

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	[s.n.]
Titre	Annales télégraphiques
Adresse	Paris : Librairie scientifique, agricole et littéraire de Lacroix-Comon, 1855-1899
Collation	1 vol. (pagination multiple) : ill., 23 cm
Nombre d'images	273
Cote	CNAM-BIB 8 Sar 576 (P.8)
Sujet(s)	Télégraphe -- Périodiques
Thématique(s)	Technologies de l'information et de la communication
Typologie	Ouvrage
Note	Numéros présents : 1855-1856 (I-II). 1858-1865 (2e s. I-VIII). 1874-1899 (3e s. I-XXV).
Langue	Français
Date de mise en ligne	21/01/2021
Date de génération du PDF	20/01/2021
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8SAR576.8

1855
—
JUILLET
—

ANNALES

Première Année
—
PREMIÈRE LIVRAISON
—

TÉLÉGRAPHIQUES

Le recueil que nous commençons aujourd'hui était depuis longtemps demandé par toutes les personnes que la télégraphie intéresse.

Nous allons préciser l'esprit dans lequel il sera dirigé.

On ne peut, dans un recueil mensuel, prétendre à traiter d'un coup et d'ensemble les sujets complexes que la télégraphie comporte. Notre but principal est de tenir chacun au courant des perfectionnements les plus récemment établis et des idées les plus nouvellement admises. En cherchant à disposer les matières suivant un certain ordre, nous leur ferions perdre leur caractère d'actualité. On ne s'étonnera donc pas que nous traitions plus souvent des points particuliers que des sujets généraux. L'ensemble d'une question ressortira plutôt d'articles divers et disséminés, que d'une suite de chapitres coordonnés et concordants. Nous faisons une revue périodique et non pas un livre.

Le comité de direction cherchera à faire connaître le moins possible ses opinions personnelles. Il fournira des renseignements plutôt qu'il ne soutiendra des doctrines. Il s'attachera aux faits accomplis avant de chercher des améliorations problématiques. Il n'entend d'ailleurs en rien garantir la valeur technique des matériaux qu'il présentera. Des articles seront quelquefois insérés par la seule raison qu'ils auront paru propres à

porter sur un sujet important l'attention des lecteurs, et qu'ils pourront de cette manière susciter d'utiles travaux. C'est ainsi que nous décrirons des appareils qui, sans être entièrement bons, offriront quelque particularité ingénieuse. Nous émettrons des doutes quand il y en aura. Nous poserons des problèmes sans nous arroger le droit de les résoudre.

Avant tout, nous insisterons sur les questions les plus pratiques de la télégraphie. Nous étudierons spécialement les mécanismes et les moteurs employés dans les transmissions ; nous rechercherons quelles sont les meilleures conditions pour la construction des lignes ; nous suivrons le développement matériel du réseau télégraphique ; nous indiquerons les efforts tentés par les gouvernements et les compagnies particulières. Nous tâcherons de réunir les éléments d'une statistique générale qui établisse le mouvement croissant des dépêches dans les principales parties du monde. L'industrie pourra donc rencontrer dans nos Annales d'utiles renseignements sur le moment précis où il deviendra opportun d'ouvrir une communication télégraphique entre telle et telle contrée, entre l'Europe et l'Amérique, entre l'Europe et les Indes, entre les Indes et l'Australie, etc., etc. Nous étudierons le jeu des différentes sociétés qui se forment pour des exploitations télégraphiques. Les intérêts privés engagés dans ces exploitations trouveront donc dans notre recueil de précieuses lumières. D'autre part, nous offrirons au public, à des intervalles réglés, le détail des tarifs établis, l'ensemble des communications ouvertes, tous les renseignements en un mot qui doivent le guider dans la transmission de ses correspondances.

En nous renfermant autant que possible dans ce cadre d'indications usuelles, il nous sera difficile d'éviter quelques digressions théoriques. Nous ne pourrions étudier les effets des fluides électriques sans remonter quelquefois aux causes ; nous ne le ferons toutefois qu'avec la réserve qui convient.

De même, en étudiant l'électricité dans ses rapports avec la télégraphie, il nous arrivera nécessairement de toucher à quel-

ques autres de ses applications. La question générale des moteurs électriques devra être au moins sommairement traitée.

Destinées à favoriser sur un sujet spécial l'échange des idées, les Annales accueilleront toutes les communications qui leur seront faites. Si le cadre restreint de la revue ne permet pas au comité de direction de publier tous les articles qui lui seront adressés, il prendra du moins les mesures nécessaires pour que, dans une limite convenable, le travail de chacun profite à tous. Le comité a déjà, par une circulaire, demandé la coopération de tous les fonctionnaires et agents de la télégraphie française. Il fera en sorte de rester en relation de correspondance avec les administrations et les offices étrangers. Il ne négligera rien pour obtenir le concours et le conseil des hommes compétents ; mais, dès aujourd'hui, il fait un appel général à la collaboration de tous. Dès aujourd'hui, il sollicite, de quelque part que ce soit, les articles, les renseignements, les avis que comporte le cadre de sa publication.

Paris, le 1^{er} juillet 1855.

LIGNE D'ESSAI EXÉCUTÉE EN FIL DE FER ET BITUME.

(Premier article.)

Les tentatives que l'on a faites depuis quelques années pour établir sous terre des lignes télégraphiques ne paraissent pas avoir réussi. La gutta-percha avait été exclusivement employée comme substance isolante pour les lignes souterraines. Cette matière, qui se conserve assez bien quand elle reste constamment sous l'eau, se détériore au contraire avec rapidité quand elle est soumise à des alternatives d'humidité et de sécheresse, ainsi qu'il arrive sous le sol. Elle devient dure, cassante ; elle se fendille et les fils cessent d'être isolés.

La Prusse avait construit primitivement un réseau télégraphique au moyen de fils recouverts de gutta-percha et posés dans une tranchée sur une couche de sable. Au bout de deux ou trois ans, elle fut obligée d'y renoncer et d'installer ses lignes à l'air libre. Toutes les traversées des tunnels, dans les chemins de fer français, avaient été faites au moyen de fils de gutta-percha tendus contre les parois de la voûte. Dès l'année 1853, l'administration française supprima ces traversées et chercha pour les fils télégraphiques un passage au-dessus ou à côté des tunnels.

On s'étudia à envelopper le fil de gutta-percha d'une substance préservatrice. On le recouvrit, par exemple, d'une gaine de plomb avec laquelle on le passait à la filière. Mais ce fut là une idée malheureuse. Il arrivait facilement que le fil conducteur situé à l'intérieur communiquât avec le tube extérieur de plomb, et les lignes étaient hors de service.

On n'obtint guère de résultats plus durables en Angleterre, où l'on plaça les fils dans des tuyaux de terre, dans des tuyaux de fonte, dans des caniveaux de bois injecté ou non injecté.

Nous ne ferons pas ici la comparaison des lignes souterraines et des lignes aériennes. Quels que soient les inconvénients et les avantages que présentent les unes et les autres, il est des circonstances où il importe de mettre les fils sous terre; par exemple, dans l'intérieur des grandes villes. Paris est traversé en tous sens par des fils télégraphiques tendus en l'air, dont un grand nombre vont de sommet en sommet, de monument en monument, par des portées de deux, trois et quatre cents mètres. On se plaint généralement de l'inélégance de cette installation. On songe moins aux accidents que peut causer la rupture des fils et au danger permanent qui est ainsi suspendu sur nos têtes. D'un autre côté, le sous-sol de Paris, constamment remué pour la construction d'ouvrages publics ou privés, constamment imprégné de gaz et d'agents délétères, présente pour un établissement souterrain des difficultés spéciales. Quoiqu'il en soit, l'administration française, préoccupée de trouver pour Paris un système commode et durable d'installation sous terre, vient de faire une ligne d'essai qui a entièrement réussi et qui lui permet d'espérer qu'elle a résolu le problème.

Elle s'est arrêtée à l'idée de tendre des fils de fer dans une tranchée suffisamment profonde, et de couler sur eux à chaud un mastic bitumineux, de façon à former des blocs capables d'acquiescer une grande dureté.

Le mastic de bitume, composé convenablement, est un corps très-isolant. Son prix n'est pas fort élevé. On le travaille maintenant avec une grande perfection.

On avait déjà antérieurement songé dans l'administration à isoler les fils au moyen du bitume. En 1844, une expérience de ce genre fut faite à Gaillon, sur le chemin de fer de Rouen. On plaça sous un passage à niveau quatre fils de cuivre encastrés dans du bitume, sur une longueur de dix mètres. Au mois de décembre 1854, on vérifia cet échantillon : les fils étaient parfaitement isolés ; le bloc de bitume avait acquis une telle solidité que la pioche ne pouvait l'entamer.

Mais il fallait arriver à obtenir un espacement convenable des fils dans la masse du bitume. Il était désirable qu'on les

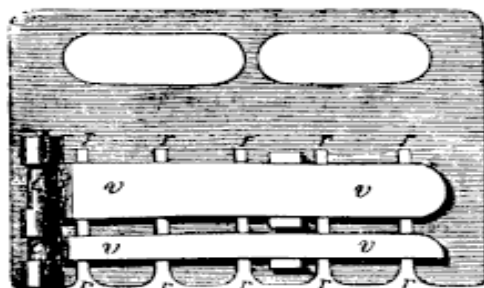
placât assez près les uns des autres pour ne pas employer trop de matière. D'un autre côté, en les rapprochant, il y avait à craindre que ces fils dilatés au moment de la coulée ne vinsent à se déplacer, à se toucher l'un l'autre et à toucher la terre. Les fils de Gaillon, qui étaient en cuivre, par conséquent faciles à manier, et qui avaient été placés sur une très-petite longueur, offraient un espacement fort irrégulier.

Si l'on eût eu affaire à un mastic capable de se figer instantanément, il eût suffi de le couler par parties en laissant glisser le long du faisceau de fils une espèce de rateau. Mais la solidification du bitume dure plusieurs heures. Le système du rateau n'était donc pas praticable.

Des essais furent faits dans l'usine de MM. Baudouin frères, fabricants de bitume à Montrouge. On chercha à placer le long des fils, de distance en distance, de petits guides en matière isolante, porcelaine, terre cuite ; ils devaient maintenir les fils et ne leur permettre aucun mouvement, jusqu'à ce que le mastic fût durci. Mais ces corps étrangers que l'on emprisonnait dans le bloc en compromettaient la solidité. On tenta d'employer des guides en bitume fabriqués d'avance. Mais ils se ramollissaient au contact du bitume chaud et manquaient leur effet.

Voici enfin l'ingénieuse disposition qui fut adoptée. Les fils télégraphiques étant tendus en nombre convenable, on les arrête à des intervalles assez rapprochés (25 centimètres par exemple), au moyen de peignes en fonte à rainures verticales *r r r r*.

Fig. 1.



Échelle de 0^m,25 pour mètre.

Sur une de leurs faces, ces peignes portent des volets ou clavettes *v v*, mobiles horizontalement autour d'une charnière *c*. (Voir la figure 1, qui représente un de ces instruments construit pour dix fils.) On introduit le peigne entre les fils de

haut en bas, les volets ouverts ; puis on ferme ces volets de façon à séparer les rangées horizontales. On dispose ensuite le long du faisceau des règles en bois. On a ainsi formé de petites cases ayant la largeur du faisceau et une longueur de 25 centimètres. On coule alors le bitume chaud, de façon à laisser alternativement une case vide et une case pleine. On attend que le bitume soit refroidi et durci. Puis on retire les peignes de fonte en faisant jouer les volets ; il a fallu, pour cela, en les plaçant, tourner de part et d'autre du côté de la case vide la face qui porte les clavettes. Quand les peignes sont enlevés, on a une série de blocs bitumineux de 25 centimètres, séparés par des intervalles de 25 centimètres également, dans lesquels les fils sont restés à nu et se trouvent régulièrement tendus. On vient alors verser le mastic dans ces intervalles. Le bitume de la première coulée se réchauffe assez aux extrémités de la case pour se souder parfaitement avec la matière chaude. Mais il reste froid au milieu et maintient l'espacement des fils. On obtient de cette façon un bloc homogène dans lequel les fils, sur toute la longueur de leur parcours, conservent avec précision le même écartement.

Telle est la disposition élémentaire d'après laquelle l'administration vient de faire construire dans Paris une ligne d'essai. Les travaux furent commencés à la fin du mois de mars de cette année et presque constamment gênés par le mauvais temps. Dans le courant de juin et de juillet, l'administration centrale se trouva reliée par la nouvelle ligne avec cinq ou six succursales télégraphiques de l'intérieur de Paris.

Nous allons entrer dans quelques détails sur les conditions exactes dans lesquelles cette ligne a été construite.

Les fils sont en fer. Ils ont été choisis d'un fort diamètre, pour donner un facile écoulement à l'électricité. Ce sont des fils de 4 millimètres, les plus gros que l'administration française emploie pour les lignes qu'elle construit en l'air. Les fils sont galvanisés. Selon toute vraisemblance, le bitume ne peut exercer sur le fer aucune action chimique. Ce fut l'avis de M. Victor Regnault, le savant directeur de la manufacture de

Sèvres, qui fut consulté à ce sujet. Mais, en tout cas, la couche de zinc dont le fer est revêtu arrêterait les actions oxydantes, et la grosseur du fil lui assurerait une longue durée, dans l'hypothèse d'une corrosion lente.

Le mastic de bitume employé est composé de la façon suivante.

On commence par fabriquer dans l'usine des pains qui contiennent :

Roche asphalte de Seyssel ou du Val-de-Travers, réduite en poudre.	100 kil.
Bitume épuré de Bastennes, suivant la richesse de la poudre, de 7 à 9 kilog., soit en moyenne. .	8
	108 kil.

Ces 108 kilog. se réduisent à 102 par la cuisson, qui dure environ huit heures et se fait dans des chaudières à palettes tournantes.

Ces pains sont apportés sur le travail ; et là on fait sur place un pudding, en prenant :

Mastic en pains, ci-dessus désigné.	100 kil.
Bitume de Bastennes, rajouté.	4
Gravier bien lavé et bien séché.	50
	154 kil.

qui se réduisent, par la cuisson, à 147 kilog. Cette cuisson dure environ quatre heures et se fait dans les chaudières habituellement employées pour les travaux des trottoirs.

La composition définitive en poids du pudding est donc environ :

Asphalte de Seyssel ou du Val-de-Travers. . .	58	75
Bitume épuré de Bastennes.	7	24
Gravier bien lavé.	34	01
	100	00

Dans ces proportions, le mastic est assez faible pour se modeler parfaitement sur les fils, et il devient, par le refroidissement, assez dur pour assurer la solidité de la ligne. Il conserve

en même temps assez d'élasticité pour que les chocs ne le cassent pas facilement.

Nous devons ajouter que ce mastic constitue le plus coûteux de tous les puddings bitumineux usités dans les arts. Il a paru nécessaire de s'en servir dans un premier essai. Mais tout fait espérer que l'on pourrait sans inconvénient employer des bitumes de composition inférieure et réduire ainsi notablement, peut-être de moitié, le prix de la matière première.

Nous donnerons dans un prochain numéro une notice spéciale sur la nature des bitumes qui peuvent être employés dans l'établissement des lignes télégraphiques. Nous n'entrons donc maintenant dans aucun détail à ce sujet. Contentons-nous de dire que les bitumes provenant de la fabrication du gaz d'éclairage doivent être proscrits d'une façon absolue.

Le gravier introduit dans le pudding doit être fin. Il faut lui faire subir deux tamisages. L'un pour le débarrasser des grains trop gros : le gravier passe alors à travers le tamis ; l'autre pour le débarrasser des particules terreuses : alors, au contraire, le gravier reste sur le tamis. Ces manipulations se font dans l'usine, et le gravier arrive tout préparé en sacs sur les travaux.

Quand le gravier n'est pas bien purgé de terre, il peut se former dans les chaudières, sous l'influence de la chaleur, des aggrégations de matières qui se brûlent, deviennent charbonneuses et constituent alors un danger pour l'opération, car ces matières peuvent quelquefois conduire l'électricité.

(La suite prochainement).

DE L'EMPLOI DU TÉLÉGRAPHE DANS LA DÉTERMINATION DE LA DIFFÉRENCE DE LONGITUDE ENTRE GREENWICH ET PARIS.

Issue des recherches purement scientifiques d'Ærsted, Ampère, Ohm, Arago, etc., la télégraphie électrique vient à son tour en aide à la science. On comprend en effet, de prime-abord, combien son concours peut être utile à l'astronomie, à la géodésie et à la météorologie dans toutes les questions où la rapidité, la simultanéité et la multiplicité des observations sont les conditions du succès.

M. Leverrier, directeur de l'Observatoire de Paris, d'accord avec M. Airy, astronome royal à Greenwich, a débuté dans cette voie par une nouvelle détermination de la différence de longitude entre Paris et Londres, ou plus exactement entre les Observatoires de ces deux villes. Depuis plusieurs années, un fil unissait celui de Paris au bureau central des télégraphes. De son côté, l'Observatoire royal de Greenwich avait obtenu qu'on déviât dans ses murs un des fils de la ligne de Douvres à Calais, et que la jouissance de ce fil, ainsi que celle d'un des quatre sous-marins, lui fût concédée une heure de chaque nuit pendant toute la durée des observations.

Celles-ci se sont faites de onze heures à minuit, du 26 mai au 24 juin 1854.

Sans entrer dans des détails spéciaux qui ne sont pas de notre compétence, nous dirons quelques mots de l'expérience envisagée principalement au point du rôle que la télégraphie y a rempli.

On sait qu'on estime la différence de longitude de deux points

du globe en notant la différence des heures marquées à ces deux stations à un même moment donné. Avant la télégraphie électrique, on avait atteint ce but par l'observation des mêmes phénomènes astronomiques, tels qu'éclipses, occultations d'étoiles, distances de la lune aux étoiles, etc., ou par l'apparition de fusées s'élevant à une grande hauteur. On a employé cette fois, comme signal instantané, l'envoi d'un courant voltaïque dans deux galvanomètres placés respectivement dans chaque station, et l'on s'est attaché à noter avec beaucoup de précision l'instant où les aiguilles quittaient la position d'équilibre, en ayant soin de régler ou de corriger les pendules par l'observation des mêmes étoiles au moyen des méthodes propres à l'astronomie.

Afin que les deux observateurs se trouvassent dans des conditions identiques, les signaux étaient donnés par une personne différente de celles qui les observaient sur les galvanomètres.

Les communications établies dans l'intérieur de l'Observatoire de Paris consistaient :

1° En un appareil à cadran (1) destiné à converser avec le bureau central pour les besoins du service et l'entente nécessaire aux expériences ;

2° En un système de deux commutateurs destinés tantôt à mettre le cadran dans le circuit, tantôt à diriger le courant de la ligne dans le galvanomètre placé dans une salle voisine, lorsque Greenwich donnait les signaux, tantôt enfin à envoyer le courant sur la ligne en passant par le galvanomètre quand l'Observatoire de Paris transmettait ;

3° En un inverseur qui permettait de changer le sens du courant, de telle sorte que les conclusions pussent être regardées comme indépendantes de toute difficulté qui pourrait s'élever plus tard au sujet de la vitesse de l'électricité dans les deux cas.

Le galvanomètre n'était d'ailleurs qu'une aiguille très sensi-

(1) Télégraphe alphabétique en usage sur les chemins de fer français.

ble, suspendue verticalement ; l'aiguille extérieure venait heurter deux boutons, comme dans l'appareil Wheatstone.

Les observations ont dû être répétées un grand nombre de fois, pour qu'on obtînt une moyenne suffisamment établie.

Outre les causes d'erreurs de diverses natures qu'il ne nous appartient pas de décrire, non plus que les moyens de correction ou d'élimination employés pour y obvier, il en existait une indépendante de l'observation et inhérente à l'emploi même du signal télégraphique ; c'est le temps appréciable que met le courant à franchir l'intervalle des deux stations ; ce retard ne pouvait guère être mesuré directement, et l'on devait supposer que les portions sous-marine et souterraine du circuit en augmenteraient l'influence. On a pris le parti de l'éliminer du résultat final, quelle que fût sa valeur réelle, en faisant partir les signaux tantôt de l'une des deux stations, tantôt de l'autre.

Si l'on désigne par L la différence de longitude cherchée exprimée en temps, par l la différence des temps observés dans une expérience où le courant part de Paris, par l' cette différence dans une expérience inverse, par le retard du courant, il est facile de voir qu'on a pour ces deux observations

$$L = l + \theta$$

et

$$L = l' - \theta ;$$

Car, dans le premier cas, le retard s'ajoute au temps de Greenwich et diminue la différence, et dans le second il s'ajoute au temps de Paris et augmente la différence.

On en déduit :

$$L = \frac{1}{2} (l + l') ;$$

θ se trouve ainsi éliminé quelle que soit sa valeur réelle. Les mêmes observations peuvent servir à déterminer le retard du courant. Il suffit, en effet, pour avoir la valeur de θ , de retrancher les équations au lieu de les ajouter.

Il vient :

$$\theta = \frac{1}{2} (\ell' - \ell).$$

Quoique contrariées par l'état de l'atmosphère, tant au point de vue des observations célestes qu'à celui de la transmission électrique des signaux, les expériences ont pu se répéter assez souvent pour donner lieu à des conclusions importantes. Il est entendu, d'après ce qui précède, que la moitié des signaux ont été envoyés par Paris et la moitié par Greenwich, afin de pouvoir opérer, sur la somme des observations, l'élimination indiquée ci-dessus pour un groupe de deux seulement.

La différence de longitude a été trouvée de 9' 20",63, résultat différant de près de 1" de celui qu'on obtint en 1825 par l'observation des fusées.

Le temps employé par le courant pour franchir l'intervalle des deux observations a été trouvé de 0",08. Ce résultat, si peu en rapport avec les données ordinaires sur la vitesse de l'électricité, puisqu'il n'équivaut guère qu'à 1,500 lieues par seconde, ne doit sans doute être attribué qu'à l'influence des fils sous-marins et souterrains. Quoi qu'il en soit, il serait très-intéressant de savoir quels chiffres donneraient pour la vitesse du courant des expériences semblables à celle-ci, mais faites sur des fils en l'air, et aussi de savoir si, dans un circuit mixte, comme celui de Paris à Londres, le retard du courant est le même dans les deux sens, c'est-à-dire si l'influence retardatrice du câble n'est pas plus grande lorsqu'il se trouve plus près de la source électrique.

Au surplus, ce vœu ne tardera pas à être satisfait, car la grande opération que nous venons de décrire sommairement n'est que le prélude de travaux analogues, ayant pour objet de fixer d'une manière plus précise, au moyen des lignes télégraphiques, la position des points principaux de la carte d'Europe. L'on comprend d'ailleurs combien cette détermination doit intéresser la géodésie et l'astronomie. En restreignant la

question au territoire français, nos propres lignes serviront à déterminer avec plus de précision la position d'une foule de points, et viendront ainsi en aide au beau travail de la carte de France.

Nous tiendrons le lecteur au courant des phases diverses que présentera cette application de la télégraphie, et nous y joindrons la relation de ce qu'a fait et de ce que fera prochainement l'Observatoire, avec le concours de l'administration, pour la transmission de l'heure précise aux divers ports de mer, et pour la constitution d'un réseau d'observations météorologiques destinées, suivant toute apparence, à donner comme résultats des faits d'une haute utilité pratique.

Paris, le 8 juillet 1855.

JULES FAURE,

Inspecteur des lignes télégraphiques.

**DE QUELQUES DÉRANGEMENTS CAUSÉS SUR LES LIGNES ITALIENNES
PAR LES ORAGES ET L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE ET DES MOYENS
D'Y REMÉDIER,**

Par le Docteur LUIGI MAGRINI.

ANALYSE.

Nous donnons ci-dessous une analyse d'un article du docteur Luigi Magrini, professeur de physique et membre de l'Institut lombard des sciences et des arts. L'original en langue italienne a été communiqué par le ministère autrichien du commerce et des travaux publics à l'Union télégraphique austro-allemande et traduit dans la *Revue prussienne* (1854, octobre, pages 241-251).

On connaît les effets perturbateurs des orages sur les lignes et les appareils télégraphiques. Si les décharges ont lieu à de grandes distances, on peut presque compter les éclairs qui passent au-dessus de la ligne, car ils se manifestent par un mouvement subit et violent des appareils. Si les décharges sont proches, la ligne peut être frappée directement, les fils déchirés, les poteaux brisés, les bobines d'électro-aimants fondues et volatisées. Il y a danger pour les personnes.

Le docteur Magrini cite les principaux phénomènes de ce genre observés sur les lignes italiennes. Nous n'insistons pas sur ces détails, car nous aurons occasion de publier les curieuses observations de ce genre qui ont été faites sur les lignes françaises.

Mais d'autres phénomènes d'électricité atmosphérique se manifestent souvent, sans qu'il y ait formation de nuages ni même apparence de brume. La plupart des actions physiques ou chimiques, la végétation, la combustion, dégagent dans l'air de l'électricité. L'échauffement du sol humide par les rayons solaires donne lieu à un courant ascendant d'air et de vapeur d'eau; cette vapeur peut être invisible si elle n'est pas conden-

sée ; l'électricité libre que contiennent les molécules gazeuses reste à l'état de tension, maintenue par l'air qui les environne. De là des courants soit directs, soit induits dans les fils télégraphiques. Ces courants, dans les lignes actuelles, troublent souvent le jeu de la pile. Ils ont acquis quelquefois une intensité assez grande pour désaimanter les aiguilles dans des appareils Wheatstone ; d'autres fois des appareils Morse ont inversé leurs signaux ; les points et les lignes sont devenus des blancs et réciproquement. C'est qu'il circulait d'une façon continue dans le fil un courant atmosphérique égal et de signe contraire au courant de la pile ; les deux courants se détruisaient mutuellement au moment où celui de la pile aurait dû passer ; le courant atmosphérique avait son effet quand celui de la pile était interrompu. Les relais des appareils Morse, qui sont sensibles à des courants faibles, fonctionnent souvent sous l'action seule de l'électricité atmosphérique. Le fait a été plusieurs fois constaté à la station de Milan (1).

Pour remédier à ces inconvénients, il y a un double problème à résoudre :

1° Ouvrir à l'électricité, à la sortie de la ligne, un chemin qui offre assez peu de résistance pour que l'électricité de tension le choisisse particulièrement, mais qui en offre cependant assez pour que le courant de la pile n'éprouve par là aucune dérivation ;

2° Empêcher l'arrivée dans les électro-aimants des courants intenses que produit l'électricité atmosphérique.

Le docteur Magrini entre dans la description des différents appareils au moyen desquels on a cherché à résoudre le problème.

Steinheil, ancien directeur général des télégraphes électri-

(1) Nous n'introduisons dans cette analyse que les données de M. Magrini. Il n'y est question, par conséquent, que des phénomènes observés sur les lignes italiennes.

ques d'Autriche, établissait en dehors de la station, sur le toit par exemple, deux plaques de cuivre carrées ayant environ 20 centimètres de côté. Ces deux plaques, supportées par des pieds de porcelaine et défendues de la pluie par une cloche, sont séparées l'une de l'autre par plusieurs couches de soie. A ces deux plaques sont attachés normalement deux gros fils métalliques dont l'un est le fil de la ligne, et l'autre aboutit à la terre. Un fil de cuivre de diamètre beaucoup plus petit part de l'une des plaques pour revenir à l'autre, et c'est dans le circuit de ce petit fil qu'est situé l'électro-aimant de l'appareil.

Les courants ordinaires, ne possédant pas une tension assez forte pour franchir la couche isolante qui sépare les plaques, arrivent dans l'appareil par le petit fil. Au contraire, l'électricité orageuse, ne trouvant pas dans les fils minces un écoulement suffisant, saute directement d'une plaque à l'autre et se décharge ainsi dans le sol.

Tel fut le système installé par Steinheil dans toutes les stations autrichiennes.

Meissner établit sur les lignes du duché de Brunswick un système qui ne diffère du précédent que par quelques détails de construction.

On peut encore citer une disposition tout à fait analogue proposée par Fardely. Près de la station télégraphique, au dernier poteau, il interrompt le fil sur une longueur d'un demi-millimètre, et de chaque côté de l'interruption il soude les extrémités du fil mince qui mène le courant dans l'électro-aimant.

Ici l'auteur italien rend compte de la disposition primitivement employée sur les lignes françaises. Dans l'axe d'un tube en verre de très-petit diamètre était un fil de fer ou d'acier d'environ 0^m,1 de longueur et de 0^{mm},05 de diamètre. Ce petit fil se trouvait interposé sur le passage du courant dans l'intérieur même du bureau, sous les yeux de l'employé. Le fer, à égalité de diamètre, conduit l'électricité environ quatre fois moins que le cuivre. Le petit fil engagé dans le tube était d'ailleurs d'un diamètre inférieur à celui des électro-aimants. Il offrait donc comparativement une grande résistance au

passage du courant. Cette résistance a pour effet d'échauffer les métaux et tend ainsi à les fondre. On voit donc que si des courants trop énergiques arrivaient par la ligne, le petit fil de fer du tube fondait avant les fils de cuivre de l'électro-aimant, qui se trouvait dès lors à l'abri des dégradations. Dans cette fusion, des tubes furent souvent brisés; les vis de la planchette sur laquelle ils étaient fixés furent arrachées et projetées.

Tels étaient, en effet, les paratonnerres primitivement construits par M. Bréguet pour l'administration française (1). De nouvelles dispositions ont été ensuite adoptées à ce sujet. Nous ne les décrivons pas ici, elles trouveront place dans d'autres articles.

Vient enfin un système proposé par Walker. Un cylindre creux en cuivre, communiquant avec la terre, est fermé à chaque bout par un disque en bois auquel est fixé un disque de cuivre. L'un de ces disques de métal, auquel aboutit le fil de ligne, est muni de pointes qui sont rangées en cercle en face du bord correspondant du cylindre. L'autre disque de métal, qui communique à l'appareil, est en regard de pointes métalliques partant du cylindre lui-même. Les deux disques sont reliés dans l'intérieur du cylindre par une tige métallique. Cette tige porte également deux plateaux circulaires munis de pointes qui viennent s'arrêter près de la face intérieure du cylindre. Au-dessous de ces deux plateaux, et encore dans l'intérieur du cylindre, est un petit rouleau de bois autour duquel circule un fil de cuivre d'un diamètre beaucoup plus petit que celui de l'électro-aimant. Ce fil met le cylindre en communication avec un autre fil qui aboutit très-près de la terre et plus près qu'aucune des autres parties métalliques des appareils.

Après cet exposé des systèmes, le docteur Magrini passe à leur critique. Aucun d'eux ne remplit la double condition du problème qu'il a posé plus haut.

(1) Cet appareil est abandonné. On en a proscrit l'usage depuis longtemps. Il est dangereux et a causé des accidents assez graves dans les gares de chemins de fer où l'on a persisté à l'employer.

Le paratonnerre de Steinheil a dû être abandonné.

Au bout de quelque temps, de fortes dérivations se faisaient d'une plaque à l'autre, même pour les courants ordinaires. Peut-être la soie humide donnait-elle passage à l'électricité. Peut-être les décharges d'électricité statique qui se produisaient entre les deux plaques entraînaient-elles des parties métalliques de façon à établir une communication continue.

Voici les objections faites en particulier au système de Fardely ; elles s'appliquent aussi au système précédent :

1° Les fils de cuivre minces exposés à l'air, échauffés dans le jour, refroidis pendant la nuit, deviennent cassants et doivent être souvent renouvelés ;

2° Ces fils doivent avoir une certaine longueur (5 ou 6 mètres par exemple) ; il en résulte une résistance notable et une fâcheuse diminution dans l'intensité du courant ;

3° Ces petits fils circulant à l'air libre sur une certaine longueur, perdent par le rayonnement une grande partie de la chaleur produite par les courants intenses. De là, difficulté de fusion. Au contraire, dans l'électro-aimant les spires accumulées s'échauffent l'une l'autre. Il est donc à craindre que le fil des électro-aimants ne fonde avant le fil préservateur.

Le paratonnerre Bréguet garantit les appareils contre les effets des courants intenses d'induction produits par l'électricité atmosphérique ; mais il ne les préserve pas contre l'électricité de tension qui peut pénétrer dans la ligne. Car il y a cette différence entre les courants et l'électricité de tension, que les uns, tout en produisant de puissants effets d'échauffement sont arrêtés par la moindre discontinuité métallique. Un courant capable de fondre un gros fil de fer, ne franchira pas un intervalle d'un millimètre. Au contraire, l'électricité statique ou de tension qui accompagne les orages ne se laisse pas arrêter par les interruptions ; elle se décharge à distance sur les conducteurs. Richmann, célèbre physicien de l'Académie de Saint-Petersbourg, fut tué par une étincelle sortie d'un conducteur métallique qu'il avait amené dans sa maison pour étudier les orages. Au rapport de Sokolow, graveur de l'Aca-

démie, l'étincelle partie du fil vint le frapper au front en franchissant un espace de plus de 1 mètre. Le tube paratonnerre de Bréguet ne résout donc que la seconde partie du problème.

Au contraire, le système de Walker n'en résout guère que la première partie. Il préserve les appareils contre les effets d'orage; mais il les laisse sans défense contre les effets puissants d'électricité induite.

De ces considérations, M. Magrini déduit la nécessité d'installer sur le passage des fils deux appareils distincts, un tube à fil de fer fin qu'il appelle *interrupteur* et qu'il place sous les yeux de l'employé, un appareil à pointes qu'il appelle *déviateur* et qu'il met en dehors du poste.

Nous donnons ci-dessous la description et les dessins exacts des appareils proposés par le docteur italien. Ces appareils furent construits aux frais de l'Institut de Milan, ainsi que M. Magrini l'avait demandé dans la séance du 8 juin 1854.

Déviateur (fig. 1 et 2).

La figure 1 est une élévation longitudinale.

A B, cylindre creux en cuivre, de 30 centimètres de longueur, et de 4 centimètres de diamètre, muni en haut et en bas de deux séries de pointes placées dans le même plan vertical. Ces pointes sont dorées. Elles sont vissées dans le cylindre et en sortent d'une longueur de 5^{cm}3. De cette façon il est facile de remplacer celles que les décharges ont pu fondre ou déformer.

D E et H K, parois horizontales, larges de 10 centimètres, et distantes l'une de l'autre de 15 centimètres. Elles sont en cuivre, dorées intérieurement et vernies à l'extérieur; leur face interne est à 2 millimètres des pointes.

D K et E H, parois verticales et en cuivre verni, que le cylindre traverse au moyen d'un isolateur.

Les deux autres parois verticales de la boîte sont des plaques mobiles en verre qui permettent de surveiller les pointes et de les réparer facilement.

o r s t o' r' s' t', disques d'ivoire que traverse les extrémités du cylindre.

F F fil électrique.

C C' vis coniques assurant la communication du fil avec le cylindre.

M N pied de cuivre par lequel la boîte est fixée sur un poteau.

Fig. 1.

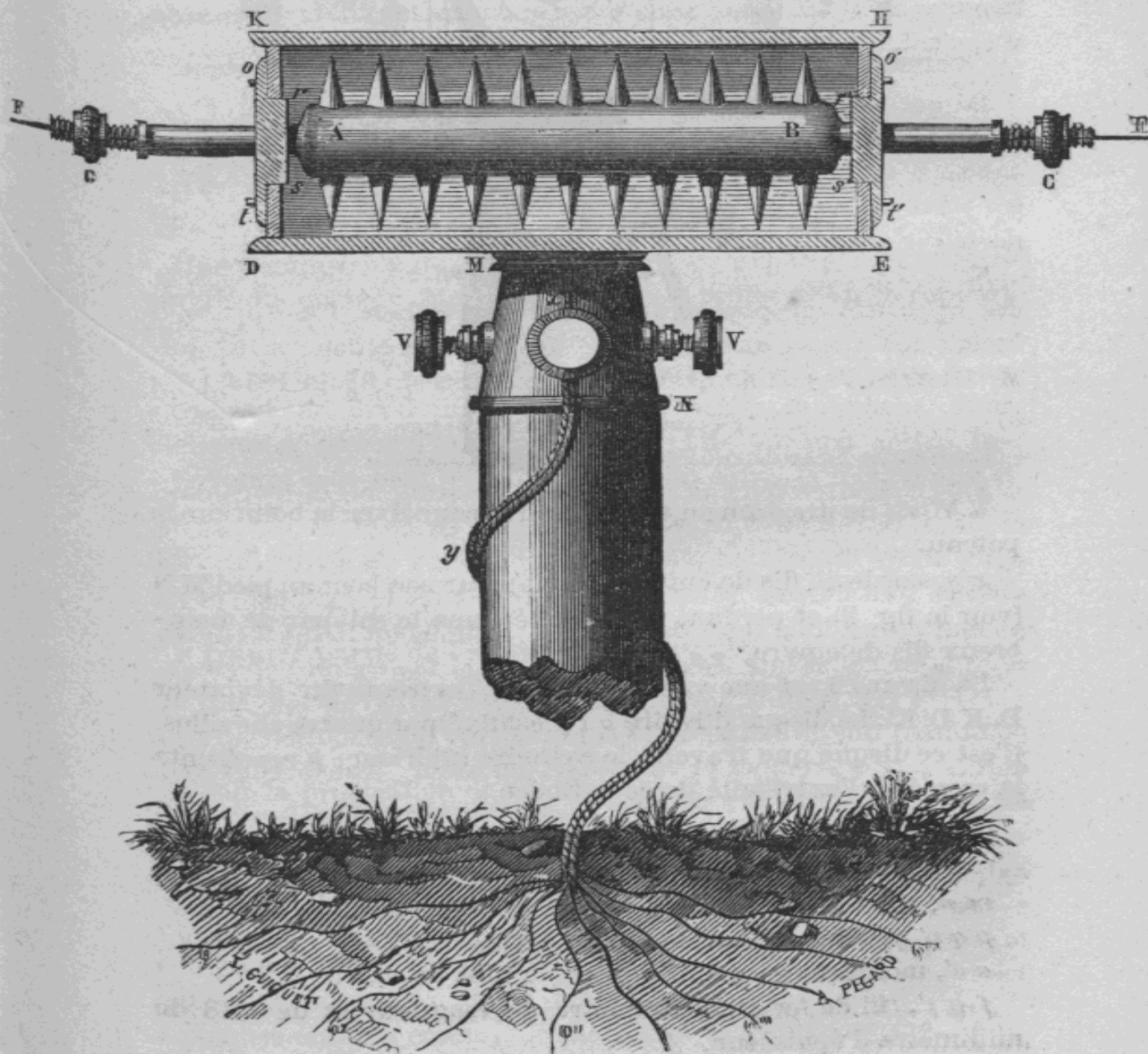
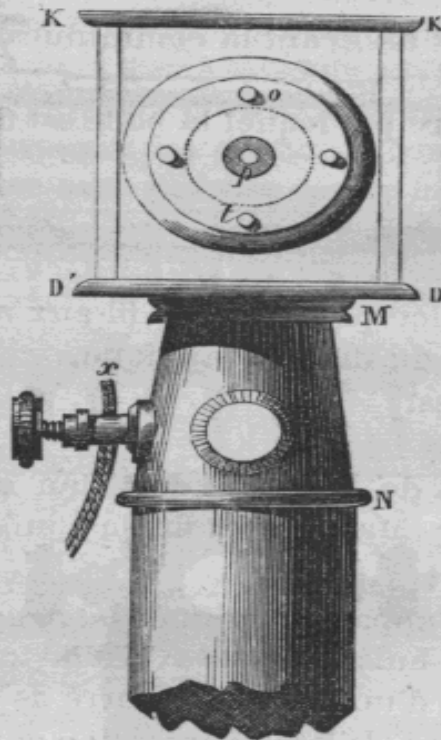


Fig. 2.



V V' vis de pression ou vis ordinaires pour fixer la boîte sur le poteau.

x y, corde de fils de cuivre attachée par son bout au pied M N (voir la fig. 2) et perdant l'électricité dans le sol par de nombreux fils de cuivre, $\varphi \varphi' \varphi''$ etc.

La figure 2 est une vue de la plaque extrême du déviateur D K D' K'. Le disque d'ivoire *o t y* est fixé par quatre chevilles. C'est ce disque que traverse le cylindre intérieur; *p* représente la coupe de l'extrémité de ce cylindre.

Interrupteur (fig. 3).

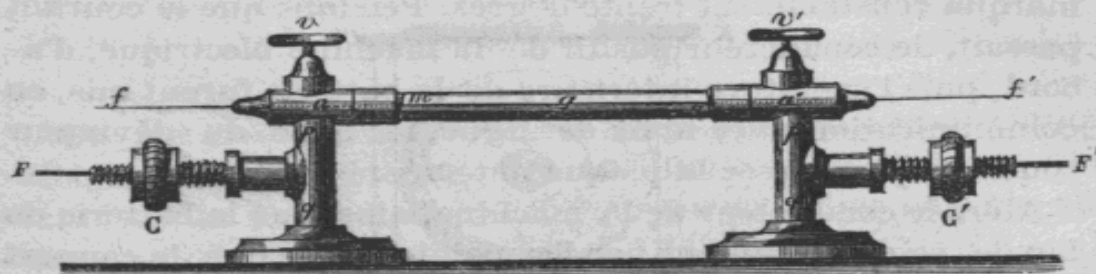
m n, tube en verre assez étroit.

p q p' q', supports en métal.

a a', montures en métal portant le tube de verre.

f g f', fil de fer d'un décimètre de longueur et de 1/18 de millimètre d'épaisseur.

Fig. 3.



$v\ v'$, vis de pression pour fixer le fil aux montures.

$F\ F'$, extrémités du fil télégraphique.

$C\ C'$, vis coniques.

Une Commission de l'Institut de Milan expérimenta les appareils du docteur Magrini, et fit, le 6 juillet 1854, le rapport suivant :

« La partie de l'appareil nommée *interrupteur*, soumise à un
 » courant de dix-huit éléments Wollaston seulement, dont
 » chacun a moins d'un décimètre carré de surface active, in-
 » terrompt très-bien la communication entre le télégraphe et
 » le fil de ligne. De cette manière, les spirales des électro-ai-
 » mants sont à l'abri des effets destructifs des courants intenses
 » induits par l'électricité atmosphérique, sans que l'employé
 » ait besoin de rien toucher.

» L'autre partie de l'appareil, qui peut être appelée le *dévia-
 » teur*, a produit son effet complet : car il déchargea complète-
 » ment l'électricité de tension d'une machine ordinaire et d'une
 » batterie de bouteilles de Leyde.

» Sur la proposition de M. Magrini, la Commission fit encore
 » l'expérience suivante :

» Entre le déviateur et le fil de ligne fut intercalé un petit
 » élément de Bunsen, dont le courant, passant par l'interrupteur
 » et un galvanomètre ordinaire, était forcé de revenir au rhéo-
 » moteur à travers une ligne de terre de quinze mètres com-
 » prise entre deux plaques de cuivre enterrées. L'une de ces
 » plaques était en communication avec le galvanomètre, l'au-

» tre avec la boîte de métal du déviateur. Le galvanomètre
» marqua constamment trente degrés. Pendant que le courant
» passait, le conducteur positif de la machine électrique, d'a-
» bord, puis l'armature intérieure de la batterie furent mis en
» communication avec le fil de ligne, la boîte du déviateur
» communiquant avec la plaque enterrée.

» Alors le conducteur de la machine, ainsi que la batterie de
» Leyde, se déchargèrent par les pointes, sans que le courant
» galvanique subît le moindre changement.

» De là résulte que l'appareil construit aux frais de l'Institut
» permet de transmettre des dépêches pendant les décharges
» d'électricité statique.

» La Commission pense donc que l'Académie peut le recom-
» mander à l'administration publique.

» *Les membres de la Commission :*

» GIO VELADINI, PAOLO FRISIANI, GIUSEPPE BELLI,
» LUIGI MAGRINI.

» Les expériences ci-dessus ont été répétées avec succès en
» présence de l'Académie, le 6 du même mois.

» *Le vice-secrétaire :* GIULIO CURIONI. »

Nous parlerons dans un prochain article d'autres paraton-
nerres employés en divers pays.

Au moment où nous analysons le travail de M. Magrini, un
inspecteur des lignes télégraphiques françaises, M. Pouget-
Maisonnette, soumet à l'Institut un appareil ingénieux qui
paraît résoudre les deux parties du problème posé par le doc-
teur italien. Dans cet appareil, le courant traverse un récipient
d'alcool. Ce liquide jouit de la propriété de conduire l'électricité
statique, tout en arrêtant complètement l'électricité dynami-
que. La séparation des deux électricités se trouve ainsi effec-
tuée. Nous ferons connaître ce travail dès qu'il aura été présenté
à l'Institut.

NOUVELLES DIVERSES.

Un congrès destiné à régler la question des transmissions télégraphiques vient d'avoir lieu à Berlin, entre les représentants de la France, de la Belgique et de l'Union austro-allemande.

De France étaient venus M. le vicomte de Vougy, directeur général des lignes télégraphiques, et M. de Clercq, sous-directeur au ministère des affaires étrangères.

La Belgique était représentée par M. Masui, directeur général des postes et télégraphes.

M. Von der Heydt, ministre prussien du commerce, ayant été obligé de s'absenter pour cause de santé, l'Union austro-allemande fut représentée au congrès par M. Nottebohm, conseiller d'État et directeur des télégraphes de Prusse.

La convention vient d'être signée le 29 juin. Elle est faite pour deux ans. Les puissances contractantes pourront, au bout d'un an, apporter à la convention les améliorations que l'expérience aura indiquées, pourvu que l'accord soit unanime. A cet effet, les représentants des États contractants se réuniront de nouveau au bout d'une année.

La prochaine réunion aura lieu à Bruxelles.

M. Zantedeschi, professeur à l'université de Padoue et savant distingué, est en ce moment à Paris. Il a obtenu de M. le directeur général l'autorisation de faire des expériences au sujet de la transmission simultanée et en sens contraire de deux dépêches par le même fil. On sait que cette question est à l'ordre du jour en Italie et en Autriche, où plusieurs personnes annoncent l'avoir résolue d'une façon satisfaisante.

Une Compagnie s'est formée aux États-Unis sous le nom de *Société du Télégraphe transatlantique sous-marin*, pour mettre l'Amérique en relation télégraphique avec l'Europe. Toutefois, cette Compagnie ne s'occupe encore que de communications à établir sur le continent ou dans les eaux de l'Amérique. Elle espère à l'automne prochain avoir poussé ses travaux jusqu'à Terre-Neuve. On a embarqué à la fin de juin à Greenwich, à bord du *Sarah-le-Bryant*, le câble sous-marin qui doit relier le cap de l'île Breton avec Terre-Neuve. Ce câble, qui a été fabriqué dans les ateliers de MM. Kuper et C^e, doit, dit-on, être posé et fonctionner à la fin d'août. Sa longueur est de 74 milles anglais (119 kilomètres). Il pèse 400 tonnes et renferme trois fils conducteurs. L'opération est confiée à M. Canning, un des ingénieurs de la maison Kuper, qui a dirigé l'immersion de la ligne méditerranéenne entre la Spezzia, la Corse et la Sardaigne.

Encore incertaine sur l'époque où elle abordera la difficile question de la pose d'un câble entre Terre-Neuve et l'Europe, la Compagnie prend provisoirement les mesures nécessaires pour rendre Terre-Neuve aussi abordable que possible aux navires. Elle vient de passer un contrat pour faire disparaître du port de Saint-Jean-de-Terre-Neuve le seul écueil qui pût faire obstacle à l'entrée des bâtiments du plus fort tonnage. L'opération doit être terminée pour le 1^{er} septembre prochain. Le port offrira alors 9 mètres d'eau, à marée basse, dans sa partie la moins profonde. On espère que ce travail accompli et le télégraphe mis en fonction, les steamers consentiront à relâcher à Saint-Jean pour hâter la transmission des nouvelles européennes. Celles-ci arriveraient alors à New-York en six jours environ.

On sait qu'une compagnie s'est formée en 1853, sous la gérance de M. John Watkins Brett, pour établir une ligne télégraphique qui, partant du cap Spezzia (royaume de Sardaigne),

traverserait la Corse, l'île de Sardaigne, et viendrait aboutir en Algérie, à la Calle (près Bone).

La ligne est faite jusqu'en Sardaigne.

Aux termes du traité passé par M. Brett avec S. Exc. le ministre de l'intérieur, la ligne devait être achevée jusqu'en Algérie le 10 juin 1855. Faute de l'avoir terminée en temps utile, la Compagnie se trouvait déchuée des privilèges à elle accordés par le traité de concession. Mais, en raison de la difficulté qu'a eue M. Brett à se procurer des bâtiments, à cause de la guerre d'Orient, le terme de rigueur a été prorogé.

