



VISITES ET ÉTUDES

DE S. A. I.

LE PRINCE NAPOLEÓN

AU PALAIS DE L'INDUSTRIE

OU

GUIDE PRATIQUE ET COMPLET

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1855

PREMIÈRE PARTIE

PARIS

PERROTIN LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE FONTAINE-MOLIÈRE, 41

1855

raire, par opposition avec l'aimant artificiel ordinaire en acier, qui est essentiellement permanent.

C'est donc un électro-aimant ou aimant temporaire qui se trouve au centre du cadran, et, quand le pendule redescend, sa chute est précipitée par l'attraction magnétique qui conspire avec la pesanteur ; mais à l'instant où le pendule passe juste au-dessus de l'aimant et à la plus petite distance, l'attraction réciproque devient assez forte pour soulever l'aimant lui-même et pour rompre sa communication avec la pile ; il est donc paralysé pour quelques instants, le pendule en profite pour s'éloigner, ayant ainsi le bénéfice d'une attraction favorable pendant la période descendante de l'oscillation, sans subir l'effet contraire d'une égale attraction pendant la période ascendante.

Une seconde et demie environ après la rupture du courant, un mécanisme mù par la pile elle-même se charge de rétablir la communication et par suite l'aimantation, que le pendule interceptera encore à son prochain passage, et ainsi de suite.

Il n'y a donc aucun contact matériel entre le pendule qui oscille et l'appareil qui lui communique le mouvement, et cependant ils sont dans une telle dépendance mutuelle, que l'un ne marche pas sans l'autre. Cette particularité n'a pas échappé à l'esprit pénétrant du Prince ; Son Altesse Impériale a adressé des compliments à l'auteur.

NEUVIÈME VISITE

CLASSE IX

INDUSTRIES CONCERNANT L'EMPLOI ÉCONOMIQUE DE LA CHALEUR, DE LA LUMIÈRE ET DE L'ÉLECTRICITÉ

PALAIS CENTRAL, GALERIES 1 A 15, DE H A N. — ANNEXE, SECTION DES PRODUITS
ENTRE LES PILES 48 ET 55. — ID. GALERIES.

Procédés ayant pour objet l'emploi des sources naturelles de chaleur ou de froid, de lumière et d'électricité. — Procédés ayant pour objet la production initiale du feu et de la lumière. — Combustibles spécialement destinés au chauffage économique. — Chauffage et ventilation des habitations. — Production et emploi de la chaleur et du froid pour l'économie domestique. — Production et emploi de la chaleur et du froid dans les arts. — Éclairage. — Phares, signaux et télégraphes aériens. — Production et emploi de l'électricité.

MEMBRES DU JURY :

MM.

- WHEATSTONE**, *président*, membre correspondant de l'Institut de France, professeur de physique au Collège Royal. ANGLETERRE.
- BABINET**, *vice-président*, membre de l'Académie des Sciences, astronome adjoint à l'Observatoire impérial de Paris. FRANCE.
- PÉCLET**, inspecteur général de l'instruction publique, professeur à l'École centrale des Arts-et-Manufactures, membre du Conseil de la Société d'encouragement. FRANCE.
- FOUCAULT**, physicien à l'Observatoire impérial de Paris. FRANCE.
- BECQUEREL**, (Edmond), professeur de physique appliquée, au Conservatoire impérial des Arts-et-Métiers. FRANCE.
- P. NEIL ARNOTT**, F. R. S., membre du jury en 1851. ANGLETERRE.
- DOCTEUR HESSLER** (Ferdinand), membre de l'Académie des sciences et professeur à l'Institut polytechnique de Vienne. AUTRICHE.
- CLERGET**, membre du Conseil de la Société d'encouragement, chef du bureau des primes à l'Administration des douanes. FRANCE.



La neuvième visite du prince Napoléon a nécessité deux longues séances pendant lesquelles une foule de savants et d'industriels français et étrangers ont accompagné Son Altesse Impériale, qui s'est longuement entretenue avec chacun d'eux, et qui se trouvait là sur ce terrain presque exclusivement scientifique que la plupart des membres de sa famille ont toute leur vie exploré avec une passion singulière, quand ils ne l'ont pas eux-mêmes enrichi de découvertes nouvelles.

