	Hélicoptère et aéroplane.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Terre.</i>	1888	Juillet.	1	Étendu (2 fig.).	.....	.....	.....	Pile de poche.	Bijoux lumi- neux.	A. RAZET.

TITRE PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>L'Electricité.</i>	1888	Juillet.	1	Etendu (1 fig.).	Hélicoptère et aéroplane.					
<i>La Science en fa- mille.</i>	1888	Juillet.	16	Etendu (4 fig.).	Auxanoscope.					
<i>La Tribune Univer- selle.</i>	1888	Juillet.	19	Etendu (2 fig.).			Navigation électrique.	Batteries.		
<i>La Revue Indus- trielle.</i>	1888	Juillet.	21	Etendu (1 fig.).		Commutateur interrupteur			A. M.	
<i>Le Bulletin médical.</i>	1888	Juillet.	25	Etendu.			Sirène.	Bijoux.	Présentation du Dr Luys (So- ciété de biologie).	
<i>Le Petit Parisien.</i>	1888	Août.	6	Citation.						
<i>Revue Industrielle.</i>	1888	Août.	11	Etendu (3 fig.).	Auxanoscope.			Lampes de sub- reité.	Lampes employées par les pompiers de Paris.	
<i>Le Chat noir.</i>	1888	Août.	18	Citation élo- ignée.		Bateau lumi- neux.			Fête vénitienne de Chatou; Bateau flottante.	
<i>La Electricidad.</i>	1888	Septem.	1	Etendu (1 fig.).	Hélicoptère et aéroplane.				BARON B.	
<i>L'Electricité.</i>	1888	Septem.	9	Citation (3 fig.).		Bateau à pro- jecteur. Guidon lumi- neux.	Lampe sous- marine.		Extrait du Dictionnaire.	
<i>Le National.</i>	1888	Septem.	10	Très étendu.		Bateau électri- que.			Contrebande de l'opium en Chine.	
<i>Le Petit National.</i>	1888	Septem.	11	Très étendu.		Bateau élec- trique.			Contrebande de l'opium en Chine.	
<i>La Electricidad.</i>	1888	Septem.	15	Etendu (4 fig.).	Auxanoscope.				CH. CARRÉ.	
<i>La France de Bor- deaux.</i>	1888	Septem.	16	Très étendu.		Bateau élec- trique.			Contrebande de l'opium en Chine.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>L'Electricità.</i>	1888	Septem.	16	Citation (1 fig.)	.....	Commutateur.	.....	.....	Extrait du Dictionnaire.	.....
<i>L'Electricità.</i>	1888	Septem.	30	Citation (2 fig.).	.....	Lampe portative.	.....	.....	Extrait du Dictionnaire.	.....
<i>L'Industrie Parisienne.</i>	1888	Octob.	..	Étendu (4 fig.).	.....	Galvanocaustie.	.....	.....	.....	E. BELLEUR-GET.
<i>La Electricidad.</i>	1888	Octob.	1	Très étendu (1 fig.).	.....	Presse-papier.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Electricità.</i>	1888	Octob.	7	Citations (5 fig.).	.....	.....	.....	.....	Extrait du Dictionnaire.	.....
<i>Le Bulletin Médical.</i>	1888	Octob.	14	Citations.	.....	Emploi de l'explorateur.	.....	.....	Observations d'explorations de balles.	.....
<i>L'Electricità.</i>	1888	Octob.	14	Citations (2 fig.).	.....	Photophore.	.....	.....	Extrait du Dictionnaire.	.....
<i>La Electricidad.</i>	1888	Octob.	15	Étendu (1 fig.).	.....	Commutateur interrupteur	.....	.....	Appareils de laboratoire.	.....
<i>L'Electricità.</i>	1888	Octob.	21	Citations (3 fig.).	.....	Duel électrique	.....	.....	Extrait du Dictionnaire.	.....
<i>Bulletin et Mémoires de la Société de Chirurgie.</i>	1888	Octobre et Novem.	..	Rapport.	.....	Explorateur extracteur.	.....	.....	Nombreuses citations élogieuses.	DR BERGER.
<i>Electrotechnischer Anzeiger.</i>	1888	Novem.	1	Étendu (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>L'Ingénieur.</i>	1888	Novem	1	Détailé (2 fig.).	.....	Fraiseuse Galvano-caustie.	.....	.....	Conférence de M. Serres.	.....
<i>Revue de Polytechnique médicale.</i>	1888	Novem.	30	Très étendu (7 fig.).	.....	Photophore.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Ingénieur.</i>	1888	Novem.	30	Détailé (1 fig.).	.....	Galvanocaustie.	.....	.....	Conférence de M. Serres.	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR	
					L'	LR	LA	LES			
<i>La Nature</i>	1888	Décem.	22	Citation (1 fig.)					Moteur.	Lanternes ma- giques élec- triques fran- çaises.	DANIEL BEL- LET.
<i>La Nouvelle Encyclo- pédie des connais- sances pratiques.</i>	1889	Janvier.	..	Etendu (3fig.)	Auxanoscope.					Portrait de M. Chevreul.	
<i>La Nouvelle Encyclo- pédie des connais- sances pratiques.</i>	1889	Janvier.	..	Etendu (3fig.)		Navigation électrique.					
<i>La Nouvelle Encyclo- pédie des connais- sances pratiques.</i>	1889	Janvier.	..	Sommaire (3 fig.)		Pile de poche.				Bijoux.	
<i>Le Monde illustré.</i>	1889	Mars.	16	Sommaire (3 fig.)						Lampes élec- triques por- tatives de su- reté.	Application des lampes élec- triques Trouvé sur les champs de bataille.
<i>Le Petit Parisien (supplément illu- stré).</i>	1889	Juin.	2	Reproduction.		Lampe porta- tive.					Reproduction de la gravure du <i>Monde illustré.</i>
<i>Le Génie civil.</i>	1889	Juillet.	6	Etendu.		Sirène.					Application de la sirène Trouvé dans le ballet de la Tempête à l'Opéra.
<i>L'Électricité.</i>	1889	Juillet.	20	Citation.						Lampes de su- reté portati- ves.	
<i>Bulletin mensuel de la Ligue française de l'enseignement.</i>	1889	Août.	..	Etendu.	Auxanoscope comme appa- reil de pro- jection.						Adopté par la Ligue française de l'enseignement.
<i>La Nature.</i>	1889	Août.	24	Lettre de M. Trouvé.							Sur les bruits et craquements occasionnés par les arai- gnées.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	L.R	LA	IES		
<i>L'Électricien.</i>	1889	Août.	31	Sommaire.	Auxano scope et les projec- tions lumi- neuses.				Adopté par la Ligue française de l'enseignement.	
<i>Le Petit Journal.</i>	1889	Septem.	12	Compte rendu.	Auxano scope et projec- tions lumi- neuses des corps opa- ques (aciers).				Réception, à la Société des in- génieurs civils, des ingé- nieurs belges et hollandais.	
<i>Revue Internatio- nale de l'Électri- cité.</i>	1889	Septem.	25	Compte rendu.		Dynamomètre universel. Nouvel inter- rupteur de courant.	Nouvelle ma- chine pour mettre en fonction les machines d'électricité statique.	Moteurs élec- triques.	Communication de M. Trouvé au Congrès international des électriciens ; applications in- dustrielles ; électro-physio- logie.	
<i>L'Électricité.</i>	1889	Novem.	10	Sommaire (3 fig.).			Batterie à travail à grand débit.	Piles de poche.		
<i>L'Électricité.</i>	1889	Novem.	24	Sommaire.				Pile galvano- caustique; pi- le au busul- fate de mer- cure.		
<i>L'Électricité.</i>	1889	Décem.	8	Sommaire.				Pile humide, pile au sul- fate de cui- vre.		
<i>Le Coquet.</i>	1889	Décem.	15	Citation avec gravure.				Bijoux lumi- neux.		
<i>Bulletin de la So- ciété de médecine pratique.</i>	1890	Janvier.	1						Nomination de M. Trouvé comme secrétaire de la 15 ^e section.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRESSU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Le Coquet.</i>	1890	Janvier.	4	Citation avec gravure.	.....	.....	.....	Bijoux lumi- neux.	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1890	Janvier.	5	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La France illustrée.</i>	1890	Janvier.	5	Très étendu (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	Premier article de la Biogra- phie.
<i>La France.</i>	1890	Janvier.	13	Citation.	.....	.....	.....	.....	.....	Application à la direction des navires.
<i>La France illustrée.</i>	1890	Janvier.	20	Très étendu (12 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	Deuxième article de la Biogra- phie.
<i>L'Électricité.</i>	1890	Février.	2	Sommaire.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La lumière électrique.</i>	1890	ars.	15	Étendu (1 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Journal Mensuel de l'Académie nationale.</i>	1890	Avril.	..	Citation.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Journal amusant.</i>	1890	Avril.	12	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Rappel.</i>	1890	Avril.	15	Citation.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Le Génie civil.</i>	1890	Avril.	19	Très étendu (3 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR			IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA			LES
<i>L'Électricien.</i>	1890	Avril.	19	Très étendu (3 fig.).	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	Portrait de M ^{lre} Torri.	
<i>La Nature.</i>	1890	Avril.	19	Très étendu (3 fig.).	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	
<i>Le Temps.</i>	1890	Avril.	22	Étendu.	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	
<i>La Reforme de Bruxelles.</i>	1890	Avril.	23	Étendu.	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	
<i>La Lumière électrique.</i>	1890	Avril.	26	Très étendu (3 fig.).	Ausanoscope.	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	Exposition annuelle de la Société de physique.	
<i>Le Journal Amusant.</i>	1890	Avril.	26	Note rectificative.	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	Rectification de la rédaction et de M. Stop.	
<i>Bulletin de l'Académie de médecine.</i>	1890	Avril.	29	Citation.	Explorateur extracteur.	.....	.....	Communication de deux observations du Dr Perrier.	
<i>La Science pour tous.</i>	1890	Mai.	3	Très étendu (4 fig.).	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	
<i>L'Abécille médicale.</i>	1890	Mai.	5	Citation.	Explorateur extracteur.	.....	.....	Exploration et extraction d'une cuiller par le Dr Perrier.	
<i>Revue universelle des inventions nouvelles.</i>	1890	Mai.	5	Citation	.....	.....	Piles.		
<i>Le Mercredi médical.</i>	1890	Mai.	7	Citation.	Explorateur extracteur.	.....	.....	Exploration et extraction d'une cuiller par le Dr Perrier.	
<i>La Science pour tous.</i>	1890	Mai.	10	Très étendu (3 fig.).	.....	Moteur électrique.	.....		Machines dynamos sur magnètes.
<i>Le Génie civil.</i>	1890	Mai.	17	Très étendu (5 fig.).	.....	.....	.....	Répétition des expériences de Hertz.	Machines stationnaires mûes par moteurs électriques.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRESSÉ	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LB	LA	LES		
<i>La Lumière élec- trique.</i>	1890	Mai.	17	Très étendu (8 fig.).	Appareil pour électrolyse.	Moteur électri- que.	.....	Machines sta- tiques mues par moteurs; galvanomè- tres d'inten- sité.	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1890	Mai.	17	Très étendu (6 fig.).	.....	.....	.....	Machines sta- tiques mues par moteurs électriques.	.....	Répétition des expériences de Hertz.
<i>Le Nouvelliste de Rouen.</i>	1890	Mai.	17	Citation.	.....	Flambeau d'Ascanio.	.....	.....	.....	.....
<i>The Globe.</i>	1890	Mai.	23	Sommaire.	Auxanoscope.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1890	Mai.	31	Très étendu (4 fig.).	Appareil pour électrolyse.	Collecteur.	.....	.....	.....	Application par la Ligue de l'enseignement.
<i>L'Industrie Pari- sienne.</i>	1890	Juin.	..	Sommaire (3 fig.).	.....	Flambeau d'Ascanio.	.....	.....	.....	.....
<i>La Science Illustrée.</i>	1890	Juin.	1	Étendu et élo- gieux (3 fig.).	.....	Flambeau d'Ascanio.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1890	Juin.	58 et 15	Citations.	Explorateur - extracteur.	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Uthland's Indus- trielle Hund- schau.</i>	1890	Juin.	19	Étendu (3 fig.).	.....	Flambeau d'Ascanio.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Électricien.</i>	1890	a.	21	Étendu et élo- gieux (3 fig.).	.....	Dynamomè- tre.	.....	.....	.....	.....
<i>Comptes rendus de l'Académie des Sciences.</i>	1890	Juin.	23	Étendu (3 fig.).	.....	Dynamomè- tre.	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie des Sciences.
<i>Le Soleil.</i>	1890	Juin.	25	Citation.	.....	Dynamomè- tre.	.....	.....	.....	Compte rendu de la présenta- tion à l'Académie des Sciences.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTRE
					L'	LE	LA	LES		
<i>The Electrician.</i>	1890	Juin.	27	Étendu (1 fig.).	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	.....
<i>La Lumière électrique.</i>	1890	Juin.	28	Très étendu (3 fig.).	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	A. RIGAUD.
<i>La Chronique industrielle.</i>	1890	Juin.	20	Très étendu (3 fig.).	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	.....
<i>Revue Universelle des Inventions nouvelles.</i>	1890	Juillet.	5	Très étendu (5 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1890	Juillet.	5	Étendu (2 fig.).	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	P. L.
<i>La Revue scientifique.</i>	1890	Juillet.	5	Sommaire.	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1890	Juillet.	6	Étendu (3 fig.).	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	.....	.....	.....
<i>La Science pour tous.</i>	1890	Juillet.	12	Étendu (1 fig.).	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	P. L.
<i>La Revue Industrielle.</i>	1890	Juillet.	12	Très étendu (3 fig.).	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1890	Juillet.	20	Très étendu (3 fig.).	.....	Dynamomètre.	.....	.....	.....	.....
<i>La Presse.</i>	1890	Juillet.	25	Étendu.	.....	Explorateur-extracteur.	.....	.....	.....	.....
<i>L'Électricité.</i>	1890	Août.	3	Très étendu (5 fig.).	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<i>Scientific American</i>	1890	Août.	3	Étendu (3 fig.).	.....	F l a m b e a u d'Ascanio.	.....	.....	.....	.....

