



SCIENCE INDUSTRIELLE.

LES APPLICATIONS DES COURANTS THERMO-ÉLECTRIQUES.

Déterminer télégraphiquement la température des lieux inaccessibles à l'observateur, — c'est-à-dire suivre les variations de la température de l'air à différentes hauteurs, celle de la terre et de l'eau à diverses profondeurs, c'est une des questions qui intéressent au plus haut degré les météorologistes. Étudier la température des végétaux et des animaux sans en blesser les organes par l'introduction d'appareils de gros volume n'est pas d'un moindre intérêt pour les physiologistes. Placer enfin au sein des foyers calorifiques les plus intenses un appareil qui en traduit, aussi par voie télégraphique, les variations les plus minimes à l'observateur placé dans son cabinet, voilà encore une question de science industrielle d'une incontestable valeur.

Les solutions de ces diverses questions peuvent sortir du principe nouveau et fécond de l'équivalence des forces naturelles.

Le mouvement vibratoire est source du son, on le démontre explicitement; mais il est également source de chaleur, de lumière et d'électricité. La science ne se borne plus à le concevoir en théorie; elle le démontre en transformant l'un en l'autre, et par équivalence d'effets, ces agents considérés comme distincts. Si la chaleur, l'électricité et la lumière ont une origine commune, leurs effets doivent être équivalents en intensité, c'est-à-dire que chacun peut devenir l'élément de mesure de l'autre.

Aussi un équivalent de chaleur doit-il se transformer en un équivalent d'électricité, et *vice versa*. Ce qu'a établi la théorie du mouvement vibratoire a été trouvé expérimentalement, quant à ce qui se rapporte à la chaleur et à l'électricité, par Seebeck, en 1821. Son expérience est restée classique. Un circuit, en forme de rectangle, est composé par un barreau de bismuth soudé par ses extrémités à une lame de cuivre; dans l'intérieur, on place une aiguille aimantée, et tout le système est amené dans le méridien magnétique. Si on chauffe l'une des soudures, la déviation de l'aiguille indique la production d'un courant électrique; si on chauffe l'autre soudures, ce courant change de sens, car la déviation de l'aiguille est inverse. Ersted, qui avait découvert la relation du magnétisme et de l'électricité, vulgarisa, sous cette forme qui rappelait son admirable expérience, la découverte de Seebeck. On conçoit qu'un phénomène d'une telle importance ait singulièrement excité l'attention des savants; aussi, en peu d'années, fut-il étudié dans toutes ses phases. M. Becquerel père a résumé bien nettement la théorie probable de cet intéressant phénomène. Toutes les fois que la chaleur se propage dans un conducteur, il y a mouvement d'électricité. Si tout est semblable de part et d'autre du point échauffé, comme conductibilité, on a deux courants électriques contraires et égaux qui s'entre-détruisent; mais si des circonstances physiques modifient la propagation de la chaleur d'un côté plutôt que de l'autre, l'un des courants l'emporte et se manifeste extérieurement.

Aussi, comme il est presque impossible ou du moins très-difficile d'établir un fil électrique identique en structure dans toutes ses parties, si on rejoint les extrémités avec une boussole (galvanomètre), et si on le chauffe en un point, la chaleur se propageant inégalement à droite et à gauche du point d'application, l'aiguille de l'appareil dévie, indiquant un courant électrique qui va de la partie la moins résistante du circuit à celle qui l'est davantage. On établira donc, à coup sûr, un couple thermo-électrique, en réunissant ensemble deux métaux de con-

ductibilités bien différents pour la chaleur, par suite l'électricité.

S'il était possible de faire rendre à un tel couple l'équivalent d'électricité qui correspond à la quantité de chaleur qu'il absorbe, on aurait résolu la question de la production de l'électricité à bon marché; on aurait enfin trouvé la pile électrique industrielle. Or, celle-ci reste à trouver, malgré le grand nombre de tentatives qu'elle a sollicitées.

Mais si la thermo-électricité nous refuse encore cette grande solution, le peu que nous en savons a permis de faire des choses importantes et qui permettent d'être vulgarisées.

Tout ce qui concerne l'étude de notre globe et de son atmosphère nous intéresse. Nous sommes avides d'observations; mais nous manquons d'instruments. Parmi ceux dont l'usage est encore, en quelque sorte, inconnu ou méconnu, nous citerons le *thermomètre électrique*, c'est-à-dire un indicateur de températures par voie télégraphique.

Le circuit télégraphique est formé par deux fils, cuivre et fer, soudés solidement à leurs extrémités, que nous nommerons A et B pour faciliter l'explication. La soudure B est plongée dans une éprouvette, et à côté d'elle, au sein du mercure, se trouve un thermomètre de précision: la soudure et la cuvette thermo-métrique auront donc toujours la même température. On pourra échauffer ou refroidir à volonté ce système, à l'aide d'une disposition très-simple: cette éprouvette est placée dans une autre, au sein de l'alcool ou de l'éther, qu'un courant d'air évaporerait pour produire le refroidissement, et que le rayonnement d'un corps chaud élèvera de température pour déterminer l'effet inverse. A côté de cette éprouvette, on trouve, au poste d'observation, un galvanomètre placé dans le circuit cuivre et fer: le courant le parcourt donc avant d'influencer la soudure indicatrice B. La soudure A est située à telle ou telle distance dans l'atmosphère, dans l'eau, dans le sol, au point d'investigation. Un même poste peut recevoir plusieurs circuits thermo-électriques concordant à une même série d'observations.