Les nombreuses applications qui, depuis le commencement de ce siècle, ont si considérablement agrandi le domaine des sciences physiques, ont, on le pense bien, contribué pour une large part aux améliorations qui se sont successivement introduites dans l'emploi de la chaleur, de la lumière et de l'électricité; quelques-unes d'entre elles, par exemple la télégraphie électrique et la galvanoplastie, figurent à l'Exposition avec une splendeur de résultats si étonnante et une variété de caractères si inattendue, qu'il devient à peu près impossible d'assigner désormais un terme à leurs progrès, si inséparablement liés à ceux de la civilisation elle-même.

Le chauffage direct au bois, à la houille et au charbon de bois, l'éclairage par combustion directe d'un nombre limité de substances solides ou liquides, auraient formé, au commencement de ce siècle, tout l'apanage de la classe IX, que Son Altesse Impériale a visitée avec tant d'intérêt. Aujourd'hui les grands appareils de chauffage par circulation d'eau chaude, de vapeur ou d'air chaud, sont exploités d'une manière pour ainsi dire habituelle dans la plupart de nos grands établissements industriels, scientifiques et sanitaires. L'éclairage par les corps solides s'est, d'un autre côté, enrichi des procédés de fabrication de l'acide stéarique, auxquels l'on doit d'avoir pu extraire du suif une matière en tout comparable à la cire. Différents liquides ont été également employés à l'éclairage, entre autres l'huile de schiste, cette curieuse substance oléagineuse, produit



de la distillation d'un minéral plus dur et moins friable que la houille. Enfin, la houille elle-même, et beaucoup d'autres corps solides, servent couramment à la fabrication de ce gaz, qui, obtenu et manipulé désormais loin de l'intérieur des villes, n'en continue pas moins à circuler dans les nombreuses canalisations qui permettent à chaque habitant, au moyen du vulgaire et économique procédé d'un robinet, de se procurer la quantité, l'intensité et la durée de lumière dont il a besoin. Et telle est la simplicité de cette production, que tous les efforts de l'industrie, efforts inévitablement couronnés de succès, tendent aujourd'hui à obtenir de la même façon la chaleur nécessaire à tous les usages hygiéniques, alimentaires ou industriels de la vie publique et domestique.

Nous ne parlons pas ici de la lumière électrique, ce curieux et incomparable phénomène, si simplement produit par l'interruption d'un courant électrique rencontrant dans son parcours un intervalle de quelques millimètres aux extrémités duquel deux pointes de charbon ont été mises en présence. Peut-être, s'il faut en croire quelques savants, la lumière électrique n'a-t-elle point donné encore tout ce qu'on était en droit d'attendre d'elle; et cependant rien de plus ingénieux et de plus remarquable que les combinaisons successives par lesquelles on arrive à faire que ces deux pointes de charbon se maintiennent d'elles-mêmes à une distance toujours uniforme, en dépit du transport presque continu, et pour ainsi dire nécessaire, de quelques-unes de leurs particules de l'une à l'autre des deux pointes.

Au nombre des produits sur lesquels l'attention de Son Altesse Impériale a été plus particulièrement arrêtée, figure, dans la galerie des machines, un grand appareil employé à la manutention des tabacs et spécialement destiné à opérer d'une manière régulière la torréfaction de toutes les substances qui doivent être soumises à cette opération; l'alimentation est con-



stante, la matière, conduite par des hélices, se meut avec une régularité mathématique, et s'échappe avec non moins de précision, de façon que l'opération s'exécute invariablement et toujours à coup sûr. Un régulateur, dans lequel la dilatation d'une certaine masse de mercure fait d'elle-même manœuvrer une vanne, répond d'ailleurs d'une uniformité parfaite dans le foyer lui-même.