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNEE	MOIS	DATE	APPLICATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU REDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Revue Universelle des Inventions nouvelles.</i>	1890	Août.	5	Très étendu (3 fig.)	.....	Dynamomètre	.....	.....	.....	.....
<i>Le Moniteur Indus- triel.</i>	1890	Août.	7	Étendu.	.....	Dynamomètre	.....	.....	.....	.....
<i>Echo des Mines et de la Métallurgie.</i>	1890	Août.	10	Citation.	.....	.....	.....	Lampes mines.	des	.....
<i>La France.</i>	1890	Août.	11	Compte rendu.	.....	.....	.....	Lampes mines.	des	Compte rendu de la Séance de la Chambre des députés.
<i>Comptes rendus de l'Académie des Sciences.</i>	1890	Août.	18	Compte rendu (1 fig.)	.....	Orygmatosco- pe.	.....	Lampes mines.	des	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>Le Figaro.</i>	1890	Août.	19	Très étendu.	.....	.....	.....	Lampes mines.	des	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>Le Temps.</i>	1890	Août.	20	Compte rendu.	.....	Orygmatosco- pe.	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>La Nature.</i>	1890	Août.	23	Étendu.	.....	Orygmatosco- pe.	.....	Lampes mines.	des	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>Le Génie civil.</i>	1890	Août.	23	Étendu (1 fig.)	.....	Orygmatosco- pe.	.....	Lampes mines.	des	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>Comptes rendus de l'Académie des Sciences.</i>	1890	Août.	25	Étendu (2 fig.)	.....	Gyroscopema- rin.	.....	Gyroscopes.	.....	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>Revue Internatio- nale de l'Electri- cité.</i>	1890	Août.	25	Étendu (4 fig.)	.....	Flambeau d'Ascanio.	.....	.....	.....	Portrait de M ^l . Torri.
<i>Journal officiel.</i>	1890	Août.	25	Compte rendu.	.....	Orygmatosco- pe.	.....	Lampes mines.	des	Présentation à l'Académie des sciences.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Le Rappel.</i>	1890	Août.	27	Compte rendu.					Lampes des mines.	
<i>L'Autorité.</i>	1890	Août.	27	Compte rendu.	Gyroscopemarin.				Gyroscopes.	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>La Liberté.</i>	1890	Août.	27	Compte rendu.	Gyroscopemarin.				Gyroscopes.	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>Le Temps.</i>	1890	Août.	27	Compte rendu.	Gyroscopemarin.				Gyroscopes.	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>Le Soleil.</i>	1890	Août.	27	Compte rendu.	Gyroscopemarin.				Gyroscopes.	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>La Nouvelle Chronique.</i>	1890	Août.	28	Descriptif.	Dynamomètre					
<i>Revue Générale des Sciences.</i>	1890	Août.	30	Étendu (3 fig.).	Dynamomètre					L. O.
<i>La Nature.</i>	1890	Août.	30	Compte rendu complet.	Gyroscopemarin.				Gyroscopes.	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>La Revue Scientifique</i>	1890	Août.	30	Compte rendu complet.	Orygmatoscope.				Lampes des mines.	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>L'Electricien.</i>	1890	Août.	30	Compte rendu.					Lampes des mines.	Présentation à l'Académie des sciences.
<i>La Lumière électrique.</i>	1890	Août.	30	Très étendu (2 fig.).	Gyroscopemarin.				Gyroscopes.	
<i>Annales de la Electricité.</i>	1890	Août.	31	Très étendu (5 fig.).	Fiambeau d'Ascanio.					Portrait de M ^{lle} Torri.
<i>Bulletin International de l'Electricité</i>	1890	Septem.	1	Sommaire.						
<i>La Ciencia Electrica</i>	1890	Septem.	1	Très complet. (3 fig.).	Dynamomètre					

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>L'Indépendance belge.</i>	1890	Septem.	4	Compte rendu.	Orygmatosco- pe.	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie des sciences.	
<i>L'Electricien.</i>	1890	Septem.	6	Étendu (2 fig.).	Gyroscope marin.	.....	Gyroscopes.	.....	Présentation à l'Académie des sciences.	
<i>La Lumière électri- que.</i>	1890	Septem.	6	Compte rendu (1 fig.).	Orygmatosco- pe.	.....	.....	.....	Présentation à l'Académie des sciences.	
<i>Le Cosmos.</i>	1890	Septem.	6	Compte rendu sommaire.	Gyroscope marin.	.....	Gyroscopes.	.....	Présentation à l'Académie des sciences.	
<i>Revue Internatio- nale de l'Electri- cité.</i>	1890	Septem.	10	Très complet. (4 fig.).	Orygmatosco- pe.	.....	Lampes des mines.	.....	.....	L. FERET.
<i>Le Travail.</i>	1890	Septem.	14	Très étendu A ppareil à électrolyse. (19 fig.).	Dynamomètre collecteur. Flambeau d'Ascanio.	.....	Moteurs, ma- chines stati- ques mues par moteurs, galvanomé- tres.	.....	Répétition des expériences de Hertz.	
<i>Le Cosmos.</i>	1890	Septem.	14	Étendu (2 fig.).	Gyroscope marin.	.....	Gyroscopes.	.....	Compte rendu de l'Académie.	
<i>Le Temps.</i>	1890	Septem.	16	Étendu et élo- guez.	Gyroscope marin.	.....	Gyroscopes.	.....	.....
<i>Journal d'Hygiène.</i>	1890	Septem.	18	Citation.	.....	.....	Lampes des mines.	.....	.....
<i>The Electrical En- gineer.</i>	1890	Septem.	19	Sommaire.	.....	.....	Gyroscopes.	.....	.....
<i>Comptes rendus de l'Académie des Sciences.</i>	1890	Septem.	22	Compte rendu.	.....	.....	.....	.....	Revendication de priorité du G. Trouvé. gyroscope électrique, en ré- ponse à la communication de M. Dumoulin-Froment.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Revue Internationale de l'Electricité.</i>	1890	Septem.	25	Très complet (2 fig.).	Gyroscope ma- rin.	.....	.....	Gyrosopes.		
<i>Le Génie Civil.</i>	1890	Septem.	27	Très complet (2 fig.).	Gyroscope ma- rin.	.....	.....	Gyrosopes.		
<i>L'Industrie moderne</i>	1890	Septem.	28	Très étendu (1 fig.).	Orygmatosco- pe.	.....	.....	Lampes des mines.		J. G.
<i>L'Electricita.</i>	1890	Septem.	28	Etendu (1 fig.).	Orygmatosco- pe.	.....	.....	
<i>Le Constructeur.</i>	1890	Septem.	28	Assez étendu.	Orygmatosco- pe.	.....	.....	
<i>Revue technique des Inventions mo- dernes.</i>	1890	Septem.	..	Très étendu (5 fig.).	Appareil à electrolyse.	.....	.....	Machines dy- namos, gal- vanomètres.		
<i>La Ciencia electrica.</i>	1890	Octob.	1	Très étendu (3 fig.).	Orygmatosco- pe.	.....	.....	Gyrosopes.		
<i>Science pour tous.</i>	1890	Octob.	4	Etendu (2 fig.).	.....	.....	.....	Gyrosopes.		
<i>Bulletin de la So- ciété des Electri- ciens.</i>	1890	Octob.	..	Compte rendu.	Orygmatosco- pe.	.....	.....	Gyrosopes. Lampes des mines.	Communication à l'Académie.	
<i>De Indische Mercur</i>	1890	Octob.	4	Etendu (3 fig.).	Orygmatosco- pe.	.....	.....	Gyrosopes.		
<i>Le Cosmos.</i>	1890	Octob.	4	Lettre.	.....	.....	.....	Gyrosopes.		
<i>L'Electricita.</i>	1890	Octob.	5	Etendu (2 fig.).	Gyroscope ma- rin.	.....	.....	Gyrosopes.		Lettre de M. Trouvé à l'Acadé- mie. Revendication de priorité du gyroscope.

