

du même genre qui consistait à relier l'Europe et l'Afrique par un conducteur électrique sous-marin. Confiée aux soins d'ingénieurs habiles et expérimentés, la pose du conducteur au fond de la Méditerranée, par des hauteurs d'eau souvent très-considérables, a parfaitement réussi. Quelques détails sur les circonstances qui ont accompagné cette opération ne seront pas de trop dans cet ouvrage.

On sait que la ligne de télégraphie électrique destinée à relier l'Europe et l'Afrique française a été précédemment établie entre la France, la Corse et la Sardaigne. Pour achever l'œuvre, il restait à continuer le conducteur depuis Cagliari à la pointe méridionale de la Sardaigne, jusqu'à la côte de Bone, sur le littoral africain. La distance entre ces deux points est de 150 milles marins. Cette opération, déjà tentée deux fois, avait deux fois échoué, et nous avons raconté dans le volume précédent de l'*Année scientifique* les circonstances qui marquèrent la triste issue de cette tentative, faite au mois d'août 1856. Enfin, à la troisième tentative, la patience et l'industrie humaine ont triomphé de tous les obstacles.

Au lieu de dérouler le câble conducteur, en partant de la Sardaigne, comme on l'avait fait dans les deux premiers essais, on a cette fois choisi la côte d'Afrique comme point de départ. Le câble qui fut perdu en 1856 était du poids de huit tonnes par mille; on a réduit ce poids à six tonnes et demie environ par mille, ce qui, joint au perfectionnement qui avait été apporté au mécanisme destiné à opérer l'immersion, et à l'habileté avec laquelle les manœuvres ont été exécutées, a considérablement facilité la tâche des opérateurs. Des difficultés importantes existaient d'ailleurs sur le trajet de cette longue ligne sous-marine, car les travaux d'exploration et de sondage, faits par M. Delamarche, ingénieur hydrographe, avec un navire français, ont démontré que le lit de la Méditerranée

présente, sur cette distance, comparativement courte, de 150 milles, des profondeurs et de brusques inégalités aussi considérables que les vallées sous-marines les plus basses et les plus escarpées que l'on rencontre dans l'océan Atlantique. Pendant plus de la moitié du trajet, la profondeur de l'eau est de 2 milles à 2 milles et demi, et sur l'autre moitié le lit de la mer s'élève brusquement à un demi et un quart de mille. Le fond de la Méditerranée est formé d'un calcaire coquillier tendre, qui ressemble à celui de la Manche, entre Douvre et Calais, et constitue une surface excellente pour recevoir et conserver le câble électrique.

Les opérations commencèrent le lundi 1^{er} septembre et furent terminées en quelques jours. MM. Newal, ingénieurs anglais, dirigeaient les manœuvres. Parmi les membres de l'expédition, chargés d'assister et de concourir aux travaux, étaient le chevalier Bonelli, directeur général des télégraphes des États sardes; M. Siemens, directeur des télégraphes de la Prusse; M. Brainville, représentant de l'administration télégraphique française; et M. W. Brett, concessionnaire de la ligne et le créateur de la télégraphie sous-marine en Europe.

Le câble télégraphique de Cagliari à Bone est formé, comme celui de la Corse à Spezzia, auquel il fait suite, de quatre fils de cuivre, protégés par une enveloppe convenable, et pouvant servir par conséquent à expédier quatre messages à la fois par le même conducteur.

M. Bonelli, directeur général des télégraphes sardes, qui a pris une grande part à l'opération importante dont nous parlons, a publié une relation très-circonstanciée de cet événement important pour la science et pour la société. Nous reproduirons ici le récit donné par cet habile physicien; il présente un grand intérêt, tant au point de vue scientifique que pour les résultats immenses qui doivent résulter de la réunion, aujourd'hui ac-

complie, de l'Afrique à l'Europe par un conducteur sous-marin.