Un peu plus loin, le Prince a examiné un spécimen des opérations, déjà vulgarisées en France, à l'aide desquelles on parvient à utiliser pour le chauffage de la vapeur les torrents de gaz chauds qui s'échappent des hauts-fourneaux et des fours métallurgiques. La chaleur ainsi obtenue est telle, que dans la plupart de nos usines à fer la force motrice, presque toujours immense, est entièrement réalisée sans aucune dépense supplémentaire de combustible. La science moderne a fait peu de découvertes aussi fondamentales que celle-là, et les deux appareils que nous venons de mentionner semblent résumer en eux les deux grands principes qui doivent présider à la production de la chaleur dans les arts industriels : économie dans les moyens générateurs, régularité dans l'emploi.

Le chauffage et la ventilation des édifices publics ont produit plusieurs systèmes, objets d'expériences comparatives du plus grand intérêt. L'hôpital la Riboisière, par exemple, se compose de deux parties, entièrement symétriques, dotées chacune d'appareils différents : le chauffage par circulation d'eau chaude agit d'une part par aspiration, tandis que, dans l'autre partie de l'édifice, l'emploi de la vapeur est utilisé par l'insufflation de l'air extérieur dans les salles. Il y a une étude fort curieuse à faire, des avantages et des inconvénients de chaque système, soit pour la ventilation d'hiver, soit pour celle d'été : tantôt il faut chauffer et ventiler tout à la fois, et alors le système à l'eau chaude remplit son office de la manière la plus complète; tantôt il faut seulement ventiler, et l'autre sys-



tème donne alors des résultats plus pratiques et plus appréciables.

M. Chevalier, fabricant à Paris, par un procédé qui lui est particulier, a appliqué ce système au chauffage des serres et orangeries.

L'Angleterre et surtout la Prusse se sont préoccupées de la construction des appareils de chauffage par le gaz; non que ce mode de production de chaleur fût par lui-même plus économique qu'aucun autre, mais il se prête à une plus grande facilité d'applications et de mise en œuvre. De plus, le gaz s'allume et s'éteint à volonté, tandis que, lorsqu'une certaine quantité de charbon a été mise en combustion, il faut absolument que cette combustion s'achève; de là résulte en faveur du gaz une économie qui, dans bien des cas, peut établir une compensation en rapport avec le surcroît des dépenses qu'entraînerait, pour un chauffage continu, l'emploi du combustible gazeux.

En Prusse, des fourneaux de cuisine de toutes dimensions sont disposés pour utiliser de cette façon la flamme d'un bec de gaz qui vient déboucher dans une sorte de petit entonnoir où, après s'être mélangé avec une certaine quantité d'air, il traverse une toile métallique qui épanouit la flamme et sur laquelle repose l'objet que l'on veut soumettre à son action. En Angleterre, le gaz employé pour foyer ouvert brûle au milieu d'une certaine quantité d'asbeste ou d'amiante, et imite jusqu'à un certain point le feu ordinaire, ces substances donnant à la lumière l'intensité que procure toujours l'intervention, dans la flamme, de corps étrangers.

Une industrie nouvelle encore, mais déjà fort importante, et qu'en raison de l'amélioration réelle qu'elle procure aux populations laborieuses le Prince devait naturellement encourager, est celle des charbons moulés avec une quantité plus ou moins grande d'argile. Ces charbons, qui utilisent avec avantage des débris jusqu'alors sans valeur, sont admirablement appropriés aux besoins de l'économie domestique; lorsqu'un morceau de



ces charbons est allumé, il se consume, fût-il absolument isolé, jusqu'à complet épuisement, assurant ainsi un feu plus lent, égal et continu pendant un temps considérable. Ce charbon est aussi parfaitement approprié aux usages des laboratoires.