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRECIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPREVU	NOM DU REDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LE	LA	LES		
<i>Revue universelle des Inventions nouvelles.</i>	1890	Octobre	5	Compte rendu.	Orygmatosco- pe.				Présentation à l'Académie des sciences.	
<i>Le Cosmos.</i>	1890	Octobre	11	Très étendu (3 fig.).		Dynamomètre				
<i>La Nature.</i>	1890	Octobre	11	Étendu (1 fig.).		Dynamomètre				J LAFARGUE.
<i>Le Génie Civil.</i>	1890	Octobre	11	Très étendu (3 fig.).		Dynamomètre				CH. JIMELS.
<i>L'Industrie moderne</i>	1890	Octobre	12	Étendu (2 fig.).		Gyroscope ma- rin.		Gyroscopes.		
<i>L'Universel Illustré.</i>	1890	Octobre	11	Étendu (1 fig.).		Gyroscope marin.		Gyroscopes.		G. CARRÉ.
<i>Journal de Physi- que, Chimie et His- toire naturelle.</i>	1890	Octobre	..	Très étendu (5 fig.).		Dynamomètre				ABEL BUGUET.
<i>Revue technique des Inventions mo- dernes.</i>	1890	Octobre	..	Très étendu (6 fig.).		Gyroscope marin, flam- beau d'As- canio.		Gyroscopes.	Portrait de M ^{lle} Torri.	
<i>Revue Britannique.</i>	1890	Octobre	..	Étendu.	Orygmatosco- pe.				Compte rendu de la présenta- tion à l'Académie.	
<i>L'Echo des Mines et de la Métallurgie.</i>	1890	Novem.	2	Très étendu.				Lampes des mines.		FRANCIS LAUR.
<i>Nouvelle Revue.</i>	1890	Novem.	15	Compte rendu	Orygmatosco- pe.	F la m b e a u d'Ascanio.		Lampes des mines.	Compte rendu des séances de l'Académie.	STANISLAS MEUNIER.
<i>The Lancet.</i>	1890	Novem.	15	Citation.				Appareils à éléments hu- mides.	Emploi dans le traitement de l'hystérie.	

TITRE DES PUBLICATIONS	ANNÉE	MOIS	DATE	APPRÉCIATION DE L'ARTICLE	SUR				IMPRÉVU	NOM DU RÉDACTEUR OU AUTEUR
					L'	LR	LA	LES		
<i>Maanblad van de Vereeniging.</i>	1890	Novem.	..	Etendu.	Orygmatosco- pe.					
<i>Annates Industrielles.</i>	1890	Novem.	23	Etendu (2 fig.).	Gyroscope marin.	Gyrosopes.				
<i>Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle.</i>	1890	Novem.	..	Etendu (5 fig.).	F la m beau d'Ascanio.			Portrait de M ^{lre} Torri.		ABEL BUGUET.
<i>Revue technique des Inventions modernes.</i>	1890	Novem.	..	Etendu (1 fig.).	Orygmatosco- pe.					
<i>Rivista Scientifica Industriale.</i>	1890	Novem.	..	Très complet (5 fig.).		Dynamomètre				GUIDO VIMERCATI.
<i>Revue Universelle des Inventions nouvelles.</i>	1890	Décem.	5	Etendu (1 fig.).	Gyroscope marin.			Gyroscope marin muni d'une pinule et d'une lunette astro- mique pour les observations de nuit.		
<i>Revue Scientifique.</i>	1890	Décem.	13	Etendu.	Gyroscope marin.					E. DURAND-GRÉVILLE.
<i>Comptes rendus de l'Académie des Sciences.</i>	1890	Décem.	15	Note (1 fig.).	Gyroscope marin muni d'appareils de collima- tion.			Communication de M. Trouvé.		

LISTE DES BREVETS D'INVENTION

DE

M. GUSTAVE TROUVÉ

TITRES DES BREVETS	PAYS	DATES	NUMÉROS
Pile électrique lilliputienne (pile hermétique).	France.	8 mai 1865.	67 294
Appareil électro-magnétique. (Trousse électro-médicale).	»	25 novembre 1865.	69 499
Pantoscope Trouvé.	»	28 mai 1869.	85 823
Télégraphe lilliputien.	»	12 novembre 1870.	91 049
Certificat au brevet ci-dessus.	»	9 novembre 1871.	
»	»	3 septembre 1872.	
»	»	25 août 1874.	
Pile à deux liquides sans vases pour les contenir.	»	18 novembre 1873.	101 156
Addition au brevet ci-dessus.	»	4 février 1875.	
»	»	8 février 1875.	
»	»	21 juillet 1882.	
Pile à deux liquides sans vases pour les contenir.	Belgique.	7 février 1876.	38 824
»	Angleterre.	9 février 1876.	524
Perfectionnements aux machines dynamo-électriques.	France.	25 mai 1875.	108 210
Addition au brevet ci-dessus.	»	8 juillet 1875.	
Almanachs ou calendriers électriques.	»	10 août 1875.	109 170
Appareils électro-médicaux.	»	21 juin 1875.	113 431
Presse papier électrique.	»	13 février 1877.	117 042
Système de téléphone transmetteur.	»	9 mars 1878.	123 101
Perfectionnements dans les téléphones.	»	18 mars 1878.	123 277
Polyscope cautérisateur.	»	21 avril 1879.	130 235
Commutateur lilliputien. (Bijoux animés).	»	24 avril 1880.	136 328
Moteur électrique et ses applications.	»	8 mai 1880.	136 560

TITRES DES BREVETS	PAYS	DATES	NUMÉROS
Addition au brevet ci-dessus.	»	17 août 1880.	
» »	»	26 mars 1881.	
» »	»	4 mai 1881.	
» »	»	23 novembre 1881.	
» »	»	16 décembre 1881.	
Moteur électrique et application.	Angleterre.	2 octobre 1880.	4 009
» »	États-Unis.	25 novembre 1884.	308 534
» »	»	23 août 1887.	368 796
(Moteur sur gouvernail) . .	»		
Système d'appareil avertisseur pour téléphones. .	France.	2 octobre 1880.	138 963
Système d'éclairage mixte.	»	13 novembre 1882.	152 540
Addition au brevet ci-dessus.	»	5 février 1883.	
Système d'éclairage mixte.	Angleterre.	15 décembre 1882.	6 002
» »	Italie.	31 décembre 1882.	Vol. 29. N° 442
» »	Belgique.	1 ^{er} août 1883.	62 189
Photophore électrique frontal.	France.	30 mars 1883.	154 568
Addition au brevet ci-dessus.	»	4 août 1883.	
» »	»	30 octobre 1883.	
Photophore électrique frontal.	Belgique.	22 novembre 1883.	63 292
» »	Angleterre.	11 décembre 1883.	5 714
Système de foyers lumineux et miroirs combinés.	France.	12 mars 1884.	160 901
» »	Angleterre.	19 mars 1884.	5 157
» »	Etats-Unis.	18 mars 1885.	
Éclairage électrique portatif à allumage et extinction automatique. . . .	France.	3 mai 1884.	161 890
Addition au brevet ci-dessus.	»	14 mai 1884.	
» »	»	10 juin 1884.	
» »	»	16 octobre 1884.	
» »	»	10 novembre 1884.	
Éclairage électrique portatif, etc.	Belgique.	6 mai 1884.	65 056
Brevet de perfectionnement au brevet ci-dessus. . .	»	14 mai 1884.	65 160
» »	»	13 novembre 1884.	66 854
Éclairage électrique portatif.	Angleterre.	8 mai 1884.	7 439

TITRES DES BREVETS	PAYS	DATES	NUMÉROS
Éclairage électrique portatif.	Allemagne.	21 juillet 1884.	32 908
» »	Autriche.	5 mars 1885.	42648/10801
» »	Etats-Unis.		
» »	Italie.	31 mars 1885.	446 vol. 35
» »	Espagne.	10 juin 1886.	8 574
» »	Turquie.		
Dispositif rendant inver-			
sables les récipients. . .	France.	10 juin 1884.	162 673
» »	Angleterre.	25 février 1885.	2 594
Pile portative à action auto-			
matique.	France.	25 août 1884.	163 941
Addition au brevet ci-des-			
sus.	»	16 octobre 1884.	
Guidon électrique lumi-			
neux.	»	29 octobre 1884.	165 080
» »	Belgique.	9 juillet 1885.	69 548
Inducteurs pour moteur ou			
machine dynamo. . . .	France.	23 septembre 1885.	171 319
Signal à vent et ses diverses			
applications.	»	12 juin 1886.	176 745
Construction des hélices. . .	»	10 juillet 1886.	177 334
Sirène jouet.	»	20 décembre 1886.	180 382
Commutateur à déclanche-			
ment brusque.	»	8 juin 1887.	184 102
Auxanoscope électrique. . .	»	21 septembre 1887.	185 991
Addition au brevet ci-des-			
sus.	»	18 février 1888.	
Dynamomètre universel. . .			
Addition au brevet ci-des-			
sus.	»	24 décembre 1888.	194 989
» »	»	25 mai 1889.	
» »	»	30 juillet 1889.	
» »	»	31 août 1889.	
» »	»	24 décembre 1889.	
Perfectionnements au fusil			
électrique.	»	29 janvier 1889.	195 712
» »	Angleterre.	18 février 1889.	2 845
Système de vitrine. . . .	France.	23 mai 1889.	198 440
Compteur d'électricité. . .	»	24 mai 1889.	198 477
Allumoir électrique uni-			
versel Trouvé.	France.	17 décembre 1890.	

LISTE DES DÉPÔTS DE M. G. TROUVÉ

DÉSIGNATION	DATE DES DÉPÔTS	DURÉE	NUMÉROS
3 Moteurs électriques dont un électro-sphérique.	31 août 1864.	5 ans.	4 256
2 Poignées.	17 février 1876.	Perpétuité.	11 330
1 Galvanomètre sensible à hélice.	29 avril 1876.	»	11 512
6 Poignées	26 mai 1876.	5 ans.	11 580
16 Poignées.	27 mai 1876.	»	11 586
2 Poignées.	5 mars 1877.	»	12 341
2 Poignées.	5 mars 1877.	Perpétuité.	12 342
4 Poignées.	21 mars 1877.	5 ans.	12 386
3 Mousquetons.	21 mars 1877.	Perpétuité.	12 387
4 Modèles de Sirène pour canne.	8 juillet 1886.	»	22 954
4 Modèles de Sirène pour bijoux.	21 juillet 1886.	»	22 993
2 Modèles de Sirène à action extérieure.	17 août 1886.	»	23 104

