

tion la température indiquée par le thermomètre du ballon; car, suivant le degré différent de hauteur auquel sera la colonne de mercure, le contact du fil de platine avec le mercure, et par conséquent le courant s'établira à une certaine demi-seconde ou à une autre. Si les indications des deux chronomètres ne se correspondaient pas à la fin d'une série d'observations, les résultats ne seraient pas néanmoins défectueux; il suffirait de leur faire subir une correction facile à trouver.

On peut ajouter à l'appareil un thermomètre à boule toujours mouillée, soit un psychromètre, un baromètre, un anémomètre, etc., addition qui exige simplement qu'on munisse l'engrenage de plusieurs fils de platine, et qu'un même nombre de fils de cuivre recouverts de soie partent du ballon pour venir jusqu'à terre servir à y former un circuit dont doivent faire partie, comme pour le précédent, un galvanomètre et un couple voltaïque.

Les indications des instruments météorologiques peuvent être transmises à distance par l'action d'un électro-aimant qui fait sonner une cloche ou qui imprime un caractère; mais quand il s'agit d'expériences à faire avec les ballons captifs, il vaut mieux employer les déviations d'un galvanomètre, parce qu'elles n'exigent pas un courant aussi fort et qu'on peut se servir de fils conducteurs beaucoup plus fins et par conséquent beaucoup moins pesants.

En résumé, au moyen du procédé imaginé par Wheatstone, on peut observer, de six en six minutes, toutes les variations de pression, de température, d'humidité, etc., qui se produisent à une grande hauteur dans l'espace; on pourrait également par ce moyen déterminer à chaque instant la température et le volume des eaux d'un puits artésien, même le plus profond.

C'est également en faisant mouvoir, au moyen d'une horloge bien réglée, un cylindre recouvert de papier, auquel un style, mû par un électro-aimant dont l'aimantation est déterminée par le pendule d'un chronomètre, imprime des points équidistants, que M. Airy est parvenu à enregistrer d'une manière fort commode et fort précise les observations faites avec la lu-

nette méridienne, ainsi que nous l'avons déjà remarqué à la fin du paragraphe précédent. En effet, si le pendule du chronomètre bat la seconde, les intervalles compris entre les marques successives du style correspondent à une seconde en temps, et lorsqu'au moment du passage d'une étoile devant le fil de la lunette, on appuie le doigt sur la clef d'un commutateur, on ferme le circuit d'un autre courant, on détermine le mouvement d'un second style qui imprime sur le papier du cylindre un point dont la place est facile à déterminer par rapport aux points équidistants marqués par le premier style. Cet intervalle est traduit en temps, et on a ainsi le résultat désiré avec une grande précision et d'une manière fort commode. M. Airy a également employé les propriétés magnétiques du courant électrique à faire marcher d'une manière parfaitement uniforme toutes les horloges de son observatoire, en se servant pour cela de procédés analogues à ceux que nous avons décrits plus haut.

Nous ne terminerons pas ce paragraphe sans mentionner encore l'heureuse application que M. Palmieri a faite des propriétés des électro-aimants à la construction d'un appareil destiné à enregistrer les secousses de tremblement de terre, et qu'il a désigné sous le nom de *seismographe électro-magnétique*. Ce genre d'appareils n'est pas nouveau; car depuis quelques années plusieurs physiciens, en particulier M. Mallet en Angleterre, se sont occupés de chercher les moyens d'obtenir le résultat qui a été le but des efforts de M. Palmieri; c'est en général au moyen du déplacement rendu appréciable d'une certaine masse de mercure, qu'on a réussi à constater les tremblements de terre et à en apprécier, autant que possible, l'intensité et la direction. M. Palmieri a été conduit à s'occuper de ce sujet par la fréquence des secousses de petits tremblements de terre qu'il a pu observer à l'Observatoire royal du Vésuve; ces tremblements locaux, qui quelquefois se font sentir jusque dans les villages voisins, se distinguent de ceux qui ébranlent une région étendue, et dont le centre est situé autre part, en ce qu'ils sont petits et de courte durée, et que leur force diminue rapidement avec la distance du volcan où ils prennent naissance. Beaucoup de ces commotions pas-

sent inaperçues, et cependant il y a un intérêt à les enregistrer exactement en indiquant le temps précis auquel elles commencent; mais M. Palmieri n'a pu trouver, parmi les seismomètres connus, aucun qui répondît parfaitement à son but, c'est-à-dire qui enregistrât par lui-même les plus petites secousses, en indiquant le moment auquel elles ont lieu et en faisant connaître si elles sont ou verticales ou ondulatoires, soit horizontales. L'appareil nouveau remplit bien ce but; il se compose au fond de deux appareils distincts, l'un pour les tremblements de terre verticaux, l'autre pour les ondulatoires, soit horizontaux.