La lampisterie française a une réputation européenne, et il est remarquable de voir comment, après avoir fait appel, dans la lampe de l'inventeur Carcel, aux appareils mécaniques compliqués, nos industriels sont presque tous revenus à l'emploi plus économique et plus simple de la lampe-modérateur. C'est donc plutôt au point de vue de la forme que les produits exposés devraient être examinés, et cette question appartiendrait à une autre classe de produits. La science pure a pourtant quelques innovations à signaler ici encore. Ainsi l'un des principaux constructeurs de Paris a réalisé une amélioration importante en prolongeant la durée de l'action du ressort, en portant au double de ce qu'il était précédemment le temps pendant lequel la lampe n'a pas besoin d'être remontée. Un autre a trouvé un moyen terme : sa lampe sonne d'elle-même quand le remontage devient nécessaire. Au reste, la collection de lampes exposées au Palais de l'Industrie est aussi complète que curieuse; on y voit toutes les formes et tous les procédés, depuis la modeste et utile invention qui, pour l'économie, arrive à remplacer la chandelle, jusqu'à la lampe-phare, qui équivaut à 250 bougies et au-dessus. Nous ne parlons pas, bien entendu, des formes, des métaux et des industries diverses qui concourent à la fabrication des lampes, comme objets d'art et d'ameublement; il ne s'agit ici que de la question d'éclairage.

Ceci nous amène naturellement à parler d'une des plus grandes inventions du siècle, due à un homme de génie qu'on n'a point assez honoré dans notre pays, car la découverte des phares est toute française.

Ce fut en 1819 qu'Augustin Fresnel inventa les phares lenticaulaires.



L'idée première de la substitution des *disques échelonnés* aux lentilles à surfaces continues appartient à Buffon; Condorcet avait, de plus, indiqué, dans son *Éloge de Buffon*, la séparation des zones concentriques, comme moyen de rendre ce système exécutable. Cependant Augustin Fresnel, après avoir renouvelé cette idée (qu'il tirait de son propre fonds), sut se l'approprier : premièrement, en en tirant parti pour corriger l'aberration de sphéricité dans les anneaux; deuxièmement, en appliquant ces lentilles à l'éclairage des phares, application à laquelle ni Buffon ni Condorcet ne paraissent avoir songé; et troisièmement, par ses études, ses méthodes, son talent et ses moyens d'exécution.

Les profils générateurs imaginés par Augustin Fresnel sont de deux sortes : le profil *dioptrique*, qui renvoie les rayons lumineux par réfraction; le profil *catadioptrique*, qui opère par réflexion totale sur une des faces du prisme, et par réfraction sur les deux autres. Ils sont disposés dans les phares de manière à réunir tous les rayons lumineux émanés du foyer, et à les projeter tous sur la surface de la mer.

Les phares présentent divers caractères distinctifs, afin que les navigateurs ne puissent les confondre.

Il y a des phares à *feu fixe*; — les phares à *éclipses*, qui se distinguent entre eux par les intervalles qui séparent les apparitions lumineuses; — les phares à *feu fixe, varié par des éclats*.

La coloration en rouge est employée en outre comme moyen accessoire de distinction.

Les phares sont divisés en quatre ordres, suivant leur portée : la portée des phares de premier ordre varie de 20 à 50 milles marins; celle des phares de deuxième ordre, de 15 à 18 milles; celle des phares de troisième ordre, de 12 à 15 milles; celle des phares de quatrième ordre n'est que de 4 à 12 milles.

L'éclairage des côtes de France, qui est presque complet aujourd'hui, est une opération toute récente. Notre littoral maritime, dont le développement est de plus de 500 myriamètres, n'offrait aux navigateurs, en 1825, que quinze phares de 10 à 12 milles marins de portée, et vingt petits feux d'entrée de port. Nos côtes sont éclairées aujourd'hui par TRENTE-NEUF phares de premier ordre, CINQ phares de second ordre, SEIZE phares de troisième ordre, et CENT TRENTE-HUIT feux de port ou phares de quatrième ordre; en tout, CENT QUATRE-VINGT-DIX-HUIT phares.

Les dépenses faites pour leur établissement s'élèvent à environ douze millions.

Toutes les puissances maritimes ont adopté nos appareils d'éclairage, et toutes, sauf l'Angleterre depuis un petit nombre d'années, tirent de France les appareils qu'elles emploient.