On annonce que le câble sous-marin qui doit unir la Sardaigne à la côte d'Afrique arrivera à Gênes vers la fin de juillet, et qu'il sera immergé dans les premiers jours d'août. M. Brett a passé un marché avec le capitaine Robert's, de la marine royale anglaise, tant pour le transport que pour le placement du câble; et, aux termes du contrat, le départ de Londres devra avoir lieu avant le 15 juillet.

Les travaux du télégraphe, de Calle à Bone, le long de la côte, ont été entrepris par la Compagnie, avec l'aide d'employés du gouvernement français. On les pousse avec activité; ils seront vraisemblablement terminés quand on aura posé le câble.

Aux termes de la loi du 10 juin 1853, le gouvernement français avait garanti à la Compagnie du télégraphe méditerranéen un minimum d'intérêt de 4 0/0 sur la partie de son capital employée en Corse, entre la Sardaigne et l'Algérie, et sur le territoire d'Algérie; ce capital ne pouvait d'ailleurs excéder 4 millions et demi.

Le Corps législatif vient de voter une loi qui élève de 4 à 5 0/0 la garantie de ce minimum d'intérêt.

Les Indes se sont depuis deux années couvertes d'un vaste

réseau télégraphique. On pense depuis quelque temps à joindre les lignes européennes aux lignes indiennes.

M. John Watkins Brett, en fondant sa Compagnie du télégraphe méditerranéen, annonçait l'intention de prolonger sa ligne le long de la côte d'Afrique, par Tunis, Tripoli et l'Égypte ; d'atteindre ensuite le golfe Persique par Suez, Jérusalem, Damas, Bagdad et Bassora ; puis de suivre la côte de Perse pour gagner Bombay ; mais ce projet paraît n'avoir jamais été sérieux.

On cherche plutôt maintenant à se frayer le chemin des Indes en évitant la côte d'Afrique.

Le chevalier Bonelli, directeur des télégraphes de Sardaigne, songe à jeter un câble de Sardaigne en Sicile ; de là à Candie ; de Candie il ferait deux embranchements, l'un sur Constantinople, l'autre sur Alexandrie.

On écrivait de Thérapia, le 17 mars, au *Moniteur universel*, que M. Lionel Josborn avait passé un contrat avec le gouvernement ottoman pour l'établissement d'un câble sous-marin destiné à relier les Dardanelles à l'Égypte.

D'un autre côté, M. Delarue, déjà chargé de travaux télégraphiques en Turquie, demande la concession d'une ligne qui, partant de Constantinople et d'Andrinople, traverserait la Roumélie et l'Albanie par Janina, et aboutirait à la pointe d'Italie, à travers le canal d'Otrante.

Toutefois, l'exécution de ces différentes lignes est encore très-problématique.

CATALOGUE DES PRODUITS TÉLÉGRAPHIQUES DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE.

Dans la classification générale de l'Exposition universelle, les produits qui concernent la télégraphie sont presque tous compris dans le 3^e groupe, 9^e classe, 9^e section.

Cette section porte la rubrique : *Production et emploi de l'électricité*, et comporte les détails suivants :

Piles galvaniques.

Eclairages électriques.

Télégraphie électrique.

Systèmes de lignes télégraphiques aériennes, souterraines et sous-marines.

Appareils divers pour la notation des dépêches.

Cadrams, claviers, aiguilles, cylindres, etc.

Application de l'électricité aux besoins domestiques et à la direction des ateliers industriels, sonnettes électriques, horloges électriques, etc.

Application de l'électricité au service de correspondance et de sûreté des chemins de fer.

Moteurs électriques.

Application de l'électricité à la métallurgie.

Procédés généraux pour la dissolution et la précipitation des métaux.

Moulages galvano-plastiques.

Enduits galvano-plastiques.

Dorure et argenture.

Les jurés de la 9^e classe sont :

JURÉS TITULAIRES :

MM. **Babinet**, membre de l'Académie des sciences, astronome adjoint à l'Observatoire impérial de Paris.

Péclet, inspecteur général de l'instruction publique, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, membre du conseil de la Société d'encouragement.

Foucault, physicien à l'Observatoire impérial de Paris.

Becquerel (Edmond), professeur de physique appliquée au Conservatoire impérial des arts et métiers.

JURÉS SUPPLÉANTS.

MM. **Clerget**, membre du conseil de la Société d'encouragement, chef du bureau des primes à l'administration des douanes.

Barreswil, commissaire-expert au ministère du commerce, de l'agriculture et des travaux publics.

Nous donnons ci-dessous le catalogue des objets télégraphiques exposés par les différentes nations. Nous en commencerons le compte-rendu dans une prochaine livraison.

EMPIRE FRANÇAIS.

N^o 2264. — **Bordon** (Ch.), à Paris, rue de Seine, 72. — Télégraphe électrique à signaux directs, à l'usage des chemins de fer.

Bréguet et C^e, à Paris, quai de l'Horloge, 39. — Télégraphie électrique ; appareils divers.

Breton frères, à Paris, rue Dauphine, 23. — Télégraphes électriques

2265. — **Dezelus** (J.-Z.), à Chartres (Eure-et-Loir). — Moteur électrique.

2266. — **Dujardin** (P.-Ant.-J.), à Lille (Nord). — Télégraphe électrique imprimant.

2267. — **Garnier** (P.), à Paris, rue Taitbout, 16. — Horloge électro-magnétique pour les chemins de fer. — Transmetteur mécanique pour les appareils Morse.

2270. — **Laumain et Briquet**, à Paris, rue du Jardinot, 11. — Appareils télégraphiques, système de Morse.

2272. — **Leroy**, à Reims (Marne). — Horloges électriques de nouveau système.

2273. — **Loiseau** (L.-F.-Ach.), à Paris, quai de l'Horloge, 36. — Instruments pour la télégraphie électrique, la physique et l'électro-magnétisme. (CF 1839, MH 1844, B 1849.

2274. — **Mirand** (J.), à Paris, rue du Petit-Pont, 10. — Sonnettes électriques pour appartements ; télégraphes électriques pour chemins de fer.

2275. — **Du Moncel** (Vicomte Th.), à Héronville-Saint-Clair (Calvados). — Anémographe électrique ; télégraphe imprimeur ; moteur électrique ; horloges électriques ; appareil électrique pour les chemins de fer.

— **Mouilleron** (J.-Fr.-V.), à Paris, place Dauphine, 16. — Télégraphe électrique imprimeur.

2277. — **Prud'homme** (P.-D.), à Paris, rue Saint-Denis, 293. — Fils électriques recouverts de soie, de coton, de gutta-percha ou d'une composition ; câble sous-marin.

2278. — **Pulvermacher** (J.-L.), à Paris, rue Favart, 18. — Piles hydro-électriques à l'usage de la médecine ; batteries de quantité ; piles thermo-électriques.

2279. — **Regnard** (Ed.), à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or). — Télégraphe électro-mécanique.

2280. — **Roux** (J.-B.), à Paris, boulevard Beaumarchais, 73. — Moteur électro-dynamique.

2281. — **Boyer** (P.-F.), à Paris, rue Cassette, 16. — Echelle télégraphique portative ; timbres-cachets pour la télégraphie électrique.

2282. — **Tabarié** (L.-Em.), à Paris, rue de Vaugirard, 82. — Machine électro-dynamique de la force de deux chevaux.

2283. — **Thiébaud** (J.-P.), à Saint-Dié (Vosges). — Moteurs électriques pour divers usages.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

40. — **Carpenter** jeune (G.), à Providence (Rhod-Island). — Batteries électriques pour la télégraphie et la médecine.

EMPIRE D'AUTRICHE.

455. — **Jedlik** (Anian), **Esapo** (Gust.) et **Hamar** (Léopold), à Pesth (Hongrie). — Batteries galvaniques.

456. — **Ateliers impériaux du Télégraphe**, à Vienne (Basse-Autriche). Télégraphie électro-chimique pour double correspondance, inventé par le docteur G. Gintl.

458. — **Del Aqua** (Charles), à Milan (Lombardie). — Télégraphe électro-

magnétique, système Morse, avec perfectionnements. — Machine électrique, système Baumgartner.

ROYAUME DE BELGIQUE.

216. — **Lippens** (P.), à Molenbeck-Saint-Jean (Brabant). — Télégraphes magnétiques; sonnerie d'appel à mouvement d'horlogerie.

CONFÉDÉRATION SUISSE.

119. — **Grasset** (J.-D.), à Genève. — Chronomètre électro-télégraphique; horloges en communication avec ce chronomètre par des fils conducteurs de l'électricité.
120. — **Hipp** (M.), mécanicien à Berne. — Télégraphes, système Morse; télégraphes portatifs pour le service militaire.
121. — **Wartmann** (E.-Fr.), à Genève. — Appareil télégraphique pour transmettre simultanément deux dépêches par le même fil; compensateur électrique; fixateur électrique.
- 204 (18^e classe, 6^e section). — **Ziegler-Pellis** (J.), à Winterthur (Zurich). — Tuyaux de terre cuite pour les fils télégraphiques.

ROYAUME D'ESPAGNE.

515. — **De Miguel** (T.), à Madrid. — Appareils pour la télégraphie électrique.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

- 493 (9^e cl., 8^e sect.) — **Burdett** (J.), à Poringland (Norfolk). — Télégraphe pour le service intérieur des maisons.
- 494 (9^e cl., 8^e sect.) — **Palmer** (Chr. R.), à Southampton (Hamp). — Appareil télégraphique à l'usage des bateaux à vapeur et des navires à voiles; télégraphe aérien pour signaux de chemin de fer.
- Stevens** (G.), à Londres. — Lampes pour signaux de nuit sur les chemins de fer.
- 495 (9^e cl., 8^e sect.) — **Thornton** (J.) et fils, à Birmingham (Warwick). — Signaux de jour pour chemins de fer; lampes pour signaux de nuit.
498. — **Allan** (Th.), à Londres. — Modèle d'une machine à moteur électrique.
499. — **Brooke** (Ch.), à Londres. — Appareils photographiques pour constater les changements des appareils magnétiques; appareil électrique.
500. — **Dering** (G.-E.), à Welwyn (Hertford). — Télégraphe électrique.
501. — **Dundonald** (comte de). — Fil de télégraphe électrique.
502. — **Electric Telegraph Company**, à Lothbury. — Appareil électrique.
503. — **Gassiot** (J.), à Clapham, près de Londres. — Batterie de Grove alimentée par l'acide nitrique.
504. — **Grove** (W.-R.), à Londres. — Batterie voltaïque à gaz donnant un courant constant.
505. — **Harris** (sir Snow), à Plymouth (Devon). — Appareils électriques.
506. — **Henley** (W. Th.), à Londres. — Télégraphes électriques; aimants; appareils magnétiques.

507. — **Kuper** (W.) et C^e, à Londres. — Câble de fils métalliques pour la télégraphie sous-marine, les chemins de fer et les mines.
508. — **Lyons** (M.), à Birmingham (Warwick). — Appareils électro-magnétiques.
509. — **Newal** (R.-S.) et C^e, à Gateshead (Durham). — Fil métallique pour la télégraphie sous-marine ; télégraphe électrique.
510. — **Sheperd** (Ch.), à Londres. — Horloges électriques.
511. — **South eastern Railway Company**, à Londres. — Appareils du télégraphe électrique employés sur le South Eastern Railway, inventés par Ch. V. Walker, ingénieur des télégraphes de la Compagnie.
512. — **Varley** (Corn. J.), à Londres. — Instruments pour la télégraphie électrique.
513. — **Wheatstone**, à Londres. — Appareils électriques et magnétiques.

BRÊME (VILLES HANSÉATIQUES.)

2. — **Brüggemann** (Fr.-H.), à Brême. — Appareil électro-télégraphique.

ROYAUME DE PRUSSE.

- 302 (9^e cl., 8^e sect.) — **Gehricke** (Ch.), à Berlin. — Appareils portatifs de télégraphie pour signaux de jour et de nuit.
303. — **Guret** (W.) et C^e, à Berlin. — Appareils de télégraphe électro-magnétique. Appareils d'induction électro-magnétique. M H Munich 1854.
304. — **Keiser et Schmidt**, à Berlin. — Batteries électro-galvaniques pour la télégraphie. Batteries électriques et cylindres de charbon.

ÉTATS SARDES.

- 27 (7^e cl., 7^e sect.) — **Bonelli** (G.), directeur des télégraphes du royaume de Sardaigne, à Turin (Piémont). — Métier électrique pour le tissage des étoffes façonnées. O 1854.
41. — **Bessolo** (Al.), à Turin (Piémont). — Horloge électro-magnétique de nouvelle invention, construite par Allemanno et Bosio.
43. — **Jest** (C.), à Turin (Piémont). — Instruments de télégraphie. O 1846, 1854.

ROYAUME DE SAXE.

- 12 (8^e cl., 4^e sect.) — **Leyser** (G.-M.-L.), à Leipsick. — Instrument pour mesurer les courants électriques.

GRAND-DUCHÉ DE TOSCANE.

- 53 (8^e cl., 3^e sect.) — **Pieruci** (M.), à Pistori. — Boussole des Sinus.

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,

ÉMILE SAIGEY.

PARIS. — IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLEON CHAIX ET C, RUE BERGÈRE, 20. — 6560

1855
—
A O U T
—
—

ANNALES

Première Année
—
DEUXIÈME LIVRAISON
—
—

TÉLÉGRAPHIQUES.

LIGNE D'ESSAI EXÉCUTÉE EN FIL DE FER ET BITUME.

(Deuxième article.)

(Voir, pour le premier article, la livraison de juillet dernier, pages 4 à 9).

Pour que le travail d'établissement se fît sans confusion, et aussi pour faciliter les recherches que la ligne nécessitera peut-être ultérieurement, les fils ont été divisés dans une même tranchée en plusieurs conduites juxtaposées. Ces conduites contiennent dix, six ou quatre fils. Les fils y ont été établis en deux rangées horizontales, afin que les blocs aient une certaine épaisseur.

Dans les conduites de dix et de six, l'espacement des fils d'axe en axe et l'espacement des fils extrêmes aux bords des blocs est de 27 millimètres.

L'éloignement est plus grand dans les conduites de quatre, auxquelles il importait de donner une section relativement un peu forte afin qu'elles offrissent une résistance suffisante. Dans ces dernières, l'espacement des fils d'axe en axe, dans le sens horizontal, est de 4 centimètres, l'espacement dans le sens vertical, de 3 centimètres; les fils sont distants du bord inférieur de 4 centimètres, et des trois autres bords de 3 centimètres. On a reconnu, en effet, par expérience, que pour évi-

ter de petites communications intérieures entre les fils, il est surtout avantageux d'augmenter l'intervalle horizontal et la distance au bord inférieur.

A chaque nature de conduite correspond naturellement une espèce particulière de peignes. On peut se les représenter facilement d'après l'appareil unique de la figure 1 (voir la livraison de juillet), qui est destiné à une conduite de dix fils.

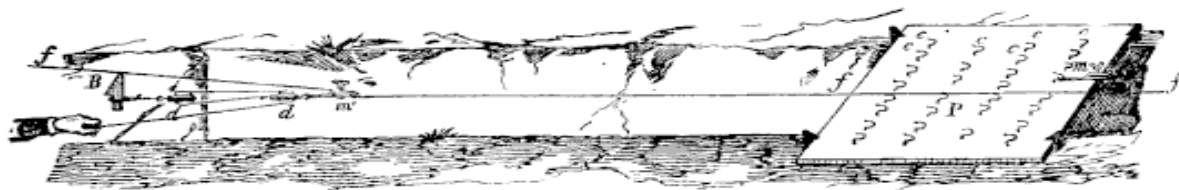
Cela posé, voici comment se fait le travail :

On place au fond de la tranchée une couche de sable fin et sec.

A l'origine de l'opération, on attache les fils à un point fixe quelconque, par exemple, à une fiche fortement enfoncée en terre. Mais, dans le courant du travail, ils se trouvent fixés naturellement par la partie qui est déjà encastrée dans le bitume.

On les tend alors un à un sur une longueur de 60 à 80 mètres, de la façon suivante. Au point où on veut les arrêter est une planchette P (fig. 2) en bois de chêne, carrée et de la largeur de la tranchée. Elle est fortement étré sillonnée.

Fig. 2.



Cette planchette est munie de crochets *c c c* dans lesquels on engage par l'anneau *a* de petites mâchoires ou étaux à gorges *m*.

Une de ces mâchoires est représentée en M par les figures 3 et 4. Elles portent deux gorges cannelées,

Fig. 3.

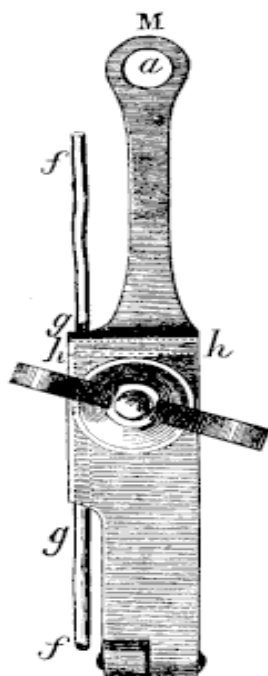
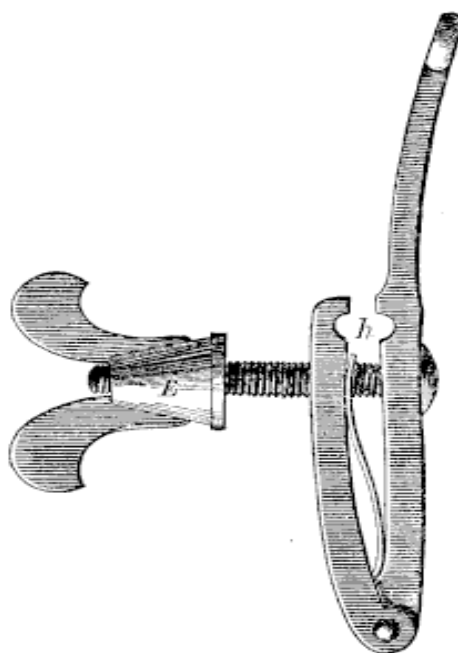


Fig. 4.



Échelle de 0^m,50 pour mètre.

l'une longitudinale *gg*, l'autre transversale *hh*, dans lesquelles les fils peuvent s'engager et être serrés au moyen de l'écrou E.

En arrière de la planchette on établit solidement une fiche de fer B, à laquelle on attache une paire de moufles *dd*. A cette paire de moufles est fixée une mâchoire *m'*, qui tient dans sa gorge *gg* le fil *fff* que l'on veut tendre. On tire alors sur la corde des moufles, et quand le fil a la tension convenable, on l'engage dans la gorge longitudinale de la mâchoire *m* et on serre l'écrou (1).

Tous les fils viennent ainsi successivement s'attacher à la planchette P. La figure 2 n'en représente qu'un seul.

Les bottes de fil employées n'ont guère que 200 mètres de longueur. Il est donc nécessaire de réunir souvent les fils bout à

(1) Les gorges transversales *hh* des petites mâchoires ne servent que pour des cas particuliers de l'opération.

bout. On le fait ainsi qu'il suit. Les extrémités des deux fils sont aplaties au marteau, sur une petite enclume, puis limées en biseau sur une longueur de 5 centimètres environ. On les rapproche alors et on les maintient l'une contre l'autre au moyen de quelques spires d'un petit fil de fer. On les mouille avec un pinceau imbibé d'esprit de sel (chlorhydrate d'ammoniaque) dans lequel on a fait dissoudre du zinc. On verse alors sur les fils de fer de l'étain fondu. L'étain s'interpose entre les deux bouts et les soude parfaitement. On détache ensuite les spires du petit fil, et on entoure la soudure d'une ligature longue et serrée d'un autre petit fil de fer galvanisé. De petits renflements ménagés par la lime, aux extrémités des deux biseaux, assujettissent le système et empêchent tout glissement quand la ligature est faite. Voici les raisons de cette manière d'opérer. Si l'on se contente de ligaturer sans souder préalablement, le bitume chaud s'insinue entre les parties métalliques simplement rapprochées, et obstrue les contacts. Si, au contraire, on soude après avoir ligaturé, l'étain s'introduit bien à travers le petit fil pour réunir les deux biseaux, mais on peut craindre qu'il ne reste autour du fil mince un excès d'étain. Ce métal fond dans le bitume chaud. Il pourrait donc en résulter, d'un fil à l'autre, des communications métalliques. Les deux dangers que nous venons de signaler sont évités dans le système qui a été employé. Pour plus de précautions, on entourait encore les soudures de craie ou blanc d'Espagne (carbonate de chaux); cette substance réfractaire s'opposait à toute fusion de l'étain.

Quand les fils sont tendus, on glisse sous le faisceau un lit de gros papier. Ce papier est destiné à rendre plus unie la surface inférieure du bitume.

On place alors les peignes, ainsi qu'il a été dit plus haut, de 25 en 25 centimètres.

Le long du faisceau on établit les règles de bois qui forment parois latérales. Quand plusieurs conduites sont mises dans la même tranchée, une même règle en sépare deux. Les règles ont été préalablement habillées d'une chemise de gros papier pour qu'elles ne puissent adhérer au bitume. Elles ont 2 mètres

de longueur, 3 centimètres d'épaisseur ; leur hauteur est de 10 centimètres. Elles sont un peu évidées dans le sens de la hauteur, c'est-à-dire plus épaisses en haut qu'en bas, pour pouvoir être retirées plus facilement. Vers leurs extrémités elles sont percées verticalement de petits trous. De minces traverses en bois horizontales, munies de chevilles verticales, viennent s'engager dans ces trous et maintiennent ainsi l'espace des parois.

Les choses ainsi disposées, on commence à verser le bitume dans les cases de première coulée.

Dans les essais primitifs, afin de se ménager le pouvoir de surveiller les fils, on introduisait le bitume en plusieurs couches qui refroidissaient successivement : une couche jusqu'au niveau du lit inférieur des fils, une couche jusqu'au niveau du lit supérieur, une légère couche encore au-dessus de ce dernier lit. Mais les couches se soudaient mal l'une à l'autre ; à cause de leur peu d'épaisseur, le bitume froid n'était pas suffisamment réchauffé. De plus, les fils se trouvant chaque fois placés à la surface de refroidissement, des dépôts d'humidité et de poussière légèrement conductrice pouvaient venir s'interposer entre eux. Ces inconvénients se manifestèrent dans les premiers essais par de légères dérivations qui se produisaient d'un fil à l'autre dans le sens horizontal ; tandis que verticalement l'isolement était absolu. Le mal disparut dès que l'on commença à couler le bitume à pleine case. C'est donc de cette dernière façon que se fait maintenant le travail. Pendant le refroidissement, on surveille les fils dans la masse liquide au moyen d'un crochet qui permet de les sentir et de les redresser, s'il y a lieu.

Deux heures environ après la première coulée, on enlève les peignes, et immédiatement on fait la coulée dans les cases restées vides, sans attendre que les surfaces verticales du bitume puissent être salies de poussière.

On attend deux heures encore ; puis on fait à la partie supérieure des blocs une légère coulée générale pour perfectionner tous les raccordements.

Au bout de deux nouvelles heures de refroidissement, on enlève les règles de bois en en déchirant le papier : on tamise de la terre fine pour remplir les intervalles laissés par les règles, et on commence à remblayer la tranchée.

Les tranchées ont en moyenne 1^m,30 de profondeur. Leur largeur, qui est de 0^m,75 quand on n'a qu'un bloc à y placer, est porté à 0^m,90 environ quand on a trois blocs à conduire. Il est utile que la profondeur soit assez grande ; le bitume ne doit pas être exposé à se fendiller par les ébranlements que les voitures impriment au sol. Dans certaines circonstances, il n'a pas été possible d'atteindre la profondeur normale. Des voûtes d'égoûts, des maçonneries n'ont pas permis de descendre au-dessous de 40 ou 50 centimètres. Des précautions spéciales ont été prises alors. Au-dessus des blocs on établissait une couche de sable de 2 centimètres ; puis on coulait une voûte de bitume de 3 centimètres environ d'épaisseur sur toute la largeur de la tranchée et sur tout l'espace où la ligne était exhaussée.

La profondeur de la tranchée a encore un avantage. Elle met la ligne à l'abri des variations de température. La théorie indiquait, en effet, que le bitume et le fer auraient pu se dilater inégalement et que des fendillements en seraient résultés.

Le voisinage des conduites d'eau, celui des conduites de gaz ont été évités. Les fuites d'eau pourraient, dans le cas où les blocs seraient fendillés, occasionner des pertes ou des contacts humides. Les produits ammoniacaux, dont le gaz n'est jamais débarrassé, pourraient à la longue décomposer les mastics, surtout si ceux-ci n'étaient pas parfaitement purs et contenaient des principes azotés (1). Chaque fois donc que la ligne n'a pu passer assez loin d'un gros tuyau d'eau ou d'un gros tuyau de gaz, l'épaisseur des blocs a été augmentée et une application de bitume a été faite, comme nous venons de l'indiquer, entre la conduite télégraphique et le tuyau.

A cause des différents obstacles que l'on a rencontrés, il a

(1) Nous reviendrons sur ces actions dans la Notice sur les bitumes que nous avons précédemment annoncée.

souvent été nécessaire de racheter des différences de niveau. On y arrivait sans difficulté spéciale, en donnant aux blocs, sur une longueur suffisante, une pente de $1/15$, et en espaçant les peignes seulement de 15 centimètres. Quand on était obligé d'adopter une pente plus forte, il fallait qu'un homme, armé d'une palette de bois, ramenât sans cesse le bitume dans chaque case, de bas en haut, jusqu'à ce que la masse eût atteint par le refroidissement une consistance suffisante. Il a souvent été préférable, quand la différence de niveau n'était pas trop grande, de faire directement une montée verticale entre quatre planches, par couches successives, et en s'aidant d'un peigne pour maintenir les fils.

Les tournants sont faits à angle droit, au moyen d'un peigne spécial qui se place à 45° entre l'ancienne et la nouvelle direction. Dans ce peigne, les rainures, au lieu d'être perpendiculaires aux faces, sont inclinées sur elles à 45° , de sorte que leur espacement estimé suivant ces faces est égal à celui des autres peignes multiplié par $\sqrt{2}$. De cette façon les fils conservent dans les tournants la même distance que dans les lignes droites.

Il eût été avantageux sans doute d'établir de distance en distance, le long de la nouvelle ligne, des *regards*, c'est-à-dire des appareils où les fils pussent être facilement coupés pour la recherche des dérangements. Mais on s'en est abstenu, parce qu'aucun type convenable n'a été trouvé pour ces appareils.

Pour être utile, le regard a besoin d'être accusé extérieurement, sans quoi les repères qui l'indiquent disparaissent, et il se perd. Le but serait rempli par une plaque de fonte semblable à celle des égouts, encastrée dans un châssis de bois et supportée par une maçonnerie de briques. Mais la boîte du regard a besoin d'être facilement abordable. Il faut donc qu'il n'y ait presque rien d'interposé entre elle et la plaque de fonte extérieure. De plus, la boîte doit être ouverte facilement et les fils doivent pouvoir y être coupés en un instant. De ces conditions naissent mille dangers pour la ligne; l'isolement devient incer-

tain ; en employant des commutateurs ou des contacts à vis et à pression pour obtenir une interruption facile, on compromet la continuité métallique.

On a donc provisoirement construit une ligne continue et sans interrupteurs. Un seul regard a été ménagé pour les principaux fils, en déviant la ligne à travers un bâtiment public. Mais rien n'empêchera, dès qu'un système convenable aura été trouvé, de construire des regards après coup.

En attendant qu'ils soient établis, il n'y aura d'ailleurs aucune difficulté à couper les fils en un point donné, quand cela sera nécessaire pour la recherche des dérangements. En plaçant du bitume chaud autour du bloc, on ramollit ce dernier de façon à pouvoir le tailler avec un couteau. On dénude ainsi les fils et on peut les couper. Les soudures et le raccordement du bitume se font ensuite aisément.

Nous terminerons cet article en indiquant les prix auxquels, dans la ligne d'essai, sont revenus, par mètre courant, les conduites de dix, de six et de quatre fils. Nous laissons seulement de côté la dépense des tranchées.

	CONDUITES		
	De 10 fils.	De 6 fils.	De 4 fils (1)
Mastic bitumineux employé à 11 fr. 50 les 100 kilog.....	3 fr. 80	2 fr. 65	2 fr. 59
Transport à pied-d'œuvre de la matière et de l'équipement ; 5 0/0 de la matière employée.....	0 49	0 43	0 13
Combustible, 11 0/0 de la matière employée	0 42	0 29	0 28
<i>A reporter.....</i>	4 fr. 41	3 fr. 07	3 fr. 00

(1) On a vu dans le courant de cet article (page 33) que ces dernières ont relativement des dimensions plus fortes que les autres.

	CONDUITES					
	De 10 fils.		De 6 fils.		De 4 fils.	
<i>Report.....</i>	4 fr. 41		3 fr. 07		3 fr. 00	
Fil de fer de 0 ^m ,004 de diamèt. à 0 ^r ,076 le mètre	0	76	0	46	0	30
Sable.....	0	44	0	44	0	44
Papier et clous.....	0	07	0	07	0	07
Main-d'œuvre.....	4	04	0	80	0	68
Outillage.....	0	26	0	26	0	26
	6 fr. 65		4 fr. 77		4 fr. 42	

Ces prix, établis pour une ligne d'essai, seraient sans doute notablement réduits si l'on opérait sur une grande échelle. Nous avons dit d'ailleurs (page 9) qu'il y aurait peut-être lieu d'employer des puddings bitumineux d'un prix moins élevé. Dans un troisième article nous donnerons sur les bitumes quelques notions générales qui forment le complément naturel de notre travail.

(*La suite prochainement.*)

NOTE SUR LE TÉLÉGRAPHE DES LOCOMOTIVES DE M. LE CHEVALIER BONELLI

La découverte de la télégraphie électrique, providentielle à tant d'égards, l'a été surtout au point de vue de l'exploitation des voies ferrées et de la sécurité des convois. Pour rejoindre ou devancer ces masses énormes lancées à une vitesse inconnue jusqu'alors, et les prémunir contre un obstacle qu'une cause imprévue aurait jeté sur leur route, il fallait un agent nouveau transmettant les messages avec la rapidité de la pensée. L'application de l'électro-magnétisme à la télégraphie devait atteindre ce but ; mais dans l'état actuel de la science, les avis télégraphiques intéressant la sécurité d'un train ne pouvaient parvenir au chef de convoi que par l'intermédiaire d'une station placée sur son passage. Que, par une imprudence ou par toute autre cause, deux trains fussent engagés sur la même voie entre deux stations voisines, une collision devenait possible, souvent inévitable, et la télégraphie demeurerait impuissante.

Malgré diverses tentatives ingénieuses faites en vue de combler cette lacune, la communication des trains en marche, entre eux et avec les stations, était à l'état de problème, lorsque la solution fut annoncée par M. le chevalier Bonelli, célèbre déjà par son invention du métier électrique. M. le directeur général des lignes télégraphiques, en qualité de membre de la commission des accidents sur les chemins de fer, ne pouvait rester indifférent à la nouvelle de cette découverte ; chargé par lui de nous rendre à Turin pour y étudier le *télégraphe des locomotives*, nous devons à l'obligeance de M. le chevalier Bonelli une exposition complète de son système. Il a bien voulu en faire devant nous l'expérience sur une ligne de 16 kilomètres, construite par ordre du gouvernement sarde entre

Turin et Truffarello. Avant de faire connaître les résultats, nous devons exposer ici le système de M. Bonelli.

L'invention nouvelle a pour but d'établir la communication télégraphique régulière et permanente d'un nombre quelconque de convois en marche, entre eux et avec les stations du chemin de fer. C'est un cas particulier et nouveau de la communication télégraphique simultanée de plusieurs stations entre elles par les courants dérivés, que nous avons nous-même établie en France et expliquée dans un mémoire adressé à l'administration française le 4 juin 1851, et qui ne reçut alors aucune publicité. Nous le donnerons aujourd'hui comme annexe à ce compte rendu, parce qu'il est une discussion anticipée du système de M. Bonelli. M. le chevalier Bonelli, à qui la science et l'industrie doivent de précieuses découvertes et qui leur en promet de nouvelles, nous pardonnera d'avoir devancé ses recherches sur un point de pure théorie, ce qui ne touche en rien d'ailleurs à son invention actuelle.

Supposons une barre métallique isolée du sol par des matières qui ne conduisent pas l'électricité, et d'autres conducteurs métalliques également isolés sur toute leur longueur, mais reliés par une extrémité à la barre principale et communiquant par l'autre avec la terre. Si l'on supprime la communication de l'un quelconque de ces conducteurs avec le sol et qu'on le mette en rapport avec le pôle d'une pile électrique dont l'autre pôle est en contact avec la terre, le courant électrique se répandra dans la barre principale et les embranchements suivant la loi des courants dérivés, c'est-à-dire qu'à chaque bifurcation le courant se partagera en raison inverse des résistances et arrivera avec des intensités généralement très-inégales sur les divers embranchements; mais si les dimensions de la barre sont assez considérables pour qu'on puisse regarder sa résistance comme nulle ou insignifiante par rapport à celles des embranchements, et que ceux-ci aient des résistances égales,

alors le courant envoyé de l'une des branches en un point rapproché de la barre se répandra sur toutes les autres avec une intensité sensiblement égale pour toutes et se rapprochant de celle qu'il aurait dans le cas d'un seul embranchement ; car si le courant primitif se divise , la résistance qu'il éprouve est d'autre part beaucoup moindre , et par suite son intensité augmente.

Tel est le point de départ de M. Bonelli.

Dans son système, la barre principale est une bande de fer continue placée entre les deux rails sur des supports isolants ; les embranchements sont :

1^o Les bobines des appareils télégraphiques placées dans les stations, reliées d'un côté à la barre principale , de l'autre à la terre ;

2^o Les bobines des appareils télégraphiques placées dans chaque convoi.

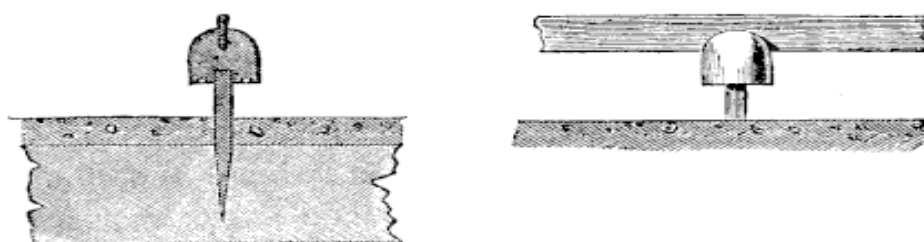
Celles-ci communiquent avec la bande de fer par l'intermédiaire d'un glisseur ou frotteur métallique à ressort, fixé au-dessous du wagon de service et qui reste en contact pendant la marche du train ; l'autre extrémité est mise en communication avec la terre par un fil métallique qui se relie à l'essieu et communique par suite avec les roues , les rails et le sol.

On a donc ainsi une ligne télégraphique principale (la bande métallique), des embranchements fixes (les récepteurs des stations qui bordent la voie) et des embranchements mobiles (les récepteurs du convoi) ; et si l'une quelconque des stations fixes ou mobiles interrompt la communication avec la terre et l'établit avec le pôle d'une pile dont l'autre pôle est en rapport avec le sol (ce qui se fait à l'aide d'un manipulateur télégraphique), le courant arrivera à toutes les autres stations fixes ou mobiles, et cessera quand la communication avec la pile sera supprimée ; c'est-à-dire que toutes les stations fixes ou mobiles étant munies d'une pile , d'un récepteur et d'un manipulateur télégraphiques d'un système quelconque d'ailleurs,

l'une quelconque d'entre elles pourra transmettre une dépêche à toutes les autres.

Tel est en résumé le télégraphe des locomotives. Des difficultés de construction se présentaient; presque toutes ont été heureusement résolues.

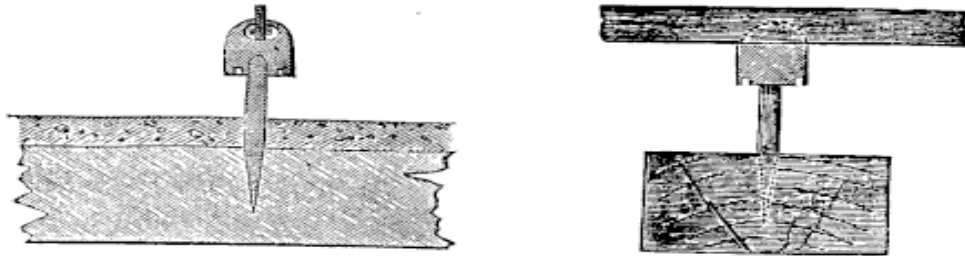
La bande de fer a 4 millimètres de diamètre sur 20 de hauteur, ce qui donne une section suffisante pour une ligne de 80 à 100 kilomètres; elle est posée de champ à quelques centimètres au-dessus du sol, sur des isolateurs en grès ayant la forme de champignons et placés sur les traverses en bois qui supportent les rails. Ces champignons sont munis à leur partie supérieure d'une rainure pour recevoir la barre, et à leur partie inférieure d'un encastrement carré qui s'emboîte sur un clou sans tête, de forte dimension, planté dans la traverse.



La bande est divisée par sections de 30 mètres espacées entre elles de quelques centimètres; chacune d'elles est reliée à la suivante par une lame de cuivre flexible et demi-circulaire, en sorte que les extrémités des deux sections contiguës puissent se rapprocher ou s'éloigner suivant les effets de la dilatation.

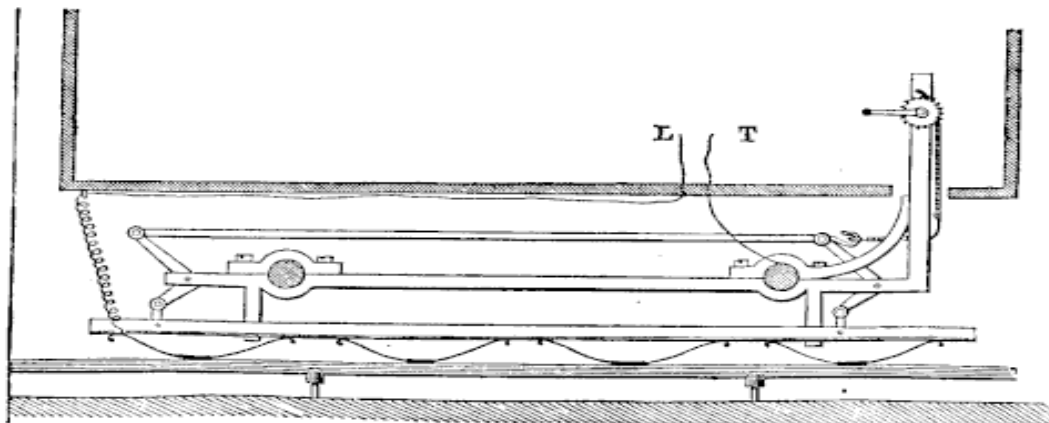


Afin de consolider le système, on place tous les dix mètres un champignon qui diffère des autres par une seconde rainure transversale où vient s'engager une goupille rivée dans la traverse.



Le frotteur ou glisseur qui doit établir la communication des appareils télégraphiques du convoi avec la bande de fer, consiste en une plaque de tôle mince et bombée, terminée de chaque côté par une branche pliée en console, que l'on cloue à une traverse en bois. Ce système est placé sous le wagon du chef de train. Il doit former un ressort de résistance médiocre, afin de prévenir l'usure qui résulterait d'un frottement trop énergique. Dans le but d'assurer les contacts, on place sur la même traverse quatre de ces ressorts reliés entre eux par une bande métallique qui communique elle-même, par un fil de fer ordinaire, avec les appareils télégraphiques placés dans le wagon.

La traverse peut être soulevée au moyen d'un levier coudé qui se manœuvre de l'intérieur à l'aide d'une manivelle, en sorte qu'il est facile d'établir ou de supprimer à volonté la communication du train avec la ligne.



L ligne.

T terre.

Comme nous l'avons déjà dit, la communication du récepteur

et de la pile avec la terre se fait en les reliant à l'essieu, qui se trouve lui-même en rapport avec le sol par les roues et les rails.

Les changements de voie, les croisements de rails, les passages à niveau étaient des points délicats; car il importe que la ligne télégraphique ne porte pas obstacle aux manœuvres des trains et ne gêne pas la circulation des voitures ordinaires sur la voie.

Pour les changements de voie et les croisements, M. Bonelli propose d'interrompre la barre au-dessus du sol et de la continuer en dessous par une tige de fer rond de même section, noyée dans un tube en fer rempli de bitume.

Dans les passages à niveau, il place la barre au-dessous du niveau des rails, de manière qu'elle soit protégée contre les roues des chariots.

Nous croyons cette dernière disposition défectueuse en ce qu'elle expose la ligne à une submersion par les fortes pluies. Nous préférierions dans ce cas, comme dans les deux précédents, continuer la ligne en dessous, car le wagon-télégraphe étant muni de quatre ressorts de contact, répartis sur une longueur de plusieurs mètres, un au moins de ces ressorts touchera la ligne quand les autres seront dans le vide; aux points d'interruption, l'extrémité de la bande devrait avoir une forme arrondie ou inclinée, de manière à éviter un choc trop violent avec les ressorts de contact.

L'inventeur pense d'ailleurs et avec raison, selon nous, que dans les gares mêmes, où les obstacles provenant des aiguilles, plaques et croisements se multiplient, on peut continuer la ligne par une partie souterraine ou en contournant la station. Sur ces points, le chef de convoi peut se dispenser de rester en communication, puisqu'il est en sûreté et qu'il a d'ailleurs sous la main une station télégraphique ordinaire: on soulèverait, dans ce cas, la traverse qui supporte les ressorts de manière à éviter tous les obstacles.

Les stations télégraphiques latérales du chemin de fer sont reliées à la ligne par des cordes métalliques qui viennent se souder à la bande de fer par une partie souterraine comme

celle des croisements. M. Bonelli donne à ces cordes de jonction une section égale à celle de la barre; la théorie indique que cette précaution est inutile; quelques mètres de fil de fer ordinaire ajoutés aux bobines des appareils n'altéreraient pas d'une manière sensible l'égalité de résistance dans les divers embranchements.

Telle est la construction de la ligne sur un chemin à une seule voie. Le prix de revient est de 450 ou 500 francs au plus par kilomètre.

Le système de M. Bonelli s'applique aux chemins à deux voies. Dans ce cas, il suffit de placer une bande métallique entre les rails de chaque voie et de relier ces bandes aux deux extrémités.

L'inventeur a aussi proposé de ne mettre qu'une barre unique entre les deux voies et de disposer les glissoirs sur le flanc des convois, de manière à ne toucher qu'un côté de la barre; mais cette disposition, que des raisons d'économie pourraient seules recommander, nous paraît d'une application difficile et dangereuse même, au point de vue du croisement des convois; nous préférons les deux bandes séparées.

Quant aux idées émises d'une manière générale par M. Bonelli, relativement à l'emploi du courant électrique pour agir sur des sonneries ou des sifflets placés sur les locomotives, nous les regardons comme des accessoires et nous nous abstiendrons, comme lui, de donner aucun détail sur ce point.

L'expérience du télégraphe des locomotives pour une seule voie a été faite devant nous le 10 juin dernier, sur la section du chemin de fer de Turin à Gênes comprise entre Turin et Truffarello, distance 16 kilomètres.

La correspondance s'est établie d'abord entre un seul train en marche, où nous nous trouvions, et les stations du chemin de fer; puis avec deux trains marchant d'abord dans le même

sens et ensuite à la rencontre l'un de l'autre. La correspondance des trains avec les stations et entre eux a parfaitement réussi, sauf une ou deux défaillances de courant, que l'on peut attribuer soit aux défauts d'une installation encore provisoire, soit à une couche épaisse d'oxyde qui couvrait la bande de fer; car il avait plu les jours précédents, et la ligne, étant restée inactive depuis lors, n'avait pas été nettoyée par le frottement des glissiers.

Nous croyons inutile de rapporter ici les ordres de départ et d'arrêt donnés d'un convoi à l'autre et les phrases d'usage, échangées par le télégraphe entre les invités des deux convois. Nous nous bornons à constater le succès, comme a pu le faire d'ailleurs une nombreuse assistance.

Dans les expériences précédentes, on s'était servi d'appareils du système Morse, modifié par M. Hipp, de Berne, qui est parvenu à placer dans une caisse de petite dimension, pour le service de l'armée sarde, un appareil complet avec sa pile et tous les accessoires. Faute d'un nombre suffisant de ces appareils, M. Bonelli a dû employer cette fois le télégraphe à une aiguille de Cock et Wheatstone. Nous l'avons regretté parce que cet appareil fonctionne avec un courant beaucoup moindre; il est vrai, d'autre part, que dans ce système, la résistance des bobines étant très-faible, on ne pouvait la regarder comme négligeable devant celle de la bande métallique, et il devait en résulter une inégalité dans la dérivation des courants. Par suite, il est difficile de décider si le choix des appareils était ou non favorable à la correspondance, qui, je le répète d'ailleurs, a été régulière.

Aussi, nous fondant sur la théorie et l'expérience, nous pensons qu'une ligne de 80 à 100 kilomètres, construite dans les conditions de celle que nous avons vue, remplirait complètement son but en temps ordinaire. En serait-il de même par un temps pluvieux? M. Bonelli nous l'a affirmé, en se fondant sur de nombreux essais; nous n'avons pas de motifs d'en douter absolument; la forme des isolateurs, l'exhaussement qu'on leur donne au-dessus du sol peuvent suffire à préserver de l'humidité

2*

dité leur surface inférieure. C'est donc seulement par de violentes pluies d'orage et dans certaines parties encaissées de la voie, alors que les rails eux-mêmes seraient complètement submergés, ou par de fortes neiges qui interrompraient la circulation du chemin, que la ligne pourrait être mise momentanément hors de service.

Ces circonstances exceptionnelles ne nous paraissent point un motif de rejeter le système. Nul ne serait assez insensé pour faire d'un moyen télégraphique, si parfait qu'il soit, l'unique sauvegarde des convois. Il suffit, pour recommander l'adoption d'un système, qu'il puisse, dans les circonstances ordinaires, remédier à l'inattention des hommes, réparer une imprudence et prévenir, à un moment donné, une terrible catastrophe.

Nous pensons donc qu'il serait utile au plus haut point qu'on fit sur un chemin à une seule voie, celui de Sceaux, par exemple, un essai du télégraphe des locomotives. Comme nous l'avons dit, les frais de construction de la ligne ne sont pas considérables et dépassent à peine ceux d'une ligne télégraphique ordinaire, dont elle peut faire l'office, au besoin, pour la transmission des dépêches officielles et privées.

En cas de succès bien constaté, le nouveau système permettrait de réduire le nombre des petites stations télégraphiques réparties aujourd'hui sur les chemins de fer et dont l'unique raison d'être est de signaler les incidents qui surviennent dans la marche des trains.

Une ligne d'essai fournirait, croyons-nous, de précieux enseignements sur la construction des lignes télégraphiques en général. En ce qui concerne le système particulier de M. Bonelli, elle permettrait d'apprécier le degré d'isolement de la bande métallique par un temps pluvieux, la rapidité de l'usure qui peut résulter du frottement prolongé et la convenance de substituer pour le contact le roulement au glissement, les meilleurs moyens de préserver la ligne de la rouille sans nuire à la perfection des contacts, et enfin les dispositions qui devraient régler la correspondance entre les stations et les con-

MÉMOIRE SUR LA TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE SIMULTANÉE PAR LES COURANTS DÉRIVÉS.

Encouragé par l'accueil que l'administration a bien voulu faire au système proposé dans ma Note du 17 mai sur la transmission simultanée (1), j'ai continué les expériences et cherché toutes les conséquences théoriques et pratiques de ce système.

Comme résultat de ces recherches, j'énonce aujourd'hui les propositions suivantes :

1° En thèse générale, *une station télégraphique quelconque peut, avec un seul manipulateur, transmettre simultanément la même dépêche à un nombre quelconque d'autres stations.*

(Ce principe, vrai en théorie, doit être limité dans son application, à cause de certaines difficultés matérielles que nous aurons à examiner.)