Pour se faire une idée exacte du premier appareil, celui destiné aux tremblements de terre verticaux, il faut se représenter une hélice de fil de laiton suspendue à l'extrémité d'un ressort et portant à sa partie inférieure un cône de cuivre ou de platine, situé à une très-petite distance au-dessus d'une surface de mercure placé dans une petite cuvette en fer; il est évident que, s'il survient un tremblement de terre vertical, l'extrémité du cône métallique arrivera en contact avec le mercure par l'effet de l'élasticité du ressort et de l'hélice. Si, d'un autre côté, l'hélice et le mercure sont en communication réciproquement avec les deux pôles d'une pile voltaïque, le courant pourra être transmis à l'instant où commence le tremblement de terre. En introduisant dans le circuit un électro-aimant dont l'armure est fixée à un bras de levier, on conçoit qu'on peut à ce même instant arrêter une horloge faisant partie de l'appareil et indiquant le jour du mois, l'heure, la minute et la seconde, et faire également sonner un timbre. L'addition du timbre présente, outre l'avantage de donner l'avertissement, celui que, si l'horloge était arrêtée par quelque cause accidentelle sans que le timbre eût été mis en mouvement, on ne puisse pas attribuer à un tremblement de terre l'arrêt de l'horloge. On aurait pu, au lieu de se servir d'une horloge en mouvement qui s'arrête, en employer une en repos que le tremblement de terre aurait mise en mouvement; M. Palmieri estime le premier moyen préférable quand il s'agit d'indiquer le commencement du tremblement de

terre; il compte se servir du second pour obtenir l'indication du retour en sens contraire.

Le second appareil, celui destiné à enregistrer les tremblements de terre ondulatoires, se compose de quatre tubes de verre recourbés en forme de U et contenant du mercure; l'un d'eux est dirigé du sud au nord, un autre de l'est à l'ouest; les deux autres ont des directions intermédiaires; il est évident qu'une secousse ondulatoire fera osciller un peu le mercure dans un ou deux de ces tubes; par conséquent si on a fait plonger dans l'une des branches de chacun des quatre tubes un fil de fer, et que dans l'autre on ait disposé un fil de platine qui soit à une très-petite distance de la surface du mercure sans la toucher, le mercure, en oscillant au moment de la secousse, viendra en contact avec le platine, et un courant électrique, trouvant son circuit fermé, arrêtera une horloge et fera sonner un timbre. On pourra même, par l'arrêt de l'horloge, reconnaître que le tremblement de terre était ondulatoire et déterminer en même temps quelle était la direction approximative de l'oscillation; en effet, chaque tube porte un mécanisme semblable à celui du baromètre à cadran, avec la seule différence que le contre-poids étant un peu plus pesant que le flotteur, l'index, une fois déplacé, ne revient pas au zéro de la graduation. Le déplacement de l'index indique donc quel est celui ou quels sont ceux des quatre tubes qui ont éprouvé un mouvement oscillatoire, et, comme ce déplacement est permanent, leur amplitude permet jusqu'à un certain point de mesurer celle de l'oscillation. On peut rendre très-petite la distance entre la surface du mercure et l'extrémité de l'hélice et des fils de platine, pourvu qu'on ait un système de compensation qui permette à la distance d'être constante malgré les variations de température; de cette manière, l'appareil acquiert une grande sensibilité et peut accuser les secousses les plus légères.