Plus de deux cents phares lenticulaires ont été livrés aux puissances étrangères par nos ateliers de construction, fondés à Paris. Cette industrie, qui est prospère et emploie un grand nombre d'ouvriers, compte deux établissements très-remarquables : celui de M. Henri Lepaute, et celui de M. Sautter, qui exécutent sous la direction des ingénieurs de l'État. Le service des phares est dirigé par M. Léonce Reynaud, ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées.

En résumé, la fabrication des appareils lenticulaires constitue une industrie éminemment nationale, dont presque toutes les puissances maritimes sont tributaires. L'invention de ces appareils, due à un ingénieur français, encouragée et développée par l'administration publique, porte à un très-haut degré l'empreinte de la nature particulière de notre esprit et de nos tendances générales, car elle a été déduite de considérations d'ordre purement scientifique, conçue en dehors de toute spéculation privée, en vue des intérêts généraux, et classée immédiatement au nombre des plus bienfaisantes pour l'hu-



manité. Elle est un de nos titres les moins contestés à la reconnaissance des peuples civilisés, et le gouvernement actuel peut assumer pour lui la presque totalité de cette reconnaissance.

Le Prince, après avoir de nouveau examiné le phare du ministère du commerce, construit par M. Lepaute, sous la direction de MM. Reynaud et Degrand, et qui fonctionne au sommet de la tour qu'on lui a élevée dans le transept; les autres phares du même M. Lepaute, ceux de M. Sautter, et enfin le phare à feu fixe de MM. Chance frères, de Birmingham, a procédé à l'examen des appareils et machines se rattachant à l'emploi de l'électricité.

De toutes les applications de l'électricité, la plus féconde et la plus extraordinaire dans ses résultats est sans aucun doute celle du télégraphe électrique. Quoi de plus merveilleux, en effet, que cette découverte qui, dans un intervalle de quelques secondes, met en communication les points les plus éloignés des deux continents? Quoi de plus surprenant que cette force électrique dont la vitesse aujourd'hui obtenue dépasse 100,000 kilomètres par seconde? Ce chiffre est, sans exagération aucune, la mesure de la transmission courante des dépêches télégraphiques.

Quel que soit le système de construction des appareils télégraphiques, le but est toujours de reproduire sur une station d'arrivée plus ou moins éloignée les signaux qui sont faits à une station de départ. Le principe sur lequel repose cette transmission est partout le même. On sait que, quand un courant électrique parcourt un fil enroulé autour d'un morceau de fer doux, le courant donne au fer la propriété temporaire d'agir absolument à la manière d'un aimant, mais que ce métal, que l'on appelle dans ce cas une armature, perd cette propriété aussitôt que le courant cesse de traverser le fil.

Si l'on imagine qu'une petite pièce de fer, placée dans le voisinage de l'armature, soit constamment repoussée par un



ressort, il est évident que, pour peu que l'action du courant devienne prépondérante, la pièce sera attirée pendant toute la durée de cette action, et repoussée ensuite par le seul fait du ressort, lorsque le courant cessera d'opérer. Tel est le moyen à l'aide duquel on peut obtenir à distance, par le seul intermédiaire d'un fil, des mouvements indéfiniment répétés, dans deux sens opposés, à la seule condition d'interrompre ou de laisser circuler le courant par intervalles.

Une pile galvanique, c'est-à-dire un générateur de courant, étant mise en communication avec le fil télégraphique, le courant se transmettrait d'un bout à l'autre de la ligne si le fil retournerait ensuite à la station de départ pour compléter le circuit; mais, le globe même que nous habitons pouvant être considéré comme un corps suffisamment conducteur de l'électricité, l'expérience a montré qu'il suffisait de mettre le fil, après la circulation entre les deux stations extrêmes, en communication par ses deux extrémités avec le sol.

Un télégraphe, considéré dans son ensemble, se compose d'un fil ainsi disposé, dans le parcours duquel on a introduit une pile en un point quelconque, et à chaque station une armature et un appareil qui prend le nom de *manipulateur*, et qui a pour mission d'interrompre ou de laisser passer le courant.

Ce manipulateur peut prendre diverses formes, qui dépendent surtout de la nature des signes à l'aide desquels on se propose de transmettre les dépêches.