« C'est le 30 août, à neuf heures du matin, dit M. Bonelli, que le paquebot de la marine royale, *le Mozambano*, mis par le gouvernement à la disposition de l'entreprise, sortit du port de Gênes, emportant M. Newal, chargé de la pose du câble, M. Liddle, ingénieur, son compagnon, M. Siemens, physicien distingué, directeur des télégraphes en Prusse, M. Bonelli et quelques autres personnages de distinction. Le 1^{er} septembre, à sept heures et demie du matin, on arriva à Cagliari, où l'on décida de rester jusqu'au lendemain à cinq heures de l'après-midi. Chemin faisant, on avait appris de MM. Newal et Liddle que le câble chargé sur *l'Elba* mesurait une longueur de 147 milles, étendue qui paraissait tout d'abord insuffisante pour une ligne sous-marine de 125 milles, présentant en divers points de grandes profondeurs, atteignant parfois 2800 mètres. Aux observations de M. Bonelli à ce sujet, les ingénieurs anglais répondaient qu'un excédant de 22 milles leur paraissait suffisant, et que le câble, dont ils avaient calculé le poids spécifique, en même temps que la résistance de l'eau, lors même qu'il serait abandonné à lui-même, n'aurait jamais pu descendre au fond avec une rapidité de plus de 2 milles à l'heure; ils ajoutaient que la vitesse du navire qui le laissait tomber étant beaucoup plus grande, le câble n'aurait jamais le temps de descendre assez profondément pour qu'on en perdît une grande partie.

« Malgré le côté rassurant de ces réponses, le directeur des télégraphes sardes insista, et conseilla aux ingénieurs anglais de choisir de préférence la ligne de Spartivento à Galita, et de là à la Calle, d'où l'on aurait pu établir un télégraphe ordinaire jusqu'à Bône. La distance du cap Spartivento à Galita n'étant que de 85 milles, on avait la certitude que les 147 milles du câble seraient plus que suffisants. Et il n'en était pas resté pour le court trajet de Galita à la Calle, qui n'est que de 15 milles, on aurait pu, sans difficulté, différer de quelques semaines la suite de l'opération. Les entrepreneurs se rangèrent à cet avis; mais comme ils étaient obligés, aux termes de leur traité, à établir une communication sous-marine directe entre Spartivento et Bône, il fallut demander au gouvernement français l'autorisation de changer cet itinéraire primitif, et de faire aboutir le câble à la Calle ou au cap Rosa. Le gouverne-

ment français, consulté par voie télégraphique, répondit immédiatement qu'il fallait absolument que Bône fût en communication directe et *sans interruption* avec Cagliari par un câble sous-marin. Il fallut donc en revenir à la première ligne tracée.

« Le paquebot *l'Ichnusa* fut détaché à Bône pour faire de nouveaux sondages le long de la route, et partit le 2 septembre, à cinq heures, tandis que *le Mozambano* se dirigeait vers le cap Spartivento pour connaître et déterminer le point d'attache, et de là sur Galita et Bône où il arriva le 4 septembre, à six heures trente minutes du matin. Trois heures et demie après arrivait *l'Ichnusa*, ayant fait les sondages nécessaires, qui se trouvèrent conformes à ceux indiqués sur la carte française.

« Dans la rade de Bône attendait *le Brandon*, avisé à vapeur de la marine impériale française, ayant à bord M. de La Marche, ingénieur hydrographe, chargé de rendre compte au ministre de la marine de l'issue de l'opération. L'administration des télégraphes français avait envoyé à Bône un inspecteur chargé d'assister à la pose du câble.

« Le 4 septembre, MM. Newal et Liddle fixèrent au pied du fort Génois le point d'attache du câble. On décida que la plage serait reliée au fort par un fil électrique. Le 5, à une heure après midi, arriva le paquebot à hélice *l'Elba*, bâtiment de 1000 tonneaux, ayant à bord le câble sous-marin. Ce câble était de deux diamètres différents, par suite de la grosseur différente du fil de fer qui en formait l'armature extérieure. La partie destinée à être placée près de la côte, plus exposée aux chocs et aux secousses, ayant besoin de plus de résistance, a un diamètre de 25 millimètres; la partie du milieu n'a que 20 millimètres de diamètre. Le câble est formé de quatre fils isolés au centre par de la gutta-percha, entourés de fils de fer roulés en spirale. Le poids total de l'appareil était de 350 tonnes.