TABLES GÉNÉRALES

DES

MATIÈRES

TABLES GÉNÉRALES

DES

MATIÈRES

TABLE DES CHAPITRES

	Pages.
PRÉFACE	v
GUSTAVE TROUVÉ.	vi
CHAPITRE I ^{er} . — Le génie de l'invention.	1
CHAPITRE II. — L'électricité à travers les siècles.	15
CHAPITRE III. — Les inventions de M. Gustave Trouvé dans le domaine de la génération de l'électricité. — Les moteurs électriques. — Le dynamo- mètre universel. — Machine dynamo de démonstration. — Les piles.	29
CHAPITRE IV. — Appareils électro-médicaux. — Appareils à courant constant et continu. — Appareils à courants induits. — Electrodes. — Appareils électro-statiques. — Appareils galvanocaustiques.	95
CHAPITRE V. — Les bijoux électro-mobiles et les bijoux électriques lumineux.	153
<i>Bijoux électro-mobiles</i> : Têtes de mort, lapin, turco, grenadier battant du tambour, le décapité parlant, le papillon, les araignées, le presse- papier, etc.	156
<i>Bijoux électriques lumineux</i> : Épingles à cheveux, diadèmes, phares, étoiles, croissants, épingles de cravate, broches à tête de hibou, broches de corsage, boucles d'oreilles, bracelets.	164
<i>Bijoux de soirée et de théâtre</i> : Ballet des fleurs (Folies-Bergère), lustre vivant (<i>Poule aux œufs d'or</i> , théâtre du Châtelet); amazones (<i>Chilpéric</i> , Empire Theater à Loudres); bijoux de la signora Zanfretta (Châtelet et Eden-Théâtre); les amours d'une paire de candélabres, par Bruet et Rivière; les épées étincelantes; la jonque japonaise surmontée d'une pagode chinoise en fleurs et feuillage lumineux; l'île fleurie élec- trique; le char de Neptune; le flambeau <i>d'Ascanio</i> à l'Opéra; la canne lumineuse et la canne torpille; les diamants de la Couronne; le surtout lumineux.	171

	Pages
CHAPITRE VI. — Éclairage électrique, domestique, industriel et militaire par les lampes électriques de M. Gustave Trouvé.	207
1 ^o Lampes de bureaux, candélabres, bougeoirs, commutateurs. — Lampes portatives universelles de sûreté, lanterne de voiture; mors électrique et mousqueton; lampes des mines. — 2 ^o Compteurs d'électricité; machines à deux anneaux sur le même arbre et à circuit magnétique fermé.	208
CHAPITRE VII. — Électricité médicale, chirurgicale, physiologique. — Emploi de l'électricité à l'exploration des cavités accidentelles et naturelles du corps humain.	251
1 ^o . — Explorateurs-extracteurs électriques. — Observations des docteurs : Paul Berger, Guyon, L. Jullien, Milliot, Périer, Perrin, Peyrot, Richey, sur les explorateurs-extracteurs électriques de M. Gustave Trouvé, appliqués à l'exploration des plaies par armes à feu et à l'extraction des projectiles. — Méthode complémentaire, pour la recherche des corps étrangers dans l'estomac. — Système d'aiguilles astatiques, sonde œsophagienne révélatrice; sonde œsophagienne électro-magnétique; électro-aimants. — Observations du docteur Polaillon. — Extraction d'une fourchette de l'estomac par la taille stomacale.	252
2 ^o . — Exploration électrique des cavités naturelles du corps humain.	288
Les polyscopes électriques de M. Gustave Trouvé. — Polyscope à essence de pétrole. — Polyscopes électriques, à incandescence d'un fil de platine et à lampe à incandescence. — Stomatoscope, laryngoscope, rhinoscope, gastéroscope, cystoscope, uréthroscope, rectoscope, gynécoscope.	291
Expérience des poissons lumineux. — Applications diverses du polyscope. — Orygmoscope électrique pour l'inspection des couches géologiques traversées par les sondes exploratrices.	319
3 ^o . — Photophores électriques. — Micrographie et photomicrographie. — Macrographie. — Auxanoscopes électriques. — Éclairage électrique des liquides et des ferments.	320
CHAPITRE VIII. — Appareils télégraphiques militaires de M. Gustave Trouvé. — Sac-bobine. — Parleur. — Montre télégraphique.	347
CHAPITRE IX. — Téléphones et microphones de M. Gustave Trouvé. — 1 ^o Aperçu historique de la téléphonie. — Téléphones à membranes multiples. — Téléphone avertisseur du capitaine Perrodon et de M. Gustave Trouvé. — Installation téléphonique domestique.	363
2 ^o Microphones. — Aperçu historique de la microphonie. — Microphone Gustave Trouvé. — Perfectionnement du microphone par M. Gustave Trouvé et ses applications diverses aux recherches de physiologie expérimentale. — Le muscle artificiel. — Transmetteur téléphonique Trouvé-Dunand. — Poste micro-téléphonique.	375
CHAPITRE X. — Applications de l'électricité à la navigation fluviale, maritime et aérienne, au sondage des mers, à la marine, à la traction des vélocipèdes et à l'éclairage des bois et forêts pour la chasse. — La nouvelle hélice de M. Gustave Trouvé. — Fusil électrique. — Expériences du Pont-Royal à Paris. — Moteur pour canot électrique. — Canots de plaisance. — Éclairage électrique des canots. — Sirène	

	Pages.
électrique. — Sirène à vent. — Sirène à vapeur. — Chaloupe électrique de l'empereur de Chine. — Yacht électrique de M. le baron de Boucheporn. — Chaloupe électrique de l'empereur du Maroc. — Nouveau mode de construction de l'hélice de M. Gustave Trouvé. — Ses expériences pour déterminer le rapport le plus favorable entre le diamètre et le pas des hélices aériennes. — Appareil permettant aux aéronautes d'affronter les grandes hauteurs. — Hélicoptère et aéroplane électriques de M. Gustave Trouvé. — Tricycle électrique. — Projecteurs électriques. — Application de la lampe portative Trouvé à l'art militaire et à la recherche des blessés sur le champ de bataille. — Éclairage sous-marin. — Fusil électrique. — Guidon électrique.	385
CHAPITRE XI. — Les navigations de l'avenir. — 1° Les gyroscopes électriques. Gyroscope électrique pour la démonstration du mouvement de la Terre. Expériences scientifiques qui s'y rapportent. — 2° Navigation maritime de l'avenir. — Gyroscope électrique pour la vérification des boussoles marines, la détermination pratique de la méridienne et l'évaluation de la latitude, avec ou sans appareils de collimation. — 3° Navigation aérienne. — Aperçus théoriques. — Appareil et oiseaux mécaniques de M. Gustave Trouvé.	411
CHAPITRE XII. — Conclusions générales. — Le bilan du passé. — La contingence des temps futurs. — Grandeur morale de l'Inventeur.	491
CHAPITRE XIII. — Nomenclature des journaux, revues et publications diverses de la France et de l'Étranger qui ont tenu le public au courant des inventions successives de M. Gustave Trouvé depuis l'année 1865 jusqu'à l'année 1890.	495
LISTE DES BREVETS D'INVENTION DE M. GUSTAVE TROUVÉ.	582
LISTE DES DÉPÔTS DE M. G. TROUVÉ.	585
TABLE DES CHAPITRES DE L'OUVRAGE.	589
TABLE ALPHABÉTIQUE DES GRAVURES.	593
TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS PROPRES CITÉS.	601

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

GRAVURES

OBSERVATIONS. — Tous les dessins représentent des sujets, appareils, instruments et machines dont la création ou le perfectionnement appartient à notre Inventeur. Pour ne point répéter à chaque ligne les noms de *Gustave Trouvé*, nous ne les avons ajoutés que lorsque cette mention nous a paru nécessaire au sens de la description. Mais le lecteur devra les entendre de lui-même, au bout de chaque ligne, quand ils n'y sont pas.

HORS TEXTE ET EN FACE DU TITRE : Portrait de Gustave Trouvé, d'après la peinture exécutée par M. Fernand de Launay, et exposé au Salon des beaux-arts, à Paris, en 1889.

	Pages.
Aéroplane et hélicoptère électriques de M. Gustave Trouvé.	426
Affiche et prospectus des <i>Mondes invisibles</i>	336, 337
Aiguilles astatiques de M. Gustave Trouvé.	285
Allumage des réverbères à Paris à l'aide de la lampe universelle de M. Gustave Trouvé.	223
Amazone parée de bijoux électriques lumineux.	177
Appareil à courant constant et continu, portatif, de 12 éléments, de la pile sèche de M. Gustave Trouvé, 98. — Appareils de 24 éléments au chlorhydrate d'ammoniaque avec galvanomètre, 98. — Grand appareil d'électro-thérapie pour cabinet médical, 99. — Appareil très portatif avec collecteur, 100. — Petit appareil électro-médical très portatif de 20 éléments, 101. — Grand appareil électro-médical portatif formé de 44 éléments à courant constant et continu.	102
Appareil de sustentation aérienne de M. Gustave Trouvé.	488
Appareil d'induction à chariot du système Trouvé-Ouimus, avec interrupteur à mouvement d'horlogerie.	108
Appareil d'induction à chariot grand modèle, nouveau système de M. Gustave Trouvé, 112. — Le même, avec régulateur des intermittences.	

	Pages.
à pendule horizontal extensible et à limbe gradué, 112. — Appareil d'induction à chariot portatif, 113. — Appareil d'induction portatif.	114
Appareil galvanocaustique, grand modèle, 134. — Manche et cautère de cet appareil.	135
Appareil galvanocaustique destiné aux petites opérations.	136
Appareil galvanocaustique au repos et en fonction.	147
Appareil galvanocaustique à pédale.	151
Auxanoscope simple, double et combiné, pour corps opaques et glaces transparentes.	150
Auxanosopes à simple foyer, à double foyer, à projections combinées. — Projection de la photographie de Chevreul par l'auxanoscope électrique, 332, 333. — Modèle de l'auxanoscope adopté par la Ligue de l'Enseignement.	334
Avertisseur téléphonique indépendant.	369, 370
Bateau électrique contenant cinq personnes.	387
Bateau électrique <i>la Sirène</i> , construit par M. Gustave Trouvé pour M. de Nabat.	400
Batterie portative et automatique pour l'éclairage des polyscopes à lampe à incandescence.	298
Batterie Trouvé-Callaud à courant constant et continu.	96
Batterie universelle automatique représentée en fonction et au repos.	89
Bijoux électro-mobiles de M. Gustave Trouvé : Grenadier battant du tambour, Singe jouant du violon, Turco sous son fez, Tête de mort coiffée d'une casquette de jockey, Lapin jouant avec deux baguettes, Sonnette électro-sphérique, Arlequin et Colombine, Moteur électro-sphérique lilliputien, Lapin avec son mouvement à découvert, Tête de mort remuant les yeux et parlant, Turco avec son fez, Singe à lunettes, Tête de décapité sur une table, Oiseau en diamant, Papillon voltigeant.	157
Bijoux électro-mobiles : Lapin, oiseau et tête de mort en grandeur d'exécution.	158
Bijoux électriques lumineux de M. Gustave Trouvé : Epingle à cheveux, Epingles de cravate, Pomme de canne, Diadème, gros diamant.	165
Coupe verticale de l'épingle à cheveux électrique et lumineuse.	164
Etoile et croissant, 168. — Croissant monté sur peigne.	169
Diadème-phare, Tête de hibou et divers bijoux.	170
Bobines électriques montées en dérivations et en tension selon le système de M. Gustave Trouvé.	36
Bouquet de fleurs lumineuses.	204
Candélabres électriques pour l'éclairage mixte.	211 et 213
Candélabres vivants représentés à l'Eden-Théâtre de Paris, par Bruet et Rivière, parés des bijoux électriques lumineux.	185
Canot électrique vu en coupe avec ses dispositifs électriques.	408
Canot de plaisance éclairé à la lumière électrique.	404
Canne-phare et canne-torpille.	193
Cautéres construits pour la perforation du tympan et pour le larynx.	315
Chaloupe électrique de M. Gustave Trouvé.	413
Chandeliers électriques représentant Don Quichotte et Méphistophélès.	210
Char de Neptune décoré électriquement, par M. Gustave Trouvé, pour une procession de fantoches à Valparaiso.	187