Nous n'avons pas mentionné, dans le paragraphe des sonnettes électriques, un système télégraphique inventé, il y a quelques années, par M. Walker, et qui fonctionne avec succès sur le chemin de fer anglais de South-Eastern. L'appareil qui

sert à donner les signaux se compose simplement d'un timbre et d'un marteau dont le levier est relié à l'armure d'un électro-aimant, de telle sorte que le marteau frappe un coup lorsque le courant s'établit dans l'électro-aimant. Considérons deux stations A et B, dans chacune desquelles est un de ces appareils accompagné d'une pile; le tout fait partie d'un même circuit, et le conducteur communique de part et d'autre avec le sol. Dans l'état ordinaire, les piles ayant leurs pôles dirigés en sens inverse dans le circuit et étant réglées de manière que le courant total soit nul, les électro-aimants ne sont pas aimantés. Si l'on veut transmettre un signal de A à B, un commutateur, disposé sur l'appareil timbre, fait sortir la pile A du circuit et donne au conducteur une nouvelle voie de communication avec le sol; le courant de la pile B s'établit et l'appareil B frappe un coup. L'appareil A peut agir ou non en même temps que B, suivant que le commutateur agit devant ou derrière l'électro-aimant. Quant aux communications entre un train et les deux stations voisines, elles s'établissent au moyen d'un conducteur que porte le train, et que l'on met en contact un certain nombre de fois avec le même fil télégraphique dont nous venons d'indiquer la disposition. Comme ce conducteur communique avec le rail et de là avec le sol, du moment où l'on établit le contact, le courant s'établit soit en A, soit en B, et les deux appareils fonctionnent.

Liste des principaux travaux relatifs aux sujets traités dans ce chapitre :

- Boussingault.* — *De la Rive.* — *Grove.* — Éclairage des mines par la lumière électrique. — *Arch. de l'élect.* T. v, p. 540.
- Roberts.* — Chaleur électrique employée à faire sauter les rocs. — *Arch. de l'élect.* T. II, p. 646.
- Verdu.* — *Idem.* — *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* T. xxxviii, p. 801 et 1024.
- Dumoncel.* — *Idem.* — *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* T. xxxix, p. 649.
- Müller.* — Lois des électro-aimants. — *Annales de ch. et de phys.*, septembre 1856.
- Jacobi.* — Machine électro-motrice. — *Arch. de l'élect.* T. III, p. 233, et t. v, p. 569. — *Annales de ch. et de phys.* T. xxxiv.
- Joule et Scoresby.* — Électro-magnétisme considéré comme force motrice. — *Arch. des sc. phys. (Bibl. univ.).* T. III, p. 34.

- Petrie.* — *Idem.* — *Arch. des sc. phys. (Bibl. univ.).* T. xvi, p. 140.
- Page.* — *Idem.* — *Arch. des sc. phys. (Bibl. univ.).* T. xvi, p. 55.
- Hunt.* — *Idem.* — *Arch. des sc. phys. (Bibl. univ.).* T. xiv., p. 312.
- Steinheil.* — Télégraphie électrique. *Annales de ch. et de phys.* T. lxxi (1839), p. 347.
- Morse.* — *Idem.* — *Annales de ch. et de phys.* T. lxxvii (1839), p. 219.
- Seemens.* — *Idem.* — *Annales de ch. et de phys.* T. xxix (N. S.), p. 385.
- Wheatstone.* — Télégraphes et autres appareils électriques. — *Arch. de l'élect.* T. III, p. 348, et t. IV, p. 170.
- Moigno.* — *Traité de télégraphie électrique.* — Paris, 1852.
- Shellen.* — *Der electromagnetisch telegraph.* — Brunswick, 1850.
- Vail.* — *Télégraphe électro-magnétique américain.* (Traduit par Vattemare). — Paris, 1857.
- Gloesener.* — *Recherches sur la télégraphie électrique.* — Liège, 1853.
- Steinheil.* — *Instruction pour les télégraphistes suisses.* — Berne 1852.
- Regnard.* — *Mémoire sur la télégraphie électrique, etc.* — Paris, 1855.
- Walker.* — *Électro-télégraphe manipulateur.* — London, 1850.
- Lardnar.* — *The electro-telegraph.* — London, 1855.
- Airy.* — Détermination des longitudes par la télégraphie électrique. — *Société royale astronomique de Londres.* T. xxiv, et *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles pour 1856.*
- Leverrier.* — *Idem.* — *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* T. XLIII, p. 249.
- Wartmann.* — Transmission simultanée de dépêches électriques. — *Arch. des sc. phys. (Bibl. univ.).* T. xxxi, p. 103.
- Hipp.* — Télégraphe militaire portatif. — *Arch. des sc. phys. (Bibl. univ.).* T. xxxiii, p. 109.
- Becquerel père et fils.* — *Traité d'électricité et de magnétisme,* 3 vol. — Paris, 1855-1856.
- Dumoncel.* — *Exposé des applications de l'électricité,* 3 vol. — Paris, 1857.