Mais il ne suffit pas d'obtenir à la station d'envoi une série de mouvements de l'indicateur; il faut que ces mouvements puissent être observés, et que les signes qu'ils représentent soient parfaitement lisibles pour l'employé qui reçoit la dépêche. Dans les télégraphes à cadran, l'apparition d'une lettre à la station du départ fait apparaître le même signe à la station d'arrivée : le mouvement de l'un des cadrans entraîne nécessaire-



ment le mouvement identique de l'autre, et si l'on fait passer dix lettres sur l'un d'eux, il en passe dix aussi sur l'autre.

Les télégraphes à cadran sont maintenant remplacés presque partout par des télégraphes *écrivants*. Celui de M. Froment est de tous le plus facile à comprendre. Supposons, en effet, qu'une feuille de papier sans fin se meuve, à l'aide d'un appareil d'horlogerie, sous un crayon fixé à la pièce mobile, chaque mouvement de crayon sera marqué sur le papier par une dentelure, tandis que, si le crayon fût resté fixe, la ligne tracée eût été absolument droite. Des dentelures plus ou moins nombreuses entre deux portions rectilignes indiquent donc qu'un nombre plus considérable de mouvements de *va-et-vient* ont été exécutés par le crayon; et, si ce nombre représente une lettre convenue d'avance, on voit que cette lettre aura été très-exactement transmise. Et non-seulement le signe est reproduit, mais il laisse encore une trace permanente de son passage, une trace *écrite*. Tel est le principe général des télégraphes écrivants, à cela près que, dans ceux de Morse, par exemple, qui sont maintenant généralisés en Europe, les signes successifs se composent de lignes ou de points plus ou moins nombreux tracés par un poinçon sur une feuille de papier qui se déroule; la longueur des lignes et l'espacement des points qui sont ainsi *gravés* sur le papier suffisent à la transmission de toutes les correspondances possibles.

Le télégraphe de Gintl est fondé sur le même principe, mais il opère d'une façon toute nouvelle et fort remarquable, qui consiste dans l'envoi simultané de deux dépêches en sens contraire, par le même fil. L'explication théorique de cette double action n'est pas encore parfaitement établie, mais le fait est tout à fait hors de doute. Son Altesse Impériale s'en est assurée elle-même sur l'un des télégraphes exposés par la Prusse. L'introduction dans le circuit de piles locales, dont l'état d'équilibre se trouve troublé toutes les fois que le fil est saisi par



le courant de la station expéditionnaire, paraît cependant être la cause principale de cette double circulation, qui a été, ainsi que nous allons le voir, fort habilement réalisée en Suisse.

L'Angleterre et la France peuvent revendiquer une grande part dans cette découverte moderne, l'une des plus importantes, si ce n'est la plus considérable du siècle, et à propos de laquelle il suffit de citer le nom de M. le professeur Wheatstone, en ce moment l'un des présidents du jury international, pour rappeler les services qui ont été rendus par l'Angleterre à cette grande invention.

Mais c'est surtout la Suisse dont les appareils télégraphiques ont fixé l'attention de Son Altesse Impériale. Déjà S. M. l'empereur Napoléon III, dans une de ses visites à l'Exposition, les avait visités avec le plus grand intérêt; ils ont été présentés à Son Altesse Impériale par M. Élie Warthmann, professeur de physique à l'Académie de Genève, qui remplit les fonctions de membre du jury et de commissaire fédéral.

La Suisse est de tous les pays celui qui, proportionnellement à son étendue, offre le réseau le plus complet de communications télégraphiques. La création de ce réseau est même fort intéressante. Après la guerre du Sonderbund, le conseil fédéral s'adressa aux citoyens pour en obtenir les fonds nécessaires à l'établissement des télégraphes électriques. Aussitôt les principaux centres de population souscrivirent pour une somme d'environ trois cent mille francs, qu'ils prêtèrent sans intérêt, et dont le remboursement sera prochainement effectué à l'aide des bénéfices de l'entreprise. Les lignes sont presque toutes à un seul fil, et le prix d'une dépêche est d'un franc pour trente mots, quelle que soit la distance, à l'intérieur de la Confédération.