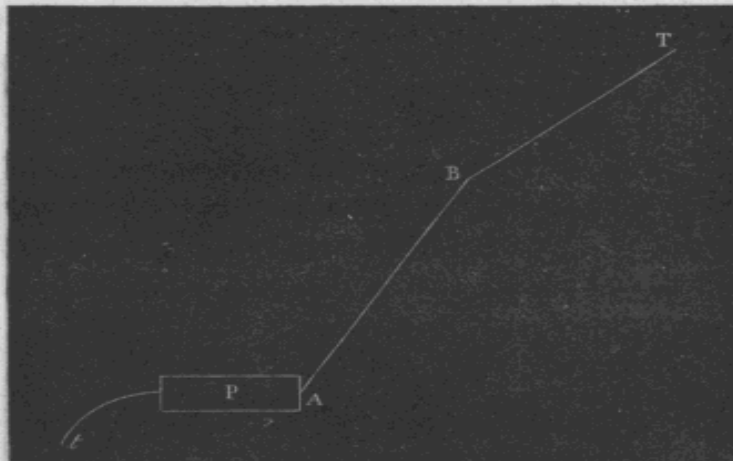
2° En fait, et comme cas particulier, *Paris peut transmettre*

(1) La note dont il s'agit rappelait que des expériences de transmission simultanée, faites un instant en France au début de la télégraphie électrique, avaient complètement échoué, parce qu'on tentait alors de mettre dans le circuit toutes les bobines des appareils d'une ligne principale, ce qui augmentait démesurément les résistances (400 kilomètres par bobine intercalée) et ne permettait point, en tout cas, d'atteindre les stations placées sur les lignes latérales. Partant d'un autre principe, nous exposons qu'il fallait relier entre eux les fils de toutes les sections de la ligne principale, y relier de même les lignes latérales et faire communiquer toutes les bobines de récepteurs, d'un côté avec la ligne, de l'autre avec la terre, de manière à former autant de dérivations qu'il y avait d'appareils, ou plus simplement, et pour nous servir des expressions techniques de la télégraphie française, qu'il fallait *établir la communication directe entre la station qui transmet et toutes les autres placées soit sur la ligne principale, soit sur les embranchements, et, pour chaque appareil, relier par un fil métallique le bouton de communication directe avec celui du récepteur.*

simultanément la même dépêche à toutes les stations de France (1).

La démonstration de ces propositions fait l'objet de ce mémoire.

J'aborde les considérations théoriques.



Soit une pile P , son pôle zinc communiquant avec la terre en t , et un fil métallique ABT , émergeant du pôle cuivre et plongeant en T dans le sol humide. En désignant par F la force électromotrice de la pile, R sa résistance, R' la résistance totale du fil, et I l'intensité du courant, nous aurons (2) :

$$I = \frac{F}{R + R'}.$$

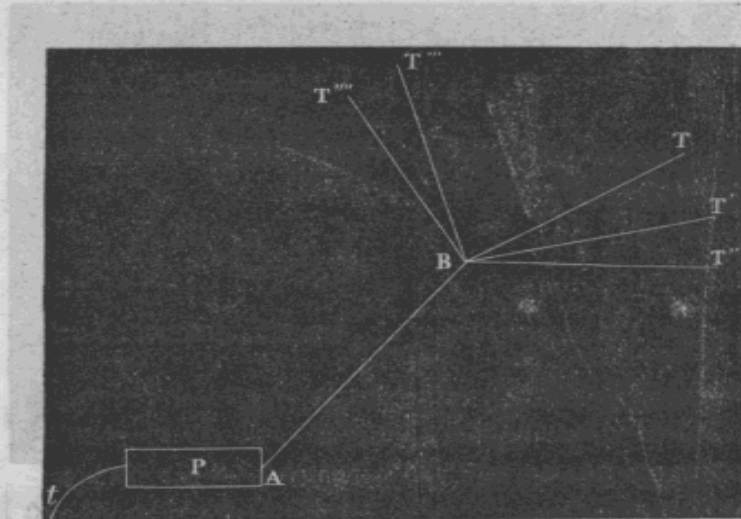
Ici et dans tout ce qui va suivre, afin de simplifier les formules, je supposerai tous les fils de même nature et de même section, et prendrai pour unité de résistance la résistance de l'unité de longueur du fil employé, en sorte que les résistances seront exprimées par les longueurs. Nous n'ôterons rien ainsi à la généralité des résultats, car on peut toujours former avec un fil de conductibilité et de section donnée l'équivalent d'un circuit composé d'éléments divers.

(1) A cette époque il n'existait en France que quinze stations télégraphiques.

(2) En négligeant la résistance de la terre : pour en tenir compte, il suffirait d'augmenter d'autant la valeur de R .

Cela posé, si on représente par D et D' les longueurs AB et BT , on a $R' = D + D'$, d'où

$$I = \frac{F}{R + D + D'}.$$



Supposons maintenant que le fil se divise au point B en m embranchements, communiquant tous avec le sol et d'égale longueur D' ; on sait que la résistance de tous ces embranchements sera celle d'un fil unique de même longueur et de diamètre m fois égal à celui de AB , c'est-à-dire que cette résis-

tance sera $\frac{D'}{m}$; et si on désigne par I' l'intensité du courant principal dans la partie AB , on aura

$$I' = \frac{F}{R + D + \frac{D'}{m}};$$

sur chacun des embranchements l'intensité i du courant sera la $m^{\text{ième}}$ partie du courant principal, c'est-à-dire que

$$i = \frac{F}{m \left(R + D + \frac{D'}{m} \right)} \text{ ou bien } i = \frac{F}{m (R + D) + D'}.$$

Maintenant rien n'empêche de supposer que P soit la pile d'une station télégraphique, qu'un manipulateur soit placé quelque part à l'origine de AB, et que les embranchements aboutissent à m stations télégraphiques ; ainsi la transmission simultanée d'une dépêche à plusieurs stations *équirésistantes*, par un seul manipulateur, est réglée par la formule trouvée plus haut.

On voit que, dans ces sortes de transmissions, le courant principal $\frac{F}{R + D + \frac{D'}{m}}$ est plus grand que dans le cas de la ligne unique où cette quantité n'est que $\frac{F}{R + D + D'}$; mais sur chacun des embranchements, il ne reste pour faire fonctionner les appareils que la force $i = \frac{F}{m(R + D) + D'}$. La difficulté de transmettre simultanément augmente donc avec le nombre des embranchements, mais, dans la pratique, m étant toujours très-petit, on obtient, sans beaucoup augmenter la pile, une intensité de courant suffisante.

Si l'on suppose le cas d'une station transmettant avec un seul manipulateur, à plusieurs de ses correspondants immédiats, la distance D, c'est-à-dire celle de la pile au point d'embranchement, devient sensiblement nulle et, en la négligeant, la formule devient

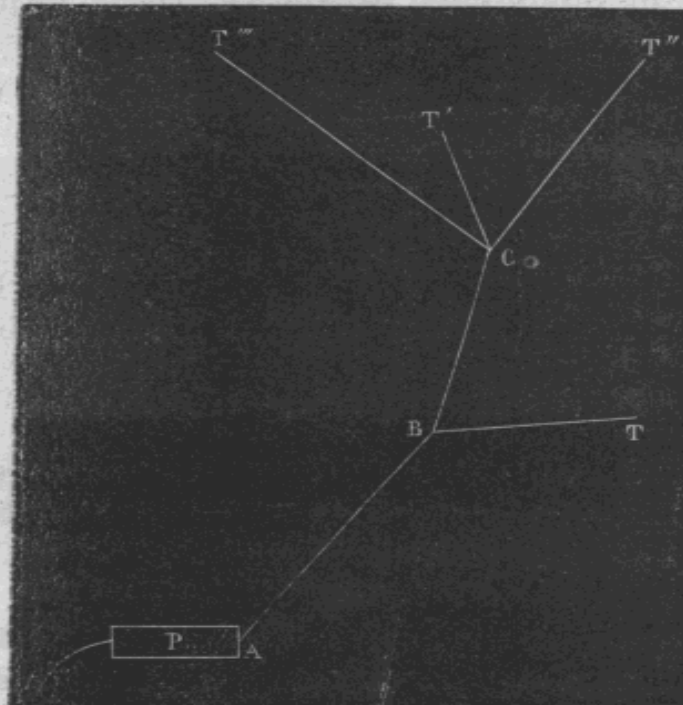
$$i = \frac{F}{m R + D'}$$

Ce cas est le plus favorable, puisque le coefficient de m est notablement diminué.

Le cas de $D = 0$ et $m = 2$ se présente journellement, car on transmet aux deux aiguilles d'un même récepteur par deux fils réunis en un seul pôle de la pile ; l'intensité i du courant n'est plus alors que $\frac{F}{2R + D'}$, tandis qu'elle serait $\frac{F}{R + D'}$ si l'on n'avait qu'un seul fil. C'est une perte insignifiante ; mais

l'effet est aggravé (surtout avec les piles de Daniell qui sont très-résistantes) quand, dans une station centrale, on attache à un même pôle de la pile les fils de plusieurs embranchements.

J'arrive à un cas plus complexe.



Supposons qu'au lieu de se diviser en un seul point, le fil émergeant de la pile présente plusieurs ramifications successives de résistances ou longueurs différentes, et forme un réseau compliqué tel que le représente la figure ci-dessus.

Cherchons quelle sera l'intensité du courant dans ses diverses parties.

Si on considère le dernier point d'embranchement C, on voit que l'intensité du courant I' suivant BC devra se partager en trois parties i'' , i'' , i' , inversement proportionnelles aux résistances x'' , x'' , x' de CT'' , CT'' , CT' ; on aura donc pour les intensités du courant sur ces trois branches

$$i'' = \frac{I' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''}$$

$$i'' = \frac{I' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''}$$

$$i' = \frac{I' x'' x''}{x'' x'' + x'' x' + x' x''}.$$

De même au point B, l'intensité I du courant suivant AB, se divisera en parties inversement proportionnelles aux résistances suivant BC et BT. Or, la résistance suivant BC est égale à la longueur ou résistance BC, que j'appellerai l , plus la résistance des trois branches CT'', CT'', CT', laquelle est égale à $\frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''}$; ainsi en désignant par x la résistance BT, et par i l'intensité du courant sur cette branche, on aura

$$I' = \frac{I x}{l + \frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''} + x}$$

et

$$i = \frac{I \left(l + \frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''} \right)}{l + \frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''} + x}.$$

D'un autre côté, en désignant par F la force électromotrice de la pile, par R sa résistance, et R' la résistance totale du réseau, on a

$$I = \frac{F}{R + R'}.$$

Or, si l'on désigne par D la longueur AB, on voit que R' est égal à D, plus la résistance totale au delà du point B, c'est-à-dire plus la quantité

$$\frac{\left(l + \frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''} \right) x}{l + \frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''} + x};$$

remplaçant R' par sa valeur dans l'équation de I, il vient

$$I = \frac{F}{R + D + \frac{\left(l + \frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''} \right) x}{l + \frac{x'' x'' x'}{x'' x'' + x'' x' + x' x''} + x}}.$$

Ces valeurs de i'' , i'' , i' , i , I et I forment six équations, au moyen desquelles on pourra déterminer six inconnues quelconques parmi les quantités qui entrent dans la composition des formules, c'est-à-dire qu'elles servent à résoudre les questions relatives à la transmission des courants dans le réseau figuré. Ainsi, on pourra :

Étant données la force et la résistance de la pile, et les résistances du réseau, déterminer les intensités du courant dans ses diverses parties;

Étant données la pile et les intensités, trouver les diverses résistances;

Étant connues les résistances et voulant avoir une intensité donnée sur un des embranchements, déterminer quelle devra être la force de la pile, et quelles seront les intensités dans les autres parties;

Et cætera, et cætera.

Il est à remarquer que des formules ci-dessus on peut déduire les deux cas particuliers traités d'abord, c'est-à-dire le cas de la transmission simultanée à des stations équirésistantes quelconques, et celui de la transmission à des stations équirésistantes, et de plus, correspondants immédiats de la station qui transmet. Pour le premier cas, il suffit de supposer

toutes les quantités x'' , x'' , x' et x égales entre elles, c'est-à-dire égales à x , et de faire $l = 0$; pour le second, de poser aussi l'égalité des résistances et $l = 0$, et en outre $D = 0$.

Ces formules ont donc un caractère de généralité, bien que, pour ne pas trop les compliquer, nous ayons limité le plus possible les ramifications du réseau. Ce que nous avons fait montre suffisamment par quelle voie, étant donné un réseau quelconque, on obtiendrait m équations servant à déterminer m inconnues en fonction des quantités données, c'est-à-dire à résoudre toutes les questions énoncées plus haut, et en général toutes celles qui se rapportent aux diverses circonstances de la transmission des courants.

Ces bases théoriques une fois posées, il reste à voir comment on peut y rattacher le fait qui est l'objet principal et utile de ce mémoire, c'est-à-dire la transmission simultanée, par un seul manipulateur, à des stations télégraphiques placées dans des conditions quelconques par rapport à la station qui transmet.

La première idée qui se présente, pour transmettre simultanément, est de mettre dans le circuit les bobines de récepteur des stations intermédiaires; mais, outre l'inconvénient d'augmenter démesurément les résistances, on ne pourrait transmettre ainsi qu'aux stations d'une ligne principale, sans possibilité d'atteindre les divers embranchements.

Le système que je propose est tout différent.

Il consiste : *A mettre toutes les stations destinataires en communication directe avec la station qui transmet, en sorte que les bobines intermédiaires, liées par une extrémité à la ligne principale, et communiquant par l'autre avec la terre, forment autant d'embranchements de résistance égale à celle des bobines.*

On voit qu'envisagée à ce point de vue, la transmission simultanée, par un seul manipulateur, à un nombre quelconque de stations, rentre dans le cas du réseau complexe que nous avons examiné.

Pour que cette transmission réussît, il faudrait que l'intensité du courant sur tous les embranchements réels ou embran-

chements formés par les bobines de récepteurs intermédiaires, fût égale à la force moyenne nécessaire pour faire marcher un récepteur.

Or, les équations trouvées plus haut nous permettraient d'arriver à ce résultat si, dans le réseau télégraphique, les résistances des embranchements x'' , x'' , x' et x pouvaient être considérées comme variables, car alors on déterminerait ces quantités et la pile, de manière que toutes les intensités i'' , i'' , i' et i fussent égales entre elles et à la force en question.

Il nous reste donc à trouver comment on pourrait faire varier les résistances sur les lignes télégraphiques.

Je propose, pour cela, un appareil que j'appellerai *commutateur de résistance*.

Cet appareil se compose d'une petite caisse en bois, contenant un fuseau, qui supporte un certain nombre de bobines en fil de fer mince, recouvert, ayant toutes la même résistance (100 kilomètres par exemple), séparées entre elles, et maintenues par des cloisons. Le fil de chaque bobine se rattache par ses extrémités à deux petites plaques métalliques incrustées dans le couvercle de la boîte. Les incrustations peuvent être reliées deux à deux entre chaque bobine et la suivante, par de petites branches métalliques intermédiaires, mobiles autour de leur axe, qui permettent ainsi d'établir à volonté la communication métallique entre les fils de deux, trois, etc., bobines, suivant le besoin du moment.

Le fil de sortie du récepteur est fixé sur le couvercle, à l'incrustation qui correspond à la naissance de la première bobine; le fil de terre vient se rattacher à un petit curseur métallique, glissant à frottement dans une rainure parallèle et contiguë à la rangée des incrustations.

Tout étant ainsi disposé, si l'on met le curseur en contact avec l'incrustation qui correspond à la naissance de la première bobine, la communication directe du récepteur avec la terre sera établie, et la résistance ne sera pas changée; mais si on amène le curseur au contact de l'incrustation correspondant à l'extrémité de la troisième bobine par exemple, et qu'au moyen

des branches mobiles on établisse la communication métallique entre les trois premières bobines, on aura forcé le courant à les traverser avant d'arriver à la terre, c'est-à-dire qu'on aura augmenté de 300 kilomètres la résistance de l'embranchement ; et de même pour l'augmenter d'un nombre plus considérable ou moindre. On remarquera que la résistance, ainsi augmentée pour recevoir, ne l'est nullement pour transmettre.

J'ai assigné aux bobines une résistance de 100 kilomètres, ce qui permettra de donner aux quantités x'' , x'' , x' et x leurs valeurs, à 50 kilomètres près ; cette approximation me paraît suffisante, car l'égalité absolue des résistances n'est pas indispensable. On pourrait d'ailleurs ne donner à la première bobine que 50 kilomètres, ce qui fournirait une approximation de 25.

Il résulte clairement de tout ce qui précède, qu'étant donné un système de lignes télégraphiques, on pourra toujours établir, par rapport à une station, l'équirésistance de toutes les autres stations, et, au moyen d'une pile plus ou moins étendue, fournir à tous les embranchements une intensité de courant égale, et suffisante pour faire fonctionner les appareils. J'ai donc démontré ma première proposition, à savoir : qu'en thèse générale, et sauf les limites matérielles assignées à l'étendue de la pile,

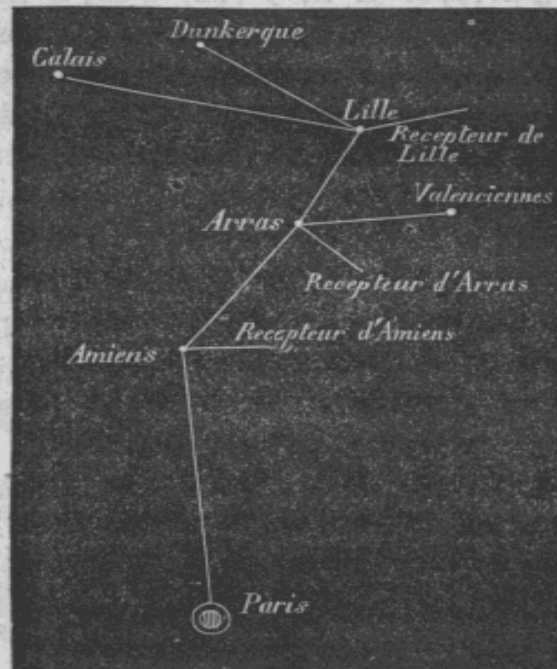
Une station télégraphique quelconque peut, avec un seul manipulateur, transmettre simultanément la même dépêche à un nombre quelconque d'autres stations.

Quant à l'autre proposition, celle de la transmission simultanée par Paris à toutes les stations de France, elle se trouve aussi théoriquement démontrée, puisqu'elle n'est qu'un cas particulier de la précédente ; il me reste à prouver, par des applications numériques et le compte-rendu des expériences faites à Lille, que ce n'est pas là une vaine théorie, mais un fait utile et pratique, dont on peut obtenir la réalisation immédiate.

Ce sera la seconde partie de ce mémoire.

Considérons la ligne la plus compliquée de France, celle du

Nord, et voyons ce qui arriverait dans le cas de la transmission simultanée par Paris, opérée comme je l'ai dit plus haut.



La station de Lille offre trois embranchements : ceux de Dunkerque et Calais, et la bobine même du récepteur de Lille ; pour que le courant, arrivant de Paris, soit égal sur ces trois branches, il faudra qu'elles soient toutes rendues égales en résistance à la plus résistante d'entre elles, c'est-à-dire à celle de Calais. J'appellerai r cette résistance commune.

Si la pile de Paris est assez forte pour donner sur chaque branche l'intensité i capable de faire fonctionner un appareil, le courant, dans le parcours d'Arras à Lille (parcours dont je représente la longueur par l), sera égal à $3i$, et, comme en quittant Arras il trouve pour suivre ce parcours une résistance égale à $\frac{r}{3} + l$, il faudra, pour que, dans la bobine d'Arras et l'embranchement de Valenciennes, il soit égal à i , que la résistance de chacune de ces dérivations soit égalisée à

$3 \left(\frac{r}{3} + l \right)$. De même, on voit que l'intensité du courant, dans le trajet d'Amiens à Arras, dont je désigne la longueur par l' , est égale à $5 i$, et que, pour avoir l'intensité i dans la bobine d'Amiens, elle doit être égalisée à cinq fois la résistance vers Arras, c'est-à-dire à la quantité $5 \left(\frac{3}{5} \frac{r}{3} + l' \right)$.

Nous avons déterminé ainsi comment toutes les résistances devaient être modifiées au moyen du commutateur de résistance. Il nous reste à trouver quelle force on doit donner à la pile.

Pour cela, nous remarquons que le courant principal, de Paris à Amiens, est égal à $6 i$; nous aurons donc, en désignant par F la force de la pile, R sa résistance et R' la résistance totale du système,

$$6 i = \frac{F}{R + R'}.$$

Mais si on représente par D la distance de Paris à Amiens,

$$\text{on sait que } R' = D + \frac{5}{6} \left(\frac{3}{5} \left(\frac{r}{3} + l \right) + l' \right)$$

$$\text{ou bien } R' = D + \frac{r + 3 l + 5 l'}{6}.$$

Substituant cette valeur, on a

$$6 i = \frac{F}{R + D + \frac{r + 3 l + 5 l'}{6}}.$$

Si Paris avait transmis à la seule station de Calais, avec une pile convenable pour y envoyer un courant de même intensité i , on aurait eu, en désignant par φ la force électromotrice de la pile et φ sa résistance,

$$i = \frac{\varphi}{\varphi + D + l + l' + r}.$$

La comparaison de ces deux équations nous montre que si, dans le cas de transmission simultanée, la pile doit fournir un courant plus fort, elle éprouve d'un autre côté une résistance beaucoup moindre; c'est cette diminution de la résistance qui assure le succès pratique du système que je propose, car il en résulte qu'on n'a pas besoin d'augmenter le nombre d'éléments proportionnellement au nombre des stations qui reçoivent. Nous allons voir, d'ailleurs, quelle doit être l'augmentation.

Les deux équations précédentes peuvent se mettre sous la forme :

$$F = 6 i \left(R + D + \frac{r + 3 l + 5 l'}{6} \right),$$

$$\varphi = i \left(\rho + D + l + l' + r \right).$$

Divisant la seconde par la première, il vient

$$\frac{\varphi}{F} = \frac{\rho + D + l' + l + r}{6 (R + D) + r + 3 l + 5 l'};$$

Ce qui donne le rapport des deux piles, ou, si l'on veut, le rapport de leur nombre d'éléments, puisque pour des piles de même nature les forces électromotrices sont proportionnelles au nombre d'éléments. Or, si je suppose à Calais une bobine de 400 kilomètres de résistance, la distance de Lille à Calais étant de 103 kilomètres, la résistance r sera égale à 503; la distance d'Arras à Lille ou l , est égale à 58; celle d'Amiens à Arras ou l' , à 68; et, enfin, la distance de Paris à Amiens ou D , à 157. Remplaçant donc les lettres par leur valeur dans l'équation précédente et effectuant les calculs, il vient

$$\frac{\varphi}{F} = \frac{\rho + 786}{6 R + 1959}.$$

Mais pour les piles de même nature, les résistances sont proportionnelles au nombre d'éléments et, par suite, à la force électromotrice; on a donc

$$\frac{\rho}{R} = \frac{\varphi}{F};$$

d'où l'on tire

$$R = \frac{\rho F}{\varphi};$$

et en substituant cette valeur, il vient

$$\frac{\varphi}{F} = \frac{786 - 5\rho}{1959}.$$

ρ est une quantité mal déterminée qui dépend de la nature de la pile et du nombre d'éléments. Je crois qu'on peut évaluer approximativement à un peu plus d'un kilomètre la résistance d'un élément Bunsen, et comme l'expérience démontre qu'avec une pile spéciale de 15 à 20 éléments on peut transmettre de Paris à Calais, nous approcherons beaucoup de la vérité en supposant ρ égal à 20 kilomètres. Substituant cette valeur et effectuant le calcul, nous aurons :

$$\frac{\varphi}{F} = \frac{686}{1959} \text{ ou sensiblement } \frac{\varphi}{F} = \frac{1}{3}.$$

C'est-à-dire que *Paris peut transmettre simultanément avec un seul manipulateur à toutes les stations du Nord, et qu'il lui suffit pour cela d'augmenter la pile sur Calais dans le rapport de 1 à 3.*

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, les résistances doivent pour ce cas être équilibrées comme il suit :

Résistance de Lille à Calais (bobine du récepteur comprise), $r =$ kilom. 503

Id. de Lille à Dunkerque, id. $r = 503$

Id. de l'embranch. formé par le récepteur de Lille, id. $r = 503$

Id. d'Arras à Valenciennes, id., $3 \left(\frac{r}{3} + l \right) = 677$

Résistance de l'embranch. formé par le récepteur d'Arras, id., $3 \left(\frac{r}{3} + l \right) = 677$

id. id. d'Amiens, id., $\left(\frac{3 \left(\frac{r}{3} + l \right)}{5} + l' \right) = 1017$

On ferait un calcul semblable pour la ligne compliquée du

Sud-Ouest, et j'ai lieu de croire, d'après la conformation du réseau, que l'augmentation de la pile devrait être encore moins considérable que pour la ligne du Nord, la résistance totale étant sans doute moins forte.

Ainsi Paris, avec une pile relativement faible, peut, en faisant fonctionner ses quatre manipulateurs, transmettre en même temps la même dépêche à toutes les stations de France.

Je suppose maintenant que Paris veuille transmettre partout avec un seul manipulateur.

Représentons-nous la configuration générale du réseau des lignes électriques qui rayonnent aujourd'hui autour de Paris ; nous voyons qu'il faudra fournir à chacune des 15 stations de province un courant d'intensité i , c'est-à-dire que les fils des quatre lignes étant réunis au-dessus du manipulateur qui transmet, le courant principal dans le trajet de la pile au point de réunion sera égal à $15 i$; à ce point, il devra se diviser de la manière suivante : $6 i$ sur la ligne du Nord, qui comprend 6 stations ; $7 i$ sur celle du Sud-Ouest qui en comprend 7 (1) ; i sur chacune des lignes de Rouen et de Châlons-sur-Marne, qui n'ont qu'une station.

Pour que cette division s'effectue ainsi, il faudra que la résistance sur chacune de ces deux dernières lignes soit égale à 6 fois la résistance totale de la ligne du Nord (que j'ai supposée la plus résistante), c'est-à-dire à $6 \left(D + \frac{r + 3 l + 5 l'}{6} \right)$. Sur

la ligne du Sud-Ouest, la résistance devra être à la résistance du Nord dans le rapport de 6 à 7, c'est-à-dire que cette résistance devra être égalisée à la quantité $\frac{6}{7} \left(D + \frac{r + 3 l + 5 l'}{6} \right)$.

On arrivera à ce résultat en regardant comme variable la résistance de l'embranchement de Tours à Angers que j'appellerai x , et cherchant la résistance totale du réseau du Sud-Ouest, avec l'hypothèse d'une intensité i à toutes les stations ;

(1) Orléans, Blois, Tours, Angers ; — Châteauroux ; — Bourges, Nevers.

on obtiendra ainsi une certaine fonction de x et des distances $d, d', d'',$ etc., qui séparent les stations sur la ligne principale de Paris à Angers, et l'on n'aura plus qu'à poser :

$$f(x, d, d', d'', \text{etc.}) = \frac{6}{7} \left(D + \frac{r + 3l + 5l''}{6} \right);$$

d'où l'on tirera la valeur de x .

On peut objecter qu'il arrivera peut-être que la valeur trouvée pour x soit plus faible que la distance réelle de Tours à Angers, augmentée d'une bobine de longueur suffisante pour faire fonctionner l'appareil de cette dernière station. Dans ce cas, c'est que j'aurais à tort supposé la ligne du Nord la plus résistante, et qu'il aurait fallu partir au contraire de la résistance totale de la ligne du Sud-Ouest pour déterminer les résistances des autres lignes ; ce qui ne changerait absolument rien au raisonnement ; mais, bien que je n'aie pas fait le calcul, je ne crois pas que cela soit, et, d'ailleurs, on pourrait encore parer à cet inconvénient en augmentant, au moyen du commutateur dont j'ai parlé, la résistance D de Paris à Amiens, de manière que la résistance totale du réseau du Nord fût supérieure d'une quantité suffisante à celle du réseau du Sud-Ouest. Rien n'est donc changé à ce que j'ai établi.

Cela posé, les lignes de Paris à Châlons-sur Marne et de Paris à Rouen, fournissant chacune à la station extrême et unique qu'elles desservent un courant d'intensité i , et offrant une résistance égale à $6 \left(D + \frac{r + 3l + 5l''}{6} \right)$, on doit conclure que, dans le cas de transmission simultanée, les 15 stations de France sont dans la même position que si chacune d'elles était réunie directement à Paris par un fil spécial de longueur ou résistance $6 \left(D + \frac{r + 3l + 5l''}{6} \right)$. On arrive donc à cette conclusion remarquable que le cas si compliqué en apparence de la transmission simultanée à tout le système télégraphique, tel que nous l'avons exposé, se trouve ramené au cas très-sim-

ple examiné au commencement de ce mémoire, celui de la transmission simultanée par un seul manipulateur à m stations équirésistantes, et de plus correspondants immédiats de la station qui transmet, c'est-à-dire que ce cas rentre dans la formule

$$i = \frac{F}{m R + D'}$$

m étant égal au nombre total des stations de province, c'est-à-dire à 15, et D' à $6 \left(D + \frac{r + 3 l + 5 l'}{6} \right)$; ou bien, en faisant le calcul à 1959.

On aura donc, en désignant par F_1 la force électromotrice de la pile qui sert à la transmission simultanée à toute la France, et R_1 sa résistance,

$$i = \frac{F_1}{15 R_1 + 1959};$$

d'où l'on tire

$$F_1 = i (15 R_1 + 1959).$$

Divisant par cette équation, l'équation $\varphi = i (\rho + 786)$ citée plus haut, il vient

$$\frac{\varphi}{F_1} = \frac{\rho + 786}{15 R_1 + 1959}$$

Mais on a aussi $\frac{\rho}{R_1} = \frac{\varphi}{F_1}$; d'où l'on tire

$$R_1 = \frac{\rho F_1}{\varphi}.$$

Substituant cette valeur et effectuant le calcul, il vient

$$\frac{\varphi}{F_1} = \frac{786 - 14 \rho}{1959}.$$

Eten supposant $\rho = 20$, on trouve

$$\frac{\varphi}{F_1} = \frac{506}{1959} \text{ ou sensiblement } \frac{\varphi}{F_1} = \frac{1}{4};$$

c'est-à-dire que Paris peut transmettre simultanément avec un seul manipulateur à toutes les stations établies en France, en augmentant la pile sur Calais dans le rapport de 1 à 4.

Je fais remarquer ici que, dans le mode actuel de transmission, le nombre d'éléments employés est plus fictif que réel, puisqu'on dérive sur plusieurs lignes le courant fourni par la pile. Dans la transmission simultanée, au contraire, toutes les forces concourent vers le but qu'on se propose.

En faisant réunir les fils à Calais et Dunkerque, et réunissant les deux lignes à Lille, ce qui donnait un parcours de 370 kilomètres, j'ai constaté qu'avec un courant de 12 degrés, les signaux faits par une manivelle du poste n° 3 se reproduisaient parfaitement dans le récepteur n° 2, dont la bobine a 400 kilomètres de résistance; ainsi Paris, en employant une pile spéciale, pourrait transmettre à Calais avec 12 ou 15 éléments.

Je crois donc faire une large part aux circonstances atmosphériques et à la défectuosité de certaines portions des lignes en disant qu'en tout temps Paris pourra transmettre simultanément, avec 65 éléments Bunsen, à toutes les stations établies en France, en se servant d'un seul manipulateur.

Ce résultat inespéré et si singulier en apparence surprendra moins, si l'on songe, comme je l'ai dit plus haut, que les fils d'embranchement produisent le même effet que des fils de diamètres divers superposés sur le fil principal, et diminuent d'autant la résistance.

J'arrive ainsi à la fin de ce travail, et, qu'il me soit permis de le dire, j'ai une foi absolue dans son exactitude. Les expériences faites à Lille n'en sont qu'une vérification heureuse, mais presque superflue devant la rigueur d'une démonstration mathématique; je n'en ferai qu'un simple résumé, les procès-verbaux des séances étant d'ailleurs à Paris.

Il me suffira de dire que, dans la seconde quinzaine de mai,

malgré l'imperfection d'équilibre dans les résistances, le poste de Lille n° 2 (le plus résistant de tous) a été mis journellement en communication simultanée avec les stations d'Arras, Calais et Dunkerque; qu'avec une réglementation convenable de ces transmissions, je suis arrivé à établir une véritable conversation à quatre, les demandes ou réponses de chacun des postes précédées de ses indicatifs et de ceux du destinataire, parvenant à la fois à tous les interlocuteurs, sans interruption, sans confusion aucune. J'ajoute que, grâce à la bienveillance de l'administration, qui a permis l'application officielle de ce nouveau système, il devient à partir d'aujourd'hui, à Lille, le mode habituel de transmission des dépêches circulaires.

Je n'entrerai pas non plus dans le détail des avantages qu'on peut en retirer au point de vue de la transmission des dépêches privées, des nouvelles politiques, des correspondances de journaux, etc., etc.; ces développements pourront trouver leur place ailleurs.

Lille, le 4 juin 1851.

Une ligne télégraphique étant construite d'après le système de M. Bonelli, considérons l'instant où une station quelconque, fixe ou mobile, envoie un signal à toutes les autres; les conditions d'équilibre et de répartition du courant seront déterminées par un système d'équations tel que celui qui est posé aux pages 57 et 58 du *Mémoire*.

En effet, dans le réseau $A B C T T' T'' T'''$ que nous avons figuré au hasard (page 56), on peut supposer, par exemple, que la pile du point A est celle d'une station fixe située à l'origine d'une voie ferrée principale $A B C T''$, et transmettant à la fois à deux wagons-télégraphes placés l'un en B avec une bobine $B T$, l'autre en C avec une bobine $C T'$, et à deux stations fixes, l'une sur $C T''$ à l'extrémité de la voie ferrée, l'autre sur $C T'$ qui peut être un chemin d'embranchement.

Ou bien encore, on peut supposer en A la pile d'un wagon-télégraphe situé en C sur une voie ferrée TBC T", et transmettant aux autres stations fixes ou mobiles du réseau. Pour cette dernière hypothèse, on devrait, dans les formules, faire AB ou l égal à zéro, ou, plus exactement, à la distance de quelques mètres, qui sépare de la ligne le manipulateur placé dans le wagon.

Enfin, pour supprimer un embranchement, celui de C T" par exemple, il suffirait de supposer infinie sa résistance x'' ; certaines équations prendraient alors la forme indéterminée $\frac{\infty}{\infty}$; mais en divisant préalablement par x'' , l'indétermination cesse, et les termes qui contenaient cette quantité en dénominateur deviennent nuls. On trouve naturellement ainsi $i' = 0$, et x' disparaît des autres équations.

Ces formules ont donc un caractère de généralité, et l'on pourra toujours, dans une position donnée, déterminer quelle sera l'intensité réelle des courants.

Il serait également facile de trouver, comme nous l'avons fait précédemment, les résistances à ajouter aux diverses bobines et la force à donner à la pile, afin d'obtenir dans tous les récepteurs une intensité de courant égale et suffisante pour faire marcher les appareils; mais comme certaines stations sont mobiles, les distances relatives D, l , etc., varient sans cesse; par suite, l'équilibre des résistances serait à chaque instant troublé et devrait être rétabli aussi à chaque instant, au moyen du commutateur de résistance; ce qui n'est pas praticable. Il importait donc d'éliminer ces éléments variables: mathématiquement, cela n'est pas possible, mais dans la pratique, le système de M. Bonelli réalise cette condition avec une approximation suffisante. En effet, par une innovation très-heureuse, et qui est une nécessité du mode de construction, la ligne de M. Bonelli offre une section très-grande, de sorte que les résistances, sur un parcours de médiocre étendue, peuvent être considérées comme à peu près nulles comparativement à celles des bobines de récepteurs.

Ou plus exactement: les résistances pour une même lon-

gueur étant en raison inverse des sections, et les fils de ligne ordinaire dont nous avons pris l'unité de longueur pour unité de résistance, ayant une section environ sept fois moindre que celle de la bande de fer qui sert de ligne, les longueurs ou résistances D , l , et leurs analogues, doivent être réduites dans les équations au septième de leur longueur kilométrique, et il est aisé de voir que, pour une ligne de 100 kilomètres au plus, ces longueurs ainsi réduites n'auront pas une grande influence sur les valeurs de i , i' , i'' , i''' , dans lesquelles entrent comme facteurs les résistances des bobines, résistances qui ont été de 400 kilomètres pour les appareils français et s'élèvent encore à 200 pour celles des appareils Morse. Ces intensités seront donc sensiblement égales entre elles ou différeront dans des limites assez étroites pour qu'il n'en résulte aucune irrégularité dans la marche des appareils.

On voit de même, en se reportant à l'équation du rapport des piles, qu'avec un petit nombre de stations et des éléments peu résistants, la pile à employer différera très-peu de celle qu'il faudrait pour un seul embranchement.

Si l'on admet comme exact ce qui n'est qu'approximatif, c'est-à-dire la nullité de résistance dans la ligne, on retombe dans le cas traité au commencement du mémoire, celui d'une station transmettant à m embranchements d'égale résistance, et dont le nœud de jonction touche à la pile. Ce cas est régi comme nous l'avons vu par la formule

$$i = \frac{F}{m R + D'}$$

D' représentant la résistance commune des bobines de récepteur; d'où l'on tire

$$F = i (m R + D').$$

D'autre part, si l'on désigne par φ la pile nécessaire pour faire marcher un appareil sans l'interposition d'aucune ligne, c'est-à-dire avec la seule résistance D' des bobines, et par ρ la résistance de cette pile, on a aussi

$$i = \frac{\varphi}{\rho + D'},$$

ou bien $\varphi = i (\rho + D')$.

Divisant cette équation par celle de F, il vient

$$\frac{\varphi}{F} = \frac{\rho + D'}{m R + D'};$$

et en substituant la valeur de R tirée de l'équation $\frac{\rho}{R} = \frac{\varphi}{F}$

on trouve

$$\frac{\varphi}{F} = \frac{D' - (m - 1) \rho}{D'}.$$

Une pile très-faible suffit pour faire marcher un appareil sans interposition de ligne, et sa résistance ρ peut être évaluée à 10 kilomètres; en supposant pour les bobines D' une résistance de 200 kilomètres, le rapport $\frac{\varphi}{F}$ devient égal pour le cas de 5 stations à $\frac{160}{200}$ ou $\frac{4}{5}$.

Ce qui démontre le peu de force à donner à la pile et l'excellence du système, si la ligne est bien isolée.

Paris, le 1^{er} août 1855.

GAILLARD,

Inspecteur des lignes télégraphiques.

MÉMOIRE SUR UN PAPIER ÉLECTRO-CHIMIQUE A L'USAGE DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

Présenté à l'Institut le 30 juillet 1855.

Commissaires : MM. Becquerel, Pouillet, Despretz.

Inséré aux Comptes-rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences.
(Tome XLJ, n° 5, pages 147-149.)

La récente décision prise par M. le directeur général des lignes télégraphiques françaises de remplacer le télégraphe actuel par le système Morse, adopté déjà dans tous les États voisins, m'a conduit à chercher la solution d'un problème qui préoccupe depuis très-longtemps et à juste titre ceux qui travaillent au perfectionnement et à la simplification des appareils télégraphiques. Je veux parler du papier électro-chimique, qui n'a donné jusqu'à présent aucun résultat pratique et satisfaisant.

Les conditions nécessaires pour arriver à une parfaite réussite sont nombreuses, car il faut obtenir un papier :

- 1° Très-peu coûteux ;
- 2° Assez collé pour qu'on puisse y faire des annotations à l'encre ;
- 3° Convenablement humide pour être conducteur, mais sans excès, afin de pouvoir recevoir ces annotations ;
- 4° Un peu acide pour que sa conductibilité soit plus grande, mais pas assez cependant pour altérer les métaux qu'il touche ;
- 5° Facilement décomposable par l'électricité ;
- 6° Donnant, par la décomposition, un sel fortement coloré, insoluble et inaltérable ;
- 7° D'une préparation extrêmement simple, afin qu'on puisse en faire dans les stations mêmes, si on le juge convenable ;
- 8° Ne nécessitant pas l'emploi d'une pâte de papier spéciale ;
- 9° Enfin d'une composition simple et facile et n'exigeant pas l'emploi de sels dans des proportions trop exactes.

J'ai l'honneur de soumettre à l'approbation de l'Académie impériale des sciences un échantillon de mon papier électrochimique. La longueur des bandes représente à peu près un quart de rouleau qui, en entier, coûte environ 0 fr. 15 c. de préparation.

Par l'adoption de ce papier, le récepteur Morse (1) se trouve réduit à un mouvement d'horlogerie et à un style en acier. Le levier à pointe sèche et la bobine avec son armature, c'est-à-dire les parties les plus coûteuses et les plus délicates, deviennent inutiles. En outre, la transmission par l'électricité seule est infiniment plus rapide que par les battements du levier; aussi ai-je pu, avec une vitesse de déroulement convenable, arriver à obtenir sur mon papier des points très-nets en me servant d'un trembleur à sonnerie.

Deux sels communs dans le commerce suffisent pour la préparation de mon papier. Parmi bien des formules que j'ai essayées, voici celle qui m'a paru la plus simple et la plus sûre :

Eau.	100 parties.
Azotate d'ammoniaque cristallisé. .	150 —
Cyanure jaune de potassium et de fer.	5 —

En mettant cent cinquante parties d'azotate d'ammoniaque, mon papier fonctionne pendant l'été et sans qu'il soit nécessaire de prendre la précaution de mettre le rouleau à l'abri de l'air. Il est évident, du reste, qu'en modifiant les proportions, on peut obtenir encore un bon résultat. Lorsqu'on s'est servi du papier, on peut, par une courte immersion dans l'eau, faire disparaître l'excès de préparation. J'ai prolongé cette immersion pendant douze heures, sans que la netteté des caractères en ait été aucunement altérée.

Je me suis servi, pour mes essais, du mouvement d'horlogerie et des cylindres d'un appareil Morse ordinaire. Ils ont

(1) La prochaine publication d'un article sur l'appareil Morse rendra ces considérations claires pour les personnes qui ne sont pas familiarisées avec les systèmes télégraphiques.

été des plus satisfaisants. Les expériences ont eu lieu au poste central de la direction générale des lignes télégraphiques, au ministère de l'intérieur. Les stations de Nancy, Saarbruck, Coblenz, Berlin et Hambourg ont été successivement mises en communication directe avec Paris. La transmission a été aussi rapide que possible, et les bandes montrent la parfaite netteté avec laquelle les signes ont été imprimés à Paris.

Je joins ces bandes, au nombre de trois, au présent mémoire. Elles sont accompagnées de la traduction certifiée. L'une d'elle, en caractères de grosseur exagérée, porte une imitation de dépêche privée.

Après des résultats aussi parfaits, je crois que le problème peut être considéré comme entièrement résolu. Il faut espérer que cette utile amélioration aura bientôt fait disparaître les instruments actuels qui ne permettent pas de donner à la manipulation toute la vitesse possible, et ont, en outre, l'immense inconvénient de fatiguer la vue des employés, au point de rendre le service déjà très-difficile pour quelques-uns d'entre eux. La comparaison des deux genres d'écriture démontre clairement qu'il faut se placer sous un jour particulier pour pouvoir lire les caractères gaufrés ; les appareils qui les produisent ne peuvent être mis qu'à des places fortement éclairées, et on doit, la nuit, munir chacun d'eux d'une lampe spéciale ; la lecture des caractères électro-chimiques ne présente au contraire aucune difficulté, quelle que soit la place où on ait installé l'appareil récepteur.

Paris, 3 juillet 1855.

L. POUGET-MAISONNEUVE.

Inspecteur des lignes télégraphiques.

NOUVELLES DIVERSES.

Le câble télégraphique qui doit relier la Sardaigne à l'Afrique est parti le 10 août du port de Gravesend, sur le navire *le Result*, appartenant à M. Richard Green. Il est long de 162 milles anglais (environ kilomètres 260,5), contient six fils conducteurs et pèse 1,250 tonneaux. On dit que *le Result* a dû relâcher en route, par suite de difficultés de navigation; il est probable cependant que ce navire sera vers le 28 à Cagliari.

L'opération de l'immersion commencera aussitôt.

Le câble n'ira pas aboutir à la Calle, comme il devait le faire dans le projet primitif; il viendra s'attacher au rivage africain dans les environs de Bone.

Son Excellence le ministre de la marine a bien voulu charger M. l'ingénieur hydrographe Darondeau de faire, avec le navire *le Météore*, les sondages préparatoires qui étaient nécessaires pour déterminer la direction exacte à donner au câble. Les sondages furent terminés le 29 juillet vers midi, et, le jour même, *le Météore* toucha à Cagliari, pour transmettre à Paris, par le télégraphe, le résultat de ses études. Les renseignements contenus dans cette première dépêche furent complétés par un rapport que M. Darondeau adressa de Gênes, le 1^{er} août, à Son Excellence le ministre de la marine.

M. Darondeau traçait trois profils du fond de la mer.

Le premier, partant du cap Malfatano (Sardaigne), se dirige dans l'est de l'île Galite, puis s'infléchit par le travers de cette île et se porte vers le Monte-Rotondo, aboutissant à une plage d'un accès facile, qui présente pour le câble toutes garanties de sécurité. La longueur totale de ce profil est de 125 milles marins (1); sur 72 milles, on trouve partout des fonds inférieurs à 300 mètres. Le maximum de profondeur est de 1,900 à 2,000

(1) Le mille marin de 60 au degré vaut 1k,851851.....

mètres ; et ce maximum n'est atteint que sur une longueur de 10 milles marins.

Le second profil va du cap Spartivento au cap Rosa, laissant la Galite à l'est ; il présente un maximum de profondeur de 3,000 mètres ; les fonds supérieurs à 2,000 mètres y occupent une étendue de plus de 60 milles marins. En outre, cette direction a l'inconvénient de passer à 8 milles seulement du dangereux récif les *Sorelle* ; et comme les vents les plus fréquents dans ces parages sont ceux du N.-O., il pourrait résulter de ce voisinage des dangers très-sérieux pour le navire chargé de la pose. La longueur du parcours horizontal sur cette ligne est de 120 milles marins.

Le troisième profil, dans la direction du cap Spartivento au cap de Garde, présente un parcours horizontal de 125 milles ; sur la moitié de ce parcours, la sonde atteint une profondeur de plus de 2,000 mètres, et le maximum a été de 2,600 mètres. Il existe dans cette direction un ressaut de fond remarquable, à 32 milles du cap Spartivento ; la sonde indiquait en ce point 1,040 mètres, tandis que d'un autre côté, à 9 milles au sud, elle marquait 2,180, et de l'autre, à 6 milles au nord, elle donnait 1,640. Ce bas-fond est formé de gros gravier et de corail, tandis que partout ailleurs, excepté dans le voisinage de la côte, le fond est de vase molle jaune.

La direction du second profil a été immédiatement rejetée. Le troisième avait l'avantage d'amener directement le câble à Bone dans un endroit sûr, mais il présentait de plus grandes profondeurs. Or, dans l'état actuel des choses, les lois de la pose des câbles en mer n'étant point suffisamment précisées, la profondeur des eaux paraît le principal obstacle à l'établissement des télégraphes. La Compagnie du télégraphe méditerranéen a donc choisi la direction du premier profil.

La livraison de *Cosmos* du 10 août dernier contient les lignes suivantes :

« M. Steinheil, un des grands maîtres de la télégraphie,

le célèbre installateur des lignes de l'Autriche et de la Suisse, s'étonne que l'on n'ait pas encore généralement adopté en France le système de fils disposés en réseaux ou formant les côtés d'un ensemble de polygones couvrant le pays tout entier. Installer sur les mêmes poteaux des séries de fils parallèles, c'est évidemment suivre une marche complètement irrationnelle ; on ne peut alors arriver à un point donné que dans une seule direction ; et si, par une cause quelconque, l'isolement dans cette direction est devenu imparfait pour l'un des fils, il est à craindre que cette même cause, l'humidité des poteaux, la présence de la neige, du givre, etc., etc., n'affecte en même temps tous les fils. Par le système de réseaux ou de polygones, au contraire, la communication d'un point avec un autre a lieu par un grand nombre de directions ou de routes différentes ; il est difficile ou même impossible de faire que l'isolement cesse à la fois sur toutes les directions, et les correspondances ne sont jamais complètement interrompues. »

Rien n'est effectivement plus avantageux que le système indiqué par le *Cosmos*. Aussi l'administration française s'en préoccupe-t-elle depuis longtemps. Dans le principe de la construction des lignes, il a d'abord été nécessaire de relier les différents chefs-lieux de département au moyen de rayons divergents de Paris. Mais ce premier établissement terminé, l'administration s'est immédiatement attachée à réunir tous les rayons par une série de cercles concentriques à Paris. Il suffit de jeter les yeux sur une carte du réseau français pour voir que ce travail est en pleine voie d'exécution. Presque toutes les villes sont abordables au moins dans deux directions. L'achèvement du chemin de fer Grand-Central est attendu pour compléter le système dans une partie de la France.