« La description suivante donnera une idée des moyens employés pour organiser la descente du câble dans la mer. A peu près au milieu du bâtiment, au fond de la sentine, était placé un grand cylindre de bois terminé en cône à sa partie supérieure. Autour de ce cylindre, le câble s'enroulait en spirales concentriques; comme l'extrémité du câble, en se déroulant, aurait à chaque instant changé de position, on avait disposé, pour le diriger toujours verticalement, à peu de distance des spirales et à des hauteurs diverses, une série de forts anneaux de fer à diamètre décroissant, suspendus par des cordes, et

formant ainsi au-dessus des spirales une sorte d'entonnoir flexible de tous côtés. L'extrémité du câble, maintenue par les anneaux, sortait par le plus petit, enfilait un autre anneau, passait sous un gros canal à arc de cercle et sur une sorte de longue gouttière à plans inclinés, en sorte que la pression croissant selon le principe du coin, il se produisait un frottement très-fort. Le câble passait ensuite entre deux poulies à axes parallèles qui l'amenaient sur un plan contre lequel il pouvait être serré par un levier que l'on pouvait manœuvrer avec la main.

« Au sortir de ce frein, le cordon s'enroulait sur une grande roue de 2 mètres 50 centimètres de diamètre, sur laquelle il faisait six tours. Mais, comme en se déroulant d'un côté et s'enroulant de l'autre il aurait produit l'effet d'une vis, et aurait eu une tendance à s'accumuler sur l'un des côtés, on avait posé sur la roue, de distance en distance, de forts ressorts qui maintenaient le câble au milieu de la roue. Cette roue était étreinte par une lame de fer fixée d'un côté, et de l'autre attachée à un levier, formant ainsi un frein très-puissant, tout à fait semblable à celui qui s'adapte aux grues et aux machines du même genre.

« Un compteur, placé sur l'axe de la roue, indiquait le nombre de ses tours et fractions de tour, en même temps que la longueur du cordon déroulé. Au-dessus de la même roue était une longue caisse à fond troué, dans laquelle une petite pompe, mue par la vapeur, jetait continuellement de l'eau retombant en pluie, afin d'empêcher que le câble et la roue ne s'échauffassent par le frottement. En sortant de la roue, le câble passait dans une gaine garnie de fer à la poupe du bâtiment, pour tomber de là dans la mer. Les deux freins dont nous avons parlé devaient servir à ralentir et à régler le déroulement du câble. En outre, on ajouta à cet ingénieux mécanisme un appareil inventé sur les lieux mêmes par M. Siemens, et construit sous sa direction, destiné à mesurer et à régulariser l'action des freins.

« Le 7 septembre, on construisit le télégraphe électrique qui reliait la plage au fort Gênois; les marins sardes traînèrent à terre l'extrémité du câble, qui fut mise en communication avec deux fils de la ligne provisoire du fort.

« A huit heures et demie du soir, l'*Elba* partit, précédé de l'*Ichnusa*, qui le dirigeait dans la route à suivre pour aller au cap Spartivento, et remorqué par le *Monzambano*, une commu-

nication télégraphique ayant été préalablement établie entre les deux paquebots par deux fils recouverts de gutta-percha, et longs de 120 mètres chacun. Le *Brandon* venait ensuite. On avait laissé au fort Gênois, pour correspondre avec l'*Elba*, l'inspecteur M. Bernardi et un employé de M. Siemens. On marcha toute la nuit avec une vitesse de quatre milles seulement à l'heure, parce que les ouvriers étaient continuellement occupés à couper, au fur et à mesure que le câble se déroulait, quelques cordes qui attachaient les spirales, et l'on craignait qu'en marchant plus vite, surtout la nuit, on ne laissât pas aux ouvriers assez de temps pour faire cette opération, et qu'ils fussent entraînés par le câble.

« D'ailleurs, MM. Newal et Liddle n'osaient pas serrer trop les freins, craignant la rupture du câble qui leur paraissait déjà suffisamment tendu; la quantité immergée était déjà plus grande que le chemin parcouru; le matin du 8 septembre à six heures et demie, on n'avait parcouru que 45 milles, et on avait employé 60 milles de câble. On accéléra un peu la marche du navire, qui fit alors 6 milles à l'heure; mais, comme on rencontrait des profondeurs de plus de 2000 mètres, on continuait à consommer 7 milles de câble par heure. A midi, on était arrivé à 6°,04 de longitude et 37°,50 de latitude, c'est-à-dire que l'on avait parcouru 65 milles et consommé 90 milles de câble. Ce résultat parut si peu avantageux que l'on résolut de gagner au plus tôt les bas fonds, et les bâtiments furent dirigés vers le cap Teulada, en même temps que l'on mettait tout en œuvre pour ralentir la descente du câble. A 3 heures de l'après-midi, on dut accélérer encore la marche du *Monzambano*, qui fut portée à 7 milles par heure; en même temps on serrait beaucoup les freins, le câble était énormément tendu et on avait réussi à rendre la perte à peu près nulle.