On sait combien le sol helvétique a de reliefs divers. Il s'agissait d'établir des stations au fond des plaines et sur les cols des plus hautes montagnes, où règne un hiver perpétuel. Il fallait



tenir compte des vallées, des torrents, et cela dans des lieux où il n'existe pas de chemins de fer et où l'on ne rencontre que précipices : toutes ces difficultés ont été vaincues, et depuis 1851 le télégraphe fonctionne en Suisse avec une régularité qui ne laisse rien à désirer. C'est, en grande partie, à M. Steinheil que ce beau travail est dû.

Les appareils choisis par l'administration sont ceux de Morse : ils diffèrent essentiellement des appareils employés en France, en ce qu'ils impriment, ainsi que nous l'avons dit, les dépêches, et laissent ainsi une trace ineffaçable de la manière dont ils ont fonctionné. L'impression s'effectue de la manière la plus simple, dans un alphabet de convention formé de points et de traits. Supposons, par exemple, que A soit représenté par \cdot ; que M soit représenté par $—$, et l par $''$: le mot *ami* s'écrira $\cdot — ''$. Telle est l'habitude acquise par les employés suisses, que la différence des sons produits par le *style*, suivant qu'il trace des points ou des traits, leur suffit pour connaître la dépêche, sans avoir besoin de jeter les yeux sur le papier où elle est inscrite. L'envoi de la dépêche s'effectue à l'aide d'un manipulateur nommé *levier*, qui sert à mettre, pendant des instants de durée inégale, la pile dans le circuit. Cette pile est formée d'éléments microscopiques ; le zinc est un petit barreau non amalgamé, qui plonge dans un cylindre de terre poreuse, gros comme un dé à coudre. Celui-ci est renfermé dans un verre de la dimension d'un verre à liqueur. Quatre de ces éléments suffisent à télégraphier d'un bout à l'autre du pays, par exemple, de Genève à Saint-Gall, à une distance de plus de 560 kilomètres ; l'entretien de chacun d'eux ne coûte pas plus de 1 fr. 50 c. par an.

On avait cru longtemps que le courant produit par ces petites batteries n'était pas suffisant pour vaincre les résistances mécaniques de l'appareil à écrire. On avait donc établi dans chaque station des *relais* destinés à venir en aide à ce courant



au moyen d'une pile locale de plus grandes dimensions.

M. Hipp, chef de l'atelier fédéral de construction des télégraphes de Berne, a commencé par perfectionner ces relais en substituant la différence d'action de deux ressorts à la tension d'un ressort unique. Puis il parvint à se passer de relais, et il exposa un appareil de Morse dont l'électro-aimant et le mécanisme moteur étaient tels, qu'il remplissait les deux fonctions. Enfin, cet habile mécanicien alla plus loin encore, et finit par construire les *télégraphes militaires*, une des curiosités les plus intéressantes de l'Exposition. Ces télégraphes, que M. Warthmann a eu l'honneur de faire fonctionner devant l'Empereur et devant le prince Napoléon, sont contenus dans une petite caisse du poids de 4 à 5 kilogrammes, et consistent en une pile, une alarme, une clef pour transmettre une dépêche, et un appareil qui reçoit et imprime la réponse sur un papier sans fin qui se déroule avec la vitesse convenable et dont il existe une ample provision. La pile est construite de manière à agir dans toutes les positions de la caisse. Celle qui a servi aux expériences avait été envoyée toute chargée de Berne et avait voyagé par la diligence. Ces télégraphes ont été acquis par le Conservatoire impérial des Arts-et-Métiers.

M. Hipp expose aussi un chronoscope électro-magnétique, imaginé par M. Wheatstone, qui permet d'évaluer la millième partie de la seconde. Cet appareil a été mis à profit depuis longtemps par la direction fédérale de l'artillerie pour des séries d'essais sur la vitesse des projectiles et sur les qualités des poudres de guerre. On l'emploie, avec un petit mécanisme additionnel, pour étudier les lois de la chute des corps, même pour des hauteurs dont la plus considérable est d'un centimètre.