La même livraison du *Cosmos* contient quelques remarques relatives à la ligne souterraine que M. le directeur général des lignes télégraphiques vient de faire exécuter dans Paris.

Le savant rédacteur du *Cosmos*, M. l'abbé Moigno, n'approuve pas cet essai.

Son appréciation est en partie basée sur une erreur de fait que notre dernière livraison a pu rectifier. Ce ne sont pas des fils recouverts de gutta-percha, mais des fils de fer nus que l'on a encastrés dans le bitume.

M. l'abbé Moigno craint d'ailleurs les fendillements du bitume. Nous ne pouvons que le prier de se reporter au long article que les *Annales télégraphiques* publient à ce sujet.

Un réseau de lignes de télégraphie électrique va être construit en Portugal; c'était le seul pays de l'Europe où il n'y en eût pas encore. L'établissement du réseau est concédé à M. Bréguet, de Paris.

Le 20 août, doit avoir lieu à Madrid l'adjudication publique, sur soumissions cachetées, de la construction du réseau télégraphique espagnol, pour lequel les cortès ont voté, l'an dernier, 16 millions de réaux (4 millions de francs).

Quand le réseau espagnol sera en voie de construction, la France, qui est déjà reliée avec l'Espagne par Bayonne et Irun, pourra opérer une seconde jonction par Perpignan et Barcelone.

Errata du numéro de juillet 1855.

Page 2, ligne 5. — Au lieu de : *quand il y en aura*
Lisez : *quand il y aura lieu.*

Page 8, ligne 32. — Au lieu de : *faible*
Lisez : *fusible.*

Page 12, ligne 19. — Au lieu de : *par le retard du courant*
Lisez : *par le retard du courant.*

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,
ÉMILE SAIGEY.

PARIS. — IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLEON CHAIX ET C^e, RUE BERGÈRE, 20. — 7208

1855

—
SEPTEMBRE
—

ANNALES

—
Première Année
—

TROISIÈME LIVRAISON
—

TÉLÉGRAPHIQUES.

TRANSMISSION SIMULTANÉE DE DEUX DÉPÊCHES EN SENS CONTRAIRE PAR LE MÊME FIL.

Il y a huit mois environ, les journaux français annoncèrent que de curieuses expériences venaient d'être faites en Allemagne : on transmettait simultanément deux dépêches en sens contraire par un seul fil télégraphique. Et on en concluait que, pour produire cet effet, les courants partis des deux stations transmettantes circulaient à la fois dans le fil et se croisaient sans se confondre.

Une pareille assertion était grave ; elle renversait les idées généralement admises sur la circulation des courants électriques. Ce n'était pas, d'ailleurs, une simple explication donnée légèrement par les journaux ; c'était l'expression même de la pensée de personnes qui avaient fait et réalisé les essais de communication simultanée en sens inverse, personnes fort compétentes et fort capables de comprendre la portée de l'opinion qui était émise.

On sait que la circulation des courants dans un fil s'explique par une décomposition et une recombinaison successives des fluides électriques, ces effets se propageant d'une molécule à l'autre. Dans le voisinage de la source électro-motrice, le fluide

positif d'une molécule tend à prendre dans le fil une certaine direction, pendant que le fluide négatif tend à prendre la direction contraire. Sous cette influence, le fluide neutre de la molécule suivante est décomposé de la même manière; de telle sorte que son fluide négatif vient se recombinaer avec le fluide positif de la précédente et reforme du fluide neutre. Cette action se propageant de proche en proche, forme ce qu'on appelle un courant électrique.

Il y a donc en quelque sorte dans un courant deux séries de déplacements infiniment petits : déplacements du fluide positif dans un sens, déplacements du fluide négatif dans le sens contraire. Ce double mouvement ne constitue qu'un seul effet, un seul courant.

Admettre la coexistence de deux courants contraires, c'est admettre qu'il y a simultanément dans un sens deux séries de mouvements, dans l'autre sens aussi deux séries de mouvements, qui se croisent sans se confondre.

La question est donc nettement posée.

Est-elle résolue ?

Voici les faits :

La correspondance simultanée de deux stations par le même fil ne peut plus être révoquée en doute.

Le Dr Gintl, directeur des télégraphes autrichiens, M. Werner Siemens, M. François Zantedeschi, bien d'autres encore, ont réalisé maintes fois cette brillante expérience en Allemagne et en Italie.

L'essai a été fait au poste central de l'administration française, le 31 août dernier, avec les appareils de M. Edland, constructeur suédois. Les fils avaient été réunis à Orléans, de manière à former une ligne continue de 244 kilomètres dont les deux extrémités étaient à Paris. On se servait de deux récepteurs Morse. A un certain moment, l'un des postes a transmis une ligne continue, pendant que l'autre lui donnait une dépê-

che, c'est-à-dire une série de points et de lignes. Puis deux dépêches ont été transmises en même temps.

Les expériences ont été renouvelées le 6 septembre, d'abord avec les mêmes appareils, puis avec ceux de M. Siemens, de Berlin. Elles ont encore parfaitement réussi.

On a donc trouvé la solution d'un problème fort intéressant. On peut dès maintenant assez légitimement espérer qu'il sera possible d'augmenter d'une façon notable le travail produit par chaque fil télégraphique. Il y a toutefois des difficultés que la pratique seule peut faire connaître. On conçoit, par exemple, que le nouveau système n'aurait rien d'avantageux, si on était obligé de travailler assez lentement pour que les deux dépêches qui passent en sens contraire ne fussent pas terminées plus tôt que si on les avait transmises successivement.

Nous ne pouvons donc encore, sur l'utilité pratique du nouveau procédé, émettre une opinion décisive.

Mais, nous le répétons, la possibilité de la transmission simultanée de deux dépêches en sens contraire par le même fil est dès aujourd'hui un fait acquis.

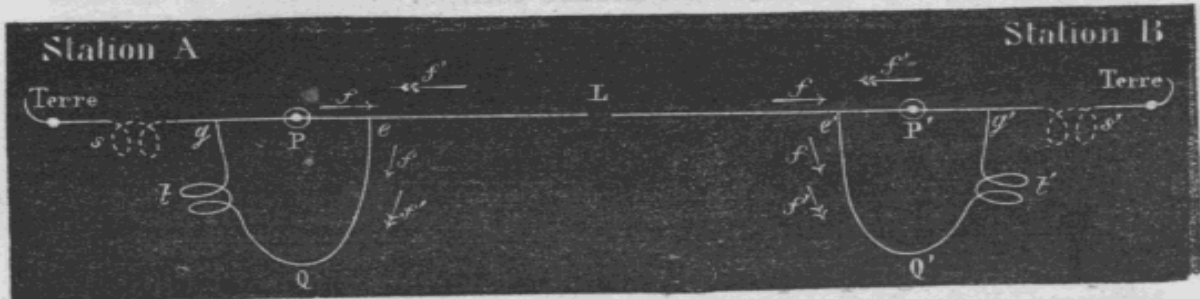
Le phénomène est irrécusable ; seulement, les raisons que les inventeurs en ont généralement données sont très-discutables. On va voir que les faits peuvent s'expliquer naturellement, sans que l'on ait besoin de recourir à l'hypothèse singulière de la transmission simultanée de deux courants en sens contraires.

La théorie que nous allons exposer ne sera d'ailleurs pour nous qu'une occasion de rendre compte des faits.

Cela bien établi, nous abordons la question.

Soit un fil télégraphique L qui relie les deux stations A et B et qui aboutit par ses deux extrémités à la terre (fig. 1). Il y a une pile en P, une autre en P'. Deux embranchements Q et Q', d'une résistance comparable à celle de la ligne, sont disposés sur le côté de L, comme l'indique la figure.

Fig. 1.



Si la pile P envoie un courant (1) dans le sens des flèches f f , des dérivations de ce courant passent dans les embranchements Q et Q'.

Si en même temps la pile P' envoie un courant égal dans le sens des flèches f' f' , le courant de P est neutralisé dans la ligne principale L ; mais dans les embranchements Q et Q' les deux courants de P et de P' s'ajoutent.

En effet, tandis que les flèches f et f' ont des directions opposées le long de la ligne principale L, elles se présentent au contraire dans le même sens aux points d'embranchement e et e' , et signalent par conséquent dans les petites lignes Q et Q' des courants qui s'ajoutent au lieu de s'annuler.

Des expériences directes pourraient être faites sur ce phénomène, non pour en constater l'existence qui est irrécusable, mais pour en étudier les lois.

Comment le mouvement, qui est neutralisé dans toute la longueur d'une ligne, se transmet-il néanmoins, vers l'extrémité de cette ligne, dans un embranchement ? Si nous nous reportons à l'explication donnée plus haut du passage d'un courant, il est facile de comprendre que les molécules électriques, sollicitées dans deux sens contraires par des forces égales, restent en équilibre le long de la ligne, tout en se transmettant

(1) On sait que quand on dit qu'une pile envoie un courant dans un certain sens, c'est du courant positif qu'il s'agit.

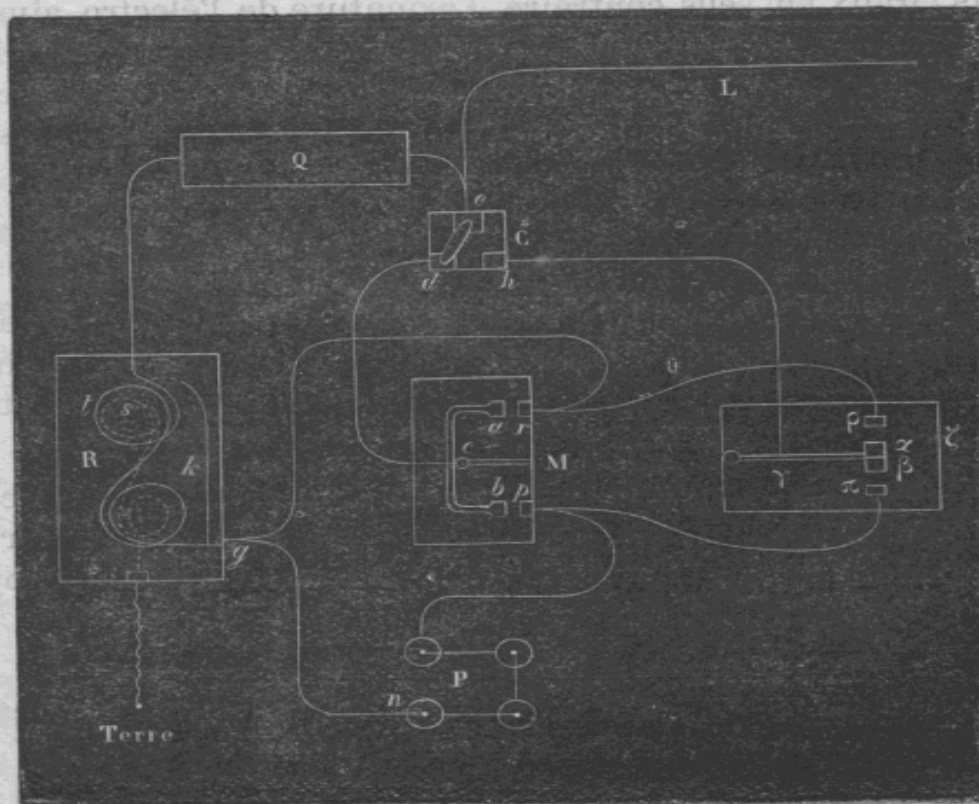
de proche en proche la force électro-motrice ; au point d'embranchement, où les deux mouvements ne se contrarient plus, il n'y a plus de raison d'équilibre, et il y a production de courant.

Comme corollaire de ce qui précède, on voit facilement que si P' envoie dans le fil un courant égal à celui de P et dirigé dans le même sens, les effets s'ajoutent dans la ligne principale et se neutralisent dans les embranchements.

Ces considérations étant bien comprises, nous allons donner la description sommaire d'un appareil propre à réaliser la transmission simultanée en sens contraire par le même fil.

Reportons-nous à la figure 2.

Fig. 2.



M est un manipulateur Morse, dont la clef pivote autour du point c et peut toucher alternativement le bouton p , auquel est attaché le pôle positif de la pile, et le bouton r , qui aboutit par le point g à l'électro-aimant R.

Q est un rhéostat, c'est-à-dire un appareil au moyen duquel on peut régler la résistance de l'embranchement c Q g . Dans tout ce que nous allons dire, cette résistance sera supposée à peu près égale à celle de la ligne L.

La pièce principale du système est un électro-aimant R sur les bobines duquel sont enroulés deux circuits isolés l'un de l'autre : le circuit t , qui est représenté sur la figure par des spires pleines, et le circuit s , qui est figuré par des spires ponctuées.

Ces deux circuits sont égaux et sont, comme on le voit, enroulés dans le même sens. Si donc on y fait passer deux courants égaux en sens contraire, l'armature de l'électro-aimant ne sera pas aimantée et le levier restera en repos. Si l'on vient à supprimer un des courants, l'autre continuant à passer, le levier sera attiré. Il en sera de même si deux courants passent dans le même sens dans les deux circuits.

Là est le nœud de la question.

Ajoutons cette condition qui est nécessaire : la résistance des circuits de l'électro-aimant est très-faible relativement à celles de la ligne principale et du rhéostat. S'il n'en était pas ainsi, plusieurs des faits sur lesquels nous nous appuierons tout à l'heure cesseraient d'être vrais.

L'électro-aimant R pourra d'ailleurs ou bien faire marcher un appareil directement, ou bien servir de relais et fermer un circuit dans lequel se trouveront une pile locale et un appareil.

Voyons maintenant comment fonctionnera le système, quand la station A voudra travailler avec la station B.

Examinons les différents cas.

1° A reçoit sans transmettre.

Alors le bouton *a* repose sur *r*.

Le courant qui vient de B suit le chemin L, *e*, *d*, *c*, *a*, *r*, *g*, *k*, les spires ponctuées et la terre.

Il n'y a pas d'effet produit sur l'embranchement latéral que forment *e*, Q, les spires pleines et *g*; car ce chemin est beaucoup plus résistant que l'autre.

L'électro-aimant R fonctionnera donc.

2° A transmet sans recevoir.

En ce moment le bouton *b* s'applique sur *p*.

Voyons comment agit alors la pile P. Considérons successivement son courant positif et son courant négatif.

Le courant positif, dont nous désignerons l'intensité par I, passe en *p*, *b*, *c*, *d*, *e*, et, trouvant en ce point deux résistances égales, il se bifurque. Une des portions $\frac{1}{2}$ passe par Q, les spires pleines et *g*, et se ferme par la pile. L'autre portion $\frac{1}{2}$ passe par L, va produire son effet à la station B, et arrive par là à la terre.

Quant au courant négatif—I, qui passe par *n*, *g*, il se divise également en deux: une partie — $\frac{1}{2}$ que nous venons de considérer implicitement, et qui ferme le circuit de la première portion du courant positif; l'autre partie — $\frac{1}{2}$ suit le chemin *g*, *k*, les spires ponctuées et la terre.

La marche de ces courants apparaîtra plus nettement si l'on se reporte à la figure théorique 1, dont les lettres concordent avec celles de la figure pratique 2, de façon que les mêmes circuits y sont désignés de la même manière. Il faut considérer que ce sont les deux spirales *s* et *t* de la figure 1 qui, étant enroulées sur la même bobine, composent l'électro-aimant R. — Dans le cas qui nous occupe, A envoyant un courant sans en recevoir de B, on a en réalité un fil *g*, P, *e*, dans lequel agit une force électro-motrice P, et dont le circuit se ferme par deux chemins; l'un *g*, *t*, Q, *e*; l'autre *g*, *s*, terre, terre, L, *e*.

On voit maintenant (fig. 2) que les deux spirales s et t sont parcourues dans le même sens, l'une par un courant positif, l'autre par un courant négatif. Les deux courants ont d'ailleurs la même intensité, comme on a pu le voir tout à l'heure quand nous avons désigné chacun d'eux en valeur absolue par $\frac{1}{2}$.

En somme donc, l'électro-aimant R de la station A restera en équilibre, tandis qu'un courant s'en ira sur la ligne pour faire fonctionner l'appareil de la station B.

3° A reçoit et transmet.

Les choses étant disposées en A comme dans le cas précédent, s'il arrive de B un courant égal à celui de A, les courants se neutralisent dans la ligne principale et par conséquent dans les spires ponctuées, tandis qu'un courant continue à passer dans l'embranchement où sont les spires pleines. Cela résulte directement du théorème que nous avons énoncé en commençant.

En ce moment le levier de l'électro-aimant de R est attiré et A reçoit un signal.

Les choses se passent symétriquement en B, qui reçoit un signal en même temps.

Si l'une des deux stations cesse d'envoyer le courant, on retombe dans un des deux cas précédents.

4° Cas particulier.

Nous venons d'examiner les différents cas de la manipulation simultanée.

Mais il est un moment, pendant que A transmet une dépêche, où la clef de son manipulateur ne touche ni le bouton p , ni le bouton r . C'est le moment, très-court il est vrai, pendant lequel elle passe de l'un de ces boutons à l'autre.

On verra sur la figure 2 que, pendant cet intervalle, le courant qui arrive de L prend le chemin suivant : e , Q, les spires

pleines, g , h , les spires ponctuées et la terre. Le courant passe donc à la fois dans les deux circuits et dans le même sens. Il y a par conséquent attraction produite sur le levier de l'électro-aimant.

On peut remarquer que la force qui produit cette attraction est sensiblement la même que dans le cas ordinaire, où la clef repose sur un de ses deux boutons. En effet, le courant, obligé de passer à la fois par la ligne L et par le rhéostat Q, a son intensité réduite à moitié ; mais, passant à la fois et dans le même sens dans les deux circuits de l'électro-aimant, il y produit un effet sensiblement double.

Dans les explications que nous venons de donner, nous avons toujours supposé que chaque station envoyait sur la ligne L son courant positif.

Si l'une des deux stations intervertissait les pôles de sa pile, les phénomènes de correspondance simultanée se produiraient de même.

On verrait, en discutant les cas qui correspondent à cette hypothèse, qu'il faut alors se reporter au corollaire exposé plus haut. Au moment de la communication simultanée, les courants s'ajouteraient dans la ligne principale et se neutraliseraient dans les embranchements.

Il nous paraît donc qu'on peut expliquer, en ne se servant que des lois les plus connues de l'électricité, la transmission simultanée de deux dépêches par le même fil.

Le *Moniteur universel* du 1^{er} septembre dernier, dans un article où il rend compte de la visite du prince Napoléon aux produits télégraphiques de l'Exposition, parle d'un appareil de ce genre qui a été placé sous les yeux de Son Altesse Impériale par le professeur Warthmann. L'auteur anonyme de l'article nous paraît avoir parfaitement indiqué le point fondamental du système, quand il dit :

3.

« On obtient le 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. »

En effet, dans tous les appareils employés aujourd'hui pour la correspondance simple, au moment où une station transmet, son relais ou son récepteur est retranché du circuit. Au contraire, dans le système que nous venons d'étudier, le relais reste dans le circuit, sollicité par deux forces qui se contre-balancent. La station opposée vient-elle à transmettre en même temps, l'une des deux forces est annulée et l'autre a son effet.

Ajoutons que, si nous avons toujours supposé égaux entre eux les courants envoyés par les deux stations, cette égalité n'a pas besoin, dans la pratique, d'être absolue. Il suffit que la différence des deux courants ne produise dans les électro-aimants que des forces inférieures à celles qui font fonctionner les leviers. Le rhéostat permet donc de régler assez facilement le système.

CONTROLE AUTOMATIQUE DES DÉPÊCHES.

Pour terminer cette note, nous indiquerons en deux mots le principe d'une méthode de transmission dans laquelle une dépêche envoyée par la station B revient automatiquement s'y contrôler.

C'est une conséquence naturelle des phénomènes de communication simultanée que nous venons de développer.

Reportons-nous à la figure 2.

Dans la station A, au jeu du manipulateur nous allons

substituer le jeu du récepteur même. Pour cela, au moyen du commutateur C, nous coupons la communication de la ligne avec le manipulateur M, et nous les faisons communiquer avec le levier γ du récepteur. Ce levier, à l'état de repos, touche le bouton ρ qui est relié à r ; à l'état d'attraction, il touche le bouton π qui est relié à p . Les deux côtés α et β de ce levier jouent donc le rôle que jouaient tout à l'heure les boutons a et b .

Nous nous trouvons donc exactement dans les mêmes conditions que tout à l'heure: et l'on voit que si B transmet, pendant tout le temps que le levier de A sera attiré, un courant fera marcher l'appareil de B.

C'est pour cette dernière station un ingénieux moyen de contrôler ses signaux, puisqu'ils sont en quelque sorte écrits chez elle par les mouvements de l'appareil de A.

Dans les expériences faites au poste central, à Paris, le 6 septembre dernier, M. Siemens a opéré ce contrôle automatique avec un plein succès.

Paris, le 10 septembre 1855.

E. S.

SYSTÈME DE TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE DESTINÉ A PRÉVENIR LES ACCIDENTS SUR LES CHEMINS DE FER.

Vers le mois de juillet 1854, M. Guyard, capitaine du génie, a proposé un système complet de télégraphie électrique destiné à prévenir les accidents sur les chemins de fer.

Il a bien voulu nous communiquer récemment, pour les *Annales télégraphiques*, la note suivante, qui contient l'exposé sommaire de son système.

Des fils télégraphiques, interrompus de distance en distance, sont disposés en deux séries parallèles entre elles et très rapprochées l'une de l'autre. Ils sont placés sur la voie, au niveau des rails, de manière que les fils d'une série alternent avec les fils de l'autre, et que les extrémités de chacun correspondent aux milieux de celui qui le précède et de celui qui le suit dans l'autre série.

La longueur de ces fils est double de la distance nécessaire pour arrêter deux convois marchant l'un sur l'autre. Soit a la distance nécessaire pour arrêter un convoi ; la distance de sécurité pour les collisions est $2 a + b$, b représentant un excès de sécurité. La longueur des fils est donc donnée par la formule $4 a + 2 b$.

Sur chaque convoi est placée une pile dont l'un des pôles est en communication avec le sol par les roues et les rails, l'autre avec les deux séries de fils télégraphiques au moyen d'une brosse métallique dont la disposition permet d'éviter le frottement. De cette manière, chaque convoi porte avec lui un circuit que l'interruption des fils empêche seule d'être complet.

Dans le circuit ainsi préparé se trouvent placés un *carillon électrique*, un *distributeur*, et facultativement un *télégraphe électrique*.

Deux convois, quel que soit le sens respectif de leur marche, ne peuvent se rapprocher de manière à compromettre leur sécurité, sans se trouver réunis par un même fil conducteur ; et pourvu que les courants y passent dans le même sens, les deux circuits se complètent mutuellement et le carillon fonctionne sur chaque convoi.

Or la concordance des courants est réalisée par le distributeur, c'est-à-dire par un mécanisme d'horlogerie qui intervertit périodiquement les pôles de la pile. La période ne sera que de quelques secondes ; de cette façon, l'opposition des courants ne pourra subsister que pendant un temps très-court.

Les barrières des passages à niveau sont disposées de telle façon que, par le seul fait de leur ouverture, elles établissent une dérivation du fil télégraphique, dérivation qui cesse dès que l'on vient à les fermer. Pour cela, elles sont posées sur des gonds excentriques, et on ne peut les tenir ouvertes sans les accrocher à un poteau dormant. Le piton de ce poteau communique au sol, et le crochet de la barrière communique avec un fil dérivé du conducteur principal. Une barrière ouverte joue ainsi vis-à-vis d'un convoi le même rôle que jouerait un second convoi, et l'appareil se trouve mis en jeu. Un timbre, placé près de la barrière, avertit en outre le garde de la faute qu'il a commise ; et, dès que la barrière est fermée, l'interruption du courant avertit le mécanicien qu'il peut continuer sa marche. Il y a donc avertissement de l'existence d'un danger, ordre transmis de le faire cesser, avis de l'exécution de cet ordre. On peut introduire dans le mécanisme du carillon des barrières une roue dentée, cuivre et ivoire, qui produirait des intermittences dans le courant, de façon à faire connaître au mécanicien la nature spéciale du danger.

Une disposition analogue est applicable aux ponts tournants.

En outre, tout cantonnier, en cas de rupture de rail, éboulement, présence de bestiaux sur la voie, obstacle quelconque,

peut établir une dérivation du conducteur et fermer le circuit. Le danger se trouvera ainsi signalé.

Un aiguilleur peut de même rectifier la fausse direction qu'il aurait donnée ou laissé prendre à un convoi.

Enfin on pourra joindre au système un marqueur chronométrique à l'aide duquel on saura exactement combien de fois l'appareil aura fonctionné pendant un voyage, et en même temps à quelle heure, c'est-à-dire sur quels points les signaux de danger auront été reçus. Les Compagnies auront ainsi un moyen de contrôle incessant sur leurs employés, et ceux-ci, sachant que toutes leurs fautes sont impitoyablement enregistrées par un impassible témoin, apporteront d'autant plus de zèle à l'accomplissement de leurs fonctions.

Nota. Dans ce système, il y a deux mouvements d'horlogerie, mais leur dérangement ne compromettrait pas la sécurité des trains. L'un, celui du marqueur, n'intéresse que la police. L'autre, celui du distributeur, aurait seulement pour effet de fixer le sens du courant sur un convoi, ce qui n'aurait aucun inconvénient, le courant du côté opposé étant alterné.

Gravelines, le 17 août 1855.

GUYARD,

Capitaine du génie.

LIGNE D'ESSAI EXÉCUTÉE EN FIL DE FER ET BITUME.

(Troisième article.)

(Voir, pour le premier article, la livraison de juillet dernier, pages 4 à 9, et pour le second, la livraison d'août dernier, pages 32 à 41.)

Nous avons terminé notre étude sur la ligne souterraine d'essai qui vient d'être exécutée dans Paris.

Il nous restera à indiquer plus tard quel aura été sur cette ligne l'effet du temps.

Disons dès maintenant que l'isolement mathématique des fils obtenu dans la construction de la ligne, s'est conservé jusqu'aujourd'hui sur des sections qui fonctionnent depuis près de trois mois.

Tout paraît donc légitimer les espérances qui ont fait entreprendre à M. le directeur général des lignes télégraphiques ce travail important.

Nous complétons notre article, ainsi que nous l'avons annoncé, par quelques données sur les bitumes (1).

NOTICE SUR LES BITUMES.

On emploie rarement dans les arts les bitumes tels qu'on les trouve dans la nature. Le plus généralement on en forme des mastics par le mélange avec d'autres matières.

(1) Ces renseignements nous ont été obligeamment communiqués par MM. Baudouin frères, qui s'occupent avec distinction de l'industrie des bitumes, et M. Armand, chimiste qui s'est livré à une étude spéciale des substances bitumineuses.

Nous allons étudier d'abord ces matières en elles-mêmes ; puis nous exposerons les principes d'après lesquels on les combine.

Les corps bitumineux ont été classifiés sans le secours de la science chimique, et d'après leur aspect extérieur.

Ils se divisent en trois catégories :

- 1° Les pétroles ;
- 2° Les malthes ;
- 3° Les asphaltes.

Les pétroles sont très fluides à la température ordinaire, et ont le caractère d'huiles plus ou moins volatiles.

Les malthes sont moins liquides et plus visqueux.

Les asphaltes se présentent en masses plus ou moins concrètes, mais qui sont susceptibles de se ramollir et de se fondre par la chaleur.

Tous ces corps sont des combinaisons d'hydrogène et de carbone ; ils semblent n'offrir que des états différents d'une même substance. En décomposant à une haute température l'une quelconque de ces matières bitumineuses, on voit se reproduire toutes les autres. Le bitume concret, par exemple, soumis à la distillation sèche, donne, en même temps que des produits gazeux, certaines quantités de pétrole, entraînant du malthe en dissolution, jusqu'à ce que le résidu de la distillation soit converti en un charbon boursoufflé qui ne peut plus se refondre.

Malgré cette communauté d'origine, les pétroles, les malthes et les asphaltes jouissent de propriétés distinctes.

Pétroles.

Nous rangeons dans cette classe les matières connues sous les noms de *naphte*, *pétrole*, *huile minérale*.

Leurs gisements sont les suivants :

Les sources françaises sont à peu près épuisées. Il y en avait à Gabian, près Pézénas (Hérault), puis en Auvergne et dans

le département de l'Ain. La source de Bechelbronn (Bas-Rhin) fournit un pétrole qui sert à l'éclairage. On trouve du pétrole à Amiano (duché de Parme), dans la Toscane, dans la Calabre, en Sicile, près des Salses; en Suisse, dans le canton des Grisons et dans le canton de Vaud, où la rivière d'Orbe en couvre ses bords quand les eaux baissent pendant l'été.

Le pétrole se trouve encore en Angleterre, en Espagne, en Bavière, en Suède, en Transylvanie, mais principalement dans l'Inde, près de la petite ville de Raynanghoung (empire des Birmans), et aussi sur les bords de la mer Caspienne, dans les marais de la presqu'île d'Abshéron. On le recueille en creusant un grand nombre de puits de 10 à 12 mètres de profondeur, dans lesquels le naphte vient se rassembler comme fait l'eau dans les puits ordinaires. Les sources de Raynanghoung fournissent annuellement, par 500 puits environ, l'énorme quantité de 90,000 tonnes d'huile, qui représentent une valeur de près de 4 millions de francs.

Le naphte le plus pur, celui de la presqu'île d'Abshéron, offre une teinte jaune paille, et possède une odeur pénétrante. Sa densité, qui est très-faible, 0,76 environ, permet de le distiller presque en entier avec de l'eau.

Le naphte naturel est promptement bruni par la lumière solaire. Mais si on le lave à une basse température avec un centième de son poids d'acide sulfurique nitré et qu'on le distille ensuite, puis qu'on fasse un second lavage à la potasse et une seconde distillation, on obtient un naphte pur, sous forme d'un liquide très-mobile, incolore, d'une parfaite transparence, doué d'un éclat argenté et d'une odeur éthérée très-agréable. Dans cet état, il n'est plus attaqué par la lumière; l'acide nitrique, l'acide sulfurique, les alcools, les métaux n'agissent plus sur lui. On l'emploie dans les laboratoires pour conserver le potassium.

Le pétrole proprement dit est d'un rouge-brun, quelquefois noir-verdâtre. Sa densité varie de 0,83 à 0,88. Distillé, il abandonne un bitume noir et visqueux.

Les pétroles du Val de Travers et d'Amiano, distillés sur une

dissolution concentrée de sel marin et de nitre, cèdent un naphte d'une nature citronnée et d'une odeur aromatique.

L'eau, agitée avec le pétrole, en dissout une très-faible quantité et en acquiert l'odeur. Il se dissout peu dans l'alcool ordinaire; mais si l'on fait intervenir une petite quantité d'huile empyreumatique, il s'y mêle en toutes proportions.

Les naphtes, les pétroles purs de tout mélange et soumis à une distillation graduelle dans un bain d'huile fixe, se décomposent en diverses huiles, dont le point d'ébullition est en rapport direct avec leurs pesanteurs spécifiques. Ainsi, pour les huiles d'un poids de 0,79 — 0,80 — 0,81 — 0,90, les points d'ébullition correspondants sont 140°, 150°, 160°, 250°. La loi est troublée si ces huiles se trouvent souillées de substances étrangères. Le sulfure de carbone, par exemple, abaisse le point d'ébullition tout en augmentant la densité; le soufre, le phosphore, au contraire, retardent l'ébullition.

Unverdorben a trouvé dans le pétrole proprement dit trois espèces d'huiles, dont l'une bout à 95°, l'autre à 112°, la troisième à 313°.

Les naphtes sont employés pour l'éclairage; quand ils sont très-légers, ils brûlent sans donner beaucoup de fumée. Quand ils contiennent au contraire des produits bitumineux plus denses, ils fument abondamment, et il faut, pour les corriger, les mêler à l'alcool et à l'éther.

Ils dissolvent le caoutchouc.

Malthes.

Sous cette dénomination nous classons le *malthe* proprement dit, le *pissasphalte*, le *goudron minéral*.

Le malthe se rencontre rarement à l'état de pureté. Il contient ordinairement du pétrole et de l'asphalte en dissolution. Il est la plupart du temps mélangé avec des calcaires, des grès, des sables, des argiles, qui constituent alors des minerais bitumineux. Il remplit les fissures de certaines roches volcaniques.

On le trouve dans les basaltes du Puy, de la Pège et aux en-

virens de Clermont en Auvergne ; dans certains calcaires feuilletés des environs d'Alais ; à Bastennes, près Dax (Landes) ; sur les bords du Rhône, près de Seyssel (France et Savoie) ; dans la vallée des Usses, aux environs d'Apt (Vaucluse) ; à Lobsann et à Bechelbronn (Bas-Rhin) ; en Bavière, en Gallicie.

Le malthe de Bastennes s'extraît de la façon suivante. On pratique dans la colline où se trouve le gisement, une galerie de mine d'où l'on retire un sable mêlé de bitume ; on place le mélange dans des chaudières d'eau bouillante ; le bitume se ramollit, se distend, prend une sorte d'état vésiculaire qui le rend plus léger que l'eau, et arrive ainsi à la surface, tandis que le sable tombe au fond. On enlève alors le bitume qui surnage, et on le verse dans de grandes chaudières en fonte très-profondes, que l'on chauffe graduellement. La matière se boursoufle et perd l'eau qu'elle avait retenue. Quand elle est devenue limpide et tranquille, on la décante et on la verse dans des tonneaux pour la livrer au commerce.

Par ce procédé d'épuration le malthe n'est pas entièrement débarrassé de sable ; il en retient de 5 à 15 0/0.

Le malthe est d'un noir brillant quand il est pur ; il est nuancé de vert sombre quand il contient du soufre.

Il renferme des proportions variables de pétrole qui lui donnent une plus ou moins grande consistance. Quand il en contient beaucoup, il est mou et visqueux à la température ordinaire ; sa densité est alors environ 0,98. Dans le cas contraire, il est ferme et solide ; mais il se ramollit à la chaleur de la main ; il est agglutinatif au plus haut degré, et s'étire en fils ronds et déliés ; sa densité s'élève à 1,044.

Exposée pendant longtemps à l'air, l'espèce molle perd par évaporation une partie de ses principes pétrolés, et se revêt d'une membrane plus dense qui présente de nombreux plis concentriques.

L'espèce solide, chauffée dans un bain d'huile fixe, fond entre 104° et 108° ; elle ne devient volatile qu'à une température un peu plus élevée. Elle se raffermît par le refroidissement, et présente une cassure conchoïde.

Le malthe, projeté sur un feu ardent, brûle avec une flamme lumineuse, en dégageant d'épais flocons de noir de fumée.

Il ne se dissout pas dans l'eau, bien qu'il lui communique un peu de son odeur.

Soumis dans une cornue à une chaleur progressive, il dégage d'abord une petite quantité de naphte, puis une série d'huiles identiques à celles que fournissent les pétroles. Les dernières huiles retiennent en suspension des cristaux de paraffine. Il reste enfin un résidu de charbon.

Le malthe du département du Bas-Rhin a été décomposé par M. Boussingault en deux éléments : une huile ou *pétrolène*, un élément solide ou *asphaltène*.

La pétrolène contient :

Carbone.....	88,5
Hydrogène.....	11,5
	100,00

Elle bout à 280°. Elle a une densité de 0,89. Elle brûle avec une flamme blanche. Elle se dissout peu dans l'alcool et mieux dans l'éther.

L'asphaltène contient :

Carbone.....	75,5
Hydrogène.....	9,3
Oxygène.....	15,2
	100,00

Elle est d'un noir brillant. Sa cassure est conchoïde. Elle ne se ramollit qu'à 300°, et se décompose avant de se fondre complètement.

Le malthe de Bechelbronn contenait sur 100 parties :

Pétrolène.....	85
Asphaltène.....	15
	100

Le malthe est utilisé comme enduit hydrofuge, soit qu'on l'emploie seul, soit qu'on le mélange avec du graphite en poudre pour augmenter sa consistance. Il offre sur les huiles végétales et animales cet avantage de ne pas s'altérer et se *résinifier* en se combinant avec les bases alcalines.

C'est là en effet une des propriétés les plus essentielles des malthes, et qui les distingue des produits connus en chimie sous le nom de *corps gras*. Ceux-ci, quand ils ont pris de la consistance en se séchant, ne peuvent plus revenir à leur état primitif et vont toujours se durcissant et s'altérant de plus en plus. Au contraire, les malthes, pourvu qu'ils ne renferment pas de pétrole, suivent, quant à leur consistance, toutes les variations de la température, se ramollissent après avoir été durcis, mais offrent, à cela près, des conditions de fixité et d'inaltérabilité dont on tire dans les arts un parti précieux.

Asphaltes.

L'*asphalte* ou *poix minérale* constitue la partie solide qu'on obtient par une évaporation suffisamment prolongée du pétrole et du malthe. Sa formation peut être attribuée à l'action lente de feux souterrains sur ces dernières substances. On le rencontre particulièrement dans les terrains secondaires et tertiaires, aux environs des volcans. Sur les points où la chaleur terrestre a agi très-longtemps, l'asphalte s'est durci en perdant de nouveaux carbures d'hydrogène, et s'est changé en un charbon fossile très-brillant que les minéralogistes appellent *jayet*.

De temps immémorial on a recueilli sur les bords du lac Asphaltite un bitume très-estimé : les Arabes le vendent sous le nom de *Karabé de Sodom* ; il porte aussi le nom de *bitume de Judée*. On trouve des asphaltes analogues, mais beaucoup moins purs, sur les côtes de la Dalmatie ; à Valona et à Artona, en Albanie ; près de Cuença, au Pérou ; et près de Coxitambo, dans l'Amérique du Sud. Le lac de la Trinité, dans l'île de ce nom, rejette également des quantités de bitume qui se répandent jusqu'au bord de la mer.

Les bitumes de Judée et de la Trinité sont simplement recueillis à terre après avoir été rejetés par le lac. Depuis fort peu de temps on commence cependant à chercher celui de la Trinité dans le lac même, afin de l'avoir moins souillé. Ceux de Valona et de Cuença sont extraits de mines. Ils contiennent ordinairement 20 à 30 0/0 de matières terreuses composées en général d'oxyde de fer, de silice, d'alumine.

Les uns et les autres ont besoin de subir une épuration. On fond le bitume à une douce chaleur dans des chaudières en fer; on laisse reposer la masse liquéfiée : la partie terreuse gagne le fond, et on décante la matière.

Le bitume de Judée non épuré a une couleur noire, nuancée de brun, de rouge ou de vert foncé. Après l'épuration, il prend un reflet bleu indigo un peu pourpré. Il est solide, opaque, insipide. Il a peu d'odeur à froid. Il est friable, et sa cassure conchoïde a un éclat hyalin. Par le frottement il acquiert l'électricité résineuse. Sa densité varie de 1,10 à 1,245. Il fond entre 105° et 108°. Placé sur un corps en combustion, il brûle avec une flamme longue et fuligineuse, avec une odeur aromatique.

Il est entièrement insoluble dans l'eau. Traité par l'alcool absolu, il cède en petite quantité une matière jaune, qui dégage une odeur camphrée et qui a l'apparence des résines. Traité par l'éther, il abandonne un corps d'un brun noir, qui a la consistance et les propriétés du malthe. La partie que laissent l'alcool et l'éther est l'asphaltène dont nous avons parlé plus haut.

La proportion d'asphaltène qui entre dans les asphaltes est d'ailleurs très-variable. Le bitume de Judée n'en contient guère que 25 0/0, tandis que celui de Coxitambo en est presque entièrement composé.

Mastics bitumineux.

Comme nous l'avons indiqué au commencement de cette notice, les mastics bitumineux se forment par le mélange en proportions variables des matières que nous venons d'étudier.

Être inattaquable à l'air et aux agents chimiques, imper-

méable à l'eau, s'étendre et se modeler molleusement, se durcir en conservant une certaine élasticité, enfin ne pas s'altérer avec le temps, telles sont les conditions que doit remplir un bon mastic bitumineux. Ajoutons, au point de vue de la construction des lignes télégraphiques, qu'il ne doit renfermer que des substances non conductrices de l'électricité.

La base d'un mastic sera un corps inerte, un corps calcaire ordinairement, dont les pores seront oblitérés par différentes matières bitumineuses. Cette oblitération des pores n'étant jamais assez parfaite dans la nature, on sera obligé de la compléter par un mélange et une manipulation.

Ainsi une roche asphaltique naturelle ne constituerait pas une matière assez agglutinative pour l'usage que doivent remplir les mastics. On commence par la réduire en poudre, soit par une trituration à froid sous des meules, soit par une décrépitation à chaud. Puis on y mélange intimement, sous l'action de la chaleur, un malthe très-consistant.

Une roche asphaltique comme base, un malthe comme correctif, voilà donc les deux éléments des mastics dits d'asphalte naturel.

Les pétroles n'entrent pas directement dans la fabrication et n'y jouent qu'un rôle accidentel. Nous avons vu en effet que les asphaltes naturels dégagent ordinairement des pétroles quand on les chauffe. Or, il est nécessaire, dans la fabrication d'un mastic, que ces pétroles soient expulsés ou du moins amenés par la chaleur à l'état de malthe consistant. Si la cuisson n'a pas produit cet effet, le pétrole qui reste dans la matière vient plus tard à se volatiliser et détruit l'imperméabilité du mastic.

On voit donc qu'une roche étant donnée, sa richesse en bitumes divers influera sur la quantité de malthe qu'il faudra y incorporer, et sa richesse en pétrole déterminera spécialement la cuisson à laquelle elle devra être soumise.

Il en résulte quelquefois de singulières conséquences dans l'économie de la fabrication. C'est ainsi que si l'on compare les roches de Seyssel, du Val de Travers et de Lobsann, que nous citons dans l'ordre croissant de leur richesse en pétrole, les

dernières ont besoin d'être beaucoup plus cuites que les autres, et exigent, par cette raison, quoique plus fournies d'ailleurs en bitume, l'adjonction d'une plus grande quantité de malthe pour acquérir une consistance donnée.

Disons d'ailleurs de suite que ce qui importe le plus à la qualité agglutinative d'un mastic, c'est le choix du malthe introduit. On obtient des mastics convenables en se servant de roches asphaltiques très-pauvres, voire même de roches purement calcaires, et y mélangeant un bon malthe. Au contraire, on n'a que des produits médiocres si on incorpore aux asphaltes les plus riches des malthes de mauvaise qualité.

Le malthe de Bastenne est sans contredit le meilleur de tous. Malheureusement, son gisement s'épuise, et l'industrie doit songer à le remplacer.

On a, pour quelques travaux peu délicats, essayé d'employer comme malthe les bitumes factices que l'on obtient en distillant la houille pour fabriquer le gaz de l'éclairage. Mais ces goudrons de houille, malgré la distillation qu'on leur fait subir pour les amener à l'état visqueux, retiennent, en quantité notable, des principes azotés (de l'ammoniaque surtout) et des principes oxygénés qui les rendent aptes à se combiner, dans une certaine proportion, avec les bases alcalines, pour faire des savons. Les sels de chaux, de potasse, que renferment souvent le sol, ne peuvent donc manquer d'agir sur les mastics composés avec du goudron de gaz. Les voûtes de la halle aux vins ayant été, vers 1838, recouvertes d'une chappe faite avec ce goudron, le mastic, au bout de six ans, fut trouvé entièrement saponifié par l'enduit de chaux hydraulique sur lequel il reposait. Pendant la construction de la ligne télégraphique souterraine dont nous nous occupons, le même phénomène a été observé sur la couche de bitume qui recouvre les voûtes du pont Royal.

De plus, les malthes extraits de la houille éprouvent une grande répugnance à se mélanger avec les asphaltes et les malthes naturels. Il en résulte, dans les enduits formés d'un pareil mélange, une fâcheuse instabilité.

Ce n'est donc pas sans raison que nous avons, au commen-

cement de notre article (page 9), défendu d'une façon absolue d'employer pour la fabrication de nos puddings les malthes extraits de la houille.

Quelques bitumes naturels, malthes et asphaltes, renferment aussi de l'azote et du soufre. Si le soufre est seul, il ne produit aucun effet pernicieux; mais les principes azotés rendent ces bitumes aussi mauvais que les goudrons de gaz et doivent également les faire rejeter.

Il est donc important que nous indiquions quelques-uns des caractères qui peuvent faire reconnaître les bitumes azotés.

Échauffés avec la main, les bitumes qui retiennent de l'azote et du soufre exhalent une odeur fétide de sulfure d'ammonium. Les bitumes non azotés répandent au contraire une odeur agréable.

La température de fusion des premiers est en général moins élevée que celle des autres.

Les malthes azotés, étant ramollis par la chaleur, s'étirent en fils plats, striés, fragiles, et qui ne peuvent acquérir une grande longueur. Au contraire, les malthes non azotés donnent des fils ronds, souples, et qui atteignent une extrême finesse sans se rompre.

A ces caractères pratiques joignons quelques indications données par la chimie.

Si l'on compare des hydrocarbures liquides provenant de bitumes azotés et de bitumes non azotés, les premiers sont plus volatils que les seconds; à densité égale, ils entrent plus vite en ébullition; si le point d'ébullition est le même, ils ont une pesanteur spécifique plus grande. Cette grande volatilité des huiles qui entrent dans les bitumes azotés est une des causes de leur rapide détérioration.

Traités par une dissolution alcoolique de potasse à laquelle on ajoute ensuite du sulfate de cuivre, les asphaltes azotés donnent un précipité vert tendre; les asphaltes non azotés donnent, dans les mêmes circonstances, un précipité bleu céleste.

Quand on dissout un bitume azoté dans le naphte rectifié ou dans l'essence de térébenthine, on obtient d'abord une liqueur d'un brun-verdâtre, qui passe au rouge-brun quand la dissolution est concentrée. Si l'on agite alors la liqueur avec quelques traces d'acide sulfurique concentré, elle prend une teinte d'un beau vert d'herbe, et abandonne un coagulum goudronneux qui tombe au fond du vase. Dans les mêmes conditions, la dissolution de bitume non azoté est d'abord noire et tourne au bleu indigo; quand le dissolvant est saturé, la teinte tourne au violet.

Indiquons maintenant suivant quelles proportions les roches bitumineuses et les malthes entrent dans les mastics que l'on fabrique ordinairement.

NATURE DE LA ROCHE BITUMINEUSE.	COMPOSITION DE LA ROCHE NATURELLE EN CENTIÈMES		QUANTITÉ de malthe à ajouter pour 100 parties de roche.
	CALCAIRE.	BITUME.	
Roches du Val de Travers. .	87,00	13,00	4,50 Bastennes.
Roches de Seyssel (France) ou de Seyssel (Savoie)	91,00	9,00	9,00 Bastennes.
Roches d'Auvergne.	94,50	5,50	13,50 Bastennes.
Calcaire pur.	100,00	0,00	26,00 Bastennes.
Mélange de craie en poudre et d'argile sablonneux. . . .	100,00	0,00	33,00 Bitume de gaz.

On voit, d'après ce tableau, que la quantité totale de bitume qui entre dans un mastic, exprimée par la somme des nombres portés aux 2^{me} et 3^{me} colonnes, est d'autant plus considérable que la roche employée est initialement plus pauvre. Cela tient à ce que le malthe, quoique liquéfié par la chaleur, éprouve beaucoup de peine à s'insinuer dans les interstices d'une roche maigre, qui ne renferme que peu d'éléments propres à le dis-

soudre et à le rendre subtil. Les premières parties calcaires qu'il rencontre s'en imprègnent et s'en saturent de façon à en dissimuler une grande partie.

Quelle que soit d'ailleurs la nature des matières employées, il est important que les mélanges soient parfaitement triturés. Aussi est-il d'usage, dans l'industrie des bitumes, de fabriquer les mastics au moyen de deux fusions, la première faite à l'usine, la seconde faite sur le lieu même du travail.

On répartit entre les deux fusions l'introduction du malthe. C'est d'ailleurs dans la seconde opération que l'on fait entrer les éléments que nécessite l'usage spécial du mastic fabriqué.

Les indications déjà données dans notre premier article (livraison de juillet, p. 8) nous dispensent d'insister sur les détails de ces deux cuissons.