« A 7 heures 45 minutes du soir, il ne restait plus à dérouler que la partie du câble de 25 centimètres de diamètres destinée à être fixée près de Spartivento. L'*Elba*, débarrassé d'une grande partie de son poids, cessa d'être remorqué par le *Monzambano*, et navigua seul jusqu'à 9 heures et demie du soir, heure à laquelle il s'arrêta pour le reste de la nuit, afin de laisser reposer son équipage. On était à 9 milles du cap Teulada, et l'opération pouvait être considérée désormais comme assurée.

« Le 9 septembre au matin, après que l'on eut ajouté au câble

principal un câble plus petit à un seul fil, chargé à bord en prévision d'un accident, *l'Elba* partit seul et se dirigea à pleine vapeur sur le cap Teulada. A midi et demi, à 2 milles du cap, le petit câble se rompit; on sonda le fond, et l'on ne trouva que 40 brasses. Alors *l'Elba*, après avoir relevé avec soin la position où il se trouvait, arbora les drapeaux sarde, français et anglais. MM. Newal et Liddle déclarèrent qu'ils allaient partir au plus tôt pour Marseille et se rendre en Angleterre, afin d'achever la ligne au mois d'octobre, quand ils auraient posé l'autre câble entre Malte et Cagliari. A 5 heures et demie, *l'Elba* partit, saluant les autres bâtiments d'une salve d'artillerie, pour se rendre à Cagliari, où l'on s'arrêta une journée, et de là à Gênes, où l'on débarqua le 13 septembre, à 8 heures 50 du matin. »

Bien que dans l'opération décrite avec détails par M. le chevalier Bonelli, on n'eût pas réussi, faute d'une longueur suffisante de câble, à atteindre la côte d'Afrique, et que l'on eût été contraint de suspendre l'achèvement de la ligne jusqu'à l'expédition faite d'Angleterre du complément de câble nécessaire pour atteindre l'Afrique, il était certain que l'entreprise avait abouti, car le câble était fixé assez solidement pour attendre sans danger la dernière portion qui lui manquait. En effet, le 31 octobre, le bâtiment envoyé d'Angleterre ayant apporté le supplément de câble attendu, cette portion fut réunie et soudée au conducteur principal, et l'on atteignit ainsi le rivage de Bône, ce qui complétait définitivement la liaison électrique de l'Afrique et de l'Europe.

On doit s'occuper maintenant de prolonger les fils du télégraphe électrique par voie de terre le long de l'Égypte, afin de pousser les communications jusqu'aux frontières des Indes. Aucun obstacle sérieux ne s'oppose à l'exécution de ce beau projet, et tout annonce qu'avant peu de temps on recevra instantanément à Londres des nouvelles de l'Inde, grâce à ce merveilleux moyen de communication.

5

Le pantélégraphe de M. Caselli.

Un professeur de Florence, l'abbé Giovanni Caselli, s'est occupé, après d'autres physiciens, de réaliser l'application la plus extraordinaire qui ait été faite jusqu'ici de la télégraphie électrique. Bien que son appareil soit loin de suffire aux exigences de la pratique et que son application nous paraisse bien difficile à des distances un peu considérables, il mérite au moins d'être exposé et décrit.

Le *Pantélégraphe* ou *télégraphe photographique* de M. Caselli a pour objet de transmettre, au moyen de l'électricité, le *fac-simile* exact de toute écriture, autographe ou dessin. Depuis le mois de juillet 1856, les journaux scientifiques italiens ont parlé à diverses reprises de l'appareil de M. Caselli, et la *Bibliothèque universelle de Genève* a publié un mémoire de l'auteur sur ce sujet. On trouve dans un recueil italien, l'*Almanach étrusque*, la courte description qui va suivre du télégraphe de M. Caselli.