	Pages.
Collecteur Trouvé de la pile médicale à courant constant et continu.	103
Commutateur interrupteur de M. Gustave Trouvé.	215
Composition humoristique dessinée avec de simples traits, par M. Gustave Trouvé.	41
Compteur d'électricité.	245
Cylindre et système d'admission de la vapeur ou de l'air comprimé du premier oiseau mécanique de M. Gustave Trouvé.	481
Cystoscope électrique à fil de platine et cystoscope à lampe à incandescence.	307
Danseuse de ballet parée des bijoux électriques lumineux.	481
Danseuse parée d'une variété de bijoux lumineux.	175
Diagramme de fonction de deux batteries Trouvé au bichromate de potasse.	77
Diamants de la Couronne de France éclairés par la lampe électrique de M. Gustave Trouvé, dans les caveaux du palais du Louvre, au Ministère des finances, au moment de leur expertise officielle, en février 1887.	109
Diatomées obtenues par la photomicrographie électrique.	331
Dynamomètre d'absorption pour les petites forces avec moteur et diverses formes de compte-tours, 46. — Dynamomètre d'absorption par machine dynamo-électrique, 49. — Dynamomètre universel de distribution, 54. — Modèle définitif du dynamomètre d'absorption, 56. — Dynamomètre universel de la distribution.	57
Éclairage des liquides à culture microbienne.	449
Éclairage des liquides et des corps en suspension par les dispositions électriques de M. Gustave Trouvé.	339
Éclairage électrique, de M. Gustave Trouvé, pour l'étude des ferments.	341
Éclairage électrique du laboratoire maritime de Roscoff.	340
Éclairage sous-marin par la lampe électrique de M. Gustave Trouvé.	432
Électro-aimants et aimants, petits et très puissants, pour enlever de l'œil des parcelles de fer, de nickel, etc.	287
Électrode pour bains.	125
Électrode cystométrique.	124
Électrode laryngien.	122
Électrodes unipolaire et bipolaire de l'œil.	123
Électro-fraise.	144
Éléments de la pile de M. Gustave Trouvé.	69
Élément de zinc modifié pour pile à petit débit.	74
Epées étincelantes dans le duel de <i>Faust</i>	173
Étincelle à air libre comparée à l'étincelle de résonance.	132
Éventail électrique entouré de plumes d'autruche.	167
Explorateur-extracteur électrique des corps étrangers ayant pénétré dans les tissus organiques.	257
Flambeau d' <i>Ascanio</i> , vue et coupe.	190, 192
Flotteur-propulseur de M. Gustave Trouvé.	461
Fraiseur à archet.	145
Fusils à feu électrique à deux coups de MM. Gustave Trouvé et Léon de Rigaud.	435
Fusil électrique de M. Gustave Trouvé.	434
Galvano-cautères divers de M. Gustave Trouvé.	314
Galvanomètre vertical, 104. — Galvanomètre horizontal.	104

	Pages.
Gastéroscope électrique à fil de platine et gastéroscope à lampe à incandescence.	303
Gouvernail-moteur-propulseur de M. Gustave Trouvé.	397
Guidon électrique pour la chasse dans les forêts.	437
Gyroscope électrique pour la démonstration visible du mouvement de la Terre, 450. — Gyroscope sans alidade ni lunette astronomique pour la vérification des boussoles marines, la détermination pratique de la méridienne et l'évaluation de la latitude du lieu d'observation, 453. — Gyroscope avec alidade et lunette astronomique pour les mêmes expérimentations.	456
Hélice adaptée à un faux gouvernail en avant du premier : premier système de direction et de propulsion, 394. — Hélice adaptée à un faux gouvernail en arrière du premier : second système de direction et de propulsion.	395
Hélice nouvelle de M. Gustave Trouvé, 417. — Détails de sa construction. 419. — Expériences faites en 1867 sur les hélices aériennes.	420
Hélicoptère et aéroplane électriques de M. Gustave Trouvé.	426
Installation électrique dans une maison (plan).	214
Installation téléphonique domestique.	372
Interrupteur à mouvement d'horlogerie.	408
Lampes électriques minières, carrées et rondes.	241
Lampe électrique sous-marine utilisée au canal de Suez en 1885.	233
Lampes électriques de travail avec réflecteur pour abaisser la lumière et la renvoyer dans toutes les directions.	208 et 209
Lampe électrique universelle dans ses divers fonctionnements, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227.	229
Lanterne de voiture éclairée par la lampe électrique universelle.	230
Lustre vivant composé de danseuses parées de bijoux électriques lumineux.	172
Machine à vapeur construite avec un couteau, une boîte à poudre de chasse et des épingles à cheveux, par M. Gustave Trouvé.	4
Machine Carré actionnée par le moteur Trouvé.	129
Machines à courants alternatifs et à courants continus agissant au contact magnétique, 248.	240
Machine dynamo-électrique de démonstration, avec dynamo placée sur la partie supérieure, 61. — Même machine avec dynamo placée à gauche du pied de l'appareil.	63
Machine Wimshurst mue par un moteur Trouvé.	128
Maison natale de M. Gustave Trouvé à La Haye-Descartes (Indre-et-Loire).	7
Mécanisme intérieur du lapin électro-mobile, 159. — Coupe de la bobine et du mousqueton du lapin électro-mobile.	160
Mécanisme intérieur du turco électro-mobile, 161. — Coupe très agrandie de la bielle qui fait agir la mâchoire du turco électro-mobile.	162
Microphones cylindriques pour recevoir les bruits faibles et saccadés et pour percevoir les vibrations sonores, 377. — Microphone simplifié, 378. — Microphone perfectionné pour les recherches de physiologie expérimentale.	379
Mondaine parée d'un phare et d'un bouquet de corsage électriques lumineux.	179
Montre télégraphique militaire, 353. — Cadran de cette montre.	354

	Pages.
Monture des lampes à incandescence selon le système de M. Gustave Trouvé.	246
Moteur à deux bobines et à deux batteries pour les bateaux électriques, 398. — Moteur à quatre bobines et à quatre batteries pour les bateaux électriques.	398
Moteur électrique pour la marche en avant et la marche en arrière dans le système de navigation électrique de M. Gustave Trouvé.	396
Moteurs électriques pour actionner les roues à aubes indépendantes.	399
Moteur électrique de M. Gustave Trouvé, à bobines de Siemens et à joues excentrées, 34. — Coupe verticale et projection horizontale du moteur, 35. — Coupe verticale de la bobine Siemens, 35. — Perspective de ce moteur, 35. — Perspective de ce moteur à deux bobines.	35
Moteur électro-sphérique, 39. — Même moteur à deux mouvements combinés, 40. — Vue en plan de l'armature du moteur électro-sphérique.	41
Moteur électriqueversible.	43
Moteur électrique, genre Gramme, imaginé par M. Gustave Trouvé.	143
Moteur Trouvé monté sur colonne.	146
Moteurversible ou machine magnéto-électrique de M. Gustave Trouvé.	37
Moulin à marionnettes mù par le vent, construit par M. Gustave Trouvé, à l'âge de six ans.	6
Mousqueton porte-clefs et petit mousqueton, 231.	232
Muscle artificiel imaginé par M. Gustave Trouvé.	381
Navigation électrique. — Expérience faite à Paris, au pont Royal, le 26 mai 1881.	386
Oiseaux mécaniques de M. Gustave Trouvé, 472, 481. — Dispositions pour le départ de l'oiseau.	485
Orygmoscope pour l'inspection des couches géologiques traversées par les sondes exploratrices.	319
Otoscope électrique de MM. le docteur Hélot et Gustave Trouvé.	343
Parleur manipulateur-récepteur militaire.	352
Phœbus-Apollon et le flambeau du Génie dans le ballet d' <i>Ascanio</i> , à l'Opéra.	189
Photophore électrique frontal du docteur Hélot et de M. Gustave Trouvé.	148
Photophores électriques de MM. Gustave Trouvé et docteur Hélot. — Divers modèles, 321, 323, 324, 342, 343.	314
Photophore micrographique.	329
Pile à faible débit, avec modèle à vase poreux et à deux liquides.	81
Pile ou batterie portative à grande surface.	70
Pile armée et développée de la trousse médicale électrique.	118
Pile au cuivre de Callaud modifiée par M. Gustave Trouvé.	92
Pile constante et à grand débit.	67
Pile de poche avec deux ou trois éléments.	91
Pile hermétique à renversement.	90, 254
Pile humide de 500 couples.	87
Pile humide enfermée dans un vase de verre.	83, 356
Pile humide montée en colonne.	86
Pile marine ou radeau-pile de M. Gustave Trouvé.	464
Pile militaire, de M. Gustave Trouvé.	85, 357
Poignées variées pour appareils électro-médicaux des systèmes de M. Gustave Trouvé.	120

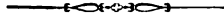
	Pages.
Poisson rendu lumineux par les polyscopes de M. Trouvé.	305
Polyscope à essence de pétrole.	289
Polyscopes électriques à fil de platine et à lampe à incandescence pour l'examen de la bouche, du larynx, des fosses nasales et des cavités facilement accessibles.	311, 312, 313
Polyscopes électriques de M. Gustave Trouvé.	296, 297
Polyscope à lampe à incandescence pour l'examen de l'âme des canons, l'intérieur des obus, des tonneaux.	317
Polyscope simple et polyscope double.	300
Pompe de compression actionnant les sirènes à vent.	406
Pompe à incendie construite dans une boîte à sardines, par M. Gustave Trouvé, à l'âge de sept ans.	5
Porte-caustique universel.	123
Poste téléphonique à deux fils et à double pile.	374
Poste micro-téléphonique.	383
Presse-papier électro-mobile.	163
Radeau-pile de M. Gustave Trouvé; son mode d'installation.	464
Recherche d'une fuite de gaz au moyen des appareils de M. Gustave Trouvé et du photophore frontal Hélot-Trouvé.	229
Recherche des blessés après les combats, à l'aide de la lampe électrique universelle.	243
Résonnateur en fil de fer placé à quelque distance des conducteurs des machines statiques, 131. — Résonnateur placé en regard des mêmes conducteurs.	131
Rectoscope à fil de platine.	309
Révéléateur électrique des projectiles dans les plaies.	255
Rhéostat de M. Gustave Trouvé.	301
Sac-pile et sa bobine pour la télégraphie militaire.	350
Schémas successifs des traits linéaires employés par M. Gustave Trouvé dans ses dessins d'animaux.	12
Signal de sûreté, sous formes de sphère ornementale, de médaillon et de montre, 195. — Signal universel à main ou canne de sûreté, en trois modèles.	196
Siguora Zanfretta, avec ses parures de bijoux lumineux, dans les ballets du théâtre du Châtelet et de l'Éden-Théâtre, à Paris.	182, 183
Sirène électrique de M. Gustave Trouvé, 405. — Sirènes à vent, à pavillon droit et à pavillon coudé, 406. — Sirène à vapeur, à pavillon droit.	407
Sphère-sirène de M. Gustave Trouvé.	194
Sonde exploratrice des plaies.	255
Sonde exploratrice et révélatrice de l'œsophage et de l'estomac pour la recherche des objets métalliques tombés dans ces organes.	285
Stomatoscope électrique pour voir les dents par transparence.	312, 313
Stomaco-laryngoscope électrique à fil de platine et à lampe à incandescence.	310, 311
Style indicateur des intermittences de l'interrupteur d'induction.	110
Sustentation aérienne. — Appareil du système de M. Gustave Trouvé.	488
Tarière exploratrice des plaies.	257
Télégraphie militaire en action.	348
Téléphone à membranes multiples, 365. — Téléphone avertisseur du	