Nous terminerons ici cette notice, un peu longue peut-être, mais qui prouvera du moins qu'il y a un grand discernement à apporter dans le choix des puddings dont on voudrait se servir pour l'établissement de lignes télégraphiques souterraines.

Nous avons dit qu'il y aurait lieu peut-être de modifier avantageusement la composition de la matière employée à la construction de la ligne d'essai. A défaut de données expérimentales à ce sujet, nous avons voulu fournir quelques indications qui pussent faciliter les recherches.

Paris, 20 septembre 1855.

NOUVELLES DIVERSES.

M. l'ingénieur hydrographe Delamarche, envoyé par S. Ex. M. le ministre de la marine pour suivre les opérations de la pose du câble sous-marin qui doit relier la Sardaigne à l'Algérie, est arrivé à Cagliari. M. Brett écrivait de cette ville, à la date du 19 septembre, que, conformément aux conseils de M. Delamarche, il s'était décidé à abandonner le profil d'abord adopté, et à faire arriver le câble à Bone directement, au lieu d'aboutir au Monte-Rotondo. Nous avons fait connaître, dans notre livraison d'août, les grandes profondeurs que présente la direction nouvelle. M. Brett néanmoins paraissait plein de confiance dans la réussite; il n'attendait, pour commencer la pose, que l'arrivée d'un des deux bâtiments partis d'Angleterre depuis plus de vingt jours.

De toutes les entreprises télégraphiques qui se font sur la surface du globe, aucune ne saisit aussi vivement l'imagination que le projet qui consiste à relier l'Amérique à l'Europe.

Nous avons déjà donné à ce sujet quelques renseignements dans notre livraison de juillet.

On trouvait le mois dernier les détails suivants dans les journaux américains :

« *La Compagnie du télégraphe transatlantique* poursuit ses travaux.

» Son plan consiste à établir d'une part une ligne entre Saint-Jean de Terre-Neuve et New-York, d'autre part une ligne entre Saint-Jean de Terre-Neuve et Cork (Irlande).

» Le câble qui doit relier Terre-Neuve au continent américain est déjà arrivé à Port-au-Basque (Terre-Neuve), et attend

sur le navire qui l'a apporté d'Angleterre qu'un remorqueur vienne guider sa pose.

» Le *Courrier des Etats-Unis* annonce que vers le 15 août a dû partir de New-York le navire le *Calhoun*, destiné à cette opération, et emmenant à son bord une cinquantaine de personnes appartenant à la Compagnie ou invitées par elle pour aller assister à l'immersion du câble.

» Tout porte à croire que cette opération sera accomplie en deux jours. »

Nous apprenons malheureusement que l'entreprise n'a pas été couronnée de succès.

Le câble est tombé à la mer.

Les détails nous manquent sur cet accident. Nous ne savons si le câble s'est rompu, ou si, se déroulant avec une trop grande rapidité, il a entraîné toute la partie qui était en réserve sur le bâtiment.

Quoi qu'il en soit, tout fait craindre qu'il ne soit extrêmement difficile de relever le câble enseveli au fond de la mer.

La *Compagnie du télégraphe méditerranéen* publiait, dans le courant de septembre, l'avis suivant :

« Télégraphe destiné à unir l'Europe avec l'Afrique, les Indes orientales et l'Australie, par la voie de France, de Piémont, de Corse, de Sardaigne et d'Algérie.

» La société concessionnaire du privilège du télégraphe méditerranéen a été constituée au capital de 7,500,000 francs.

» Ce capital a été divisé en 30,000 actions de 250 francs chacune ; 26,000 actions ont été souscrites par des capitalistes de Sardaigne et d'Angleterre ; 4,000 seulement ont été réservées pour la France.

» Un minimum d'intérêt de 5 0/0 est garanti par le gouvernement français (loi du 13 juillet 1855) et par le gouvernement sarde (loi du 19 mars 1853).

» Émission de 4,000 actions réservées à la France.

» La souscription est ouverte au pair, à partir du 15 septembre courant, et sera close le 22 du même mois.

» Nulle demande de souscription ne sera reçue si elle n'est accompagnée d'un versement de 50 francs par action. Si le montant des souscriptions excède le nombre de 4,000 actions, les demandes seront soumises à une réduction proportionnelle.

» La répartition définitive et le mode de versement complémentaire seront indiqués après la clôture.

» On souscrit au siège de l'administration centrale du Télégraphe sous-marin, rue Richelieu, 83. »

On nous assure qu'au moment de la clôture de la souscription, il y avait plus de 22,000 actions demandées.

Ce fait seul prouve que l'attention publique s'éveille au sujet des établissements télégraphiques.

En effet, dans le principe, la Compagnie Brett n'avait pu trouver à compléter son capital ; et c'est une des raisons qu'elle fit valoir pour provoquer la loi dont nous avons parlé, et par laquelle le gouvernement français éleva de 4 à 5 0/0 le minimum d'intérêt garanti par l'État.

On lit, en effet, dans l'exposé des motifs du projet de loi :

« La Compagnie fondée sous le titre de Compagnie du télégraphe sous-marin de la Méditerranée, pour la correspondance avec l'Algérie et les Indes, n'a pu placer toutes ses actions, et les capitaux qui trouvent dans les emprunts de l'État et les valeurs industrielles un emploi assuré, ne se sont pas portés sur une entreprise dont le succès est certain, mais qu'on ne croit pas suffisamment lucrative. »

(Moniteur universel du 20 août 1855.)

Les mêmes arguments se trouvent dans le rapport fait à ce sujet au Corps législatif par M. Faure.

Or, la faible élévation du minimum d'intérêt garanti ne suffit pas pour expliquer l'empressement des capitaux. Il est évident que l'entreprise en elle-même a été envisagée par le

public d'une façon plus favorable qu'elle ne le fut dans le commencement.

C'est, comme nous le disions tout à l'heure, un symptôme heureux pour l'avenir des entreprises télégraphiques. Nous aurons, d'ailleurs, occasion de prouver prochainement que la construction et l'exploitation d'une ligne télégraphique peuvent être, dans des circonstances données, une magnifique entreprise industrielle.

Les Anglais ont, comme on le sait, relié Balaklava et Varna à travers la mer Noire par un câble télégraphique; ce câble a été fabriqué par la maison Newal et C^{ie}, à Londres; il ne contient qu'un seul fil conducteur, recouvert d'une couche de guita-percha, et préservé, comme c'est jusqu'aujourd'hui l'habitude, par un système de torons en fer.

Un câble pareil a été jeté, dans le courant du mois d'août, entre Balaklava et Eupatoria.

Enfin un troisième va être posé entre Varna et Constantinople.

M. Delarue, entrepreneur français, avait obtenu de construire pour le compte du gouvernement ottoman une ligne télégraphique de Constantinople à Belgrade par Andrinople; mais, arrêté par des difficultés de tracé, il a fait modifier le projet primitif. Le gouvernement ottoman a décidé que de Constantinople la ligne irait sur Andrinople et de là se dirigerait sur Schumla, pour rejoindre la ligne que l'administration française a fait établir entre Bukarest et Varna.

Ces travaux sont aujourd'hui complètement terminés.

Constantinople se trouvera donc rattaché par deux voies avec tout le réseau européen.

La Compagnie du chemin de fer de l'isthme de Panama a complété son œuvre par l'établissement d'une ligne télégraphique entre Panama et Aspinwall. Cette ligne est entièrement

terminée, et des dépêches ont déjà été échangées entre les rives des deux Océans.

(*Courrier des États-Unis.*)

Au moment de mettre sous presse, nous apprenons que la pose du câble de l'Algérie a commencé le 25, à six heures du matin.

Errata du numéro d'août 1855.

Page 63, ligne 5. — Au lieu de : $5 \left(\frac{3 + l}{5} + l' \right)$

Lisez : $5 \left(\frac{3 \left(\frac{r}{3} + l \right)}{5} + l' \right)$

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,

ÉMILE SAIGEY.

PARIS. — IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLÉON CHAIX ET C^e. RUE DEBÈRE, 20. — N^o 302

1855
—
OCTOBRE
—

ANNALES

Première Année
—
QUATRIÈME LIVRAISON
—

TÉLÉGRAPHIQUES.

HÉLIOGRAPHE.

MÉMOIRE SUR L'EMPLOI DES RAYONS SOLAIRES POUR LA TRANSMISSION
DES SIGNAUX A DES DISTANCES QUELCONQUES. — APPLICATION AU
SUD DE L'ALGÉRIE.

(Premier article.)

Au moment où le nord de l'Algérie se couvre d'un double réseau de lignes électriques et aériennes, on s'étonne de voir le sud rester encore privé de toute communication télégraphique. On sent cependant quelle en serait l'importance dans un pays sillonné par les continuelles incursions des nomades. Nul n'ignore par quels prodiges de vigilance, d'activité, d'audacieuse adresse nos colonnes mobiles parviennent à couvrir cette frontière, partout ouverte aux coups d'un insaisissable ennemi.

Quel puissant auxiliaire qu'une correspondance instantanée dans une contrée où la guerre est plus encore une lutte de vitesse que de force. Ses avantages ont paru tellement évidents, que malgré les difficultés qui semblaient à l'avance prédire l'insuccès, des essais furent tentés. La ligne de Boghar à Laghouat fut complètement étudiée, le nombre des postes

arrêté, leur emplacement tracé. Mais cette consciencieuse étude est venue si malheureusement confirmer les craintes préconçues, qu'on a dû renoncer à tout espoir de succès. Vingt-trois postes furent en effet reconnus indispensables pour franchir cette distance (240 kilom.) Encore les éternels mirages qui noient ces plaines sablonneuses menaçaient-ils de rendre la correspondance illusoire. La nature du sol opposait à l'établissement et à l'entretien de la ligne les plus désastreuses difficultés. Si l'on excepte quelques oasis éloignées, nulle part ne se rencontrent ni le bois, ni l'eau, ni la pierre, dans ces plaines où les colonnes expéditionnaires ne s'aventurent que suivies d'immenses convois de chameaux chargés d'eau.

Il fallait alors, pour ainsi dire, transporter pièce par pièce tous ces postes sur le lieu de leur emplacement.

La construction devenait fort dispendieuse, les frais de ravitaillement excessifs; enfin le moral des stationnaires risquait fort de s'abattre au milieu de ces sables arides, sans voisinage humain, sans eau, sans ressources prochaines.

Quant à l'établissement d'une ligne électrique, il n'en fut pas même question. L'impossibilité d'une surveillance européenne, l'absence de tribus fixées au sol et sur lesquelles on pût faire peser ce système de responsabilité si heureusement appliqué sur la côte pour prévenir les ruptures de fil, interdisaient jusqu'à la pensée d'une telle ligne.

Un système aérien correspondant à longues distances, de façon à pouvoir s'appuyer sur les oasis, est en effet le seul admissible. Ce système existe; nous trouvons le remède à côté du mal.

Le soleil, dont la continuelle présence a créé dans le sud de l'Algérie un sol exceptionnel, inaccessible à nos procédés télégraphiques ordinaires, nous offre aussi une source de signaux exceptionnelle plus puissante que les moyens aériens qu'il nous interdit. Des miroirs empruntant au soleil sa lumière lanceront des éclairs, qui, convenablement dirigés, formeront et même peut-être écriront des signaux.

Avec ce système, il n'est plus de distances infranchissables. Dès que deux points sont en vue, ils peuvent correspondre.

Le sud de l'Algérie se prête admirablement à l'emploi des grandes distances. Du sein de cette mer de sable s'élèvent çà et là, comme des îles, de hauts plateaux fertiles sur lesquels on peut trouver à quinze ou vingt lieues de distance des points en vue les uns des autres.

De Boghar à Laghouat notamment, trois stations suffiraient. A ces vingt-trois postes se voyant fort mal et dont un seul suffit pour paralyser toute la ligne, se substituent trois postes communiquant tant que brille le soleil, c'est-à-dire tout le jour. A cette légion d'employés démoralisés par l'ennui et les privations de toutes sortes, se substituent quelques hommes trouvant dans leurs oasis des conditions passables d'existence. Les fonds et le personnel qu'aurait exigés la seule ligne de Boghar à Laghouat seraient plus que suffisants pour relier entre eux et à la côte presque tous nos postes militaires du sud, depuis Saïda jusqu'à Laghouat, depuis Bousaâda jusqu'à Biskra et Tuggurt.

En dehors de son emploi tout naturel pour le sud de l'Algérie, l'héliographe est encore susceptible d'une foule d'applications. J'en indiquerai une.

L'héliographe, par ses faibles dimensions, par sa facile installation, est le plus portatif des télégraphes. En quelques minutes on peut l'orienter avec une exactitude suffisante et établir sur-le-champ une correspondance entre deux corps de troupes séparés par une distance de plusieurs myriamètres.

On aurait ainsi un télégraphe qui ne pèserait pas 20 kilogrammes, avec lequel on n'aurait à se préoccuper ni de la distance, ni du fond sur lequel se projette chaque poste, ni du transport des lunettes, qu'on supprime. Et qu'on ne s'imagine pas avoir là un moyen lent et imparfait de correspondance : l'héliographe donnera autant de signaux que le télégraphe aérien ordinaire, avec une vitesse quintuple au moins.

On ne saurait douter qu'employé de cette manière, l'héliographe ne puisse rendre les plus grands services pendant les

expéditions annuelles d'Algérie, qui ont lieu généralement dans une saison à laquelle les nuages sont inconnus. Peut-être serait-il encore temps de l'appliquer à la guerre de Crimée.

Deux choses sont à considérer dans la lumière réfléchie par nos miroirs :

1° Son intensité ;

2° Sa facilité de direction vers un point donné.

Rappelons d'abord le principe fondamental de la théorie des miroirs plans :

Lorsqu'un objet est réfléchi par un miroir plan, tout se passe comme si cet objet était transporté dans la position symétrique par rapport au plan du miroir, et que ce miroir, perdant ses propriétés réfléchissantes, fût devenu transparent, tandis que le reste de son plan se serait étendu en un écran opaque indéfini.

Ainsi, à notre miroir et au soleil se trouvent substitués : un écran percé d'une ouverture égale au miroir et un soleil fictif envoyant ses rayons à travers cette ouverture, comme il arrive dans les expériences de la chambre noire.

Il suit de là : 1° que le faisceau réfléchi est le prolongement d'un cône plein ayant pour base le soleil fictif et pour sommet l'ouverture qui remplace le miroir ; 2° que tout point placé sur le chemin du faisceau recevra la lumière qu'enverrait la portion du soleil fictif circonscrite par un cône ayant pour sommet le point, et pour base l'ouverture. C'est donc de l'amplitude de ce dernier cône ou de la *surface apparente* du miroir que dépend la masse de lumière reçue.

Il est aisé dès lors de pressentir théoriquement les dimensions à donner aux miroirs. A la lunette on voit très-bien pendant le jour les étoiles de première grandeur. Or, d'après Bessel, la plus éclatante, Sirius, n'a pas $\frac{1}{3}$ de seconde de diamètre.

Une longueur de 0^m,40 se voit à vingt lieues sous un angle d'une seconde. C'est donc une lumière neuf fois égale à celle de Sirius qu'enverrait à vingt lieues un miroir circulaire de

0^m,40 de diamètre : en admettant toutefois l'égalité des éclats intrinsèques de Sirius et du soleil.

L'expérience suivante, facile à renouveler, établit du reste qu'un cercle de deux secondes (0^m,80 de diamètre à vingt lieues) envoie une lumière que l'œil peut à peine supporter.

Fig. 1.

Un miroir M réfléchit horizontalement le soleil. Un écran E interposé sur le chemin du faisceau ne permet le passage de la lumière que par une ouverture circulaire O d'un centimètre de diamètre. A 500 mètres de l'écran se trouve placé, à peu près normalement au faisceau, un second miroir M' qui renvoie la lumière dans les environs de M. En se plaçant alors près de ce premier miroir et lui donnant à la main la position convenable, on voit, par réflexion dans M', un point dont la surface, centuplée par l'irradiation, jette une lumière éblouissante.

Si le miroir M reçoit des oscillations autour de sa position première, on perçoit une série d'éclairs supportables à l'œil nu, mais cependant très-sensibles.

Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que le phénomène persiste encore d'une façon très-appreciable à l'œil nu, lors même que le soleil est voilé par des brumes permettant à peine de distinguer sur le sol l'ombre de la lumière.

Dans le cas de l'expérience, la surface lumineuse est un cercle de 0^m,01 de diamètre. La distance parcourue par les rayons réfléchis est de deux fois 500 mètres ou 1 kilomètre. La surface apparente lumineuse est un cercle de $\frac{0,64}{1000} = \frac{1}{100000}$ c'est-à-dire deux secondes de diamètre.

En augmentant dans le rapport de 1 à 80 le diamètre de l'ouverture et la distance, la surface lumineuse apparente et par suite la lumière reçue restent les mêmes. Ainsi un miroir de 0^m,80 de diamètre suffit, même dans des circonstances peu favorables, pour transmettre à vingt lieues des éclairs très-sensibles à l'œil nu.

Que serait-ce donc si l'on voulait s'aider de nos puissantes lunettes !

Des expériences plus directes viennent du reste confirmer ces expériences théoriques.

Sous le ciel de l'Allemagne , M. Gauss a pu transmettre des éclairs à plus de dix lieues avec un miroir rectangulaire de 0^m,04 sur 0^m,06, qu'il dirigeait à la main.

En Angleterre, on a perçu, à quarante lieues de distance, les éclairs d'un miroir de 0^m,60 de côté.

Le seul point qui puisse inspirer quelque inquiétude, c'est que la sécheresse de l'atmosphère saharienne n'en altère la transparence et n'augmente, dans un notable rapport, l'absorption de lumière démontrée négligeable pour nos climats. Une observation fort simple répond à cette objection. Lorsque le soleil se trouve près de l'horizon, ce n'est plus seulement pendant vingt lieues qu'il rase le sol; l'absorption de lumière par les couches atmosphériques voisines du sol devrait donc diminuer l'éclat du soleil dans un rapport beaucoup plus considérable que celui de nos miroirs. Or, si l'on observe le soleil d'Afrique à son lever ou à son coucher, on reconnaîtra combien est pâle en comparaison notre soleil d'Europe, même à son midi.

La puissance de notre source de signaux paraît donc hors de doute. Mais pour que son emploi soit réellement utile, il faut qu'un appareil simple, d'une manœuvre sûre et rapide, permette à des hommes d'une intelligence ordinaire de renvoyer la lumière exactement dans une direction donnée. Là est toute la difficulté du problème. Elle est du reste indépendante de la distance; puisque le faisceau réfléchi remplit un cône de 32' d'ouverture, il suffit en définitive de placer, à 16' près, l'axe de ce cône dans une direction donnée. Si donc l'opération réussit à un kilomètre, elle réussira à cent.

Chercher à produire l'éclair par une seule réflexion offrirait de graves inconvénients. Le premier serait de nous jeter dans les héliostats ordinaires, appareils délicats, assez compliqués.

et par suite peu aptes à fonctionner entre les mains de nos stationnaires.

En second lieu, l'inclinaison sous laquelle le miroir se verrait de la station correspondante, variant avec l'heure du jour, amènerait souvent de fâcheuses variations dans la puissance de l'éclair. Ainsi, pour deux postes situés de l'est à l'ouest, le premier miroir se présenterait horizontalement au lever du soleil et n'offrirait qu'une arête lumineuse insensible. A mesure que le soleil s'élèverait, la surface apparente et par suite la masse de lumière réfléchie augmenteraient et atteindraient leur maximum au coucher du soleil. Pour le second miroir, ce serait l'inverse, de sorte qu'il y aurait impossibilité absolue de correspondance aux premières et aux dernières heures du jour.

On évite d'un seul coup tous ces inconvénients en tournant la difficulté comme il suit.

Si la direction suivant laquelle il faut réfléchir les rayons lumineux était celle de l'axe polaire, la question se trouverait beaucoup simplifiée. En effet, le soleil, dans son mouvement diurne, décrit un cercle autour de l'axe polaire. Si donc on place dans la direction polaire, un arbre aa

Fig. 2.

portant un miroir dont la normale NP fasse avec aa un angle égal à la moitié de la distance δ du soleil au pôle; puis, si l'on fait tourner aa sur ses coussinets, chaque fois que dans ce mouvement la normale NP passera dans le méridien actuellement occupé par le soleil, le faisceau réfléchi NQ jaillira vers le pôle.

De ce cas hypothétique au cas réel, la transition est facile; qu'au système indiqué on ajoute un second miroir M' dont le centre Q se trouve sur le prolongement de aa et dont la direction soit telle qu'il réfléchisse vers la station voisine C les rayons réfléchis une première fois suivant aa ; ce second miroir, de position évidemment fixe, complète l'appareil.

Rien de plus simple alors que la manœuvre ; il suffit de faire exécuter à l'arbre aa autant de rotations qu'on veut produire d'éclairs. Quant à la masse de lumière réfléchiée, elle ne change pas pendant la journée, puisque l'inclinaison du miroir tournant M sur le rayon réfléchi reste constante et égale à $\frac{\delta}{2}$.

La déclinaison solaire variant chaque jour, il faudra chaque jour régler le miroir tournant, c'est-à-dire lui faire faire avec aa l'angle convenable. Si cette opération obligeait à faire glisser un vernier sur un cercle divisé avec soin, à chercher à la loupe un chiffre donné par un tableau, on pourrait craindre que quelques stationnaires ne fussent au-dessous d'une telle tâche, surtout si rien ne venait après coup les édifier sur l'exactitude du résultat. Les données astronomiques ne feraient ici que compliquer une question fort simple par elle-même. Quel est, en effet, le rôle du miroir tournant ? de renvoyer, à un certain moment de sa rotation, la lumière suivant la direction aa .

Fig. 3.

Or il suffit, pour s'en assurer, d'observer les rayons réfléchis à l'aide d'une lunette ll dont l'axe optique soit bien parallèle à aa , et de voir si le centre de l'image solaire vient se placer sur le point de croisée des fils.

Cette lunette s'adaptera au moyen d'écrous sur le bras KL du support du miroir M .

Le réglage sera facilité par l'addition dans le réticule de deux fils parallèles à l'essieu ee du miroir, et distant du point de croisée d'un rayon de l'image solaire. On reconnaît en effet très-simplement qu'aux environs de la position d'éclair le soleil réfléchi paraît décrire, lorsque le miroir se meut, une bande parallèle à l'essieu ee .

Ceci devient évident par une considération souvent employée en géométrie. Supposons qu'au lieu de faire tourner l'arbre aa , ce soit au soleil qu'on donne une rotation égale et contraire.

Les mouvements relatifs restent les mêmes. Or, dans ce cas, le soleil décrit un élément perpendiculaire à son méridien actuel et par suite parallèle à ee . Le miroir M étant parallèle à ee , le soleil symétrique fictif décrirait également un élément parallèle à ee .

Pour régler le miroir, on amènera donc, par une rotation de aa , le champ de la lunette à contenir le soleil. On desserrera la vis de pression p qui fixe le miroir au cercle NP ; puis, à la main, ou mieux, à l'aide de vis de rappel, on donne au miroir M un petit déplacement qui ramène l'image solaire à s'inscrire entre les deux fils parallèles dont elle était partiellement sortie depuis la veille. On voit du reste qu'il suffit, pour que l'éclair arrive à la station voisine, que plus de la moitié du disque soit encore entre les fils.

A la lunette U peut être substitué un appendice d'une installation plus simple et d'un usage plus commode. A la place de l'objectif de cette lunette se fixe une lentille plan-convexe étamée à sa partie plane. Cette lentille réfléchit et concentre les rayons solaires, une première fois réfléchis par M . Elle forme ainsi, sur un écran situé dans son plan focal et fixé sur le bras KL , vers le point K , un petit disque lumineux, image du soleil. Sur cet écran est marqué le point qu'occupe le centre du petit disque, lorsque l'axe du faisceau réfléchi par M coïncide avec la direction de l'arbre aa . Ce point prend pour cette raison le nom de *point d'éclair*. Deux lignes parallèles à l'essieu ee sont tracées sur l'écran à une distance du point d'éclair égale au rayon du petit disque. Lorsque l'arbre aa se meut autour de la position d'éclair, le petit disque parcourt la bande comprise entre ces deux parallèles. De sorte que le réglage s'opérera en amenant par un mouvement de M sur son essieu le petit disque à s'inscrire entre ces deux parallèles.

Ce n'est, au fond, que notre lunette réticulaire, retournée et rapprochée de la manivelle m par une réflexion. Le ménisque étamé joue le double rôle de miroir et d'objectif, et notre écran remplace le réticule.

Cet écran, ayant la transparence d'une feuille de papier,

permet d'apercevoir le disque par transmission. De sorte que l'employé qui se tient à la manivelle peut lire sur cet écran le chemin qu'illumine à vingt lieues de là son miroir. Lorsque le bord du disque lumineux touche le point d'éclair, la station voisine entre dans le champ de lumière; elle en sort au moment où le point d'éclair sort du petit disque.

Si le besoin d'abriter le stationnaire contre la chaleur du jour oblige à l'éloigner du miroir M, on pourra toujours, au moyen d'un petit miroir fixe placé sur le chemin des rayons réfléchis par M, l'initier à la marche du travail. Une lentille concentrerait sous ses yeux les rayons solaires renvoyés par ce petit miroir. Seulement, l'écran ne participant plus à la rotation du miroir M, la direction de la bande lumineuse tracée par le disque varierait avec la position de l'essieu *ee*; de sorte que l'écran jouerait en même temps le rôle de cadran solaire.

Quant au point d'éclair, il serait le milieu commun de toutes ces bandes lumineuses.

En quelque point donc que soit placé le stationnaire, il trouvera sur son écran la vérification de son travail. Le disque qu'y promène son miroir tournant le fera assister au moment où son correspondant entre dans le champ de lumière et au moment où il en sort.

Alors, au lieu de faire exécuter à son arbre une rotation par éclair, ce qui perdrait beaucoup de temps, laisserait à l'éclair une durée trop faible et enfin fatiguerait inutilement et l'appareil et lui-même, le stationnaire se bornera à de simples oscillations. Il pourra même mesurer la durée de ses éclairs et trouver dans cette durée la variété qui manque à nos signaux.

Signaux.

Plusieurs systèmes peuvent être adoptés pour la formation des signaux: j'en indiquerai deux; l'expérience décidera de leurs mérites respectifs.

Le premier paraît devoir offrir une manipulation facile, mais un peu lente.

Le second se recommande par sa rapidité, mais demande un peu plus d'adresse dans les agents, sans cependant offrir les difficultés de la manipulation électrique ordinaire.

Dans le premier mode :

Chaque signal se composerait de trois séries d'éclairs séparées par un petit repos ; chaque série comprenant de un à quatre éclairs.

Les signaux s'écriraient en nombres de trois chiffres (411), (213), (324) ; le chiffre indiquant le nombre d'éclairs de la série.

Le nombre des signaux est alors de $(4)^3$ ou 64, comme pour le télégraphe d'Afrique. La correspondance entre ces deux alphabets s'établit facilement à l'aide des conventions suivantes :

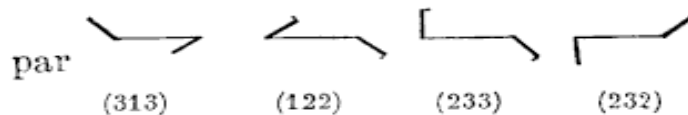
1° Le nombre d'éclairs de la 1^{re} série indique l'angle de l'indicateur gauche : (1) le cinq, — (2) le dix, — (3) le quinze, — (4) l'ouvert ou le fermé.

2° Même corrélation entre la 2^e série et l'indicateur droit.

3° La 3^e série indiquera si les angles sont *ciel* ou *terre* (1) tous deux *terre*, — (2) le 1^{er} *terre*, le 2^e *ciel*, — (3) le 1^{er} *ciel*, le 2^e *terre*, (4) tous deux *ciel*.

Les fermés étant considérés comme *terre*, les ouverts comme *ciel*.

Ainsi on représenterait les signaux



Un simple stationnaire pourra facilement, d'après cela, traduire en signaux héliographiques les signaux aériens ordinaires ; ce qui a son importance, attendu que beaucoup de lignes héliographiques aboutiront à des lignes aériennes ou électriques.

Ce système a l'inconvénient de demander beaucoup d'éclairs (huit en moyenne) par signal, plus trois repos. Il ne permettrait guère de transmettre plus de huit signaux par minute.

Le second mode repose sur la distinction des éclairs en éclairs *brefs* et *longs*. L'observation de l'écran permet au stationnaire de juger de la durée qu'il donne à son éclair.

Dans ce système, chaque signal se composera de deux séries d'éclairs. Chaque série comprend un, deux, et rarement trois éclairs.

Les signaux se représentent, comme dans le système Morse, par des points et des lignes.

Les points représentent les éclairs *brefs*, et les lignes les éclairs *longs*.

La corrélation avec l'alphabet d'Afrique s'établit comme il suit.

La première série correspond à l'indicateur gauche comme l'indique le tableau :

Ainsi, on représenterait les signaux ci-dessous

par							<i>fermé</i>	<i>ouvert</i>
	.	..	.-	- -	- .	-	...	..-

Même correspondance entre l'indicateur droit et la seconde série.

On ferait donc correspondre les signaux ci-dessous

à

(- - .)	(- . -)	(- . . -)	(. . - -)

On pourrait ainsi transmettre quinze à vingt signaux par minute. La moyenne pour les bonnes lignes aériennes d'Afrique est inférieure à trois signaux par minute.

Il serait superflu d'insister sur la facile concordance de ce mode avec l'alphabet Morse. Mais l'identification peut aller

beaucoup plus loin. Le soleil peut peindre lui-même, sur un papier ou une glace photographique, les points et les lignes que trace le style Morse. Une forte loupe, protégée par une longue boîte noircie, analogue à nos boîtes à lunette de télégraphes aériens, concentrerait la lumière des miroirs, et tracerait des lignes ou des points lumineux sur le papier ou la glace photographique, qui glisserait devant son foyer.

La lumière de nos miroirs est sans aucun doute assez vive pour assurer le succès de l'opération, mais l'inertie des substances impressionnables pourrait amener quelque lenteur et réduire à cinq ou six par minute le nombre des signaux. C'est du reste à l'expérience qu'il appartiendra de décider la question de vitesse.

Appareils.

Nos appareils doivent réunir la double condition d'une installation solide pour résister aux ébranlements, et d'une certaine liberté de mouvement pour prendre la position convenable. Voici comment ce double but pourra être atteint.

Miroir tournant. (Fig. 3.)

AB est le support de l'arbre tournant. Il se compose d'un plateau triangulaire porté sur trois pieds et incliné d'un angle un peu inférieur à la latitude. On le place de façon que la médiane partant du sommet le plus élevé B soit à quelques degrés près dans le méridien. Au sommet B s'élève normalement une tige à vis V. A la base opposée, une rainure *rr* traverse le plateau. Cette tige et cette rainure vont nous offrir la liberté du mouvement qui nous est nécessaire.

Les coussinets G et H de l'arbre tournant font corps au moyen de la forte pièce CD, dont une extrémité C porte une tige à vis *tt* de diamètre inférieur à la largeur de la rainure *rr*. L'extrémité D est munie d'une ouverture O de diamètre supérieur à V.

tt pénètre dans rr et V dans O . La pièce CD , et par suite l'arbre, reçoivent un mouvement angulaire dans le méridien au moyen de l'écrou E , que l'on peut à volonté élever ou abaisser. Un mouvement perpendiculaire s'obtient par le glissement de C sur A , mouvement pendant lequel tt parcourt rr .

Lorsque CD a pris la position convenable, on l'y fixe en D à l'aide d'un second écrou E' qui descend le long de V et pince l'extrémité D en C , à l'aide de l'écrou tt qu'on serre sous le plateau.

Miroir fixe. (Fig. 4.)

L'appareil qui porte le miroir fixe est semblable au précédent, mais plus simple. Le support AB est identique, à cela près que le plateau AB est horizontal. La tige CD , qui s'adapte et se meut sur ce support par les mêmes procédés que ci-dessus, présente en C un ressaut traversé d'une ouverture α destinée à recevoir la tige conique aa normale à la face postérieure du miroir.

Il y a deux tiges tt et tt' , parce que l'ouverture α doit être inclinée, comme nous le verrons, tantôt à 20° environ au-dessous de l'horizon, tantôt à 20° degrés au-dessus. Dans le premier cas, c'est tt qu'on utilise, dans le deuxième, c'est tt' .

α et aa sont coniques et non pyramidaux, parce que, comme nous le verrons, l'orientation des postes détermine la position du grand côté du miroir et exige par conséquent que aa puisse prendre diverses positions dans α . Cette position déterminée, on pratique à la lime, dans α et sur aa , deux *plats* correspondants pour recevoir une cale. On introduit la tige aa dans α qu'elle dépasse, et on serre son écrou.

S'il s'agissait d'un héliographe ambulant destiné à suivre les colonnes expéditionnaires, l'appareil recevrait des modifications que nous indiquerons plus tard.

Avant d'entrer dans le détail de la pose des appareils, observons qu'une seule condition vraiment indispensable lie entre elles les positions de l'arbre tournant et du miroir fixe; c'est

que les rayons arrivant sur le miroir fixe, parallèlement à l'arbre, soient réfléchis vers la station correspondante.

Si cette condition est remplie, l'appareil fonctionnera quand bien même l'arbre *aa* différerait notablement de la direction polaire. Seulement on serait, dans ce cas, assujetti à de plus fréquents réglages.

Mais si les rayons lumineux arrivés suivant la direction de l'arbre se réfléchissent sur le miroir fixe vers la station voisine, inversement les rayons lumineux envoyés par la station voisine sur le miroir fixe s'y réfléchiront parallèlement à l'arbre tournant. De sorte que si l'on vise dans le miroir, avec une lunette à axe optique bien parallèle à l'arbre, l'image de la station voisine, réfléchie par ce miroir, devra venir se former sur le point de croisée des fils.

Cette condition, d'une vérification facile, simplifiera la pose et en-garantira le succès.

(La suite prochainement.)

J. LESEURRE,

Directeur de station.

NOTE SUR L'EMPLOI DES PROCÉDÉS GRAPHIQUES POUR REPRÉSENTER LES PERTES ET LES MÉLANGES DES FILS TÉLÉGRAPHIQUES.

L'usage des procédés graphiques pour la mesure des forces variables tend à devenir général. Le géomètre ne jouit plus du privilège exclusif de l'appliquer au classement de ses expériences scientifiques.

Du cabinet du savant, ce moyen simple et ingénieux est passé dans l'atelier. Les courbes y sont employées et tracées par le contre-maitre comme par l'ouvrier, et elles y servent à constater les résultats les plus divers. — La production et la consommation ont leurs courbes particulières. Le fabricant juge, par leur comparaison, de toutes les causes susceptibles d'augmenter ou de diminuer ses bénéfices. C'est à l'aide d'une courbe que le simple chauffeur indique la quantité de houille qu'il brûle chaque jour, et fournit ainsi un contrôle de son habileté et de la bonté de ses machines; de même que, dans un ordre plus élevé, l'ingénieur contrôle la solidité du viaduc qu'il vient de construire en déroulant une bande de papier devant le pinceau placé en un point de la voûte, et en obtenant ainsi la série successive des flexions qu'elle éprouve au moment du passage d'un convoi.

Les circonstances dans lesquelles on se sert des courbes comme moyen d'étude sont en nombre infini.

Ce qui explique cette faveur accordée aux tracés graphiques, ce n'est pas seulement la simplicité de leur exécution qui permet de la confier aux employés les moins expérimentés, c'est surtout leur propriété de parler à l'œil et de montrer sans aucun travail et d'une manière évidente à l'observateur des résultats qu'il lui eût été souvent impossible de découvrir dans des tables statistiques, à l'aide de recherches longues et pénibles.

Les sciences d'observation doivent aux tracés graphiques la découverte de lois aussi simples qu'inattendues. Ainsi, en comparant la courbe des températures de l'air avec celle des quantités d'électricité répandues dans l'atmosphère, on a trouvé que ces dernières croissaient proportionnellement aux températures.

Le procédé graphique s'appliquerait merveilleusement à résumer l'état des lignes télégraphiques et il serait naturel de s'en servir dans ce but.

Sans avoir la prétention d'indiquer dans cette note toutes les applications qu'on pourrait faire du système et tous les avantages qu'on en pourrait retirer, je me contente de signaler combien il serait utile et facile de représenter par une courbe la marche successive des pertes et des mélanges, et d'obtenir par cette image une histoire fidèle et comme un relief des bons services et des dérangements d'une ligne.

Combien il serait intéressant de posséder ces indications depuis la création des lignes électriques, et quels enseignements n'en pourrait-on pas tirer!— On serait édifié, sans doute, sur la valeur de tel ou tel mode d'isolement, sur le mérite de tel ou tel procédé employé dans la construction des lignes, sur l'influence des climats, des températures des saisons. On serait sur la trace de mille phénomènes singuliers qui troublent le service des transmissions, et on pourrait chercher les moyens de les éviter.

Ces observations, ajoutées à celles qui se font partout, quelques-unes même par l'intermédiaire des stations télégraphiques, sur la température de l'air, sa pesanteur, son état hygrométrique et électrique, etc., apporteraient à la science de nouveaux documents. — Seules, les administrations des lignes télégraphiques peuvent les lui fournir, puisque seules elles possèdent, à la fois, ces conducteurs longs et nombreux qui sillonnent le pays et les moyens de suivre pendant plusieurs années des expériences générales.

Mais sans s'élever à des considérations de cette nature, et en se bornant à discuter la mesure au point de vue du service

télégraphique, on est frappé du bien qui en résulterait. — Avec la nécessité d'observations régulières et quotidiennes qui mettraient en évidence l'état de chaque fil, plus de ces dérangements permanents qu'un examen extérieur des lignes, même lorsqu'il est fait avec soin, ne suffit pas toujours à faire découvrir aux surveillants ; plus de ces dépérissements progressifs de lignes très-bonnes dans le principe et arrivant à un état où le service peut se trouver compromis : l'administration, avertie par l'ascension de la courbe, pourra prescrire à temps les mesures convenables.

Voici les moyens pratiques qui pourraient être adoptés pour obtenir en France, sur toutes les lignes, des résultats comparables :

On ferait les recherches à l'aide de la boussole, en demandant au correspondant de se placer sur bois pendant un nombre de minutes déterminé (deux, par exemple), et en mesurant dans cette situation, avec un nombre d'éléments toujours le même,

1° L'intensité du courant envoyé sur chacun des fils ;

2° L'intensité du courant reçu par chaque fil lorsqu'il est envoyé par celui qui le précède sur les poteaux.

Les deux premières opérations donnent la perte à la terre par chacun des fils ; la dernière indique les mélanges ou la perte d'un fil à l'autre.

Dans aucune de ces expériences on ne ferait passer les courants par les récepteurs.

Le mélange ne serait pris entre des fils non consécutifs que dans le cas où le travail d'un appareil desservi par un de ces fils paraîtrait gêné par les courants passant sur l'autre.

Ces opérations devraient être faites, aussi régulièrement que possible, à la résidence de l'employé chargé de tracer les courbes, et pour chacune des sections y aboutissant.

Les résultats seraient représentés de la manière suivante :

Sur une bande de papier ayant 42 centimètres de longueur et 31 de hauteur, on tracerait une ligne horizontale ou d'abscisses *a b*. Les jours du mois y seraient représentés par des longueurs égales à 12 millimètres portées bout à bout, et les

heures, dans chaque jour de 24 heures, par un nombre correspondant de demi-millimètres à partir de 0 heures (minuit). De sorte que 7 heures du matin seraient obtenues par une longueur de $3^{\text{ m/m}} 1/2$.

Les nombres de degrés donnés par la boussole seraient portés sur les verticales ou ordonnées correspondant aux jours et heures de l'observation, comme cela a lieu dans la fig. 1.

(Voir la fig. ci-contre, page 132.)

Chaque degré serait représenté sur son ordonnée par une longueur de 5 millimètres.

Tous les points ainsi obtenus seraient reliés par une courbe continue. Entre deux observations, sa forme serait arrêtée d'après les renseignements fournis par les procès-verbaux et d'après les inductions tirées de la facilité plus ou moins grande des transmissions. Mais on devrait s'attacher surtout à déterminer exactement les points saillants de la courbe et multiplier les expériences, quand les circonstances extérieures feraient présumer des variations dans l'état de la ligne.

Pour éviter la confusion, les courbes établies par rapport au même système de coordonnées auraient pour chaque fil une couleur différente.

Les courbes de la fig. 1, tracées pour une ligne à deux fils, représentent à peu près tous les cas possibles.

Ainsi, la courbe n° 1, correspondant au fil n° 1, indique une perte qui augmente depuis le 1^{er} jusqu'au 2, à 4 heures de l'après-midi; et qui décroît depuis ce moment jusqu'au 5, à 8 heures du matin.

Le 7, à minuit, la boussole renverse (dérangement); elle continue à renverser jusqu'à 2 heures du soir: il y avait une rupture et le fil touchait la terre.

Le dérangement est relevé le 8, à 2 heures. A partir de là, le courant suit une marche régulière; la perte constante est de 5 degrés jusqu'à la fin du mois.

Le fil n° 2, sur lequel le courant a eu une marche régulière,

avec une perte variant entre 3 et 5 degrés, depuis le 1^{er} jusqu'au 17, tout à coup a marqué 0°, le 16 à midi, quoique le correspondant accusât, par l'autre fil, qu'il ne recevait rien. Il en a été ainsi jusqu'au 17, à 4 heures : c'était une rupture dans laquelle le fil est resté isolé.

Entre les points *c* et *d*, les courbes se confondent parce que les fils ont donné la même perte du 11 au 15.

La courbe des mélanges se construirait par les mêmes procédés et sur la même échelle que la précédente; 12^{m/m} pour un jour, 5^{m/m} pour un degré.

Les jours seraient portés sur la ligne horizontale, les degrés sur les verticales correspondant aux jours et heures de l'observation.

La courbe relative au courant reçu par le fil inférieur serait tracée au-dessus de la ligne *a' b'* comme dans la fig. 2. Elle se confondrait avec *a b*, tant qu'il n'y aurait pas mélange. Dès que les fils seraient mêlés, elle le signalerait, ainsi que cela est fait entre *c* et *d*, *c'* et *d'*, etc.

Dans le cas où il y aurait à rendre compte des mélanges avec un troisième fil, on prendrait une deuxième ligne horizontale sur laquelle on opérerait de même, en indiquant par leurs numéros les fils auxquels se rapporteraient les mélanges observés.

Les observations auraient lieu de chaque côté, à partir de la résidence, jusqu'à la limite des circonscriptions, et ne devraient aller au delà que si les fils n'étaient pas coupés. Elles devraient porter alors sur le plus petit parcours possible des divisions voisines.

Il serait facile, pour les fils coupés à la résidence, d'avoir au moins une observation par jour.

En outre de cette observation quotidienne et obligatoire, il conviendrait d'en demander le plus grand nombre possible aux stationnaires.

Quant aux fils de communication directe, on aurait à les faire couper au chef-lieu, selon les besoins, en n'usant toutefois de cette faculté qu'avec discernement. Les expériences par

ces fils seraient donc plus rares. Elles devraient avoir lieu au moins tous les dimanches. La corrélation qui existe habituellement entre les divers fils d'une même ligne permettrait d'y suppléer dans l'intervalle par les observations faites sur les autres.

Les courbes mensuelles seraient réunies et collées bout à bout à la fin de chaque année, afin qu'on pût juger d'un seul coup d'œil de l'état d'amélioration ou de dépérissement de la ligne.

Je termine par cette observation importante que, pour retirer des conséquences utiles et générales des données fournies par les courbes, il n'y aurait pas besoin de faire employer sur les diverses divisions des boussoles comparées. — Pour faire même des comparaisons quantitatives, il suffirait, au moment de les commencer, d'établir *une échelle* donnant le rapport des ordonnées de chaque division à celles d'une autre, et de régler d'après cette échelle, en l'abaissant ou l'élevant parallèlement d'une quantité convenable, la ligne des abscisses, la courbe restant invariable.

Paris, le 15 août 1855.

GUSTAVE RIBADIEU.

NOUVELLES DIVERSES.

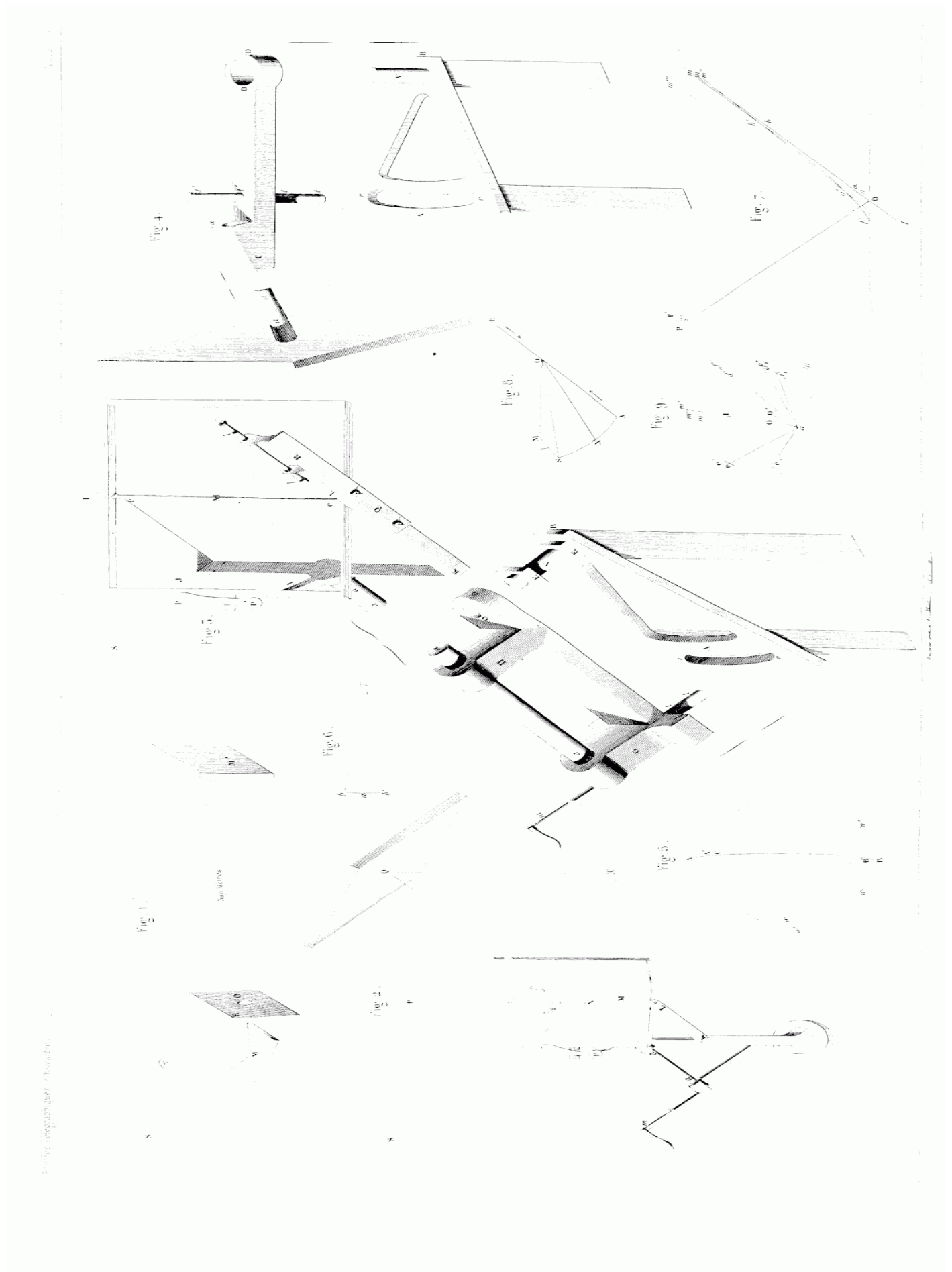
La pose du câble de l'Algérie n'a point réussi. Voici les premiers détails qui nous parviennent sur ce regrettable événement. MM. Brett et Delamarche sont partis de Cagliari le 24 septembre avec l'avisoir à vapeur français le *Tartare*, le transport anglais à voiles le *Result* et le vapeur anglais *Star*, pour le cap Spartivento, à l'extrémité méridionale de l'île de Sardaigne, point d'attache choisi pour le câble sous-marin. Deux vapeurs anglais devaient remorquer le *Result*, sur lequel le câble se trouvait enroulé ; mais un seul de ces vapeurs était arrivé, et comme il n'avait qu'une force nominative de 110 chevaux, et que ses machines n'étaient pas en bon état, M. Brett dut prier le commandant du *Tartare* de donner la remorque au *Result*, bien que le *Tartare* ne fût d'abord destiné qu'à aller en avant pour indiquer la route tracée deux mois auparavant par les ingénieurs français à bord du *Météore*. Le second steamer anglais n'est arrivé que plusieurs jours plus tard et lorsqu'on s'était décidé à commencer l'opération sans lui. Des considérations fondées principalement sur la nécessité d'aboutir en un point de la côte d'Afrique parfaitement protégé, et où il n'y eût rien à craindre de la part des Arabes, avaient fait décider, ainsi que nous l'avons dit dans notre livraison de septembre, que le câble serait amené directement à Bone. Contre toute prévision, à cette époque de l'année et dans ces parages, la pose du câble se trouvait favorisée par un beau temps fixe et par une mer tranquille. On supposait que l'opération serait terminée en 48 heures. Mais à 30 milles environ de l'île de Sardaigne, le câble, rencontrant tout à coup une grande profondeur et entraîné par son propre poids, s'est déroulé avec une rapidité excessive ; le cabestan s'est rompu, et les plus graves dangers pour les hommes et le navire lui-même sont

devenus imminents. Il n'en résulta cependant qu'une rupture des fils électriques intérieurs, mais sans qu'on pût savoir d'abord sur quelle longueur et sur combien de points s'étendait le dommage. Pendant qu'on procédait aux réparations, le *Tartare* revenait à Cagliari pour y chercher des vivres frais. On dut renoncer à aboutir à Bone, en raison de l'insuffisance de longueur restant au câble, et on essaya d'atteindre seulement l'île de la Galite, après avoir été reprendre cette nouvelle direction au cap Spartivento. L'opération ne put malheureusement être continuée. L'état de la mer avait changé, et la pose du câble devint impossible, parce que le *Result*, n'étant qu'un bâtiment à voiles, déviait continuellement de la ligne droite, bien qu'il fût remorqué par le *Tartare*. Il en résultait que la longueur du câble dépensée était à peu près le double de la distance parcourue. Et, dès lors, l'opération ne pouvait être menée à bonne fin. Lorsqu'on a eu acquis la certitude que l'inconvénient résultant de ces déviations serait constant, on a dû se résoudre à couper le câble et à abandonner la partie déjà déroulée. Le *Result* rentrait le 8 octobre à Cagliari. L'avis le *Tartare* est retourné à la station d'Algérie. La longueur du câble abandonné est d'environ 80 milles; sa valeur, de 40,000 livres sterling. Il était assuré. M. Brett paraît croire qu'il sera possible, par des moyens spéciaux, de relever le câble abandonné, et de reprendre l'opération au mois de janvier, époque à laquelle la mer est ordinairement calme; mais il est à présumer que l'établissement des communications télégraphiques entre la France et l'Algérie sera retardé plus longtemps encore.