M. le professeur Warthmann a aussi placé sous les yeux du prince Napoléon l'appareil à l'aide duquel il a résolu le problème de faire passer *simultanément* deux dépêches télégra-

phiques, en sens inverse, dans le même fil. La solution de ce problème est du plus haut intérêt pour la télégraphie sous-marine, qui ne peut avoir à son service qu'un nombre de fils très-restreint. Elle n'est pas moins importante pour les pays qui, tels que la Suisse et la Sardaigne, n'ont guère qu'un fil de jonction entre la plupart de leurs stations télégraphiques. M. Warthmann a obtenu ce résultat en substituant à l'état de repos ordinaire des relais ou des électro aimants un état d'équilibre qui est troublé quand ils sont parcourus par le courant de la station expéditionnaire.

Quand les deux stations échangent une correspondance simultanée, les courants qu'elles s'adressent dans le même fil s'ajoutent ou se neutralisent. Dans ce dernier cas, c'est le courant auxiliaire de la station de réception qui imprime la dépêche. Ajoutons que MM. Gintl, Siemens et Edland ont exposé des appareils analogues, mais qui diffèrent de celui de M. Warthmann en ce que, dans celui-ci, un seul élément de pile doit être ajouté au nombre des couples nécessaires à la transmission de la correspondance, dans l'état actuel.

L'Angleterre et la Prusse complètent cette exhibition curieuse en exposant, l'une dans la galerie du Palais central, et l'autre dans l'Annexe, des collections fort remarquables de câbles sous-marins.





ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

ŒUVRES COMPLÈTES DE BÉRANGER

Nouvelle édition, revue par l'auteur. contenant les dix CHANSONS NOUVELLES, le FAC-SIMILE d'une lettre de Béranger, illustrée de 32 gravures sur acier, d'après Charlet, Laubigny, Johannot, Grenier de Lemud, Pauquet, Pinguilly, Raffet, Sandoz, exécutées par les artistes les plus distingués, et d'un beau portrait d'après nature par Sandoz. 2 vol. papier cavalier. Broché. 28 fr.
Pemi-reliure. tranches dorées. 58 fr.
Publiée en 36 livraisons. Chaque livraison. 50 c.

MUSIQUE DES CHANSONS DE BÉRANGER

5e édition, revue et corrigée, contenant les airs anciens et modernes et ceux des chansons nouvelles, l'air de Notre Coq, disposé par M. Halévy, pour piano, à 2 ou 4 voix. 1 vol. in-8° cavalier de 500 pages. 6 fr.
Publiée en 12 livraisons de 24 pages, à. 50 c.

ALBUM BÉRANGER

Par GRANDVILLE. 80 dessins gravés sur bois, imprimés sur très-beau papier et formant un volume grand in-8° cavalier. 10 fr.
Ces bois ne font pas double emploi avec les autres.

MÉMOIRES ET CORRESPONDANCE POLITIQUE ET MILITAIRE DU ROI JOSEPH

Publiés, annotés et mis en ordre par A. DU CASSE, aide de camp de S. A. I. le prince Jérôme Napoléon. Les Mémoires du Roi Joseph forment dix volumes in-8°. Prix de chaque volume. 6 fr.

HISTOIRE DES DEUX RESTAURATIONS

Par M. DE VAULABELLE. Troisième édition. 8 forts vol. in-8°. Chaque vol. 3 fr.

HISTOIRE DE RUSSIE

Par A. DE LAMARTINE. 2 vol. in-8°. 10 fr.

HISTOIRE DE LA RÉVOLUTION DE 1848

Par A. DE LAMARTINE. Nouvelle édition revue par l'auteur. 2 vol. in-8° papier cavalier vélin. 12 fr.
Même édition, illustrée de 7 gravures sur acier. 15 fr.

RAPHAEL

Pages de la vingtième année par A. DE LAMARTINE. 1 v. in-8° cavalier vélin. 5 fr.
Même édition, illustrée de 6 gravures sur acier. 7 fr. 50 c.
Le même ouvrage. 1 vol. in-8°. 5 fr. 50 c.