La manœuvre expérimentale est bien simple. Si les soudures A et B sont à la même température, aucun courant électrique ne se développe dans le circuit: l'aiguille du galvanomètre conserve sa position dans le méridien magnétique, autrement dit le *zero*. Alors, en lisant le thermomètre placé à côté de la soudure B, on a la température où la soudure A est située. Se produit-il en A une variation de température, l'aiguille du galvanomètre dévie aussitôt, et la sensibilité est telle qu'un dixième de degré centigrade est aisément appréciable! On voit, d'après le sens du courant, si A est refroidi ou échauffé, et on procède de manière à rétablir l'équilibre en refroidissant ou réchauffant B, et cela, en ayant l'œil fixé sur le galvanomètre; dès que l'aiguille a repris le *zero*, on est certain que le thermomètre placé près de B marque la température qui est survenue en A. N'est-ce pas là une véritable méthode télégraphique?

Dressez un mât à l'extrémité duquel vous placerez la soudure, installez-la au sommet des édifices enlèvez-la à l'aide d'un ballon captif: il sera possible alors d'établir la loi de décroissement de la température avec la hauteur d'ascension dans l'atmosphère, d'aller scruter la température des nuages météoriques.

N'est-il pas important de scruter la chaleur du globe à toutes profondeurs, afin d'étudier ces grandes questions de géologie, dont les solutions sont si contradictoires? En plongeant un câble thermo-électrique dans un puits de 40 mètres, M. Becquerel est déjà parvenu à montrer que non-seulement les appareils thermométriques primitifs

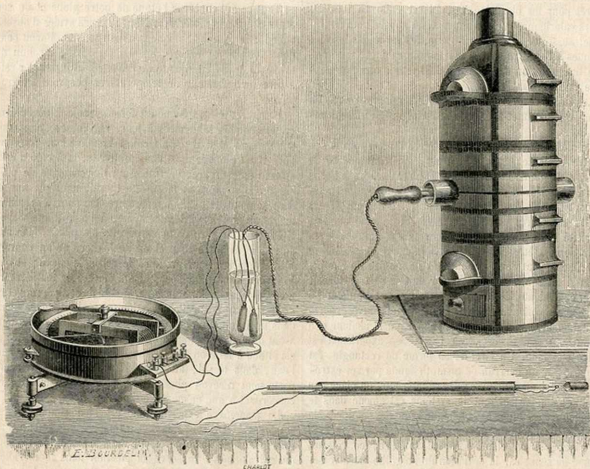


sont sujets à des causes d'erreur, mais que l'on n'avait pu établir l'influence de l'infiltration des eaux et celle des actions chimiques, cause de chaleur et d'électricité.

Le meilleur procédé pratique pour évaluer la température des fournaies volcaniques est probablement celui dont nous parlons. Disons pyromètre au lieu de thermomètre électrique, et nous allons mesurer les températures les plus élevées, au lieu d'analyser les dixièmes de degré de variation qui surviennent dans la température de l'air, des eaux ou du globe.

Toutes les méthodes qui, jusqu'ici, ont été proposées

pour mesurer les hautes températures ont dû être rejetées non-seulement comme étant entachées de causes d'erreur, mais aussi parce qu'elles étaient impraticables : il faut espérer qu'on pourra fonder une méthode pyrométrique à la fois pratique et exacte sur la dilatation et la capacité calorifique des corps solides ; leur faculté thermo-électrique semble appelée à permettre de résoudre la question. Mais il faut alors transformer et la nature du circuit thermo-électrique et le mode de contrôle de la température. Le circuit *civre et fer* nous a paru le plus convenable pour indiquer par leur transformation en électricité les plus



Pyromètre électrique (Conservatoire des arts et métiers).

minimes variations de température qui surviennent dans l'atmosphère. Mais un tel circuit fonctionnerait bien autrement si la température qui l'influence s'élevait aux environs de 400 à 500 degrés centigrades. Alors, l'intensité du courant commencerait par diminuer pour ensuite *changer de sens*. Cette singulière faculté thermo-électrique n'est pas propre au circuit *civre-fer*, et la science n'en a pas encore donné l'explication. Il faut choisir la nature du couple thermo-électrique destiné à agir à haute température, non-seulement pour éviter cet effet de changement de sens, mais aussi comme engendrant des courants électriques dont les intensités respectives croissent proportionnellement aux accroissements de la température. Les métaux de nature à constituer ces couples ne sont pas nombreux ; naturellement on a pensé à accoupler le fer et le platine ; mais entre 500 et 700 degrés, l'intensité du courant s'accroît très-faiblement avec la température. M. Ed. Becquerel a trouvé fort heureusement que les plus excellentes conditions exigées par un pyromètre électrique se trouvent remplies par un couple *platine-palladium*. L'intensité est non-seulement suffisamment élevée, mais elle croît en outre assez régulièrement

avec la température. L'installation de ce pyromètre électrique est des plus pratiques. Les deux fils sont reliés à leurs extrémités ; l'un des fils, *palladium*, passe à travers un tube de porcelaine, de telle sorte que les deux éléments ne soient bien en contact que par les points extrêmes, et tout le système plonge dans un tube de porcelaine formant moufle. Les deux extrémités libres du couple se prolongent suffisamment pour ne pas être influencées par la source de chaleur au sein de laquelle est plongée la moufle de porcelaine, et elles aboutissent aux pôles de la boussole. Celle-ci est divisée de telle sorte que les degrés de déviation peuvent être aisément transformés en degrés de température au moyen d'une table de rapports établie une fois pour toutes.

L'intérêt de l'industrie fondée sur l'emploi de la chaleur n'est pas exclusivement de mesurer l'intensité du foyer, mais surtout d'en signaler les phases qui correspondent à des faits accomplis dont la dénonciation anticipée ou retardée entraîne la perte de l'opération. Cet indicateur thermo-électrique est alors des plus précieux, car, au même moment calorifique, il dévie l'aiguille de la boussole au même degré.