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,

ÉMILE SAIGEY.

PARIS. — IMPRIMERIE CENTRALE DE NAUOLÉON CHAIX ET C^e, RUE BERGÈRE, 20 — 8606



1855
—
NOVEMBRE
—

ANNALES

Première Année
—
CINQUIÈME LIVRAISON
—

TÉLÉGRAPHIQUES.

HÉLIOGRAPHE.

MÉMOIRE SUR L'EMPLOI DES RAYONS SOLAIRES POUR LA TRANSMISSION
DES SIGNAUX A DES DISTANCES QUELCONQUES. — APPLICATION AU
SUD DE L'ALGÉRIE.

(Deuxième article.)

Pose des appareils.

Les deux déplacements angulaires, l'un suivant V , l'autre suivant rr (fig. 3 et 4), que peuvent recevoir l'arbre aa et la normale au miroir fixe, permettront d'amener à la position exacte les appareils orientés d'abord approximativement.

Examinons par quels procédés nous sera donnée la mesure des déplacements à effectuer.

Pose de l'arbre tournant.

Elle est identique à celle de l'équatorial des observatoires astronomiques, laquelle est exacte, à quelques secondes près.

On s'aide ordinairement du théodolite pour la pose de l'équatorial ; mais notre appareil tournant peut se suffire à lui-même, ce qui évitera l'embarras d'instruments étrangers.

On place d'abord le support AB à peu près dans la direction du méridien ; le plateau supérieur est, par construction, incliné sur l'horizon d'un angle un peu moindre que la latitude, de sorte qu'un faible déplacement fera coïncider l'arbre *aa* avec l'axe polaire.

On obtiendra une position fort approchée en dirigeant *aa* vers un point placé à un degré et demi de la polaire, sur la ligne qui joint cette étoile aux deux gardes avancées de la grande Ourse.

Voici comment s'effectuera l'opération : sur l'arbre *aa*, on fixe une lunette dont on rend l'axe optique parallèle à cet arbre (1); on attend le moment où la ligne qui joint la polaire aux gardes de la grande Ourse vient se placer dans le plan vertical, ce qui se juge aisément. Alors, à l'aide des mouvements suivant V et suivant *rr*, on déplace le système de l'arbre et de la lunette, de façon que l'image de la polaire se forme sur le point de croisée des fils. L'arbre *aa* est alors dans le méridien et à $1^{\circ} 1/2$ de la direction polaire. La pose s'achève pendant le jour. On vise avec la lunette une mire verticale graduée, et l'on fait tourner l'écrou E jusqu'à ce que le point de visée sur la mire paraisse s'être déplacé de la quantité correspondante à $1^{\circ} 12$.

Au lieu de viser directement la mire, il sera plus commode de la regarder par réflexion dans un miroir qui réfléchirait horizontalement le rayon de visée. On pourra compter ainsi sur l'exactitude, à quelques minutes près.

Comme vérification, et au besoin comme rectification, on fera de la manière suivante trois opérations sur une étoile voisine de l'équateur. Sur *aa'* et à peu près perpendiculairement à sa direction, on fixe une lunette réticulaire dont un fil est parallèle à l'arbre *aa* et l'autre perpendiculaire. Ce dernier est mobile et glisse sur le second à l'aide d'une vis. Ceci posé, on

(1) Ce résultat sera obtenu lorsqu'en visant avec la lunette une mire éloignée et faisant tourner *aa* sur ses coussinets, le point de visée paraîtra rester immobile.

choisit une étoile levée depuis environ une demi-heure, et l'on fait tourner aa sur les coussinets jusqu'à ce que le fil fixe de la lunette passe par l'étoile ; puis on fait glisser le fil mobile jusqu'à ce qu'il la joigne aussi. On fait de même une seconde observation vers le passage de l'astre au méridien, c'est-à-dire qu'on fait tourner aa jusqu'à ce que le fil fixe passe par l'étoile. Généralement elle se sera écartée du fil mobile. L'écart μ est donné par le nombre de rotations que reçoit la vis, pour ramener le fil mobile sur l'étoile. Enfin une dernière observation se fera à la même hauteur au-dessus de l'horizon que la première, c'est-à-dire environ une demi-heure avant le coucher de l'astre. Soit ε le nouvel écart ; μ et ε ont le signe $+$ lorsque le déplacement correspondant du fil a lieu vers le pôle austral ; le signe $-$ dans le cas contraire. Ces écarts vont nous donner la mesure des mouvements angulaires à effectuer suivant V et suivant rr .

Le mouvement de glissement g sur rr est positif s'il tourne de gauche à droite, négatif s'il est inverse. Le mouvement α sur la vis V est positif si l'écrou E monte, négatif s'il descend. Ces déplacements sont alors donnés en grandeur et en signe par les formules (1) et (2) :

$$(1) \quad g = \frac{\mu + \varepsilon}{2 \cos H} \quad (2) \quad \alpha = \frac{\mu - \varepsilon}{2(1 - \sin H)} \quad (1)$$

(1) Soit (fig. 9), emf le parallèle de l'étoile ; e, m, f , les trois positions observées ; $em'f'$ le cercle qui a pour axe la direction ao de l'arbre, et qui passe par e, m, f ; mm' et ff' parallèles à ao mesurent les écarts μ et $\mu + \varepsilon$. Le glissement g s'effectue autour de a dans le plan $e_1af_1f'_1$ passant par ao et l'horizontale e_1f_1 parallèle à ef . Il amène l'arbre dans la position ao' intersection de ce plan e_1af_1 avec le méridien. Supposons qu'il emporte dans ce mouvement son cercle $em'f'$; ce cercle prendra une position $e'm''f''$, liée à $em'f'$ par les conditions suivantes :

L'élément ee' est situé dans le plan eff' parallèle au plan e_1af_1 ; il est, en outre, perpendiculaire à ae_1 par suite parallèle à ao' , puisque e est sur l'équateur. La longueur $ee' = g \times ae_1 = g \cos H$.

De même f' décrit un élément $f''f''$ égal, mais de sens opposé ; m' reste immobile ou au moins à la même distance du cercle emf .

Pour ramener maintenant le cercle $e'm'f''$ à passer par e , il faut le faire glis-

H représentant l'angle parcouru par l'étoile depuis son lever jusqu'à la position e de première observation.

H' sera connu assez exactement à l'aide d'une montre ordinaire. Cet angle étant petit ($7^{\circ} 1/2$ environ), les erreurs n'influenceront pas dans un rapport sensible sur les valeurs de $2 \cos H$ et de $2 (1 - \sin H)$.

Quant aux corrections g et α , elles s'effectueront en plaçant une lunette sur l'arbre et à peu près dans sa direction, puis visant une mire graduée verticalement et horizontalement. Connaissant la distance de la mire et l'écartement de ses divisions, on sait combien le point de visée doit parcourir de ces divisions dans les deux sens. La difficulté d'éclairer le réticule pendant la nuit fera peut-être préférer l'observation du soleil à celle d'une étoile. Il faudrait alors tenir compte du changement de déclinaison survenu entre les observations; changement que donne l'*Annuaire des longitudes*.

C'est ici le cas de prévenir une objection dont il n'a point encore été question. Je veux parler de l'altération que la réfraction fait subir au mouvement apparent des astres. Cette réfraction, qui les élève d'un angle considérable en certaines positions ($34'$ à l'horizon), n'aura-t-elle pas une influence fâcheuse sur la pose de notre arbre? N'absorbera-t-elle point aussi une par-

ser sur son axe ao' de la quantité ee' , ce qui porte à $2 g \cos H$ le déplacement de f' , qui coïncide alors avec f , puisque ao' est dans le méridien.

Quant au point m' , il s'est avancé comme le reste du cercle, en décrivant un élément $m' m''$ parallèle à ao et égal à $g \cos H$.

$$\text{Ainsi d'abord } 2 g \cos H = ff' = \mu + \epsilon \text{ d'où (1) } g = \frac{\mu + \epsilon}{2 \cos H}$$

Quant à α , il représente l'angle de notre axe ao' avec l'axe polaire, ou bien l'angle de notre cercle $em''f$ avec emf . Or ce dernier angle a pour mesure

$$\frac{mm''}{m'1} = \frac{mm' - m''m'}{1 - \sin H} = \frac{\mu - g \cos H}{1 - \sin H} = \frac{\mu - \frac{\mu + \epsilon}{2}}{1 - \sin H} \text{ d'où enfin}$$

$$(2) \alpha = \frac{\mu - \epsilon}{2 (1 - \sin H)}$$

tie notable du champ d'erreur que nous offre l'amplitude du cône solaire réfléchi ?

Supposons, pour préciser, qu'il s'agisse d'une étoile située sur

Fig. 7.

l'équateur. Soit op la direction de l'axe polaire, om la méridienne, de sorte que le plan de la figure soit le méridien du lieu; soit $l a b m$ la projection de l'équateur. La courbe du mouvement apparent de l'étoile sera symétrique par rapport au méridien sur lequel elle se projettera suivant une courbe $l a' b' m'$, qui se construira en relevant verticalement les points $l a b m$, d'après les indications des tables de réfraction (Connaissance des temps).

Lorsque nous orientons notre appareil par le procédé ci-dessus exposé, le résultat est que la direction op' de l'arbre devient l'axe d'un cercle qui passe par les trois positions apparentes de l'étoile, savoir a' , une demi-heure après le lever; m' , passage au méridien; a' , une demi-heure avant le coucher. Ce cercle $a'm'$ n'est point parallèle à l'équateur. Il est perpendiculaire au méridien et fait avec l'équateur un angle mesuré par :

$$\frac{(aa' - mm') \sin \lambda}{m \alpha} = \frac{(aa' - mm') \sin \lambda}{1 - \sin H} \quad H \text{ étant l'angle}$$

que l'étoile parcourt depuis son lever jusqu'à la première observation.

Dans le cas où $H = 7^\circ \frac{1}{2}$, comme dans notre hypothèse, et $\lambda = 33^\circ$, latitude moyenne de l'Algérie méridionale, cet angle est de $4' \frac{1}{2}$. Tel est aussi l'angle dont l'arbre tournant s'élève dans le méridien au-dessus de l'axe polaire.

La correction serait facile, mais il importe de ne pas la faire. En effet, si l'on règle l'appareil une demi-heure après le lever du soleil, le cercle ayant op' pour axe et passant par la position a' du réglage, est celui que le soleil devrait décrire pour que le réglage restât parfait. Mais si ce cercle $a'm'$ ne se confond pas tout à fait avec la courbe des positions apparentes, il s'en rap-

proche beaucoup plus que le parallèle qui passe par a' . Or ce sont les distances des diverses positions apparentes à ce parallèle qui marqueraient les écarts du faisceau incident, et par suite du faisceau réfléchi, si l'arbre tournant était dirigé vers le pôle. Ces écarts se projettent en vraie grandeur sur le méridien et sont représentés sur la figure par les distances des différents points de la courbe $a'b'm'$ aux droites $a'm$ et $a'm''$. On voit que la différence est toujours en faveur de $a'm'$. A midi, l'écart pour le parallèle est de $4'$; il est nul pour $a'm'$. L'écart maximum par rapport à $a'm'$ est de $1' \frac{1}{4}$; il a lieu une heure après le lever et avant le coucher du soleil.

Il y a plus; en élevant encore d'une minute dans le méridien l'axe or' , le cercle $a'm'$ se rapproche encore de la courbe des positions apparentes qu'il coupe en quatre points. L'écart maximum se réduit alors à $70''$.

Ainsi, on le voit, en ne tenant pas compte de la réfraction lors de la pose, on remédie d'avance à ses effets. La réfraction ne diminue alors que d'une minute notre champ d'erreur; excepté toutefois pendant les deux demi-heures extrêmes du jour, qu'on peut lui abandonner.

Miroir fixe.

Examinons d'abord quelles doivent être les dispositions de l'appareil pour permettre au miroir les différentes positions que peuvent réclamer les circonstances locales. La première

Fig. 8.

réflexion peut être dirigée vers le pôle boréal B ou vers le pôle austral A. Pour éviter de donner au miroir fixe des dimensions trop considérables, on choisira celle de ces deux directions qui fait avec la seconde réflexion os un angle aigu.

On trouve par un calcul simple que si la première réflexion est boréale, la normale au miroir s'incline au-dessous de l'horizon d'un angle qui, pour l'Algérie, varie entre 15° et $24^\circ \frac{1}{2}$. Si la première réflexion est australe, la normale au miroir s'é-

lève, au contraire, d'un angle variable entre 15° et $24^\circ 1/2$ (1).

Ainsi le plateau AB (fig. 4) devra être construit pour recevoir des positions voisines de l'horizontalité; car l'ouverture α faisant un angle de 20° avec CD, ne demandera plus au reste de l'appareil qu'un jeu d'une dizaine de degrés. Seulement la pièce CD, qui dans la figure a la position correspondante au cas où la première réflexion est boréale, devra être retournée si cette réflexion est australe. Ce sera alors la tige $t't'$ qui pénétrera dans la rainure rr et s'y boulonnera comme il a été dit précédemment.

La position du miroir fixe est, avons-nous dit, déterminée par la condition de réfléchir parallèlement à l'arbre tournant l'image de la station correspondante; on fixera donc sur l'arbre une lunette dont l'axe optique lui sera rendu parallèle; puis, à l'aide des mouvements suivant V et rr (fig. 4), on inclinera le miroir, de façon que l'image de la station voisine réfléchie vienne se placer sur le point de croisée des fils.

Ce procédé aussi simple en pratique qu'en théorie, lorsque la station voisine est déjà orientée et peut envoyer son éclair, ou encore est placée sur un point facile à distinguer de loin,

(1) Supposons la première réflexion boréale. Soit AO (fig. 8) sa direction, OM la méridienne, OS la direction de la seconde réflexion. Formons le triangle sphérique AMS dont O est le centre. OS étant à peu près horizontal, AMS est rectangle en M. AS est aigu, sans quoi on aurait fait la première réflexion australe; par suite MS est aigu aussi.

La normale ON, au miroir fixe, est bissectrice de AS. Son angle NI, au-dessous de l'horizon, se calcule à l'aide du triangle rectangle NIS, dans lequel on a :

$$(1) \sin NI = \sin S \sin SN.$$

De même AMS donne : (2) $\sin AM = \sin S \sin AS$. Or $AM = \lambda$ latitude; $AS = 2 SN$.

Substituant ces valeurs et éliminant $\sin S$ entre (1) et (2), il vient :

$$(n) \sin NI = \frac{\sin \lambda}{2 \cos SN}.$$

Pour $\lambda = 36^\circ$, la valeur maximum de NI $= 24^\circ 37'$

Pour $\lambda = 30^\circ$, la valeur minimum de NI $= 15^\circ$.

Ce sont les limites extrêmes pour l'Algérie. La moyenne est de 20° .

rencontrerait de sérieuses difficultés si cette station occupait une position peu remarquable et ne possédait aucun moyen de se signaler à la station que l'on oriente. La petitesse de la lunette réticulaire et le peu de clarté d'une visée par réflexion forceraient alors de recourir au procédé suivant : il consiste à s'assurer directement que les rayons réfléchis par le miroir fixe vont bien vers la station voisine. On y parvient à l'aide de la *lunette hélioscopique*. Cet instrument se compose d'une forte lunette à laquelle s'adapte, à cheval sur le bord de l'objectif, un cristal tétraédrique C, dont les trois faces sont rectangu-



Fig. 10.

laires. On reconnaît aisément que, dans ce cas, tout rayon lumineux qui entre par la base de la pyramide et se réfléchit sur les trois faces, en sort dans une direction parallèle, mais de sens opposé. Le rayon incident et le rayon réfléchi sont en effet symétriques par rapport au sommet C de la pyramide.

Ceci admis, si l'on place la lunette bord à bord avec le miroir, de façon que la partie extérieure de la base du cristal fasse prise de lumière dans le faisceau réfléchi par le miroir, on verra se former au foyer de la lunette une image solaire. La partie libre de l'objectif montrera par vision directe les objets placés en avant. Ceux de ces objets qui paraîtront se trouver dans le disque solaire seront ceux que le faisceau réfléchi éclaire en effet. Celui qui paraîtrait occuper le centre du disque est placé sur l'axe du faisceau.

En faisant varier l'inclinaison du miroir, on verra l'image solaire se déplacer dans la lunette, par rapport aux points de l'espace, et recouvrir ceux que le faisceau éclaire.

Notre miroir fixe sera donc en place lorsque l'image de la station voisine paraîtra occuper le centre du disque solaire.

La difficulté d'obtenir rigoureusement des angles droits

dans la taille du cristal à triple réflexion ne doit pas effrayer. Une expérience préalable donnerait la mesure de l'erreur, que l'on corrigerait par l'addition d'un prisme à petit angle, sous la partie extérieure de la base de la pyramide.

Cette lunette hélioscopique nous sera d'un puissant secours pour la transmission de signaux entre des corps de troupes en marche.

Emploi de l'Héliographe comme télégraphe ambulant.

On ne peut se défendre d'une certaine inquiétude en abordant cette partie de la question. Mille télégraphes ambulants, la plupart fort ingénieux, ont été mis à l'épreuve ; plusieurs ont parfaitement satisfait aux expériences préalables ; et pourtant tous ont échoué lors de l'application. Cependant ces appareils paraissaient essentiellement pratiques ; rien en eux ne semblait en dehors des choses ordinaires ; on eût trouvé leur succès tout naturel. Comment alors oser demander ce qu'ils n'ont pu donner, à un procédé qui semble plutôt du domaine des recherches spéculatives que de la science pratique ?

Un examen attentif des difficultés à vaincre dissipera ces fâcheuses préventions. Avant tout, remarquons que la cause de l'insuccès des télégraphes ambulants n'est point dans leur insuffisance à la production des signaux. Généralement, *lorsque ces appareils ont pu être installés à temps*, ils ont fait un excellent service. Mais c'est dans leur installation même que gît leur vice capital.

L'amplitude de leurs dimensions faisant toute leur puissance, pour être vus à deux lieues, les appareils à signaux et leurs supports demandaient un poids souvent trop fort pour un seul mulet. Une lunette brisée, un boulon égaré pouvaient à tout moment mettre l'appareil hors de service.

Aux difficultés du transport se joignaient les lenteurs de l'installation. Les plus rapides, ceux d'Algérie, demandent au moins deux heures à plusieurs hommes. Encore eût-il fallu avoir si le corps avec lequel on voulait entrer en correspon-

dance resterait assez longtemps en vue, et pour cela on aurait eu besoin d'avoir déjà un télégraphe. Aussi arrivait-il souvent qu'après avoir péniblement élevé son appareil et demandé vainement une réponse à tous les points de l'horizon, on voyait tout à coup le corps se mettre en marche et disparaître.

N'aurons-nous pas dissipé les préventions les plus défavorables si nous établissons que l'héliographe est à l'abri de ces difficultés d'installation ? Son poids n'excède pas vingt kilogrammes. Son orientation ne demande que quelques minutes. Enfin et surtout une disposition particulière permet de promener sur tous les points de l'horizon des éclairs visibles à l'œil nu à cinq lieues de distance. De la sorte, lors même que l'on ne connaîtrait que vaguement la position du groupe avec lequel on veut correspondre, au bout de peu de temps, on finirait par attirer l'attention de quelques-uns des hommes qui le composent. Leur héliographe répondrait alors. Les deux appareils reconnaîtraient leurs positions respectives et se mettraient en correspondance réglée.

Deux genres d'appareils héliographiques peuvent être affectés aux expéditions. Le premier n'est autre que le système décrit précédemment ; seulement les deux miroirs, de dimensions plus faibles, seraient alors réunis sur un seul pied, auquel s'ajouterait une boussole à ecclimètre pour l'orientation instantanée.

Le second, moins parfait comme mécanisme, demande un peu plus d'adresse pour la manœuvre ; mais il est beaucoup plus simple et plus léger. Il se compose d'un seul miroir monté sur un trépied. Ce miroir roule à frottement doux sur un genou sphérique, et peut ainsi prendre les mouvements convenables. Une lunette hélioscopique montée sur le même pied et passant au travers du miroir permet d'apprécier les mouvements du faisceau réfléchi lorsque le miroir se meut.

Entrons dans quelques détails.

Premier appareil. — Il est représenté fig. 11 et 12. Au repos (fig. 11), il présente l'apparence d'une simple boîte oblongue

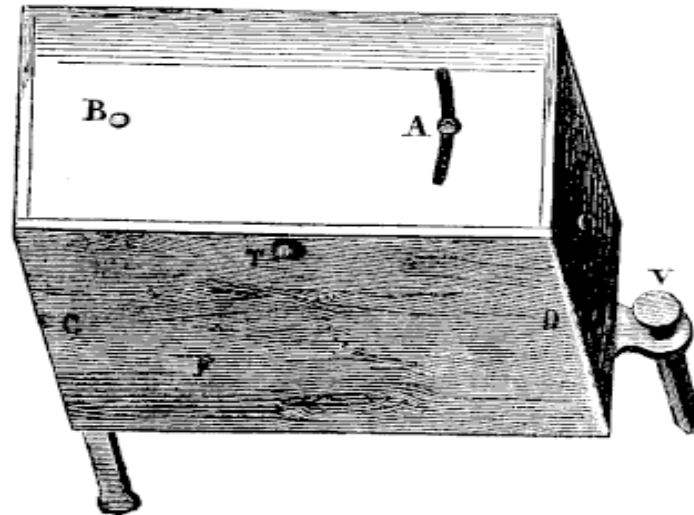


Fig. 11.

de 0^m,50 sur 0^m,30, haute de 0^m,40. Le côté supérieur AB tourne sur deux tourillons TT fixés au milieu de sa longueur, et découvre alors l'appareil établi sur sa face intérieure.

La fig. 12 représente l'appareil dans la position de travail.

(Voir la fig. ci-contre, page 148.)

Pour plus de clarté, on a supposé enlevés la paroi antérieure CD et les deux côtés AE et BF. M est le miroir tournant; *aa* son arbre, qui reçoit, comme il suit, les deux mouvements nécessaires à son orientation. Le mouvement angulaire vertical lui est donné par la rotation du plateau AB sur ses tourillons. Ce plateau est fixé dans la position convenable, à l'aide des vis *p* qui peuvent serrer les cercles *cc* faisant saillie intérieurement sur les grands côtés de la boîte.

Le second mouvement est communiqué à l'arbre *aa* par la rotation, autour du pivot B, de la barre AB qui fait corps avec les deux montants G et H.

Le miroir fixe M' s'adapte sur le pied BL au moyen d'un genou sphérique qui permet à M' les inclinaisons convenables.

L'orientation de l'arbre *aa* est immédiatement donnée par

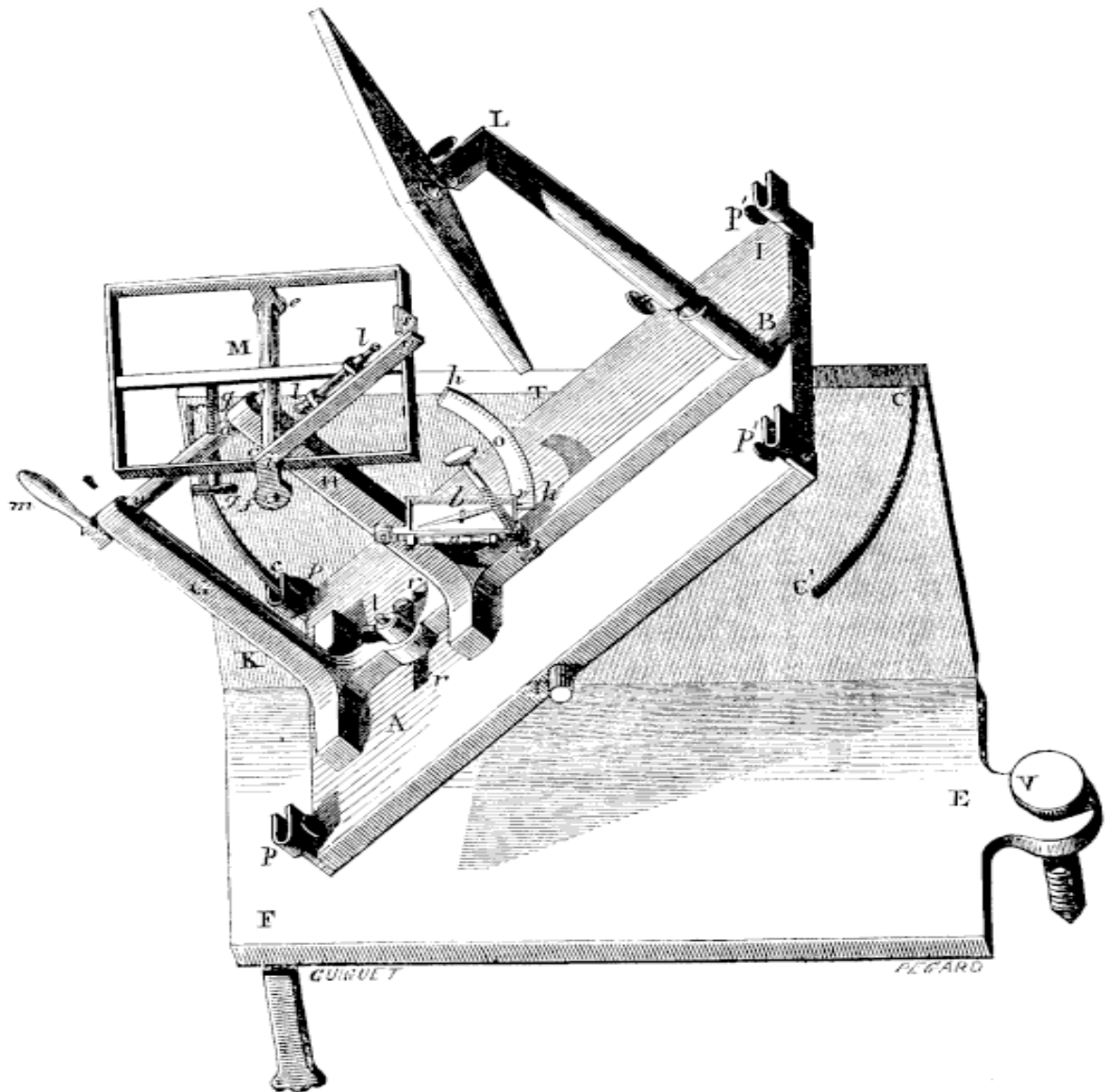


Fig. 12.

une boussole *b* munie d'un niveau à bulle *n* et d'un cercle gradué *hh*. A cet effet, on place d'abord le vernier *v* sur la division de *hh* qui marque la latitude du lieu; puis, on fait tourner le plateau *AB* sur ses tourillons jusqu'à ce que le niveau soit devenu à peu près horizontal; on le fixe à l'aide des

vis p et l'on corrige l'inclinaison par la vis V formant le troisième pied de l'appareil.

On complète l'orientation de aa par le mouvement de glissement de la barre AB sur le plateau. La boussole b participe à ce mouvement, et son aiguille indique que la position est bonne lorsqu'elle marque l'angle de la déclinaison. On fixe alors en serrant l'écrou t .

Cette boussole ne devant servir que pour placer l'appareil dans le méridien, se réduira à un simple déclinoire et ne sera graduée que dans un intervalle de quelques degrés.

L'orientation du miroir fixe s'effectuera ensuite comme ci-dessus, soit à l'aide d'une lunette fixée à demeure sur G et H parallèlement à l'arbre, soit au moyen d'une lunette hélioscopique.

Cette orientation de l'arbre au moyen de la boussole ecclimétrique étant moins exacte que celle que donnent les astres, exposera à quelques dérèglages. On trouve en effet qu'en désignant par α l'angle en minutes que fait l'arbre aa avec l'axe polaire, le nombre de réglages nécessaires pendant tout un jour est le nombre entier immédiatement inférieur à $\frac{2\alpha}{16}$ (1).

La disposition qu'indique la figure accuse immédiatement le

(1) Soit $Amm'B$ (fig. 5) le parallèle occupé par le soleil ; soit $A'n n'B'$ celui qui a pour axe l'arbre tournant et qui passe par la position n du soleil lors du premier réglage ; ces deux cercles se trouvant sur une même sphère (celle qui passe par le soleil et a le lieu pour centre), se couperont en un second point n' . La ligne nn' est perpendiculaire au plan de l'arbre et de l'axe polaire. Je l'appelle la ligne des nœuds.

A mesure que le soleil s'avance de n en s , il s'écarte de $A'mm'B'$, et lorsque cet écart, mesuré sur la sphère par l'arc perpendiculaire ss' , est devenu égal à 16 minutes, un second réglage devient nécessaire.

Ce réglage transporte en s la ligne des nœuds, parallèlement à elle-même, puisqu'elle doit rester perpendiculaire au plan des deux axes.

Par conséquent, les positions successives de la ligne des nœuds pourront se construire ainsi : Sur le grand cercle $AA'CBB'$ perpendiculaire à nn' , on prendra l'arc $AA'C$ égal à $AA'+BB'$. Sur cet arc on portera de côté et d'autre de A' des divisions de 16'. Puis, par ces points de division on mènera des plans paral-

déréglaage et permet d'y porter remède sans même arrêter le travail.

A une extrémité de l'essieu *ee* est fixée une bande *fiq* portant une lunette *ll* et un écran *s*. L'axe optique de cette lunette a été une fois pour toutes rendu parallèle à l'arbre *aa*. L'oculaire est placé au point convenable pour former sur l'écran *s* l'image des objets lumineux du plan réticulaire, de sorte que sur cet écran se dessinent et l'image solaire, et les fils réticulaires. C'est la disposition qui, avec de plus fortes lunettes, permet de voir sur un écran les taches du soleil.

L'éclair a lieu tant que le point de croisée se trouve dans l'intérieur du disque. Le déréglaage commence lorsque les oscillations de l'arbre ne peuvent plus que faire raser à ce point les bords du disque, sans l'y faire pénétrer.

Une vis *gg* traverse l'arbre *aa* et bute contre le miroir *M*, qu'un ressort tend à faire tourner en sens inverse. Un tour de cette vis dans un sens ou dans l'autre ramène immédiatement l'image solaire sur le point réticulaire.

Telles sont la rapidité et la facilité de ce mode de réglage, qu'il rend superflue la minutieuse orientation de l'arbre tournant.

Il nous reste maintenant à indiquer comment, sans voir son correspondant, sans même savoir où il est placé, on pourra d'abord se signaler à lui, puis entrer en communication régulière.

Nous placerons horizontalement le plateau *AB*. L'arbre *aa* sera alors horizontal, et le support *BL* du miroir fixe *M'* vertical.

Nous réglerons le miroir *M* de façon qu'il renvoie parallèlement à *aa* les rayons solaires. Si le miroir *M'* est rendu

lèles à *A'n'n'B'*. Leurs intersections avec *Ann'B* marqueront les diverses positions de la ligne des nœuds.

Leur nombre, comme on voit, est égal au nombre entier compris dans $\frac{AA'+BB'}{16} = \frac{2\alpha}{16}$; et quelquefois inférieur d'une unité à ce nombre entier.

vertical, et s'il tourne alors autour du pivot BL, on voit que chacune de ses rotations va éclairer successivement tous les points de l'horizon.

Lorsque notre correspondant aura reconnu le point d'où partent les éclairs, il orientera son appareil et nous enverra un éclair fixe, persistant, sur lequel nous nous orienterons à notre tour. Alors s'établira la communication régulière.

Deuxième appareil. — Il est représenté fig. 13 et 14. La fig. 13 présente une vue d'ensemble, la fig. 14 montre isolément le support et la lunette hélioscopique.

Cet appareil se compose, comme on voit, d'un miroir M monté sur un trépied T, et traversé en son milieu par une lunette hélioscopique réticulaire LL.

Ce miroir M est muni à sa surface postérieure d'une portion de sphère creuse qui enveloppe la sphère G du support; de sorte qu'il peut rouler en tout sens à frottement doux sur cette

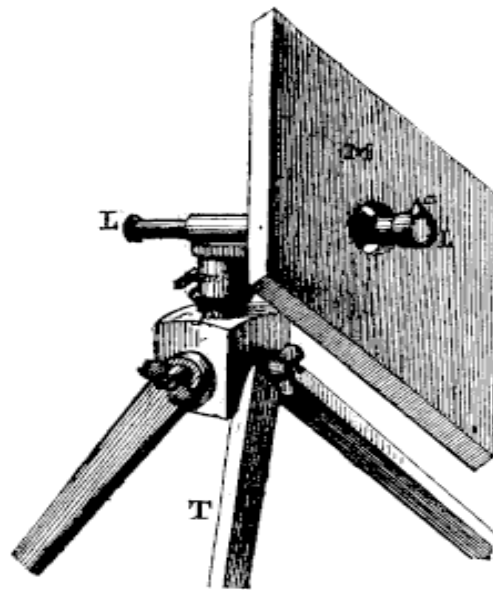


Fig. 13.

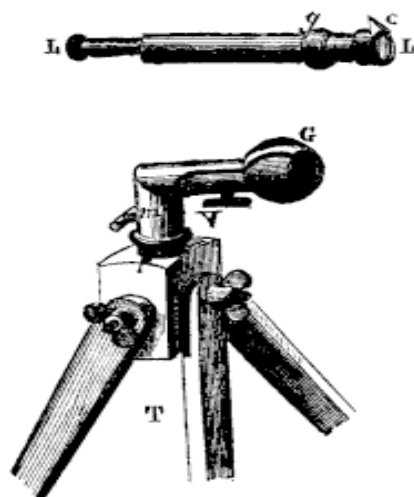


Fig. 14.

sphère. G est elle-même creuse et reçoit dans son intérieur la lunette LL, qui a aussi une certaine liberté de mouvement à l'aide de la sphère G.

Voici maintenant comment fonctionne l'appareil. On commence par diriger l'axe optique de la lunette sur le point auquel on veut envoyer des éclairs; on la fixe, en cette position, dans la sphère G au moyen de la vis V; puis on incline le miroir M de façon que les rayons solaires, réfléchis d'abord par M, puis par les trois faces du cristal C, forment une image solaire dans le champ de la lunette. On amène, par le mouvement du miroir, cette image sur le point de croisée du réticule. Tant que le disque solaire couvre ce point, l'éclair persiste pour la station correspondante. Il cesse au moment où ce point échappe le disque.

Pour produire et faire cesser alternativement les éclairs, on donne au miroir de très-petites oscillations, de façon à faire seulement sortir du disque le point réticulaire et à l'y faire rentrer. L'amplitude du diamètre apparent du soleil assure le succès de la manœuvre, que l'habitude rendra bientôt familière.

Quant aux éclairs préalables à envoyer aux différents points de l'horizon pour se signaler à un correspondant dont on ignore la position, l'opération est toute simple et plus sûre que dans le cas du premier appareil. Il suffit, en effet, de promener le disque solaire sur l'image des divers points de l'horizon que la partie libre de l'objectif montre par visée directe. Le manchon M, en tournant sur le pivot P, permet d'amener le champ de la lunette sur les différentes portions de l'horizon ; mais l'incertitude sur la position du correspondant ne sera généralement pas assez grande pour rendre utile ce dernier mouvement.

Enfin, en observant les éclairs du correspondant à l'aide de la lunette LL, on s'assurera qu'elle ne s'est point dérangée. Les éclairs reçus doivent en effet se former sur le point de croisée des fils.

Ce second appareil, par sa légèreté, son prix peu élevé, sa simplicité de mécanisme et de procédé, paraît mériter la préférence sur le premier pour l'usage du télégraphe ambulant.

Là point d'erreur, soit de la part du mécanisme, soit de la part de l'opérateur dont il n'ait immédiatement la preuve directe.

Pour montrer combien cet appareil est pratique, il suffira de rappeler son analogie avec le sextant, sur lequel il a l'avantage d'un pied fixe établi sur un sol ferme. Peut-être cette observation autoriserait-elle l'espérance d'appliquer, même à la marine, ce système télégraphique.

Les esprits les moins disposés à admettre l'emploi de cet appareil pour la transmission de signaux réguliers, ne contesteront pas du moins son utilité comme auxiliaire des télégraphes ambulants ordinaires. Par lui se trouverait en effet résolu le problème d'une correspondance préliminaire indispensable au moment de l'installation de ces derniers.

J. LESEURRE,
Directeur de station.

DE LA SUPPRESSION DES PILES DANS LES STATIONS INTERMÉDIAIRES DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES.

J'indique dans le présent article une modification que je propose pour les lignes télégraphiques et dont le but serait de supprimer les piles dans les stations intermédiaires, ce qui apporterait dans le service simplification et économie.

On a déjà cherché à obtenir ce résultat en établissant des lignes dont le circuit fût toujours complet, de façon qu'une interruption opérée en un point quelconque produisît des signaux. Ainsi, dans ce système, si nous supposons une ligne composée de stations successives A, B, C, D, E, la station A seule aura une pile, dont l'un des pôles aboutira à la terre et l'autre à la ligne; le fil de ligne traversera les appareils des stations intermédiaires dépourvues de pile, et, au sortir de la station E, arrivera à la terre. De cette façon, le courant circulera incessamment sur la ligne. Mais si chaque station a un interrupteur, elle pourra à volonté faire cesser le courant, et, en répétant les interruptions dans un certain ordre, donner tels signaux qu'elle voudra.

Ce système a plusieurs inconvénients; par exemple, la prompte consommation de la pile qui reste toujours en action, et l'écroutissement que produit dans le fil le passage continu du courant.

Je propose donc d'arriver au même résultat par un moyen différent, en appliquant le principe du télégraphe de M. le chevalier Botta, professeur à l'université de Turin. Supposons qu'au sortir de la station E, le fil aboutisse non plus à la terre, mais à une pile, qui soit disposée de façon à envoyer un courant contraire au courant qui part de A. Si les deux piles ont le même nombre d'éléments, leurs actions se neutraliseront et il

n'y aura aucun effet produit le long de la ligne. Mais si, à un moment donné, on établit dans une station intermédiaire, en C par exemple, une communication avec la terre, les deux courants s'y précipiteront à la fois, agissant chacun sur les stations qui sont situées d'un côté de C. On voit donc que cette dernière station, en établissant une communication avec le sol, puis en l'interrompant, pourra donner des signaux qui se répéteront sur toute la ligne.

Voyons quelle devra être, pour le système que j'indique, la disposition des fils :

- 1° Dans les stations extrêmes,
- 2° Dans les stations intermédiaires.

Nous supposerons que la ligne est installée au moyen d'appareils de Morse.

Le transmetteur de l'appareil Morse se compose essentiellement, comme on sait, d'un levier qui peut osciller autour d'un *pilier fixe* avec lequel il communique métalliquement. A l'état de repos, l'une des extrémités du levier touche un bouton que nous désignerons par *bouton de repos*. Le levier quitte le bouton de repos si l'on appuie sur l'autre extrémité, et celle-ci vient alors toucher un second bouton que nous appellerons *bouton de contact*.

Stations extrêmes.

Ceci posé, dans une station extrême, A, par exemple, le fil de ligne, après avoir passé par l'électro-aimant du relais, viendra s'attacher au pilier fixe;

Le bouton de repos communiquera au pôle zinc de la pile dont le pôle cuivre sera à la terre.

D'après cette disposition, on voit que le courant de la pile de A, passant par le bouton de repos, puis par le relais, tendra constamment à s'échapper par la ligne, tant que la station A ne fera pas fonctionner son manipulateur. La station sera alors disposée à recevoir les signaux. En effet, si tout est dans l'état normal sur la ligne, le courant de A sera annulé par le courant qui vient de la station E. Mais si une communication à la

terre vient à être établie en C, par exemple, le relais de A fonctionnera avec les autres relais de la ligne.

Voyons maintenant comment la station A enverra des signaux.

En abaissant son manipulateur sur le bouton de contact, elle isole sa pile et elle met la ligne à la terre. Il y a donc dans ce moment action produite sur tous les relais de la ligne, y compris celui de A.

Stations intermédiaires.

Dans une station intermédiaire, C, par exemple, le fil qui vient de A passe par le relais de C et aboutit encore au pilier fixe. De ce même pilier fixe part le fil qui va vers la station E.

Le bouton de repos est isolé : il n'y a plus de pile;

Le bouton de contact est, comme tout à l'heure, attaché à la terre.

On voit facilement que si l'on appuie sur le manipulateur, les courants partis des deux stations extrêmes viendront se précipiter à la terre par le bouton de contact et produire un signal sur toute la ligne. Au contraire, quand son manipulateur sera au repos, la station C se trouvera réduite à un récepteur interposé sur le passage du fil et recevra par conséquent des signaux quand une station quelconque agira.

Les stations qui n'ont pas d'intérêt à recevoir une dépêche transmise sur la ligne pourront facilement, au moyen d'un commutateur, retrancher leur relais de circuit, de façon à ne pas affaiblir le courant.

J'ai essayé ce système qui m'a parfaitement réussi.

On ne doit pas toutefois s'en exagérer les avantages, et il faut faire les remarques suivantes :

1° Le système que je viens d'exposer n'est applicable qu'aux appareils dans lesquels il n'est pas nécessaire d'inverser le courant, tels que les appareils Morse, Bréguet, Foy, Henley, etc. On comprend, en effet, qu'on ne peut pas, d'une station intermédiaire, intervertir les pôles de la station extrême.

2° S'il y a par accident sur la ligne une forte dérivation à la terre, la ligne se trouve partagée en deux sections. Les stations situées dans une même section pourront correspondre. Mais, si l'appareil employé est celui de Morse, les signaux seront renversés, c'est-à-dire que les points et les lignes deviendront des blancs, et réciproquement les séparations de mots seront indiquées par de longues lignes. Je crois donc que mon système peut principalement servir pour les lignes construites avec grand soin et dans lesquelles les dérivations à la terre sont très-rares, comme la ligne souterraine que M. le vicomte de Vougy, directeur des lignes télégraphiques françaises, vient de faire exécuter dans Paris, ou encore les lignes construites sur chemins de fer, d'après le procédé de M. le chevalier Bonelli, et où le conducteur télégraphique n'est pas un fil, mais une forte barre métallique.

Turin, le 24 septembre 1855.

JEAN MINOTTO,

*Sous-Directeur des lignes télégraphiques
du royaume de Sardaigne.*

APPLICATIONS DIVERSES DE LA THÉORIE DE LA DÉRIVATION A LA CONSTRUCTION ET A LA DISPOSITION DES PILES (1).

Tout courant électrique qui rencontre deux ou plusieurs canaux se répartit en raison inverse des résistances de chacun de ces conducteurs, de même qu'une masse d'eau se déverse entre plusieurs conduites en raison de leurs sections.

Ce phénomène, dont nous allons formuler quelques-unes des conséquences, constitue la dérivation.

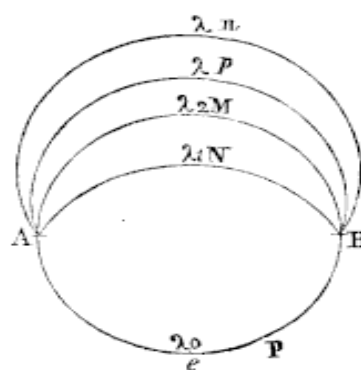


Fig. 1.

(1) On a pu lire dans plusieurs journaux les lignes suivantes :

« Un jeune homme de mérite et d'avenir, M. Martorey, directeur de station, chargé du service des bureaux télégraphiques en Corse, vient de mourir à Ajaccio, à la suite d'une courte maladie. »

M. Martorey a été enlevé en quarante-huit heures, le 21 août dernier, à l'âge de vingt-quatre ans, par une fièvre pernicieuse. Il avait promis aux *Annales* une collaboration active. Sa fin si prématurée attache un intérêt triste à l'article que nous publions et qui demeure inachevé.

Bifurcation d'un courant. — Expression des intensités locales.

Je considère d'abord le cas d'une simple bifurcation d'un courant de force électro-motrice e , au point A (fig. 1). Les résistances de APB ANB AMB sont respectivement λ_0 λ_1 λ_2 . i_0 i_1 i_2 seront les intensités variables du courant dans chacune de ces parties du conducteur.

On a à priori les équations $i_0 = i_1 + i_2$ $\frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ (α et β); de telle sorte qu'une troisième équation suffit pour déterminer i_0 i_1 et i_2 . Cette troisième équation s'obtient en imaginant que les deux conducteurs ANB AMB ne forment qu'un seul conducteur ayant une section égale à la somme des sections partielles.

Or, tout étant exprimé en cuivre métal-unité, aux résistances λ_1 λ_2 correspondent des sections $\frac{1}{\lambda_1}$ $\frac{1}{\lambda_2}$; leur somme donne $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$ ou $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\lambda_1 \lambda_2}$. Et la résistance de ce conducteur auxiliaire sera $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$. Par suite, on aura $i_0 = \frac{e}{\lambda_0 + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}}$

d'après la loi de Ohm, qui fournit nécessairement la troisième relation entre les résistances, la force électro-motrice et l'intensité.

Dès lors i_0 i_1 i_2 se déterminent par de simples transformations algébriques, et l'on obtient :

$$i_0 = \frac{e (\lambda_1 + \lambda_2)}{\Sigma^2_0 \lambda^2} \quad i_1 = \frac{e \lambda_2}{\Sigma^2_0 \lambda^2} \quad i_2 = \frac{e \lambda_1}{\Sigma^2_0 \lambda^2} \quad \Sigma^2_0 \lambda^2 = \lambda_0 \lambda_1 + \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_2 \lambda_0.$$

Cas général de la dérivation. — Expression des intensités locales.

Je passe au cas général de n dérivations au point A. Même genre de notation et de raisonnement.

On a $i_0 = i_1 + i_2 + \dots + i_p + \dots + i_n$.