	Pages.
capitaine Perrodon, construit et modifié par M. Gustave Trouvé.	367
Torpilleur découvert à l'aide des projecteurs électriques de M. Gustave Trouvé.	431
Transmetteur microphonique de MM. Trouvé et Dunand.	382
Trembleur interrupteur de la bobine de la trousse médicale électrique.	119
Trembleur téléphonique de M. Gustave Trouvé.	369, 370
Trousse médicale électrique.	117
Utéro-uréthroscope à fil de platine.	308
Yacht électrique de M. le baron de Boucheporn : épure de M. Normand du Havre.	415

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS PROPRES CITÉS



NOTA. — Les titres des journaux, revues, etc., auxquels nous avons fait des emprunts, les noms de pièces de théâtre, des navires, des ballons, etc., sont en italique.

Pages.	Pages.
Abadie (Dr). 124.	Alvergniat. 295.
Abilly. 8.	Amérique. VI. VII. XVI. 16. 359. 364.
Académie de médecine de Paris. VIII.	Ampère. 19. 24. 106. 141.
IX. 8. 107. 113. 254. 277. 280. 281.	Amussat (Dr). 306.
284. 294. 320. 495.	Andrade (lieutenant-colonel d'). 320.
Académie des sciences de Paris. VIII.	Andrieux. 260.
IX. X. XI. XII. XIV. 25. 32. 33. 73.	Angers. VIII. 9.
107. 114. 130. 143. 148. 236. 239.	Angleterre. VI. VII. 20. 219. 359. 402.
240. 241. 261. 318. 320. 335. 338.	Anvers. 329.
339. 341. 342. 364. 366. 391. 412.	<i>Applications de l'Electricité</i> . 419.
418. 421. 425. 433. 437. 438. 455.	Arago. 19. 340. 447.
457. 481. 482. 487. 495.	Archereau. 49.
Académie des sciences de Saint-Peters-	Archimède. VII.
bourg. 20. 389. 451. 457.	Arcueil-Cachan. 202.
<i>Académie Nationale</i> . VII.	Aréopage. 443.
Achard. 15.	Argenteuil. 153.
Adelmann. 286.	Aristote. 442.
Airy. 459.	Armeateros (Fernandez de). 276.
Alem. 198.	Arnoux. 130. 132.
Alfort. 295. 306.	Arnoult Thenard. 21.
Algérie. 351.	Arsonval (d'). 19. 21. 58. 59. 70. 71. 72.
Allemagne. VI. 293. 306. 359.	<i>Ascanio</i> . 153. 186. 188. 189. 190. 192.
Allevard. 32.	194. 240. 242.

	Pages.		Pages.
Association américaine pour l'avancement des sciences.	27.	Boileau.	28.
Athènes.	361.	Boillot.	21.
Athènes.	443.	Boisdeffre (de).	198.
Atlantique (Océan).	388. 463. 468.	Bouant (Emile).	364.
Auber (rue).	361.	Bouchet (de Lyon).	280.
Auvergne.	361.	Boucheporn (marquis de).	385. 414. 415.
Avenir d'Indre-et-Loire.	VIII.	Boudet (Dr).	19.
Babylone.	442.	Bouley.	320.
Bacon (Roger).	326.	Boulogne.	388.
Baille.	19.	Boulogne (bois de).	389. 391.
Ballu.	447.	Bourbouze.	49. 62.
Banville (Théodore de).	171.	Bourdon.	482. 483.
Banyuls.	339. 340. 463.	Bourgeois.	393.
Barbe.	146.	Bourgogne.	336. 337.
Barbier (baron).	188.	Bourret (Dr).	277.
Bardet (Dr).	19. 64. 95. 345.	Boyer (H. de).	379. 380.
Barral.	20.	Brasseur.	170.
Barral (J.-A.).	23.	Breguet.	19. 351. 352.
<i>Barral (Journal)</i> .	VII.	Breguet (A.).	84.
Barre du Parcq (de la).	362.	Brésil.	38.
Bartholoni.	217.	Breslau.	291.
Basset.	283.	<i>Bretagne (la)</i> .	403.
Bastille (la).	292.	Bruck.	291.
Baye.	19.	Bruet.	153. 185.
Beaumont (Élie de).	482.	Bunsen.	19. 65. 140. 299. 335. 391.
Beauvoir (le marquis de).	228.	Cadresco (Corneille).	230.
Beccaria (P.).	18.	Callaud.	92. 95. 96. 99. 299.
Béclard.	IX.	Callot.	10.
Bequerel (César).	IX. 19. 20. 65.	Cance.	19.
Bequerel (E.).	260. 437.	Caselli (l'abbé).	19.
Belfort.	X. 240.	Cardan.	47. 448. 454.
Belgique.	369.	Carnot (Président de la République française).	259.
Bell (Graham).	XV. 19. 31. 33. 363. 364. 365. 366. 371. 373. 374. 375. 493.	Carnot (Adolphe).	197.
Bellot.	228.	Carré (M ^{me}).	2.
Berger (professeur Paul).	251. 264. 273. 274. 277.	Carré.	60. 127. 128. 129. 130. 414. 448
Berlin.	15. 17. 171. 172.	Carrier-Belleuse.	260.
Bernard (Claude).	9. 21. 70. 117. 280.	Cayroches (Dr).	280.
Bert (Paul).	19. 260.	Cerviotti (Dr).	263.
Berthaud (E.).	198.	Chalais-Meudon.	423.
Berthelie.	170.	Chambertin.	153.
Berthelot.	19. 21. 240. 318.	Champagne.	402.
Beuf.	84. 452.	Chaptal (collège).	362.
Bilin.	330.	Charente (département).	154. 155.
Biron (maréchal de).	292.	Charité (hôpital).	294.
Bohème.	330.	Chassevent (C.).	232.
		Château-Laffitte.	153.
		<i>Château de Tire-Larigot</i> .	169.
		Châtelet (théâtre).	153. 171. 172. 182.

Pages.	Pages.
<i>Chat Noir (le)</i> . 186.	Curtis (D ^r). 261.
Chatou. 186. 188.	Cussens. 18.
Chaudron. 138. 140.	<i>Daily Chronicle</i> . 183.
Cherbourg. 412.	<i>Daily News</i> . 180.
Chevreul. XIV. 333. 334.	<i>Daily Telegraph</i> . 180.
Chili. 188.	Dampierre (de). 401.
<i>Chilperic</i> . 153. 174. 177. 178. 180.	Danemarck. 201.
Chine. 385. 410. 411. 412.	Daniell. 49. 66. 82. 83. 84. 88. 89. 95. 96. 140. 253. 356. 357. 358.
Chinon. VIII. 9.	Dary (Georges). 25. 68. 386. 388. 389. 393. 402. 422.
Christoffle (Charles). 19.	Daubrée. 260.
Cicéron (Marcus Tullius). 14.	Daubrée (M ^{me}). 260.
Clamond. 140.	Dauphin. 198. 201. 202. 203.
Clarke. 106. 139.	Dauphin (M ^{me}). 200.
Claudot (D ^r). 283.	Dauphin (M ^l). 200. 201.
Clausius. 19.	Davy (Humphry). X. 18. 239. 463.
Clédat (de Lavigerie). 171.	<i>Débats (Journal des)</i> . 195.
<i>Clermont (le)</i> . 388.	Defauconpret. 198.
Cléry (Léon). 260.	Déhérain. 362.
Cluny (Musée de). 447.	Déjazet (théâtre). 172.
<i>Cognomologie</i> . 14.	Delafosse. 18.
Colladon. 19.	Delaporte. 19.
Collège de France. 58. 71.	Deleuil. 19. 20.
Collin (d'Alfort). 277. 282. 295. 306.	Δελτίον της εστίας. VII.
Compagnie générale transatlantique. 459.	Deprez (Marcel). 49. 34. 402.
Compagnie parisienne du gaz. X. 223. 238. 240.	<i>De revolutionibus orbium caelestium</i> . 443.
Concorde (place de la). 49.	Descartes. 9. 328. 462.
Concorde (pont de la). 385. 386.	Descloiseaux. 197.
Condorcet. 16.	Desormes. 174.
Congrès des sciences de Toulouse. XIV. 334.	Dey d'Alger. 201.
Congrès international des électriciens de 1884. 24.	<i>Dictionnaire d'Electricité et de Magné- tisme</i> . 449.
Congrès international des électriciens de 1889. 31. 60. 107. 127. 466.	Digne y frères. 19.
Conservatoire des Arts-et-Métiers. 449. 481.	<i>Discours de la Méthode</i> . 462.
Constans. 260.	Doguin. 236.
Copernic. 443.	Dubois. 447.
Coquelin. 169.	Du Bois-Raymond. 17.
Cornelis van Drebbel. 327.	Dubosq. 19.
Cornet. 283.	Duchemin. 463.
Cornu. 366.	Duchemin (colonel). 473.
<i>Cosmos</i> . 467.	Duchenne (de Boulogne). 19. 107. 381.
Coudray. 276.	Ducretet. 19.
Coulomb. 19. 24.	Ducrot (général). 361. 362.
Crocé-Spinelli. 424.	Dufay (de) 16.
Crusell. 133. 291.	Duhamel. 16.
	Dujardin-Beaumetz. 19. 320.
	Dulong. 59.
	Dumas (J.-B.). VII. 260.