« Cet instrument consiste, dit l'*Almanach étrusque*, en un pendule métallique qui se balance horizontalement, et auquel est attaché un autre indicateur métallique mû par les oscillations du pendule, qui, à chaque oscillation, tombe légèrement. Devant cet indicateur est placée une surface sur laquelle s'écrit la dépêche. Lorsque le pendule oscille, l'indicateur passe le long de cette surface autant que le permet l'oscillation, et passe ainsi sur tous les points de l'écriture qui se trouvent sur la ligne de son passage. L'indicateur, descendant à chaque oscillation d'une fraction de millimètre, doit, dans les excursions successives, rencontrer tous les points de la surface sur laquelle il manœuvre, ou sur toute la superficie couverte par la dépêche. Ceci se passe dans le bureau de transmission.

« Nous allons maintenant pénétrer dans celui de réception.

Ici un pendule vertical, muni également d'un indicateur métallique horizontal, accomplit un pareil nombre d'oscillations dans le même temps. L'indicateur, qui, à chaque oscillation, avance sur toute la longueur du pendule dans la même proportion que le pendule de l'autre bureau, passe sur une surface couverte de papier chimique préparé pour la reproduction de l'autographe. L'écriture, sur la surface où le message est d'abord transcrit, se produit avec une encre isolante, tandis que la surface elle-même est conductrice.

« Il est clair alors que l'indicateur métallique du premier pendule, en passant sur chaque point de l'écriture, sera soumis à une interruption du courant dont l'effet sera représenté par un signe coloré sur le papier préparé placé dans le bureau de réception. C'est ainsi que, par l'isochronisme des oscillations du pendule, on obtient la reproduction identique de l'écrit. »

L'appareil de M. Caselli peut fonctionner sans doute dans une chambre, c'est-à-dire à travers une très-petite distance; mais il nous paraît bien difficile qu'il puisse manœuvrer entre deux points un peu éloignés, en raison de la presque impossibilité d'assigner à deux pendules distants un mouvement absolument égal. On s'était déjà occupé du problème difficile qui consiste à faire reproduire à distance, par l'électricité, les signes de l'écriture ou du dessin. Il n'est point établi que M. Caselli l'ait résolu mieux que ses devanciers.

4

Le télégraphe électrique et la pêche du hareng.

Le télégraphe électrique se démocratise. Consacré, dans l'origine, à être l'instrument exclusif des communications du gouvernement dans la plupart des pays de l'Europe, il a été mis, plus tard à la disposition du public habitant les grandes villes, d'abord dans les centres importants de population, c'est-à-dire pour le riche et le bourgeois, enfin dans tous les lieux indifféremment. Voici maintenant que

d'humbles pêcheurs vont être appelés à tirer un avantage direct de cette invention, et c'est certainement pour la première fois que l'on songe à faciliter les opérations de la pêche par l'application de l'électricité.

Dans les *fiords* de la Norvège, où la pêche du hareng est le principal moyen d'existence de populations entières, il arrive souvent que les bandes de harengs se présentent à un moment tout à fait inattendu, et dans des points de la côte où il ne se rencontre pas quelquefois plus d'un ou deux bateaux pêcheurs. Avant que les bateaux des baies et des *fiords* environnants aient pu être appelés à prendre part au butin, les harengs ont déjà presque tous déposé leur frai et ont regagné la pleine mer.

Pour prévenir ces désappointements souvent répétés et les pertes qui en résultent pour les pêcheurs, le gouvernement norvégien va établir, sur une étendue de 200 kilomètres le long de la côte fréquentée par les bancs de harengs, un câble sous-marin, avec des stations à terre, à des intervalles suffisamment rapprochés et communiquant avec les villages habités par les pêcheurs. Dès que le banc de harengs sera aperçu au large (et on peut toujours le reconnaître à une certaine distance par le flot qu'il soulève), une dépêche télégraphique, expédiée le long de la côte, fera savoir à chaque village la baie dans laquelle le hareng aura pénétré.

Ainsi, les découvertes de la science moderne peuvent tourner au profit direct des plus pauvres habitants de notre globe : ce caractère fait leur importance et leur grandeur.