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad \frac{i_2}{i_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}, \text{ etc.}$$

De là on tire $\frac{i_2}{i_1 + i_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2}$ $\frac{i_3}{i_1 + i_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$

$$\frac{i_3}{i_1 + i_2 + i_3} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\Sigma_{\lambda_1} \lambda_2}, \text{ et ainsi de suite.}$$

En général $\frac{i_p}{i_1 + i_2 + \dots + i_n} = \frac{i_p}{i_0} = \frac{\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_n}{\Sigma_{\lambda_1} \lambda^{n-1}}$

Le numérateur étant formé des produits des résistances de λ_1 à λ_n , moins la résistance λ_p de même indice que i_p . Le dénominateur étant la somme des produits $n - 1$ à $n - 1$ des n résistances de λ_1 à λ_n .

Enfin on a : $i_0 = \frac{e}{\lambda_0 + \frac{\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_n}{\Sigma_{\lambda_1} \lambda^{n-1}}} = \frac{e \Sigma_{\lambda_1} \lambda^{n-1}}{\Sigma_{\lambda_0} \lambda^n}$

Donc, on a pour une des intensités quelconques la valeur générale

$$i_p = \frac{e (\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda^n)}{\Sigma_{\lambda_0} \lambda^n}.$$

Cas particulier d'une pile centrale desservant plusieurs fils.

Je fais λ_0 négligeable; ce sera, par exemple, la résistance d'une pile comparée à une section de ligne télégraphique.

Je fais aussi $\lambda_1 = \lambda_2 \dots = \lambda_n = \lambda$, c'est-à-dire des sections de lignes toutes égales.

On a alors $i_0 = \frac{en \lambda^{n-1}}{\lambda^n} = \frac{ne}{\lambda}$ $i_p = \frac{e \lambda^{n-1}}{\lambda^n} = \frac{e}{\lambda}$.

Ce cas est celui d'une pile centrale desservant plusieurs sections de ligne. C'est le cas des piles de Paris, Lyon, etc.

Ainsi, pour trois sections, l'intensité sur chacune des sections est sensiblement le tiers de l'intensité du courant intérieur à la pile.

C'est pour cela que la pile Daniell, qui, par le peu d'énergie de ses actions chimiques, développe peu d'électricité, ne peut desservir à la fois un trop grand nombre de fils.

Nombre maximum de fils que peut desservir une pile Daniell.

Voici, du reste, l'interprétation algébrique de ce fait. On sait qu'en général $i = \frac{ne}{\lambda}$, ou plutôt $k \sin \alpha = \frac{ne}{\lambda}$ en prenant

l'évaluation d'une boussole de sinus, et le maximum de cette valeur a lieu pour $\sin \alpha = 1$, auquel cas $ne = k\lambda$ ou $n = \frac{e}{k\lambda}$.

Cette équation convenablement traduite en nombres donnerait n ; mais si nous observons en même temps l'intensité sur une des sections, on a : $i_p = \frac{e}{\lambda}$ ou $k \sin \alpha' = \frac{e}{\lambda}$.

Donc $n = \frac{1}{\sin \alpha'}$.

Cas particulier de la pile locale de Morse. — Groupement des éléments 1 à 1.

Supposons actuellement $\lambda_0 = \lambda_1 = \lambda_2 \dots = \lambda_{n-1} = \lambda$.
 $\lambda_p = \lambda_n$.

Les formules deviennent

$$\begin{aligned} i_0 &= \frac{e [(n-1) \lambda^{n-2} \lambda_n + \lambda^{n-1}]}{n \lambda^{n-1} \lambda_n + \lambda^n} = \frac{e [\lambda + (n-1) \lambda_n]}{\lambda (\lambda + n \lambda_n)} \\ i_p &= \frac{e \lambda_n \lambda^{n-2}}{\lambda^{n-1} (\lambda + n \lambda_n)} = \frac{e \lambda_n}{\lambda (\lambda + n \lambda_n)} \\ i_n &= \frac{e \lambda^{n-1}}{\lambda^{n-1} (\lambda + n \lambda_n)} = \frac{e \lambda}{\lambda (\lambda + n \lambda_n)}. \end{aligned}$$

Je conçois de plus que dans chacun des circuits $\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_p \dots$ réside une force électro-motrice égale à celle qui se trouve en λ_0 . Les effets s'ajoutent, et l'intensité totale I_n dans le circuit λ_n est $I_n = \frac{ne \lambda}{\lambda (\lambda + n \lambda_n)} = \frac{ne}{\lambda + n \lambda_n}$.

C'est le cas où une pile de n éléments est accouplée par groupes de 1. C'est-à-dire que tous les pôles de même nom sont réunis ensemble.

Si cette pile était accouplée suivant le mode ordinaire, c'est-à-dire successivement et par pôles de noms contraires, on aurait pour intensité :

$$I'_n = \frac{ne}{n \lambda + \lambda_n}.$$

Et prenant le rapport $\frac{I_n}{I'_n} = \frac{n \lambda + \lambda_n}{\lambda + n \lambda_n} = 1 - \frac{(n-1)(\lambda_n - \lambda)}{\lambda + n \lambda_n}$.

En général, la résistance extérieure λ_n est supérieure à la résistance d'un élément λ , auquel cas I_n est $< I'_n$.

Donc, en général, l'accouplement ordinaire est préférable à l'accouplement par groupe de 1; et, pour qu'il y ait avantage, il faut que la résistance extérieure soit inférieure à la résistance d'un élément de la pile.

Grouperment des éléments p à p .

Mais si, au lieu de grouper les éléments 1 à 1, on les groupe p à p , en sorte que $n = mp$, il suffit de remplacer dans les formules précédentes e par pe , λ par $p\lambda$ et n par m .

On a donc : $I = \frac{ne}{p\lambda + m\lambda_n}$ et si on compare à I_n , la condition posée plus haut devient $p\lambda \stackrel{=}{<} \lambda_n$.

Cette circonstance est précisément celle qui se rencontre dans le circuit de la pile locale de Morse, où la résistance extérieure est simplement formée d'une bobine à gros fil.

En général, 8 éléments Daniell, et même 6, accouplés deux à deux, suffisent pour cette pile locale et remplacent avantageusement 12 à 15 éléments accouplés bout à bout par les pôles de noms contraires.

L'équation $\lambda_n = p\lambda$ peut, du reste, déterminer p , c'est-à-dire le mode de groupement, λ et λ_n étant supposés connus.

**Condition qui rend la méthode du groupement avantageuse.
Détermination du groupement.**

Partant de la formule générale du groupement $I = \frac{ne}{p\lambda + m\lambda_n}$ et $n = mp$, on peut se demander quel est le mode de groupement qui rend I maximum.

La question revient à rendre minima la somme $p\lambda + m\lambda_n$. Or le produit de ces deux parties $p\lambda \times m\lambda_n$ est égal à $n\lambda\lambda_n$, c'est-à-dire constant.

Donc le minima a lieu pour $p\lambda = m\lambda_n$, auquel cas $I = \frac{me}{2\lambda}$ ou $\frac{pe}{2\lambda_n}$, suivant qu'on exprime l'intensité en fonction de la résistance intérieure ou extérieure. Soit $\lambda_n = k\lambda$. Il vient $p = mk$, $mp = n = m^2 k$. D'où $m = \sqrt{\frac{n}{k}}$. Équation finale qui donne le nombre de groupes à former au moyen de n éléments.

Cette dernière condition $p \lambda = m \lambda_n$ est plus complète que la condition trouvée au § 6 : $\lambda_n = p \lambda$.

Valeur du courant intérieur de la pile par groupes.

Je reviens à la formule posée au § 5 : $i_o = \frac{e [\lambda + (n-1) \lambda_n]}{\lambda (\lambda + n \lambda_n)}$.

Lorsqu'on suppose une force électro-motrice égale à e dans chacun des circuits voisins $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_{n-1}$, le circuit λ_o est parcouru dans un sens par le courant d'intensité i_o , en sens contraire par $(n-1)$ courants d'intensités $i_p = \frac{e \lambda_n}{\lambda (\lambda + n \lambda_n)}$; on a donc dans chaque élément un courant définitif égal à $i_o - (n-1) i_p = \frac{e \lambda}{\lambda (\lambda + n \lambda_n)} = i_n = \frac{I_n}{n}$, et en exprimant par i le courant intérieur, I le courant extérieur, on a $I = n i$. Ce qui montre que dans l'accouplement par groupes, le courant extérieur n'est que le courant intérieur de chaque groupe multiplié par le nombre des groupes.

Le groupement équivalent à l'agrandissement de la surface de l'élément.

Nous pouvons interpréter le groupement des éléments d'une manière encore plus pratique.

La formule générale est $I = \frac{n e}{p \lambda + m \lambda_n}$;

et si la résistance extérieure est faible et négligeable ,

$$I = \frac{n e}{p \lambda}, \quad n = m p, \quad I = \frac{m e}{\lambda}, \quad \text{ou} \quad \frac{e}{\frac{\lambda}{m}}.$$

On voit donc que cela revient à réduire au $1/m$ la résistance de l'élément, ou si sa résistance reste la même, à multiplier par m sa force électro-motrice.

Or ce résultat est identique à l'effet produit par l'augmentation de la surface de l'élément. Lorsque la résistance extérieure est faible, l'intensité du courant est proportionnelle à la surface de l'élément; doubler la surface de l'élément double l'intensité.

Donc grouper n éléments en m groupes de p éléments est la même chose que multiplier par m la surface de p éléments.

Par exemple, p éléments de 2 centimètres carrés de surface équivalent à 2 groupes de p éléments de 1 centimètre carré.

Ainsi pour la pile locale de Morse, à défaut d'éléments à grande surface, il y a intérêt à grouper les éléments.

Toutefois, j'ai réduit la formule $I = \frac{ne}{p\lambda + m\lambda_n}$ à $\frac{ne}{p\lambda}$, en négligeant tout à fait $m\lambda_n$; il serait plus exact de faire $m\lambda_n = p\lambda$, comme dans le cas du maximum de I , auquel cas on aurait seulement $I = \frac{ne}{2p\lambda}$. Mais les conclusions sont alors analogues aux précédentes.

Éléments suisses à petite surface.

Nous venons d'arriver à la conclusion que dans le cas d'un circuit extérieur de peu de résistance, il faut agir avec des éléments à grande surface. La formule générale $\frac{ne}{n\lambda + \lambda_n}$ montre au contraire que lorsque λ et même $n\lambda$ sont négligeables vis-à-vis de λ_n , l'intensité $i = \frac{ne}{\lambda_n}$ dépend principalement du nombre des éléments et paraît indépendante de la surface immergée.

Aussi en Suisse fait-on usage quelquefois de piles à éléments lilliputiens. Mais la chose n'est pas aussi avantageuse qu'elle le paraît au premier abord, parce que e dépend de la surface de l'élément et est de la forme $e = AS + BS^2 + CS^3 \dots$, ou simplement $e = AS$; en sorte que pour obéir aux exigences de la théorie et de l'usage, il y a convenance à adopter des dimensions assez notables.

Perte d'une ligne. — Dédoublément des piles pour augmenter l'intensité. — Distance de la perte. — Condition à remplir pour rendre le perfectionnement possible.

Entre deux stations A et B, en un point I, se trouve

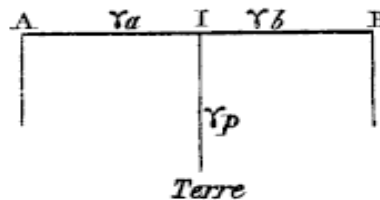


Fig. 2.

une perte caractérisée par une résistance r_p , tandis que les résistances de AI et IB sont r_a et r_b .

Si A envoie son courant en B, la formule des courants dérivés, § 1, nous donne l'intensité du courant qui arrive en B, égale à $i_b = \frac{er_p}{D} \cdot D = r_a r_p + r_b r_p + r_a r_b$.

Je suppose actuellement qu'une pile située en B, égale à celle en A, orientée dans le même sens, soit mise également en jeu par la manipulation de A ; l'intensité du courant produit par cette nouvelle pile dans la section IB sera $i_b = \frac{e(r_a + r_p)}{D}$

En sorte qu'en B l'intensité totale sera $\frac{e}{D}(r_a + 2r_p)$.

Transporter en A la pile secondaire en B ne donnerait qu'une intensité totale égale à $\frac{2e \cdot r_p}{D}$ ou $\frac{e}{D} 2r_p$, valeur inférieure à celle qui résulte du dédoublement des piles et de leur partage entre A et B.

Pour mettre ce principe en application dans les postes, il suffirait d'interposer entre la sortie de l'appareil et la terre une pile orientée comme celle de la station correspondante. Deux postes à l'état de repos auraient donc les dispositions indiquées au tableau ci-contre :

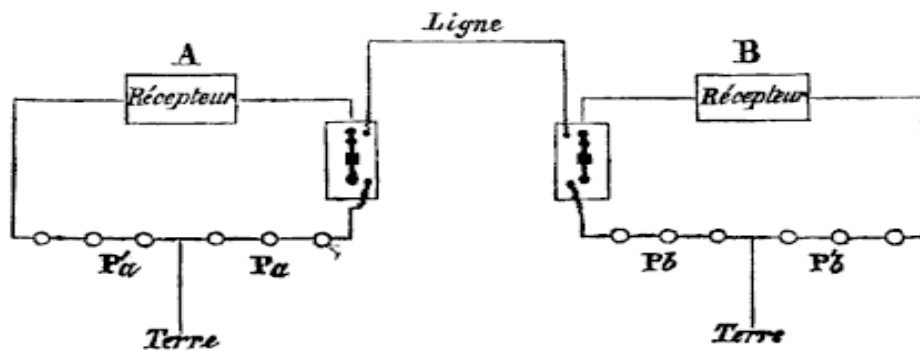


Fig. 3.

Quand A envoie son courant, les piles $P_a P'_b$ marchent ($P_a + P'_b$)
 — B — — — $P_b P'_a$ — ($P_b + P'_a$)
 Au repos, les piles P'_a et P'_b sont en opposition ($P'_a - P'_b$)

Le seul obstacle à une pareille application serait que la perte en I, qui met les piles secondaires en jeu, même à l'état de repos, fût suffisante pour faire mouvoir les appareils.

Les formules des courants dérivés nous donnent encore l'indication des résultats.

En B, on a de la part de P'_a : $-\frac{e}{D'} r_p$. $D' > D$, parce que dans la valeur de r_a il entre ici en plus la résistance de l'appareil.
— de P'_b : $+\frac{e}{D'} (r_a + r_p)$

Par conséquent, l'intensité totale en B est $\frac{e}{D'} r_a$.

De même en A : $\frac{e}{D'} r_b$.

Et ces valeurs sont moindres que celles qui existent lorsque P_a et P'_b , par exemple, marchent.

On remarquera de plus que le rapport des intensités observées en A et en B donne précisément le rapport $\frac{r}{r_b}$, c'est-à-dire le rapport des distances de la perte aux deux points extrêmes. Il suffit donc de diminuer e de telle sorte que $\frac{e r_a}{D'}$ ou $\frac{e r_b}{D'}$ ne mette pas les appareils sur contacts (1).

Ajaccio, 25 juin 1855.

FRÉD. MARTOREY.

(1) Questions indiquées à résoudre à propos de la théorie ci-jointe :

1° Quelle est la résistance d'un élément de pile ? — Moyen de la mesurer. — Valeurs trouvées (λ).

2° Quelle est la résistance d'une bobine d'appareil Morse (λ_n) ? — Résistance de la bobine du relais de Morse. — Valeurs trouvées.

3° Quelle est la résistance d'un élément Daniell en fonction de la surface immergée, de la distance entre le zinc et le vase poreux, et de la résistance des liqueurs ?

4° Déterminer les coefficients A B et C de la fonction $e = AS + BS^2 + CS^3$, qui exprime la relation entre la force électro-motrice et la surface immergée. Il n'est pas sûr de poser à priori $e = AS$, à cause des courants partiels qui doivent se produire en raison de la non-homogénéité du métal.

5° Quelles sont les valeurs de e pour les différentes espèces de piles Daniell, Bunsen, thermo-électrique, etc. ?

6° Comment déterminer la résistance qui caractérise une perte en un point d'une ligne ?

F. M.

NOUVELLES DIVERSES.

Les lecteurs des *Annales* auront remarqué sur les listes des récompenses de l'Exposition universelle de 1855, publiées par tous les journaux, la grande médaille d'honneur décernée à M. le docteur Boucherie pour son « procédé de conservation des bois tendres par injection, consacré par une longue expérience. » L'administration des lignes télégraphiques doit revendiquer le mérite d'avoir appliqué en grand, dès l'origine, cet admirable procédé, et d'avoir ainsi contribué à sa propagation. Les usages de cette grande découverte, qui sont demeurés restreints pendant plusieurs années, tendent enfin à recevoir leur juste développement et deviendront bientôt universels. Aussi la 14^e classe (Constructions civiles) a-t-elle voulu réclamer l'honneur de juger les pièces exposées par M. le docteur Boucherie et placées dans la 2^e classe (Art forestier, etc.)

M. le directeur général des lignes télégraphiques a fait acquérir pour les collections de l'administration française les appareils exposés au palais de l'Industrie par M. le docteur Gintl (Autriche) et par M. Edland (Suède), et qui réalisent la transmission simultanée de deux dépêches par un même fil, dans deux directions opposées. Les *Annales* donneront la description complète de ces appareils, déjà mentionnés dans la livraison de septembre.

Les essais du *télégraphe des locomotives* demandés par les *Annales* sont en voie d'exécution. M. Bonelli vient de faire construire une ligne d'après son système, sur une étendue de 12 kilomètres, entre Paris et Saint-Cloud. Une première

expérience a eu lieu en présence de M. le vicomte de Vougy, directeur général, et elle a complètement réussi, malgré la circonstance défavorable d'un temps humide et pluvieux. La communication n'a pas cessé d'avoir lieu, au moyen d'appareils anglais à une aiguille, entre les gares et le train ordinaire de voyageurs parti à 1 heure 1/2 de Paris pour St-Cloud.

Par suite de l'accroissement des communications sous-marines avec le continent, les Compagnies du télégraphe électrique et international ont établi un nouveau fil entre les côtes d'Angleterre et de Hollande, en sus des trois qui fonctionnent déjà. Le nouveau câble a 119 milles de longueur et pèse 238 tonneaux. Il a été mis à bord du *Monarch*, qui appartient aux Compagnies. L'opération de la pose, commencée à Oxfordnets, le 29 septembre, à 3 heures de l'après-midi, a été terminée avec succès à Schevening, le 30, à 1 heure 23 minutes du soir, par conséquent dans l'espace de 21 heures environ.

L'opération a eu lieu sous la direction de l'ingénieur Frédéric C. Webb.

Le projet de loi pour l'établissement du télégraphe électrique par Séville et Jerez à Cadix a été approuvé sans discussion dans la séance des cortès du 29 octobre.

La correspondance entre Ferrare et Rome a été ouverte le 1^{er} octobre.

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,

ÉMILE SAIGEY.

PARIS. — IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLÉON CHAIX ET C^e, RUE BERGÈRE, 20. — 9508

1855
—
DÉCEMBRE
——

ANNALES

Première Année
—
SIXIÈME LIVRAISON.
——

TÉLÉGRAPHIQUES.

DE L'ÉTABLISSEMENT DES SUPPORTS DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES. —
EMPLOI DU GRAPHOMÈTRE POUR DÉTERMINER L'EMPLACEMENT DES
POTEAUX. — CALCUL DE LA RÉSISTANCE DES DIVERS SUPPORTS.

(Premier article.)

Lorsqu'on établit une ligne électrique dans une partie droite de la route, la distance normale entre deux poteaux consécutifs est portée à 75 mètres; mais quand la ligne suit une courbe, cette distance doit varier et être d'autant plus petite que le rayon de la courbe est plus petit et que le nombre des fils supportés par les poteaux est plus grand.

Nous nous proposerons, dans ce travail, de déterminer l'angle minimum entre trois poteaux consécutifs dans l'établissement d'une ligne électrique, et d'en déduire un moyen pratique de marquer sur le terrain la place respective de chaque poteau.

Pour tous les points d'un fil électrique compris entre deux tendeurs, la composante horizontale de la tension du fil est la même, en faisant abstraction des frottements sur les suspensions et s'exprime par πh , π représentant le poids d'un mètre

du fil de fer employé, et h , une quantité ayant avec la flèche la relation

$$h + f = \frac{h}{2} \left(e^{\frac{a}{2h}} + e^{-\frac{a}{2h}} \right)$$

déduite de l'équation de la chaînette; f représente la longueur de la flèche en mètres; a la distance entre les points de suspension; e la somme des termes d'une série équivalente au nombre 2,7182818.

Au moyen de la relation précédente, on pourra, étant donnée une des deux quantités f ou h , déterminer l'autre.

Nous, nous donnerons la flèche dont la longueur ordinaire est de 1 mètre pour une distance de 75 mètres. La formule deviendra :

$$h + 1 = \frac{h}{2} \left(e^{\frac{a}{2h}} + e^{-\frac{a}{2h}} \right).$$

Développant en séries $e^{\frac{a}{2h}}$ et $e^{-\frac{a}{2h}}$, il vient

$$\begin{aligned} h + 1 = \frac{h}{2} & \left(1 + \frac{a}{2h} + \frac{a^2}{2 \cdot 4 h^2} + \frac{a^3}{2 \cdot 3 \cdot 8 h^3} + \right. \\ & \frac{a^4}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 16 h^4} + \dots + 1 - \frac{a}{2h} + \frac{a^2}{2 \cdot 4 h^2} - \frac{a^3}{2 \cdot 3 \cdot 8 h^3} \\ & \left. + \frac{a^4}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 16 h^4} + \dots \right). \end{aligned}$$

Réduisant, on a :

$$1 = \frac{a^2}{8h} + \frac{a^4}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 16 h^3} + \dots$$

Dans les cas ordinaires, h ayant une valeur de beaucoup supérieure à a , on peut annuler tous les termes à partir de

$\frac{a^4}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 16 h^3}$, et l'équation devient :

$$1 = \frac{a^2}{8h}.$$

D'où $h = \frac{a^2}{8}$; et si nous faisons $a = 75^m$

$$h = 703,12.$$

On démontrerait facilement *à posteriori* que les termes à partir de $\frac{a^4}{1. 2. 3. 4. 16 h^3}$ peuvent être annulés.

Si l'on se sert de fil de 4^{mm} de diamètre, la composante horizontale de la tension sera :

$T = (0,002)^2 \times 3,1415 \times 7,79 \times 703,12 = 68^k,82$,
et pour du fil de 3^{mm} :

$$T = \frac{68^k,82 \times 9}{16} = 38^k,71.$$

Ceci posé, cherchons quelle résistance peuvent opposer les poteaux des diverses dimensions employées lorsqu'ils sont plantés dans les conditions ordinaires.

Une pièce quelconque encastrée par une de ses extrémités peut résister à une force P placée à l'autre extrémité et donnée par la formule (1)

$$P = \frac{R I}{N L} \quad (A)$$

R étant un nombre constant pour chaque matière et trouvé égal à 800,000 pour le sapin (dans la pratique on ne doit pas dépasser 700,000);

I le moment d'inertie de la section de rupture pris par rapport à la ligne des fibres invariables et représenté par $\int v^2 du$, c'est-à-dire la somme des produits des divers éléments du qui composent la section de rupture par le carré de la distance v de chaque élément à la ligne des fibres invariables;

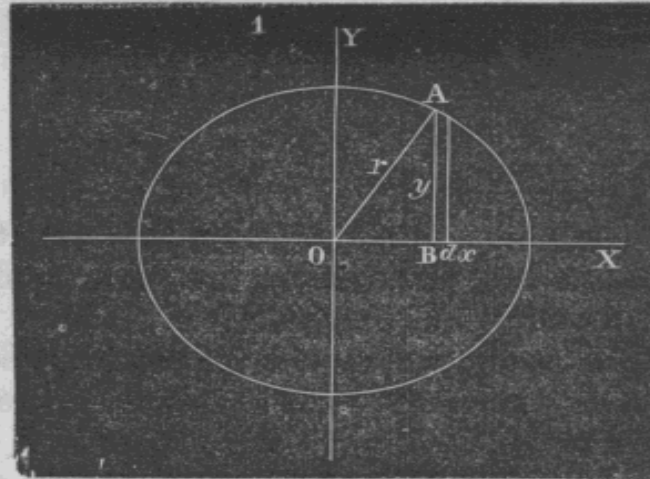
N la distance de la ligne des fibres invariables au point de la section de rupture qui en est le plus éloigné;

L la distance du point d'application de la force à la section de rupture.

Appliquons cette formule au cas d'un poteau ayant la forme

(1) Voir les formules et renseignements pratiques par M. Claudel.

d'un tronc de cône et soumis à une force perpendiculaire à sa hauteur. La ligne des fibres invariables sera le diamètre de la section de rupture perpendiculaire à la direction de cette force.



Désignons par x et y les coordonnées d'un point quelconque A, de la circonférence de la section de rupture, l'axe O Y étant la ligne des fibres invariables. La valeur de I sera représentée par :

$$2 \int_0^r x^2 y \, dx.$$

Mais on a la relation $y^2 + x^2 = r^2$;

$$\text{d'où } y = \sqrt{r^2 - x^2}.$$

Remplaçant y par sa valeur dans l'intégrale précédente, celle-ci deviendra

$$\int x^2 \sqrt{r^2 - x^2} \, dx.$$

Intégrant par parties, on aura :

$$\int x^2 \sqrt{r^2 - x^2} dx = -\frac{x (r^2 - x^2)^{\frac{3}{2}}}{4} + \frac{r^2}{4} \int \sqrt{r^2 - x^2} dx$$

et $\int_0^r x^2 \sqrt{r^2 - x^2} dx = \frac{r^2}{4} \times \frac{1}{2} \pi r^2 = \frac{\pi r^4}{6}$; car

$\int_0^r \sqrt{r^2 - x^2} dx$ représente la surface du demi-cercle ayant r pour rayon :

$$\text{donc } I = \frac{\pi r^4}{4},$$

N est égal à $\frac{r}{2}$ et l'équation (A) deviendra :

$$P = \frac{R \pi r^3}{4 L} \quad (\text{B})$$

Appliquons maintenant cette dernière formule au cas d'un poteau de 6^m de long, 0^m,08 de diamètre au sommet, 0^m,12 à 1^m,50 de la base, et planté à une profondeur de 1^m,50 ; on aura :

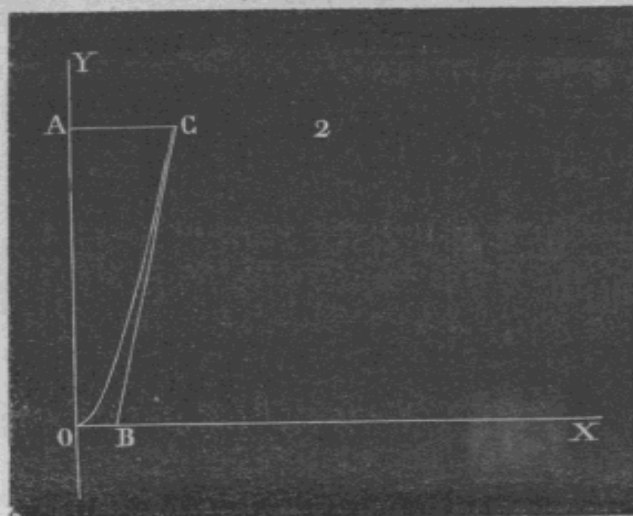
$$P = \frac{700000 \times 3,1415 \times (0,06)^3}{4 \times 4,50} = 26^k,38$$

en supposant que le point d'application de la force soit au sommet du poteau. Le nombre 26^k,38 représentera donc la force maximum que peut supporter un poteau de 6^m, en admettant que toutes les sections comprises entre le point d'encastrement et le point d'application de la force aient une résistance au moins égale à la section d'encastrement ; pour cela, il faut que le rayon de chacune d'elles soit au moins égal à la valeur de r donnée par la formule (B), L représentant alors la distance de la section considérée au point d'application de la force.

Examinons s'il en est ainsi.

De la formule (B) on tire :

$$L = \frac{R \pi r^3}{4 P}$$



Prenons deux axes de coordonnées OX et OY (fig. 2) dont l'origine soit au centre de la section supérieure du poteau ; désignons par y la distance d'une section quelconque au sommet du poteau, et par x le rayon que doit avoir cette section pour avoir la même résistance que la section d'encastrement ; on devra avoir entre x et y la relation :

$$y = \frac{R \pi}{4 P} x^3.$$

Cette équation représentera une courbe du troisième degré dont la forme est indiquée fig. 2, et pour $y = O A = 4^m,50$, on doit avoir $x = A C = 0^m,06$.

La demi-section longitudinale du poteau sera représentée par le trapèze A O B C ; O B = $0^m,04$.

L'équation de la tangente à la courbe est :

$$Y - y = \frac{3 R \pi x^2}{4 P} (X - x).$$

et pour le point $y = 4,50$, $x = 0,06$, on aura :

$$Y - 4,50 = \frac{3 \times 4,50}{0,06} (X - 0,06); \text{ d'où } \\ Y = 225 X - 9.$$

Le point où cette tangente coupe l'axe des abscisses est donné par l'équation $225 X = 9$ d'où $X = 0,04$.

On voit par là que la tangente à la courbe au point d'encastrement est identique avec la ligne C B, arête du poteau ; donc la section faite au point d'encastrement est celle qui offre la plus faible résistance, et toutes les autres sections du poteau ont des rayons supérieurs à ceux donnés par l'équation $y = \frac{R \pi}{4 P} x^3$. On peut donc admettre pour la valeur de P celle trouvée plus haut, 26^k,38.

La quantité dont fléchit le poteau pour une force P est donnée par la formule :

$$f = \frac{4 P L^3}{3 \pi E r^4},$$

E étant un nombre constant pour chaque matière et égal à 1,300,000,000 pour le sapin.

Appliquant cette formule au cas qui nous occupe, on trouve

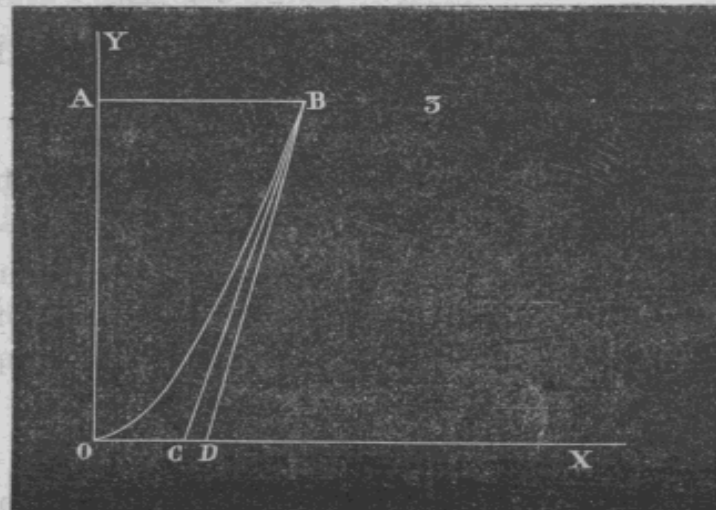
$$f = 0^m,056,$$

valeur qui ne peut avoir aucun inconvénient dans l'établissement d'une ligne.

Considérons maintenant un poteau ayant 7^m,50 de long, 0^m,16 de diamètre à 1^m,50 de la base, 0^m,08 à l'extrémité supérieure, le poteau étant planté à une profondeur de 1^m,50.

Appliquant la formule (B), on aura :

$$P = \frac{700000 \times 3,1415 (0,08)^3}{4 \times 6} = 46^k,91.$$



Cherchons, de même que précédemment, si toutes les sections comprises entre la section d'encastrement et le sommet sont d'une résistance supérieure à celle de la section d'encastrement.

Prenons toujours pour origine des coordonnées le centre de la section supérieure. A B (fig. 3) représentera le rayon de la section d'encastrement = 0^m,08, O A B C la demi-section longitudinale du poteau, O A = 6^m, O C = 0^m,04.

La tangente au point B à la courbe $y = \frac{R \pi}{4 P} x^3$ sera donnée par l'équation :

$$Y - 6 = \frac{3 \times 6}{0,08} (X - 0,08)$$

d'où $Y = 225 X - 12$.

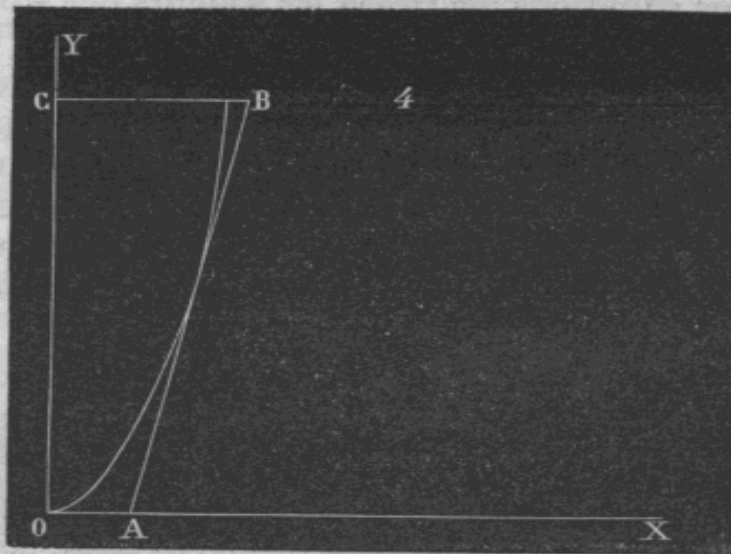
si nous faisons dans cette équation $Y = 0$, on tire

$$X = \frac{12}{225} = 0^m,0533.$$

La tangente coupera donc l'axe des X en un point D tel que l'on ait : O D = 0,0533; on voit par là que la section d'encastrement n'est pas celle de plus faible résistance, et pour qu'on

puisse prendre pour valeur de P celle trouvée plus haut, il faut que le poteau ait pour diamètre à l'extrémité supérieure $0^m,106$.

Pour déterminer la valeur de P admissible, il faut donc chercher quelle est la section de plus faible résistance comprise entre la base et le sommet.



La question se résoudra facilement en construisant une courbe de la forme $y = \frac{R \pi}{4 P} x^3$, avec la condition d'être tangente à la droite $A B$ (fig. 4), les coordonnées du point A étant $x' = 0,04$ $y' = 0$, et celles du point B , $x'' = 0,08$ $y'' = 6$.

L'équation de la droite $A B$ passant par ces deux points sera :

$$y = 150 x - 6,$$

l'équation de la tangente à la courbe est :

$$Y - y = \frac{3 R \pi}{4 P} x^2 (X - x).$$

Il faut donc qu'on ait :

$$(1) \quad \frac{3 R \pi}{4 P} x^2 = 150 ,$$

$$(2) \quad \frac{3 R \pi}{4 P} x^3 - y = 6 ,$$

$$(3) \quad y = \frac{R \pi}{4 P} x^3 .$$

De ces trois équations on tirera les valeurs des trois inconnues x , y , P .

Des équations (2) et (3) on tire $2 y = 6$, d'où $y = 3$, et des équations (1) et (2) $x = 0,06$. La section de plus faible résistance se trouve donc à 3 mètres du sommet, c'est-à-dire au milieu du poteau. La valeur de P s'obtiendra en remplaçant dans l'équation (3) x et y par leurs valeurs on aura :

$$P = \frac{700000 \times 3,1415 (0,06)^3}{4 \times 3} = 39^k,58$$

Telle est la valeur qu'on ne doit pas dépasser lorsqu'on emploie des poteaux de 7^m,50 ordinaires.

Considérons enfin les poteaux ayant 9^m,50 de long, 0^m,20 de diamètre à 2 mètres de la base, 0^m,08 à l'extrémité supérieure, et plantés à une profondeur de 2 mètres.

On verrait, de même que ci-dessus, que la section de plus faible résistance est comprise entre la section d'encastrement et le sommet. Sa distance au sommet et sa résistance s'obtiendront au moyen des équations :

$$\frac{3 \pi R}{4 P} x^2 = 125 ,$$

$$\frac{3 \pi R}{4 P} x^3 - y = 5 ,$$

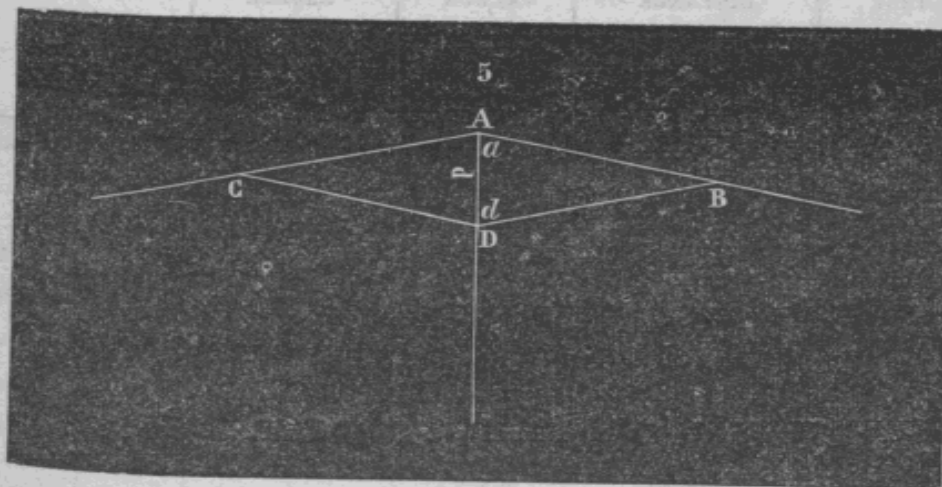
$$y = \frac{R \pi}{4 P} x^3 ,$$

On tire de là $y = 2^m,50$ et $P = 47^k,50$. En comparant les nombres trouvés plus haut, on voit qu'un poteau de 7^m,50 qui

aurait 0^m,106 de diamètre à l'extrémité supérieure, tout en conservant 0^m,16 de diamètre à la base, aurait à peu près la même résistance qu'un poteau de 9^m,50 pris dans les conditions ordinaires ; de sorte que dans l'établissement d'une ligne, on pourrait, sans inconvénient pour leur solidité, soumettre à la même force les poteaux de 7^m,50 comme ceux de 9^m,50.

Comme tous les poteaux de 7^m,50 employés jusqu'à présent dans les lignes électriques n'ont que 0^m,08 de diamètre à la partie supérieure, nous ne considérerons que ceux de cette espèce dans les calculs qui vont suivre.

Connaissant la résistance que peut opposer un poteau, la composante horizontale de la tension d'un fil et le nombre de fils employés, on pourra déterminer l'angle minimum compris entre trois poteaux consécutifs.



Soit T la tension d'un fil, n le nombre de fils, P la résistance que peut opposer le poteau à une force placée au point d'application de la résultante des tensions des divers fils.

La condition d'équilibre sera (fig. 5) :

$$P : n T :: \sin \quad : \sin d ;$$

mais $\sin d = \sin a$, puisque la tension des fils est la même des deux côtés du poteau; d'où $\sin b = \sin (180^\circ - 2a) = \sin 2a$; la proportion deviendra alors :

$$P : n T :: \sin 2a : \sin a$$

d'où $P : n T :: 2 \cos a : 1$

d'où $\cos a = \frac{P}{2 n T}$

On tirera de là la valeur de l'angle D A B, et en doublant on aura l'angle minimum cherché.

Si nous appliquons cette formule, ainsi que les précédentes, aux divers cas qui peuvent se présenter dans une construction de ligne, on en déduira les tableaux suivants.

POUR LES POTEAUX DE 6 MÈTRES.

NOMBRE de FILS.	DISTANCE du point d'encastrement au point d'application de la résultante.	VALEUR de P.	ESPÈCE de FILS.	ANGLE MINIMUM.
1	4 ^m ,50	26 ^k ,38	4 ^{mm}	157° 54'
			3 ^{mm}	140° 10'
2	4 ^m ,40	26 ^k ,98	4 ^{mm}	168° 44'
			3 ^{mm}	159° 56'
3	4 ^m ,30	27 ^k ,61	4 ^{mm}	172° 20'
			3 ^{mm}	166° 20'
4	4 ^m ,20	28 ^k ,27	4 ^{mm}	174° 6'
			3 ^{mm}	169° 32'
5	4 ^m ,10	28 ^k ,96	4 ^{mm}	175° 10'
			3 ^{mm}	171° 24'
6	4 ^m	29 ^k ,68	4 ^{mm}	175° 52'
			3 ^{mm}	172° 40'

POUR LES POTEAUX DE 7^m,50.

NOMBRE de FILS.	DISTANCE du point d'encas- trement au point d'application de la résultante.	DISTANCE du point d'encas- trement à la sec- tion de plus faible résistance.	VALEUR de P.	ESPÈCE de FILS.	ANGLE MINIMUM.
1	6 ^m	3 ^m	39 ^k ,58	4 ^{mm}	146° 34'
				3 ^{mm}	118° 30'
2	5 ^m ,90	2 ^m ,85	40 ^k ,91	4 ^{mm}	162° 54'
				3 ^{mm}	149° 22'
3	5 ^m ,80	2 ^m ,70	42 ^k ,26	4 ^{mm}	168° 16'
				3 ^{mm}	158° 32'
4	5 ^m ,70	2 ^m ,55	43 ^k ,64	4 ^{mm}	170° 54'
				3 ^{mm}	163° 48'
5	5 ^m ,60	2 ^m ,40	45 ^k ,03	4 ^{mm}	172° 32'
				3 ^{mm}	166° 38'
6	5 ^m ,50	2 ^m ,25	46 ^k ,45	4 ^{mm}	173° 34'
				3 ^{mm}	168° 30'

POUR LES POTEAUX DE 9^m,50.

NOMBRE de FILS.	DISTANCE du point d'encas- trement au point d'application de la résultante.	DISTANCE du point d'encas- trement à la sec- tion de plus faible résistance.	VALEUR de P.	ESPÈCE de FILS.	ANGLE MINIMUM.
1	7 ^m ,50	5 ^m	47 ^k ,50	4 ^{mm}	139° 38'
				3 ^{mm}	104° 18'
2	7 ^m ,40	4 ^m ,85	49 ^k ,42	4 ^{mm}	159° 18'
				3 ^{mm}	142° 46'
3	7 ^m ,30	4 ^m ,70	51 ^k ,38	4 ^{mm}	165° 42'
				3 ^{mm}	154° 26'

POUR LES POTEAUX DE 9^m,50 (Suite).

NOMBRE de FILS.	DISTANCE du point d'encas- trement au point d'application de la résultante.	DISTANCE du point d'encas- trement à la sec- tion de plus faible résistance.	VALEUR de P.	ESPÈCE de FILS.	ANGLE MINIMUM.
4	7 ^m ,20	4 ^m ,55	53 ^k ,37	4 ^{mm}	168° 52'
				3 ^{mm}	160° 8'
5	7 ^m ,40	4 ^m ,40	55 ^k ,40	4 ^{mm}	170° 46'
				3 ^{mm}	163° 52'
6	7 ^m	4 ^m ,25	57 ^k ,47	4 ^{mm}	172°
				3 ^{mm}	165° 50'

Dans les trois tableaux qui précèdent, nous avons supposé les fils distants l'un de l'autre de 0^m,20.

Mende, 22 octobre 1855.

E. TROTIN,
Directeur de station.

(La suite prochainement.)

ÉTUDE SUR L'INTENSITÉ DES COURANTS ET LA FORCE MAGNÉTIQUE
DANS LA TRANSMISSION SIMULTANÉE DE DEUX DÉPÊCHES EN
SENS CONTRAIRE PAR LE MEME FIL.

Dans un numéro précédent de ces *Annales* (1), on a expliqué d'une façon élémentaire comment la transmission simultanée de deux dépêches en sens inverse par le même fil peut être obtenue, sans qu'il soit nécessaire d'admettre des propriétés du courant contraires aux théories admises jusqu'à ce jour.

Pour élucider complètement cette question intéressante, il reste à examiner quelles sont les variations que les différentes circonstances de la transmission peuvent faire éprouver aux courants et à la force magnétique développée dans les électro-aimants.

Reportons-nous pour cette étude à la fig. 2 qui est dans le numéro de septembre, à la page 85. Nous emploierons les mêmes notations. Cette figure représentera la première station A ; seulement nous supposerons le dessin complété par une seconde station B, symétrique à la première, et dont toutes les lettres porteront un accent.

Pour que la transmission en sens contraire puisse s'effectuer, il faut que lorsqu'un des postes envoie seul le courant, la force magnétique développée dans l'électro-aimant de son appareil soit nulle, et que lorsqu'il reçoit le courant du poste correspondant, la force magnétique ne change pas, quelle que soit la position de son manipulateur.

Cela posé, nous examinerons successivement les quatre cas

(1) Livraison de septembre 1855, page 81.

de la transmission qui ont été indiqués dans l'article de septembre.

1° A est à l'état de réception, et B envoie le courant;

2° B est à l'état de réception, et A envoie le courant;

3° A et B envoient simultanément le courant;

4° B envoie le courant, et le manipulateur M de A est dans une position intermédiaire entre celle d'émission et celle de réception.

Ce quatrième cas comprendra le cas symétrique où A envoie le courant, et où le manipulateur M' de B se trouve dans la position intermédiaire.

Nous regarderons en premier lieu comme nulle la résistance des deux piles.

Soient :

F, la force électro-motrice de P;

F', celle de P';

V, la résistance du rhéostat Q;

V', celle de Q';

v , la résistance commune aux deux bobines s et t ;

v' , celle des deux bobines s' et t' ;

l , celle de la ligne $e L L' e'$.

Premier cas. A reçoit, et B envoie le courant.

Alors le bouton a repose sur r , le bouton b' sur p' .

Le courant parti de P' se divise au point e' et suit les deux routes suivantes : e', Q', t', g' et $e', L', L, c, d, c, a, r, g, k, s, T, T', s', g'$ (1). Il n'y a pas de dérivation en e , parce que la résistance c, d, c, a, r, g est infiniment petite par rapport à la résistance e, Q, t, g .

(1) La succession des lettres indique le sens du courant.

Suivant la première direction, l'intensité du courant est

$$\frac{F'}{V' + v'}.$$

et suivant la seconde

$$\frac{F'}{l + v + v'}.$$

Les deux courants marchent en sens contraire autour de l'électro-aimant de R'; l'effet magnétique sera nul s'ils sont égaux, ou si

$$V' = l + v.$$

La force magnétique développée en R, proportionnelle à la longueur du circuit s , aura pour expression

$$\frac{v F'}{l + v + v'}.$$

Deuxième cas. B reçoit le courant, et A l'envoie.

En ce moment le bouton b s'applique sur p , le bouton a sur p' .

On arrive à un résultat pareil à celui du cas précédent. Si

$$V = l + v'$$

la force magnétique développée en R est nulle, la force magnétique développée en R' est égale à

$$\frac{v' F}{l + v + v'}.$$

Troisième cas. A et B envoient le courant simultanément.

Alors b communique avec p , b' avec p' .

Pour avoir l'intensité en chaque point du circuit, il faut considérer chaque force électro-motrice comme agissant seule, et faire la somme ou la différence des intensités qu'elles produisent, suivant que les courants vont dans le même sens ou en sens contraire.

La pile P donne lieu à deux courants d'intensité égale à

6..

$$\frac{F}{l + v + v'},$$

le premier suivant s et s' , le second suivant t .

La pile P' en produit également deux d'intensité égale à

$$\frac{F'}{l + v + v'},$$

le premier suivant s et s' , le second suivant t' .

Il est aisé de voir qu'en s et en s' les courants vont en sens contraire, et que l'intensité résultante est

$$\frac{F - F'}{l + v + v'}.$$

La force magnétique développée en R est la différence des effets produits par s et par t ; elle est égale à

$$\frac{v F'}{l + v + v'};$$

la force magnétique développée en R' est

$$\frac{v' F}{l + v + v'}.$$

L'effet produit sur chacun des appareils R et R' est donc le même que dans le cas où un poste seulement envoie le courant.

Quatrième cas. B transmet, et la clef du manipulateur de A ne touche ni le bouton r ni le bouton p .

Le courant de B se divise au point e' suivant les deux routes e', Q', t', g' et $e', L', L, e, Q, t, g, s, T, T', s', g'$, dont les résistances sont $l + v + v'$ et $2(l + v + v')$.

Les intensités sont

$$\frac{F'}{l + v + v'} \text{ suivant la première,}$$

$$\frac{\frac{1}{2}F'}{l + v + v'} \text{ suivant la seconde.}$$

Le courant traverse les deux bobines de l'appareil R dans le même sens; la force magnétique est donc

$$2 v \times \frac{\frac{1}{2} F'}{l + v + v'} \quad \text{ou} \quad \frac{v F'}{l + v + v'}.$$

Elle est encore la même que lorsque le manipulateur M établit la communication *a r*.