Pages.	Pages.
Dumont (Georges). 449.	Faraday. 19. 24. 65. 106. 130.
Dumoret. 283.	<i>Farandole (la)</i> . 171.
Dunaud. 375. 381. 382. 383.	Faure. 19
Dupont (Paul). 228.	<i>Faust</i> . 172. 173.
<i>Echo (the)</i> . 182	Favret. 431.
Ecole centrale des arts et manufactures. 232. 279. 294.	Favre, 19, 253.
Ecole de médecine de Paris. 294.	Faye (M ^{me}). 260.
Ecole dentaire de Paris. 136.	Félizet (D ^r). 280. 286.
Ecole des arts et métiers d'Angers. VIII. 9.	Ferrand (Elie). 155. 156.
Ecole des mines. 197. 201.	Ferry (Jules). 259.
Ecole polytechnique de Paris. 30. 136. 283. 358.	<i>Figaro (le)</i> . 240.
Ecole vétérinaire d'Alfort. 295. 306.	Figuier (Louis). 287. 466. 489.
Eden-Concert. 185.	Fitch. 388.
Eden-Théâtre. 153. 183.	Flammarion (Camille). 260. 287. 294. 462.
Edison. VII. X. 19. 27. 161. 239. 480.	Flammarion (M ^{me} Camille). 260.
Egypte. 442.	Flammel (Nicolas). 447.
Eihei. 188. 448.	Fleming. 19.
<i>Electrical Review</i> . 77.	Florence. 327.
<i>Electrician (the)</i> . VII.	Folies-Bergère. 153. 174. 175.
<i>Electrician's Directory (the)</i> . VII.	Fontainebleau. 188. 358.
<i>Electricidad (la)</i> . VII.	Fouvielle (W. de). 19.
<i>Electricien (l')</i> . 77. 194.	Foucault (Léon). IX. 19. 111. 441. 445. 446. 448. 449. 451. 485.
<i>Electricité (l')</i> . VII. 292. 294.	Fourier. 23.
Elkington. 20.	Fournaise. 186.
Empire theater, 453. 171. 177. 180.	<i>France (ballon la)</i> . 423.
<i>Encyclopédie contemporaine</i> . VI.	<i>France (journal la)</i> . 174.
Enregistrement et domaines (adminis- tration). 197. 198.	Francfort-sur-Mein. 293. 304.
Epinal. X. 240.	Franklin. 16. 18. 245. 247.
<i>Era (the)</i> . 176.	Frébault (général). 362.
<i>Eros</i> . 403.	Freycinet (de). 259.
Escribe. 198. 201.	Froment. 19. 143. 146.
Espagne. VI. 331.	Fulton. 388. 468. 469.
Espitalier. 467. 469. 476. 480.	Fumat. 239.
Etats-Unis. 239. 494.	<i>Funny Folks</i> . 184.
Eure (rivière). 401.	<i>Gabrielle</i> . 403.
Exposition d'électricité de 1881. 26. 390. 396. 423.	Gadot (Paul). 19.
Exposition universelle de Paris de 1867. 42. 433. 449.	Gaiffe. 19. 106.
Exposition universelle de Paris de 1889. 5. 30. 414. 423.	Gaillard. 188.
Exposition universelle de Vienne de 1873. 31. 293.	Galilée. 297. 308. 317. 318. 320. 326. 327. 443. 444. 469.
Faculté de médecine de Paris. 306. 428. 466.	Galle. XII. 37. 62. 397. 399.
	Gallet. 188. 194.
	Gallezowski (D ^r). 124.
	Galvani. 16. 18.
	Gambetta 259.
	Garcia. 452.
	Garde-meuble (le). 204.

Pages.	Pages.
Garibaldi. 255.	Guet (André). 217.
Gariel (Dr). 19. 294. 295. 306. 466.	Guillemin (Amédée). 19.
Garnier. 260.	Guyon (professeur). 251. 261. 262. 295. 306.
Garonne (fleuve). XIV.	Hallé. 116.
Gassiot. 86.	Hardy. 19. 294.
Gaugain (II.). 19. 23.	Haüy (l'abbé). 18.
Gaulard. 49.	Havre (le). 403. 414. 415.
Gautier (Théophile). 171.	Hawkbée. 15.
Gavarret (Dr). IX. 19. 113. 254. 294.	Heider. 133. 291.
<i>Gazette des départements</i> . VII.	Helmoltz. 19.
<i>Gazette de Jassy</i> . 230.	Hélot (Dr). 148. 229. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 328. 329. 330. 331. 342. 343. 344.
<i>Gazette des hôpitaux</i> . 380.	Hertz (Dr). 130. 131.
Geissler, 43. 119. 295.	Hervé de Lavour. 306.
Genève. 20. 431.	Heurck (Dr Henri Van). 328. 329. 330.
<i>Génie civil (le)</i> . 84. 132. 194.	Heurtebise. 318.
Gibbs. 19.	<i>Hygiène para todos (la)</i> . VII.
Gijou. 331.	Hipp. 19.
Gilbert. 15.	<i>Histoire des mathématiques</i> . 442.
Gillard. 146.	<i>Histoire d'un Inventeur</i> . 492. 495.
Gilet de Grandmont. 124.	Hollande. 219. 229.
Gilet et fils. 318.	Horace. 493.
<i>Globe (the)</i> . 174.	Hospitalier. 73. 77. 371.
Glæsener. 19.	Hubert (l'abbé). 15.
Gobelins (les). 204.	Hughes. 19. 375. 376. 377.
Gordon (P.) 15.	Huot (Anatole). VI.
Gosselin. 224.	Hutton. 473.
Goths. 181.	Huxley. 376.
Goubaux. 286.	<i>Hypnotiseur (l')</i> . 169.
Goupil. 473.	Iles Britanniques. 388.
Gover. 374.	<i>Illustrated sporting and dramatic news</i> <i>(the)</i> . 176.
Govi (professeur). 326.	<i>Illustration (l')</i> . 196. 199.
Gradeluc. 174.	Indes (les). 16. 412. 442.
Gramme. 19. 43. 58. 59. 73. 106. 139. 143. 247. 249. 401. 408. 425. 453.	<i>Indisch Mercur</i> (De). VII.
Grand-Hôtel. 262.	Indre-et-Loire. II. VIII. 27.
Granger (Clarisse). 3.	Institut de France. 30. 59. 253. 338. 362. 418. 448. 449. 455. 463. 480.
Granville. 10.	<i>Invention</i> . VII.
<i>Graphic (the)</i> . 184.	Inzani. 273.
Gray (II.). 171.	Italie. VI.
Grèce. VI.	Jablochkoff. 19.
Greffé des prud'hommes de la Seine. 43. 121.	Jacobi (de). 19. 20. 389. 409. 451. 457.
Grenet. 72. 236. 237.	Jalabert. 15.
<i>Grenouille (la)</i> . 172.	Jamin. 19. 30. 143. 240. 294. 341.
Grey. 18.	Jassy. 230.
Grothus. 65.	Jean-du-Pont. 327.
Grove. 19. 389.	
Guéricke (Otto de). 16.	
Guérin (Aurèle). 358. 361.	

Pages.	Pages.
Jeannetaz. 197.	Livry. X. 240. 317.
Jenkin. 19.	<i>Lloyd's</i> . 179.
Joubert. 19. 130. 446.	Loches. 2. 228.
Jouffroy (marquis de). 385. 388.	Lodge. 132.
Joule. 133. 142. 291.	Læwenberg (Dr). 315. 316.
<i>Journal of the Franklin Institute of the state of Pennsylvania</i> . 245.	Lombards. 447.
Julien (Dr Louis). 251. 276. 277.	<i>London Figaro (the)</i> . 181.
Karcoff. 291.	Londres. VII. 20. 153. 171. 175. 176. 177. 180. 375. 403.
Kauffmann (Paul). 241.	Louis. 17.
Képler. 443. 468. 469.	Louvre (palais du). 196. 412.
<i>Kéran-le-Tétu</i> . 169.	Lozère. 280.
Knapp. 322.	Luchon. 155. 281.
<i>Korriqan</i> . 403.	<i>Lumière électrique (la)</i> . 132. 194.
Krebs. 423.	Lussana. 273.
Labbé (Dr Léon). 277. 280. 283. 284. 286.	Luuyt. 197.
Lacaze-Duthiers (de). XI. 148. 335. 338. 342. 463.	Lycée Charlemagne. 230.
Ladrey de Lacharrière. 283.	Lyncéens. 327. 328.
<i>Lady's Pictorial</i> . 178.	Madagascar. 438.
La Fontaine. 482.	Magdebourg. 16.
La Haye-Descartes. II. VIII. 2. 6. 7.	Magnin. 260.
Laillier (Dr). 145. 295.	Magnin (M ^{lle}). 260.
Lambert (général). 260.	Maillot (porte). 362.
Lamy. 284.	Malaisie. 412.
Lariboisière (hôpital). 272. 274. 275. 277. 306.	Mahez (Dr). 306. 361.
Larrey (Dr Baron). 261. 286.	Manceron (commandant). 317.
Latimer-Clark. 19.	Marc (Lucien). 196.
Launay (Fernand de). II.	Marchant (Dr Gérard). 269.
Laur (François). 276.	Marcilhac (de). 198.
Laur (fils). 276.	<i>Margaret</i> . 403.
Lavergne (Dr). 281.	Mariaud (Dr). 283.
Lazarevic. 291.	Mariano de Carvalho. 320.
Lebon (Philippe). 468. 469.	Marié-Davy. 16.
Leclanché. 19. 140.	Marine de l'État. 238. 476. — italienne. 240.
Le Dentu. 277. 306.	Marne (rivière). 186. 403.
Legros. 19. 116.	Maroc. 385. 416.
Leipzig. 16.	Marsault. 239.
Le Normand. 388.	Marschall (John). 133. 291.
Lepaute (Henri). 19.	Marseille. 253. 376. 403.
Leroy de Méricourt. 286.	Mascart. 19. 448.
Lesseps (Ferdinand de). 260. 432.	Masson. 107.
Leyde. 16.	Matteuci. 18.
<i>Liberté (la)</i> . 38. 424.	Mauriac. 19.
Ligue de l'Enseignement. 334.	Maxwell. 19.
Lippmann. 412. 418.	Meaupac. 335.
Lister. 284.	Méditerranée. 16. 463.
Littre. 468.	Meissonnier. 260.
	Mende. 280.

Pages.	Pages.
Menessier. 288.	Nantes. (Edit de). 15. 17. 403.
Ménier. 388. 403.	Napoléon I ^{er} . 388.
Mergier (D ^r). 428.	Napoléon III. 433.
Meritens (de). 19.	<i>National (le)</i> . 409.
<i>Merveilles de la Science (les)</i> . 466.	<i>Nature (la)</i> . 194. 371.
Meyerbeer. 20.	Navier. 472. 475.
<i>Microbe</i> . 403.	<i>Navigatio électrique (la)</i> . 68. 422.
Middeldorff. 21. 133. 135. 291.	Necker (hôpital). 261. 262. 295.
Mildé. 19.	Neef. 107.
Milet. 15.	Nélaton. 253. 258. 261. 265. 273.
<i>Mille et une nuits</i> . 188.	Nelson (Edward). 329.
Miller. 388.	Nemrod. 489.
Milliot (Dr). 251. 261. 291.	<i>Neptune</i> . 153. 186. 187. 188.
Ministère de la Guerre. 244.	Néron. 326.
Ministère de la Marine. 432.	Nerville (de). 130.
Ministère des Finances. 196. 197. 198. 199.	Neuilly-le-Brignon. 8.
<i>Modern Society</i> . 184.	Néva. 389. 409.
Moigno (l'abbé). 19. 429.	<i>News of the World</i> . 178.
<i>Moïse</i> . 20.	Newton. VII. 43.
Moitessier (Dr). 330.	New-York. VII. X. 234. 242.
Molière. 8.	Niaudet. 84.
Molin. 389.	Nicolas (czar). 389.
Molteni. 19. 336. 337.	Nil. 16.
Monaco. 388.	Nobili. 18.
Moncel (comte Th. du). 19. 59. 449.	Nollet (l'abbé). 16.
<i>Monde Illustré (le)</i> . 243. 244. 482. 483. 488.	Normand. 414. 415.
<i>Mondes (les)</i> . VII. 121. 463.	Notre-Dame. 376.
<i>Mondes Invisibles (les)</i> . 335. 336. 337.	Observatoire de Cordoba. 84. 452.
Monnaie (la). 197. 201. 202. 203. 342.	Observatoire de Paris. 82. 84. 259. 294 429. 455. 457. 462. 464.
Montaigu (comte de). 403.	Œrstedt. 19.
Montesquieu (rue). 1.	Œsi (prince). 328.
Montmorency (rue de). 447.	<i>Officiel (Journal)</i> . 482.
Montucla. 442.	Ohm. 19. 22. 23. 24. 141. 142.
Morgan. 239.	Onimus (Dr). 19. 107. 113. 114. 116. 380.
<i>Morning Advertiser</i> . 175.	Opéra (de Paris). 25. 153. 162. 171. 188. 189. 491. 492. 494. 240.
<i>Morning News</i> . 173.	Oppenheim (baron d'). 403.
<i>Morning Post</i> . 180.	Pacifique. 410.
Morse. 19. 351. 352. 358. 403.	Paciotti. 301.
Mouchez (amiral). 294. 429. 457. 462. 464.	Page. 19.
Mozambic. 320.	Palais de l'Industrie. 261.
Mueseler. 239.	Palais-Royal. 1.
Müller. 293.	Palissy (Bernard de). 468. 469.
Münich. 19.	<i>Pall Mall Gazette</i> . 180.
Museum. 197. 201.	Palmieri. 19.
Musschenbrock. 16. 18.	Panthéon. 415.
Nabat (de). 400. 461. 463.	<i>Panthéon (the)</i> . VII.
Nabat (M ^{me} de). 186.	
<i>Naiade</i> . 403.	

	Pages.		Pages.
<i>Panthéon de la Légion d'honneur (le)</i> .	VII.	Prony.	44.
<i>Panthéon de l'Industrie (le)</i> .	VII.	<i>Prophète (le)</i> .	20.
Papin.	468. 469.	Prussiens (les).	483.
Parc Saint-Maur (Observatoire du).	448.	<i>Prystham Shandy</i> .	14.
Parmentier (général).	260.	<i>Publicidad (la)</i> .	VII.
Parroy (Henri).	239.	Puy-de-Dôme.	447.
Parville (Henri de).	19. 195.	Pythagore.	442.
Pascal (Blaise).	447. 494.	<i>Queen (the)</i> .	184.
Pas-de-Calais.	388.	Rabelais.	9.
Patay.	263.	Raphaël.	13.
Patenôtre.	416.	Raspail.	20.
Payerne (Dr).	393.	Raspail (Benjamin).	202.
Péan (Dr).	295.	Raymond (Dr Maurice).	306.
Pedro de Alcantara (S. M. dom).	38.	Rebold.	49.
Pékin.	412.	Récamier (J.).	283.
Péligot.	341.	Reiss.	443. 444.
Penaud.	475.	Remak.	19.
Pereire.	388.	Renaissance (la).	443.
Périer.	447.	Renard (commandant).	423. 473. 475. 476. 480.
Périer (professeur).	228. 251. 274. 275. 277. 280.	Renault.	383.
Pernelle.	417.	République Argentine.	452.
Perinelle (de).	438.	<i>Revista de terapeutica y farmacologia</i> .	VII.
Perrin (Dr).	426. 251. 263.	<i>Revue clinique d'oculistique</i> .	148. 322.
Perrin (lieutenant).	455.	<i>Revue d'Artillerie</i> .	366.
Perrodon.	363. 366. 367. 369. 370.	<i>Revue des sciences</i> .	195.
<i>Petit Moniteur universel (le)</i> .	424.	Reynier.	86.
Peyrot (Dr).	251. 275. 276. 277.	<i>Reynold's</i> .	184.
<i>Phébus-Apollon</i> .	188. 189.	Rhin (le).	293. 328.
Philolaüs.	442. 443.	Richet (professeur).	251. 260. 262. 263.
Pictet (Raoul).	19. 24.	Rieu (colonel).	260.
Pietkiewicz (Dr).	217.	Rieu (M ^{me}).	260.
Pitié (hôpital de la).	281. 283.	Rigaud (Léon de).	434. 435. 436.
Pitié (général).	260.	Riousse.	402.
Pixii.	19.	Ripault. (Le).	X. 240. 317.
Planté (Gaston).	19. 21. 86. 110. 240. 299. 316. 391. 429.	Ritt.	188. 194.
Poggendorff.	67. 72. 236. 237.	Rive (de la).	20.
Poisson.	23.	Rive (Lucien de la).	130.
Polaillon (Dr).	280. 281. 284. 285. 286. 287.	Rivière.	153. 185.
Pontoise.	447.	Roche.	283.
Pont-Royal.	385. 391. 429.	Roguet.	447.
Potoki (comte).	228.	Rome.	14.
Pouillet.	19. 23.	Roscoff.	339. 340. 463.
<i>Poule aux œufs d'or (la)</i> .	153. 172. 182.	Rossini.	20.
Préault (marquis de).	403.	Rothschild (baron de).	228. 388. 403.
Préfecture de la Seine.	238.	Rouen.	322. 403.
<i>Presse (la)</i> .	276.	Roumanie.	230.
		Ruhmkorff.	19. 106. 117. 119. 132. 391.

Pages.	Pages.
Rumford. 18.	Société d'Encouragement. 230. 231.
Ruolz. 20.	Société de Physique de Francfort-sur-Mein. 304.
Russie. 389.	Société Française de Physique. 58, 77, 107. 130. 193. 306.
Rysselberghe. 19.	Société Internationale des Electriciens. 130.
Saint-Etienne. 240.	Société Médicale de Francfort-sur-Mein. 304.
Saint-Jacques (Tour). 446. 447.	Société Royale de Londres. 26. 375.
<i>Saint-Joseph</i> . 403.	<i>Society</i> . 178.
Saint-Lazare. 276.	Socrate. 443.
Saint-Louis (hôpital). 145. 295.	<i>Soir (le)</i> . 173.
Saint-Petersbourg. 123. 291.	Sorbonne (la). 30. 294. 339. 342. 424.
Saint-Saëns. (Camille). 188.	Sourds-et-Muets. 283.
Saint-Thomas d'Aquin. 317.	Spencer. 20.
Salon des Beaux-Arts de Paris. 1889.	Spray. 283.
II.	<i>Stage (the)</i> . 176.
Salvétat. 20.	Stein (professeur Th.). 293. 304. 305.
Sapeurs-Pompiers de New-York. 231. 239.	Steinhell. 19.
Sapeurs-Pompiers de Paris. 234. 238. 240.	Sterne. 14.
Saône. 385.	Sue. 116.
Sarrazin. 130.	Suez. 232. 233. 432. 433.
Sauvage (Frédéric). 468. 469.	Suresnes. 153.
Savery (Thomas). 489.	Swan. VII. X. 19. 79. 164.
Say (H.). 403.	Symington. 388.
Schlesinger. 212. 217.	Tacite. 491.
<i>Science pour tous (la)</i> VII. 132. 194.	Tamise. 403.
<i>Scientific american</i> . VII. VIII.	Tenon (hôpital). 268.
Scoutteten. 19.	Terrier. 273.
Secchi (P.). 19.	Terrillon. 273. 274.
Segonzac. 154. 155.	Thalès. 15.
Seine (fleuve). 188. 385. 386. 388. 391. 403.	Thenard (Paul). 21.
Senarmont (de). 18.	Thibault. 473.
Sénégal. 16.	Thiéry. 273.
Serres. 136. 147.	Thomson. 19.
Serrin. 19. 336. 337.	Thomson (Sir W.) 19. 31.
Sevran. X. 210. 317.	Thornicroft. 383.
Sherwood. 26.	<i>Times (the)</i> . 179.
Sidos. 230. 231.	Tiphaine. 198.
Sieber. 403.	Tissandier (Gaston). XIII. 19. 73. 386. 423.
Siemens. 19. 33. 34. 106. 144. 391. 425.	Titien (le). 13.
Siemens (C. W.) 26. 27.	Tombouctou. 480.
Sivel. 424.	Toukin. 438. 456.
Société Anatomique. 273.	Topffer. 10.
Société de Biologie de Paris. 380.	Torri (M ^{re}). 188.
Société de Chirurgie de Paris. 264. 495.	Torricelli. 328.
Société de Médecine de Paris. 495.	Toul. X. 210. 317.
Société d'Emulation nautique. XIV.	
Société de Navigation aérienne. 424.	

	Pages.	Pages.
Toulouse. XIV.	425.	Victoria theater. 171. 172.
Toupet.	283.	Vienne. 31. 133. 291. 293.
Touraine.	2.	Vigouroux. 19.
Touroude.	198.	Villeneuve. 431.
Tours.	215.	Vince. 473.
Towne.	455.	Vinson. 283.
<i>Tractatus de Magnete.</i>	15.	Vivesaigues. 8.
<i>Traité d'électricité médicale.</i>	64.	Viviani. 444.
<i>Traité élémentaire des piles.</i>	84.	Vogt. 426. 427. 428.
<i>Travail (le).</i>	VII.	Volpicelli. 19.
Tresca.	449.	Volta. 16. 18. 24. 64. 65. 106. 137. 140.
Tresca (Gustave).	481.	463.
Trèves (commandant).	456.	<i>Voltaire (le).</i>
Tripier (Dr A.).	19.	Vulpian. 19.
Trouvé (Gustave). <i>Cité à toutes les</i>	<i>pages.</i>	Warren de la Rue. 86.
Trouvé (Jacques).	2.	Watson. 18.
Troyes.	402.	Wecker (Dr L. de). 124. 148. 322. 325.
Truand (Alfred).	331.	<i>Weekly Dispatch.</i>
Tyndall.	19.	<i>Weekly Times.</i>
Valois (rue de).	429.	Weiss. 428.
Valparaiso.	186. 187. 188.	Wheastone. 19.
Vanderheyem.	198. 200.	<i>Whitehall Review.</i>
Vanves.	262.	Whitehead. 393.
Varley.	19.	Wiedemann. 18.
Vaucanson.	XII. 14. 397. 399. 429.	Wimshurst. 127. 128. 130.
<i>Velléda.</i>	403.	Winckler. 16. 18.
Vertun.	X. 240. 317.	Wolff. 455.
Verminck.	403.	Wollaston. 32.
Verne (Jules).	169. 338. 403.	<i>XIX^e Siècle (le)</i>
Verneuill (professeur).	266.	Yachting Club. 402.
Versailles.	X. 240. 292. 317.	Zamboni. 88. 138.
Vichy.	126. 155.	Zanfretta (Signora). 153. 132. 183.
		<i>Zénith (ballon le).</i>
		424.

CABOT SCIENCE LIBRARY

CABOT

DEC 15 2003

BOOK DUE

CANCELLED
JAN 23 2004



This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.



3 2044 070 899 786