La bobine *s'* est parcourue par un courant d'intensité égale à

$$\frac{\frac{1}{2} F'}{l + v + v'};$$

la force magnétique développée est

$$\frac{\frac{1}{2} v' F'}{l + v + v'};$$

elle est

$$\frac{v' F'}{l + v + v'}$$

pour l'autre bobine *t'*. Il y a donc pour l'appareil R' un changement dans son état magnétique, mais sans influence sur la transmission, puisque le manipulateur M doit revenir à la position de réception pour laquelle cette force magnétique est annulée.

L'électro-aimant, au lieu de revenir instantanément à l'état neutre quand le poste correspondant cesse d'envoyer le courant, passe par un état intermédiaire pour lequel il conserve la moitié de son magnétisme.

Cette observation montre qu'il est indispensable dans la manipulation de passer successivement par les deux positions extrêmes du manipulateur, sans qu'on puisse s'arrêter à une position intermédiaire, comme on peut le faire impunément dans le courant d'une transmission ordinaire.

Les choses se passent tout à fait de même quand A transmet et que la clef du manipulateur B ne touche ni le bouton *r'* ni le bouton *p'*.

Lorsque le courant envoyé par l'un des postes change de

sens, l'aimantation produite dans l'appareil de l'autre poste change également de sens et garde la même valeur absolue dans toutes les positions du manipulateur : aussi la transmission peut-elle également s'effectuer avec les appareils pour lesquels cette inversion a lieu.

Nous avons jusqu'ici considéré les deux piles P et P' comme n'ayant pas une résistance comparable à celle de la ligne et des bobines. Mais il n'en est pas ainsi, en général, dans la pratique. Il arrive alors que si le poste A envoie le courant, il passe entièrement par e' , a' , r' , g' quand a' communique avec r' ; tandis que dans l'autre position du manipulateur M', le courant se divise en e' , suivant e' , b' , p' , P' et e' , Q', t' , g' .

On peut rendre ces deux états identiques pour la pile P, en plaçant sur le parcours du fil $r' g'$ une résistance égale à celle de la pile P' ; et comme cette résistance peut varier, on emploiera un nouveau rhéostat.

Pour la même raison, un quatrième rhéostat sera placé sur le parcours du fil $r g$.

Les deux premiers rhéostats Q et Q' ont pour but de rendre égales, d'une part, les résistances totales $g T T' L' L e$ et $g Q e$; d'autre part, les résistances totales $g' T' T L L' e'$ et $g' Q' e'$.

Quand les piles n'ont pas de résistance, nous avons vu que ces conditions sont remplies si $V = l + v'$, et $V' = l + v$.

Si ρ est la résistance de la pile P, et ρ' celle de la pile P', on est conduit aux deux équations :

$$V + v = l + v + v' + \frac{\rho' (V' + v')}{\rho' + V' + v'},$$

$$V' + v' = l + v + v' + \frac{\rho (V + v)}{\rho + V + v} ;$$

et en posant

$$\begin{aligned} V + v &= x \\ V' + v' &= x' \\ l + v + v' &= m, \end{aligned}$$

on a

$$x = m + \frac{\rho' x'}{\rho' + x'}, \quad (1)$$

$$x' = m + \frac{\rho x}{\rho + x}. \quad (2)$$

si $\rho = \rho'$, $x = x' = \frac{m + \sqrt{m(m + 4\rho)}}{2}$.

Les résistances V , V' , ρ , ρ' des quatre rhéostats ne pourront se déterminer expérimentalement que par une série de tâtonnements qui présenteront quelques difficultés pratiques, à cause de la liaison intime de ces quatre valeurs.

Il reste à examiner le cas particulier où l'un des postes, par exemple B, envoie le courant, le manipulateur de l'autre poste A étant dans la position intermédiaire que nous avons signalée déjà.

Le courant se divise en e' et suit les deux routes e' , Q' , t' , g' et e' , L' , L , e , Q , t , g , s , T , T' , s' , g' . Dans la ligne principale, le courant est sensiblement réduit de moitié; par conséquent, la force magnétique développée dans le circuit s' est diminuée; mais ce changement, comme nous l'avons expliqué, n'a pas d'influence, si on a soin au poste A de revenir immédiatement à la position de réception.

Voyons en détail ce qui se passe en A.

Les deux dérivationes qui aboutissent en e' et en g' ont pour résistance, en conservant les notations précédentes, x' et $x + m$;

La résistance totale est

$$\rho' + \frac{x' (x + m)}{x' + x + m};$$

L'intensité du courant sur la ligne principale et suivant s et t est :

$$\frac{x' I'}{\rho' (x' + x + m) + x' (x + m)}.$$

Le courant parcourant les deux fils de l'électro-aimant R, la force magnétique a pour expression

$$E_1 = \frac{2 v x' F'}{\varphi' (x' + x + m) + x' (x + m)},$$

et en vertu des équations (1) et (2)

$$E_1 = \frac{v x' F'}{x (\varphi' + x')}.$$

Comparons cette valeur de E_1 à la force magnétique E qui est développée dans l'électro-aimant R quand le poste A est à la position de réception, c'est-à-dire quand a communique avec r , et pour cela, déterminons la valeur de E .

Quand a communique avec r , le courant de la pile P' subit deux dérivations, l'une en e' , l'autre en e .

L'intensité du courant suivant s est

$$\frac{F'}{x' + 2 \varphi'};$$

suivant t , elle est égale à la précédente multipliée par $\frac{\varphi}{\varphi + x}$.

Comme les deux courants vont dans le même sens autour de l'électro-aimant, la force magnétique développée est

$$E = \frac{v F' (x + 2 \varphi)}{(x' + 2 \varphi') (x + \varphi)}.$$

Il est aisé de voir, en tenant compte des équations (1) et (2), que les deux valeurs de E et de E_1 sont égales, quelles que soient d'ailleurs celles de φ et de φ' .

On peut donc considérer le problème de la transmission simultanée en sens contraire par le même fil comme complètement résolu, au moyen de quatre rhéostats réglés convenablement. On remarquera d'ailleurs que nous n'avons fait aucune hypothèse spéciale sur la nature des appareils, et que la modification peut s'appliquer à tous les modèles de récepteurs.

Il nous paraît toutefois difficile de voir dans cette réalisation autre chose qu'une curieuse expérience de cabinet. Outre que

la manœuvre des rhéostats exigera toujours des soins trop minutieux pour qu'un pareil système soit adopté dans la pratique, il suffit de suivre le travail d'un bureau télégraphique pour se convaincre que deux postes correspondants doivent à chaque instant pouvoir s'interrompre dans le courant d'une transmission, soit pour faire répéter des mots mal compris, soit pour collationner les dépêches, et dès lors une pareille disposition reste sans résultat.

Nancy le 25 octobre 1855.

E.-E. BLAVIER,

Inspecteur des lignes télégraphiques.

L'APPAREIL MORSE.

SA DESCRIPTION. — SES MODIFICATIONS.

(Premier article.)

Avant même que la pile fût inventée par Volta, la vitesse de propagation de l'électricité donna l'idée d'employer cet agent à la transmission de signaux télégraphiques ; mais ce n'est que depuis la découverte de la pile et les travaux de Ohm, Oersted, Ampère, Arago, Fechner, Jacobi, Faraday, etc., qui ont fait connaître les lois de propagation et d'action de l'électricité, qu'il a été possible de construire des appareils électro-télégraphiques susceptibles d'être appliqués ailleurs que dans un cabinet de physique.

Les appareils électro-télégraphiques se divisent naturellement en trois classes, par la manière dont le courant électrique signale sa présence ou son absence. Ce sont : 1° les appareils à aiguilles, dans lesquels les signaux sont formés par la combinaison du nombre d'oscillations qu'on imprime en divers sens à un ou deux petits barreaux de fer ou d'acier au moyen de courants interrompus ou inversés ; 2° les appareils à style, dans lesquels une pointe donne sur une bande de papier des traces différentes par leur durée et produisant par leurs combinaisons les signaux télégraphiques ; 3° enfin, les appareils à échappement, dans lesquels le courant met en jeu ou arrête un mouvement d'horlogerie au moyen de l'organe appelé échappement : ce sont les diverses positions d'une aiguille ou d'un cadran entraînés par ce mouvement d'horlogerie,

qui constituent les signaux télégraphiques ; ces diverses positions peuvent d'ailleurs être accusées d'une manière permanente, comme cela a lieu dans les appareils imprimants. Tous les télégraphes connus jusqu'à ce jour rentrent dans l'une de ces trois classes.

Notre intention n'est pas, dans ce travail, de décrire, d'étudier et de comparer les télégraphes de chacun de ces systèmes ; nous ne nous occuperons, quant à présent, que des appareils du second système, des modifications qu'ils ont subies et des perfectionnements qu'il nous paraît possible d'y apporter. La question offre d'ailleurs un grand intérêt d'actualité ; adopté maintenant par l'administration française, choisi pour la transmission des correspondances internationales aux termes des deux traités conclus, le premier à Berlin le 29 juin 1855 pour le nord de l'Europe, le second à Paris le 29 décembre suivant pour le sud, d'une manipulation facile, simple dans sa construction, le système Morse réunit à l'avantage d'être un bon télégraphe, celui de permettre les communications directes entre les points les plus divers et les plus éloignés de l'Europe.

L'idée fondamentale du télégraphe à style est venue à MM. Morse et Jackson dès 1832. Le courant électrique formait sa trace lui-même en s'échappant à travers une bande de papier déroulée par un mouvement d'horlogerie. Ce papier, imprégné de substance chimique incolore, était marqué de points ou de traits lorsque la substance était décomposée par le courant qui s'échappait du style. MM. Morse et Jackson ont aussi employé du papier sec ou à peu près, qu'ils brûlaient par le courant ; la combinaison des petits trous ainsi produits formait les signaux. Cette idée est certainement l'idée mère de tous les télégraphes à style.

Après une étude approfondie des recherches faites sur l'électro-magnétisme, M. Morse, en 1836, modifia cette première

disposition. Au lieu d'employer le courant à marquer lui-même la trace de son passage, il lui faisait aimanter un électro-aimant dont l'armature mobile, fixée à un levier mobile autour d'un axe, entraînait ce levier vers l'électro-aimant, malgré l'effort opposé d'un ressort de rappel qui ne pouvait éloigner le levier que lorsque le courant cessait. Pour marquer ce mouvement oscillatoire, M. Morse avait attaché à l'extrémité du levier opposée à l'armature, un pinceau imprégné de couleur qui s'appuyait sur une bande de papier parallèle au plan d'oscillation du levier et se déroulait perpendiculairement à l'arc décrit par le pinceau. Par cette disposition, les traces avaient la forme représentée fig 1 (1). On conçoit que la combinaison de ces diverses traces pouvait former des lettres. Nous verrons plus tard comment M. Froment a réalisé cette idée que M. Morse abandonna, lors de son retour d'Europe, dans son brevet pris aux États-Unis, le 20 juin 1840. Il avait eu son brevet en France en 1838.

Dans son brevet américain, M. Morse ne marque plus les oscillations du levier au moyen d'un pinceau ; il l'arme à son extrémité d'un levier en acier qui, éloigné du papier quand le courant ne passe pas, ne vient presser contre lui et y imprimer sa trace par gaufrage que lorsque le courant passe. Pour produire ce résultat, le papier est perpendiculaire au mouvement d'oscillation du levier et à l'arc décrit par le style.

Cette impression par gaufrage exige une force magnétique considérable qui ne peut être produite par le faible courant que la résistance des longs conducteurs permet seule de transmettre à de grandes distances. Pour vaincre cette difficulté, M. Morse appliqua à son appareil un organe de mécanique électro-magnétique, breveté par M. Wheastone, le 12 juin 1837 : c'est le relais dont le professeur américain a breveté en Amérique l'application à son appareil, le 11 avril 1846. Le

(1) Les figures sont réunies à celles des articles suivants.

relais n'est autre chose qu'un appareil Morse dans lequel le levier, au lieu de marquer une trace sur le papier, ne fait que fermer ou ouvrir un circuit conducteur dans lequel sont intercalés : 1° une pile autre que celle qui met le relais en mouvement, et 2° l'appareil sur lequel on veut agir.

Primitivement le relais ne servait qu'à établir la communication pour une pile dite *locale*, placée dans le même lieu que le récepteur et par conséquent agissant sur l'électro-aimant de cet instrument avec toute sa puissance, sans aucune résistance intermédiaire; mais lorsque M. Robinson fut appelé par le gouvernement prussien pour l'établissement des appareils Morse sur les lignes télégraphiques, on s'aperçut bientôt que, même avec le relais local, il fallait employer une pile considérable. Il émit l'idée de faire servir les relais à établir le courant, non plus pour l'appareil récepteur du même poste télégraphique, mais pour la ligne elle-même; en sorte que lorsqu'une distance à franchir est trop considérable, on la divise en plusieurs parties à l'intersection desquelles on installe un relais qui, recevant le courant de l'une des stations voisines, le transmet à l'autre; on peut ainsi franchir toute distance.

Cette idée, donnée en Allemagne par l'américain Robinson et qu'on y a mise à exécution en 1848, avait, dit-on, été employée en Amérique en 1846, mais tenue secrète. Or, à la même époque à peu près, c'est-à-dire à la fin de 1845, le relais avait été employé de la même manière en France sans que l'on eût pu avoir connaissance du procédé américain.

On avait, à cette époque, établi à Paris une communication souterraine par les égouts, au moyen de cordes enduites de glu marine (1) et dont l'âme était un fil de cuivre. Cette disposition réussit pendant quelques mois, mais la glu marine se fendilla bientôt; il en résulta des pertes de courant telles que le poste de la gare Saint-Lazare, qui avait été transporté à l'administra-

(1) La gutta-percha n'était pas encore connue en France.

tion centrale, ne pouvait plus communiquer avec Rouen. On imagina alors d'établir à la gare Saint-Lazare un système de relais qui, recevant le courant de l'administration centrale, en transmettait un nouveau à Rouen et réciproquement. Dans cet appareil, qui ne différait que par la forme des relais aujourd'hui employés, le problème de la réciprocité de transmission des deux stations extrêmes sans l'intervention aucune des *postes-relais* était résolu; il ne l'a été en Allemagne que beaucoup plus tard.

Un autre perfectionnement des relais, qui est dû à l'Allemagne, a été de faire envoyer le courant de la station-relais à la suivante, non plus par le relais lui-même, mais par le récepteur; en sorte que le relais ne renouvelle plus le courant que pour le récepteur qui y est annexé, et que c'est le levier de ce récepteur qui établit le courant à envoyer à la station correspondante.

Voici le motif de cette disposition : l'électro-aimant du relais recevant son courant de loin, n'a qu'un magnétisme peu intense, et par suite la pression de son levier sur les contacts n'est que faible, inconvénient qui se fait moins sentir pour un courant énergique comme celui qui fait mouvoir le récepteur adjacent, que pour un courant faible tel que celui qui est envoyé sur la ligne. L'électro-aimant du récepteur, au contraire, subissant l'action d'un courant très-fort, a un magnétisme très-puissant; les pressions contre les contacts sont énergiques comme doivent être celles qui établissent le courant pour un conducteur qui lui offre une grande résistance.

Examinons maintenant l'appareil qu'en France on appelle *manipulateur* et dont le nom le plus convenable serait *transmetteur*. Le premier que M. Morse ait fait construire était, à proprement parler, un *composeur*; c'est-à-dire que la fonction du transmetteur étant de produire et d'interrompre le courant à des intervalles convenables, il avait disposé des formes composées de parties saillantes et rentrantes, qu'il plaçait dans

une cannelure creusée en hélice autour d'un cylindre. Ce cylindre avait un arbre taillé en vis, en sorte qu'en le faisant tourner il avançait en même temps dans le sens de son axe. Le pas de la vis de cet axe était le même que celui de la rainure hélicoïdale du cylindre; de cette manière, les diverses formes placées dans la cannelure venaient passer au-dessous d'un levier, faisaient envers lui l'office de *comes* et lui imprimaient ainsi un mouvement de va-et-vient qui donnait les contacts convenables pour produire le courant. Nous nous étendrons plus loin sur cette disposition qui d'ailleurs a été abandonnée par son auteur; il lui avait donné le nom de *port-rule*.

Le manipulateur construit ensuite par M. Morse se composait d'un ressort droit, flexible, sur lequel on pressait pour relier métalliquement entre eux deux buttoirs dont l'un communiquait avec la pile et l'autre avec la ligne.

Ce mécanisme fut bientôt remplacé par un levier solide, mobile autour d'un axe et relevé par un ressort. En pressant sur le levier, on le faisait buter sur une pièce métallique en communication avec la pile; l'arbre et par suite le levier étaient en communication avec le fil de ligne, dans lequel étaient intercalés les deux récepteurs. De cette manière, les deux appareils, celui de la station qui transmettait et celui de la station qui recevait, marchaient tous les deux, à moins que la première station n'empêchât son papier de se dérouler; la station qui ne transmettait pas devait avoir toujours son levier en contact avec le bouton de pile, ce que l'on produisait en relevant ce dernier. Il résultait de cette disposition que, dans l'intervalle des transmissions, les deux stations devant être disposées pour recevoir, le courant circulait pendant tout ce temps sur la ligne, au grand détriment des piles.

Pour obvier à cet inconvénient, on eut recours à la disposition qui, dès 1846, avait été employée dans les manipulateurs à colonne en usage en France, et dès le commencement de 1845, c'est-à-dire à l'ouverture de la première ligne électrique française, dans les manipulateurs à roues interruptrices. Cette

disposition consiste à faire en sorte que dès que le fil de ligne n'est plus en contact avec la pile, il soit en contact avec le fil de terre dans lequel on a intercalé l'appareil ; de cette manière, le récepteur n'est dans le circuit de la ligne qu'autant que la station dont il fait partie ne travaille pas ; il suffit alors de cesser de transmettre pour être apte à recevoir, sans qu'aucun courant circule d'une manière permanente sur la ligne.

Pour arriver à ce résultat, voici la disposition adoptée dans le manipulateur Morse. Le levier est double, c'est-à-dire que l'axe de rotation est en son milieu ; de deux saillies revêtues de platine, l'une, fixe, est placée à son extrémité antérieure, l'autre, rendue mobile par une vis (figure 2), est placée à son extrémité postérieure ; elles viennent toutes deux porter alternativement contre deux butoirs P et R en communication, l'un P avec la pile, l'autre R avec l'un des bouts du fil du relais, dont l'autre est en contact avec la terre ; quant au levier lui-même, il communique avec le fil de ligne. Dans l'état de repos, le ressort relève le levier et la saillie *r* communique avec le butoir R, en sorte que tout courant venant de la ligne se perd dans la terre en passant par le relais du récepteur. Quand, au contraire, on presse sur le levier par son bouton antérieur, la saillie *r* porte sur le butoir P, en sorte que la pile est en communication avec le fil, sans que le relais du récepteur du poste qui transmet, soit traversé par ce courant.

Cet historique du système Morse terminé, nous passons à la description de l'appareil tel qu'il est employé dans l'administration française ; nous indiquerons ensuite les améliorations introduites dans les dispositions de ses diverses parties, et enfin celles que nous croyons utile d'y apporter.

La suite prochainement.)

E. G.

DES DIVERS MODES D'ÉTABLISSEMENT DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES DANS L'EUROPE CENTRALE.

(Premier article.)

Les lignes de télégraphie électrique *aérienne*, ainsi nommées par opposition aux lignes souterraines et sous-marines, se composent uniformément, dans toute l'Europe, d'un certain nombre de conducteurs ou fils métalliques convenablement espacés entre eux et maintenus en l'air par des poteaux en bois de quelques mètres de hauteur.

Afin d'empêcher les dérivations de courant d'un fil à l'autre et dans le sol, qui se feraient par le bois humide en temps de pluie, on interpose entre les fils et les poteaux des corps parfaitement isolants, tels que le verre, le grès ou la porcelaine, et l'on donne à ces corps une forme particulière, de manière à maintenir à l'état sec une partie de leur surface.

On prévient le contact des fils entre eux et la confusion de courants qui en serait la suite, en les maintenant toujours bien tendus et dans un parallélisme constant, soit au moyen d'arrêts ou clavettes qui fixent le fil à chaque isolateur, soit à l'aide de tendeurs ou treuils placés à de longs intervalles et sur lesquels on peut enrouler le fil, qui glisse alors librement sur les supports intermédiaires.

Une ligne électrique aérienne comprend donc dans ses éléments essentiels :

- 1° Les fils métalliques,
- 2° Les poteaux de support,
- 3° Les isolateurs, et, comme complément, les arrêts ou tendeurs.

Ce sont ces diverses parties que nous allons examiner sommairement dans leur état actuel en Europe.

Des fils.

Les premières lignes électriques ont été construites avec des fils de cuivre de 2 millimètres et demi de diamètre.

Le cuivre est en effet un des corps qui conduisent le mieux l'électricité. On y a pourtant renoncé bientôt, parce qu'il est d'un prix élevé et qu'il ne résiste pas à de fortes tractions. On pense d'ailleurs que ce métal subit, sous l'influence répétée des courants, une modification moléculaire qui le rend aigre et cassant.

On ne voit plus aujourd'hui de fils de cuivre que sur certaines parties des lignes autrichiennes et allemandes où la faiblesse du matériel de support exige un fil très-léger. Partout ailleurs on emploie des fils de fer, qui, moyennant une section plus grande, peuvent avoir une conductibilité égale ou même supérieure à ceux de cuivre, et offrent plus de garantie contre les chances de rupture.

Le diamètre des fils de fer doit varier et varie en effet suivant le plus ou moins de solidité des supports en usage dans chaque pays. Il doit être le plus fort possible, de manière à diminuer la résistance du courant, dans les transmissions à grande distance. Sur certaines lignes suisses, le fil n'a que 2 millimètres $\frac{1}{4}$ de diamètre, tandis qu'on en voit en Prusse de 5 millimètres.

La France et la plupart des pays voisins ont adopté le fil de 4 millimètres. Cette dimension paraît bien convenir; elle est suffisamment maniable pour la construction et la réparation des lignes, et n'exige pas une solidité exagérée dans les points d'attache.

On galvanise généralement les fils pour les préserver de la rouille. Il serait aussi très-avantageux, selon nous, de les garantir autant que possible du contact de l'air par une ou plusieurs couches de peinture à l'huile ou d'un autre enduit isolant. Si l'on peut considérer l'air sec comme un corps non

•

conducteur, il n'en est point tout à fait de même de l'air humide, et cette cause de déperdition, si minime qu'elle soit, agissant sur tous les points de la surface du fil, ne paraît pas négligeable, surtout par les temps de brouillard. En supposant que la couche isolante ne puisse être appliquée également et conservée sur tous les points du fil, elle le couvrira du moins pour la plus grande partie, et diminuera la déperdition par l'air et aux points d'attache; dans bien des cas, elle atténuera de même les effets d'un contact accidentel entre les fils. Enfin on peut espérer par ce moyen soustraire en partie les lignes aux influences si fâcheuses de l'électricité atmosphérique et aux perturbations qui en résultent.

On ne peut faire une ligne avec un fil continu, et les fils sont d'ailleurs sujets à se rompre. Il faut donc trouver le moyen de les relier entre eux. En certains pays, on s'était contenté jusqu'à ces derniers temps de contourner autour d'un même boulon les extrémités des fils à rejoindre, ou bien de les réunir par une simple torsade. Ces moyens paraissent défectueux, car il n'y a jamais ainsi adhérence parfaite entre les fils; une légère couche d'oxyde ou de poussière peut faire obstacle au passage du courant.

En France, on a essayé de souder les torsades, et c'était un progrès; on continue de le faire en Belgique.

Sur les lignes allemandes, on procède avec plus de soin encore. Après avoir plié en crochet à angle droit et d'un centimètre à peu près l'extrémité de chaque fil, on croise les deux bouts l'un sur l'autre de 10 à 15 centimètres, et l'on fait une ligature entre les deux crochets au moyen d'un fil de cuivre mince ou de laiton roulé en hélice à pas très-serrés. On soude par dessus, et la jonction ne forme plus alors qu'un tout métallique parfaitement solide et compacte qui ne gêne en rien le passage du courant.

L'espacement des fils dans le sens vertical est subordonné à leur nombre et au mode de tension en usage. Dans les pays comme l'Allemagne, où le nombre des fils est restreint, leur

distance est toujours de 40 centimètres au moins, le plus souvent de 50 et même davantage.

En France, où les correspondances télégraphiques ont pris de grands développements, on compte jusqu'à vingt fils sur le même poteau. L'intervalle qui les sépare se trouve réduit alors à 20 centimètres. C'est un inconvénient; mais l'emploi de tendeurs énergiques et permanents compense les effets de dilatation et permet d'éviter les mélanges, ce qu'on ne pourrait faire en Allemagne, où les fils sont tendus une fois pour toutes et fixés par des arrêts.

La courbe des fils n'a jamais plus d'un cent-vingtième de flèche sur les lignes françaises; elle a quelquefois le double sur les lignes allemandes.

Quand on place plusieurs fils sur le même poteau, on les distribue généralement à des hauteurs différentes sur les deux faces, de manière à éviter leur contact dans le sens horizontal. Il est également très-avantageux, si le système d'isolateurs le permet, de mettre les fils d'une même face dans des plans verticaux différents, de manière qu'ils ne puissent tomber l'un sur l'autre.

Des poteaux de support.

Les poteaux de support sont en bois. On ne peut regarder comme une dérogation sérieuse à cette règle, les colonnes en fonte employées en France pour la traversée de quelques villes, et les poteaux en fer creux, à pas de vis à leur base, essayés à Berlin, pour éviter de creuser le sol.

Le prix élevé de ces systèmes sera toujours un obstacle à leur adoption sur les lignes.

Les espèces de bois employées dépendent des ressources forestières de chaque pays; mais on s'accorde à préférer les essences résineuses qui présentent des brins d'une belle venue et d'une longue durée.

Les dimensions varient beaucoup, depuis la simple perche de 5^m,50 ou 6 mètres qu'on rencontre parfois en Belgique et en

Suisse, jusqu'à de véritables poutrelles dressées et équarries comme on en voit en Piémont. En général, on a reconnu l'inconvénient des dimensions trop faibles. Les lignes ainsi construites gênent la circulation et sont sujettes à se rompre; elles obligent à multiplier les supports et par suite les chances de dérivation.

L'économie sur les frais de premier établissement est d'ailleurs compensée par un entretien plus coûteux et un renouvellement plus rapide.

On emploie presque partout aujourd'hui, pour les lignes nouvelles, des brins écorcés de 8 à 10 mètres de hauteur et dont le diamètre varie de 16 à 20 centimètres à la base et de 10 à 12 à la partie supérieure.

Les poteaux sont enfoncés en terre de 1^m,50 centimètres pour les petites dimensions, de 2 mètres pour les plus grandes. On les consolide au besoin à l'aide de pierres ou d'un dé en maçonnerie, quand la nature du sol ne permet pas de creuser à une grande profondeur.

Dans les pays où les bois sont chers, comme en France et en Belgique, on les imprègne d'une matière préservatrice qui consiste en une dissolution saturée de sulfate de cuivre, injectée par pression immédiatement après l'abattage, alors que l'arbre possède encore toute sa porosité.

Partout ailleurs on se contente de carboniser les poteaux à leur partie inférieure et de les enduire de goudron jusqu'à 1 mètre au-dessus du sol, souvent même on néglige cette dernière précaution. La préparation des bois par le sulfate de cuivre double ou triple même leur valeur dans certains pays. On paraît croire à l'étranger que l'augmentation de durée ne compensera pas le surcroît de dépense, et l'on se demande, d'autre part, si le sulfate de cuivre n'augmente pas d'une manière notable la conductibilité des bois. En France, on regarde ces questions comme résolues par sept années d'expériences, et l'injection des bois est définitivement adoptée.

On peint généralement les poteaux pour leur conservation et leur embellissement. Dans tous les pays étrangers, on couvre

leur partie supérieure d'une cloche qu'on utilise souvent comme isolateur pour un fil, ou simplement d'une plaque de zinc, d'une tuile ou d'une matière goudronneuse, pour empêcher l'infiltration des eaux. On taille quelquefois le sommet en plan incliné pour faciliter l'écoulement.

L'espacement des poteaux est proportionné à leurs dimensions ; ceux de 6 mètres et plus sont placés, en France, à 75 mètres l'un de l'autre, et en Allemagne à 40 ou 50 mètres seulement. Les grandes portées ont l'avantage de diminuer le nombre de points d'appui et par suite les chances de dérivation dans le sol. On ne peut prescrire à cet égard des règles rigoureuses, car il faut tenir compte des circonstances locales. Les poteaux sont nécessairement plus rapprochés dans les courbes. On voit au contraire, dans les montagnes, des portées de 400 mètres et plus.

Aux points de forte traction, tels que les tournants et les changements brusques de niveau, on met soit des poteaux d'un diamètre plus fort, soit des poteaux accouplés à l'aide de boulons ou d'une double plate-bande. On consolide aussi quelquefois les poteaux par des étais ou haubans. Ce dernier moyen, d'un effet disgracieux, n'est pas admis en France.

(La suite prochainement.)

GAILLARD,

Inspecteur des lignes télégraphiques.

NOUVELLES DIVERSES.

On lit dans l'*Indépendance belge*, numéro du 4 janvier 1856 :

« Le *Moniteur* français annonçait dernièrement qu'un traité relatif à des améliorations dans le service des dépêches télégraphiques venait d'être signé à Paris. Nous pouvons aujourd'hui donner sur ce traité les détails authentiques suivants :

» A la suite de la conférence télégraphique qui s'est réunie à Berlin au mois de juin dernier, l'administration des lignes télégraphiques françaises, dont les propositions libérales n'avaient été adoptées que dans une limite trop restreinte, a dû chercher à réaliser, en dehors de l'Union allemande, une réduction reconnue nécessaire dans les tarifs internationaux.

» Le moyen le plus sûr d'atteindre ce but était de s'entendre avec la Belgique et les Etats du sud de l'Europe. Cette idée fut accueillie avec chaleur par M. le ministre de l'intérieur de France. D'après ses ordres, un projet de convention a été immédiatement préparé, et M. le ministre des affaires étrangères s'est empressé de le faire communiquer aux gouvernements de Belgique, d'Espagne, de Sardaigne et de Suisse.

» L'appel fait par le gouvernement français a été entendu : de nouvelles conférences ont eu lieu à Paris pendant le mois de décembre.

» Les administrations télégraphiques étaient représentées comme il suit :

» *France* : M. le vicomte de Vougy, directeur général des lignes télégraphiques.

» *Belgique* : M. Masui, directeur général des chemins de fer, postes et télégraphes.

» *Espagne* : M. le brigadier Mathé, directeur général des télégraphes.

» *Sardaigne* : M. le chevalier Bonelli, directeur général des télégraphes.

» *Suisse* : M. le docteur Brunner, directeur central de l'administration des télégraphes.

» M. le ministre des affaires étrangères, qui n'avait pu prendre part lui-même aux travaux de la conférence, avait délégué, pour le remplacer, deux fonctionnaires de son département : M. Levasseur, ministre plénipotentiaire, chargé de présider la commission en l'absence du ministre, et M. de Clercq, sous-directeur.

» Les principales modifications au tarif international, adoptées par la conférence, sont :

» 1° L'agrandissement des zones et leur mesure d'après le système décimal, en prenant pour base une première zone de dix myriamètres avec un élargissement progressif de cinq myriamètres pour les zones suivantes ; le rayon de la première zone n'était autrefois que de sept myriamètres et demi ;

» 2° La réduction de la dépêche simple à quinze mots (non compris cinq mots accordés gratuitement pour l'adresse) et l'abaissement de la taxe de cette dépêche à 1 fr. 50 (soit dix centimes par mot) au lieu de 2 fr. 50 c. pour la première zone, taxe perçue jusqu'à ce jour ;

» 3° Enfin, le public se plaignait vivement d'être obligé de payer autant pour une dépêche de vingt-six mots que pour une dépêche de cinquante, et autant pour cinquante et un mots que pour cent.

» L'administration française a toujours appliqué une règle plus équitable, la longueur des dépêches à l'intérieur variant de dix mots en dix mots.

» La conférence s'est montrée plus soucieuse encore des intérêts des expéditeurs ; elle a décidé, conformément aux propositions des commissaires français, que la taxe de la dépêche simple serait augmentée d'un tiers pour chaque série de cinq mots, ou fraction de série au-dessus de quinze mots.

» Les résolutions de la conférence ont été converties en un traité que M. le ministre des affaires étrangères a signé, le 29 décembre, avec MM. les commissaires étrangers.

» Ce traité réalise un dégrèvement notable au profit du public et tend à la généralisation du système décimal de monnaies et de mesures. C'est enfin un acheminement vers le traité définitif qui unira sans doute plus tard les divers Etats de l'Europe.

» Nous sommes heureux de pouvoir dire que ces résultats importants sont dus à l'active initiative de M. le ministre de l'intérieur et à l'intelligence éclairée et progressive de l'administration des télégraphes de France. »

M. le directeur général des lignes télégraphiques a soumis à M. Le Verrier, directeur de l'Observatoire impérial, les intéressants travaux de M. Le Seurre sur la transmission télégraphique au moyen de la réflexion des rayons solaires (1). Les conclusions du célèbre astronome ont été entièrement favorables à une application en grand du système de M. Le Seurre, après, toutefois, qu'elle aura été précédée d'expériences faites à Paris, au sein même de l'Observatoire. S. Exc. M. le maréchal ministre de la guerre, sur la proposition de son collègue de l'intérieur, a bien voulu accorder les fonds nécessaires pour ces expériences, dont il sera rendu compte dans les *Annales*.

Le jury a récompensé par une médaille de 1^{re} classe les ingénieux travaux de M. Pouget-Maisonneuve, inspecteur des lignes télégraphiques. On remarquait parmi les nombreux appareils exposés par M. Pouget, de très-beaux échantillons de papier électro-chimique. (Voir la livraison d'août, p. 74.)

(1) Voir les livraisons d'octobre et de novembre, p. 113-127, et 137-153.

On lit dans les journaux de la Nouvelle-Orléans, novembre dernier :

« La ligne télégraphique du Sud est enfin en voie d'opération entre la Nouvelle-Orléans et la Mobile ; un câble sous-marin a été établi aux Rigolets dans les cinq jours qui viennent de s'écouler. Cette portion de la ligne qui se trouve entre la Mobile et New-York fonctionne depuis un mois et demi, et tout fait espérer que les fils nous transmettront régulièrement les nouvelles entre cette ville et New-York. »

Errata du numéro de novembre 1855.

Page 153, ligne 7. — Au lieu de : le manchon M
Lisez : le manchon *m*.

Page 157, ligne 6. — Au lieu de : et réciproquement les séparations
lisez : et réciproquement ; les séparations

Page 161, ligne 2. — Au lieu de : $n = \frac{e}{h\lambda}$
lisez : $n = \frac{k\lambda}{e}$

Page 165, ligne 12. — Au lieu de : en B
lisez : de B

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,

ÉMILE SAIGEY.

PARIS. — IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLEON CHAIX ET C^{ie}, RUE BERGÈRE, 20. — 582

1856
—
JANVIER

ANNALES

Deuxième Année
—
PREMIÈRE LIVRAISON

TÉLÉGRAPHIQUES.

DE L'ÉTABLISSEMENT DES SUPPORTS DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES. —
EMPLOI DU GRAPHOMÈTRE POUR DÉTERMINER L'EMPLACEMENT DES
POTEAUX. — CALCUL DE LA RÉSISTANCE DES DIVERS SUPPORTS.

(Deuxième article.)

(Voir, pour le premier article, le numéro de décembre 1855, pages 169-182.)

Connaissant la valeur de l'angle minimum dans un cas donné, on déterminera, au moyen du graphomètre, les places respectives que doivent occuper les poteaux, quelle que soit la courbe suivie par la route, en ayant soin de les placer à des points tels, que les angles formés par trois poteaux consécutifs soient supérieurs ou au moins égaux aux angles donnés ci-dessus.

Voici comment se fera l'opération :

Supposons que nous ayons à établir une ligne de 5 fils de 0^m,003 de diamètre sur des poteaux de 7^m,50, et soit A B C D la courbe que devra parcourir cette ligne ; *a* étant un point déjà désigné pour l'emplacement d'un poteau, on obtiendra le point suivant *b* en prenant un graphomètre dont les deux alidades fassent entre elles un angle de 166° 38', et en alignant la droite *a* A avec une de ces deux alidades ; la rencontre du

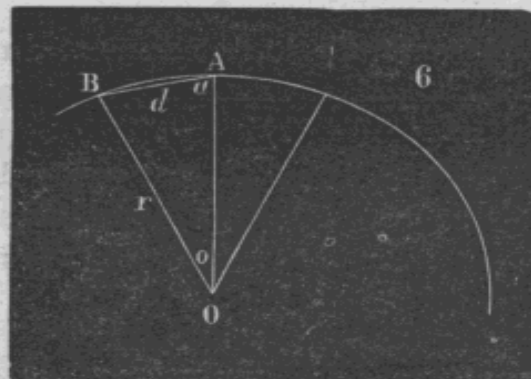
prolongement de l'autre et de la courbe donnera le point cherché.

Pour obtenir le point suivant *c*, on fera placer un jalon en *a* et on se transportera avec le graphomètre en *b*; on alignera une des deux alidades avec le point *a*, et la rencontre du prolongement de l'autre alidade avec la courbe donnera le point *c*, et ainsi de suite.

Il peut arriver que l'angle formé par la droite *a b* et la tangente à la courbe en *b*, soit plus petit que l'angle minimum. Dans ce cas, il faudrait rapprocher le point *b* du point *a*, de manière à ce que l'angle minimum formé en *b* coupe la courbe A B, ce qui peut se faire immédiatement lorsqu'on est un peu exercé.

Ce travail ne demande que très peu de temps; le tracé de la ligne de Mende à Villefort (Lozère) a été exécuté d'après ces indications, et il n'a fallu y employer que trois jours, la route ayant 60 kilomètres et étant extrêmement sinueuse.

D'après les tableaux donnés ci-dessus, on peut déterminer les distances que doivent avoir entre eux les poteaux dans une courbe d'un rayon donné.



En effet, désignons par *d* la distance cherchée A B (fig. 6), le triangle A O B nous donne :

$$d : r :: \sin o : \sin a$$

$$\text{d'où} \quad d : r :: \sin 2 a : \sin a$$

$$\text{d'où} \quad d = 2 r \cos a$$

Donc la distance cherchée d sera égale à deux fois le rayon de la courbe par le *cosinus* de l'angle minimum.

Ces indications ne pouvant servir que dans le cas de l'établissement d'une ligne sur un chemin de fer où les rayons de toutes les courbes sont connues, nous n'appliquerons la formule précédente qu'aux poteaux de 6 mètres, les seuls employés ordinairement sur les chemins de fer (1).

Le tableau suivant se déduira facilement de l'équation $d = 2 r \cos a$. Les poteaux sont de 6 mètres et le fil de 4^{mm} :

LONGUEUR des rayons	1 fil.	2 fils.	3 fils.	4 fils.	5 fils.	6 fils.
1000 ^m	382 ^m	196 ^m	134 ^m	106 ^m	84 ^m	72 ^m
800	305	156	107	85	67	57
600	239	117	80	64	50	41
500	191	98	67	53	42	36
400	152	78	53	42	33	28
300	119	58	40	32	25	20
200	76	39	26	21	16	14
100	38	20	13	11	8	7

A l'inspection de ce tableau on verra pour quelles courbes on peut conserver la distance normale de 50 mètres (2) et quelle distance il faut donner aux poteaux dans une courbe d'un rayon connu.

Il nous reste à parler de quelques cas particuliers qui peuvent se présenter dans l'établissement d'une ligne.

(1) L'administration française a, depuis quelque temps, renoncé aux poteaux de 6 mètres; elle emploie, sur les chemins de fer, des poteaux de 5 mètres.

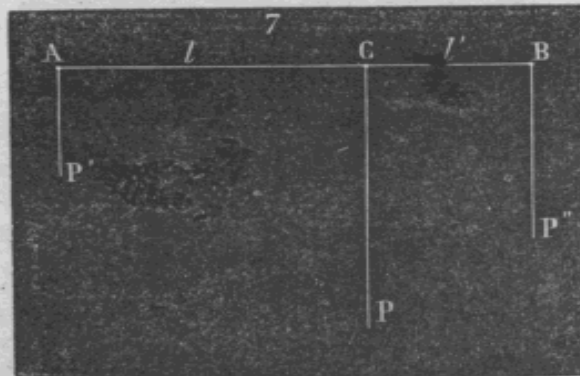
(2) L'espacement normal, celui qui convient aux lignes droites, a été porté maintenant à 75 mètres.

Il peut arriver dans certaines circonstances, par exemple dans le cas des grandes portées, qu'un angle compris entre trois poteaux consécutifs soit nécessairement plus petit que l'angle minimum. Dans ce cas, il faut ou consolider le poteau, ou le doubler.

Pour consolider le poteau, on emploie les colliers ou les haubans.

Lorsqu'on emploiera un collier, il faudra le placer à une hauteur telle que la résistance de la section où se trouve le collier soit au moins égale à la résultante de la tension des fils ; dans tous les cas le collier devra toujours être au-dessus de la section de plus faible résistance : sans cela il serait inutile, n'augmentant pas la résistance du poteau.

Lorsqu'on fait usage de haubans, on peut calculer la résistance qu'offre un poteau placé dans cette condition. Ce cas revient à celui où le poteau, encastré par ses deux extrémités, serait soumis à une force dont le point d'application se trouverait situé entre les deux points d'encastrement.



La résistance P qui ferait équilibre à cette force serait la même que si la pièce, encastrée au point d'application C (fig. 7) de cette force, était sollicitée par deux forces P' et P'' placées aux deux points A et B d'encastrement, lesquelles forces auraient avec P la relation $P' + P'' = P$.

Désignons par l et l' les distances du point C aux points A et B, par r le rayon de la section au point C, on aura :

$$P' = \frac{R \pi r^3}{4 l} ;$$

$$P'' = \frac{R \pi r^3}{4 l'} ;$$

$$P' + P'' = P .$$

On tire de là

$$P = \frac{R \pi r^3}{4} \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{l'} \right) ;$$

$$\text{d'où } P = \frac{R \pi r^3 (l + l')}{4 ll'} .$$

Appliquons cette formule au cas d'un poteau de 7^m,50 supportant 6 fils de 4^{mm} et dont le hauban serait placé à l'extrémité supérieure, les fils étant distants de 20 centimètres l'un de l'autre.

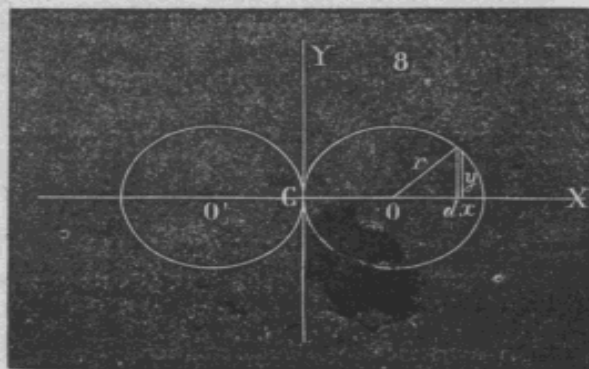
On aura $l = 5,50$, $l' = 0^m,50$, $r = 0,043$;

Il viendra donc :

$$P = \frac{700000 \times 3,1415 \times 6(0,043)^3}{4 \times 5^m,50 \times 0,50} = 95^k,36 .$$

et l'angle minimum serait 166° 44'.

Cherchons maintenant la résistance de deux poteaux accouplés ayant une arête commune.



Une section faite perpendiculairement à l'arête commune

sera représentée par les deux cercles O et O' (fig. 8) tangents en C, et si ces poteaux sont placés de manière que la ligne O O' des centres soit parallèle à la résultante des tensions des fils, la ligne C Y sera la ligne des fibres invariables.

En appliquant à ce cas la formule

$$P = \frac{R I}{n L} ,$$

on aura d'abord $I = 2 \int_0^{2r} x^2 y dx$.

Mais l'équation du cercle est donnée par

$$y^2 + (r - x)^2 = r^2 ;$$

$$\text{d'où } y = \sqrt{2rx - x^2}.$$

Remplaçant y par sa valeur dans l'intégrale précédente, on a :

$$\int x^2 y dx = \int x^2 \sqrt{2rx - x^2} = \int x^{\frac{5}{2}} (2r - x)^{\frac{1}{2}} dx ;$$

Intégrant par parties, il viendra :

$$\begin{aligned} \int x^{\frac{5}{2}} (2r - x)^{\frac{1}{2}} dx &= - \frac{x^{\frac{5}{2}} (2r - x)^{\frac{3}{2}}}{4} \\ &\quad + \frac{5r}{4} \int x^{\frac{3}{2}} (2r - x)^{\frac{1}{2}} dx \\ &= - \frac{x^{\frac{5}{2}} (2r - x)^{\frac{3}{2}}}{4} + \frac{5r}{4} \left(- \frac{x^{\frac{3}{2}} (2r - x)^{\frac{3}{2}}}{3} \right. \\ &\quad \left. + r \int x^{\frac{1}{2}} (2r - x)^{\frac{1}{2}} dx \right) \\ &= - \frac{x^{\frac{5}{2}} (2r - x)^{\frac{3}{2}}}{4} + \frac{5r}{4} \left(- \frac{x^{\frac{3}{2}} (2r - x)^{\frac{3}{2}}}{3} \right. \\ &\quad \left. + r \int \sqrt{2rx - x^2} dx ; \right) \end{aligned}$$

et alors on aura :

$$\int_0^r x^2 y \, dx = \frac{5 r^2}{4} \times \pi r^2 = \frac{5 \pi r^4}{4};$$

car $\int_0^{2r} \sqrt{2 r x - x^2} \, dx$ représente la surface du cercle O ;

$$\text{de là } I = \frac{5 \pi r^4}{2} ;$$

d'ailleurs $u = 2 r$;

la valeur de P deviendra donc :

$$P = \frac{5 R \pi r^3}{4 L} . \quad (C)$$

Ce qui fait voir que la résistance d'un poteau couple est cinq fois plus grande que celle d'un poteau simple ayant les mêmes dimensions.

Si l'on plaçait le poteau couple de manière que la ligne des centres O O' fût perpendiculaire à la résultante des tensions, on aurait

$$P = \frac{R \pi r^3}{2 L} ;$$

la résistance ne serait que les $\frac{2}{5}$ de celle du poteau couple dans l'autre position.

Au moyen de la formule (C) et de ce que nous avons vu précédemment, on pourra calculer les angles minimum pour les poteaux couples, dans les diverses circonstances qui peuvent se présenter, et on en déduira les deux tableaux suivants :

POTEAUX COUPLES DE DEUX 7^m,50

NOMBRE DE FILS.	ANGLES MINIMUM pour du fil de 4 ^{mm} .	ANGLES MINIMUM pour du fil de 3 ^{mm} .
1	0°	0°
2	84°	0°
3	118° 28'	49° 8'
4	133° 16'	90° 24'
5	141° 40'	108° 52'
6	147° 20'	120°

POTEAUX COUPLES DE DEUX 9^m,50

NOMBRE DE FILS.	ANGLES MINIMUM pour du fil de 4 ^{mm} .	ANGLES MINIMUM pour du fil de 3 ^{mm} .
1	0°	0°
2	52° 20'	0°
3	103° 4'	0°
4	122° 10'	61° 20'
5	132° 32'	89° 18'
6	139° 15'	103° 42'

Dans tout ce qui précède, nous avons adopté pour valeur de R le nombre 700,000, trouvé pour du sapin ordinaire; il ne serait pas sans importance de déterminer cette valeur au moyen d'un certain nombre d'expériences pour du pin injecté.

On appliquerait alors le nombre trouvé aux formules ci-dessus, et les résultats obtenus offriraient une plus grande exactitude.

Comme complément à cette note nous chercherons quelle résistance peut opposer le crochet d'une cloche, et par suite pour quels angles on pourra employer ce mode de suspension.

Appliquons à ce cas la formule

$$P = \frac{R \pi r^3}{4 L} .$$

Pour le fer forgé, la valeur de R ne peut pas dépasser en pratique 10,000,000 ; dans les crochets ordinaires $r = 0,004$ et $L = 0,06$. Remplaçant dans la formule ces quantités par leurs valeurs, il vient :

$$P = \frac{10,000,000 \times 3,1415 (0,004)^3}{4 \times 0,06} = 8^k,37.$$

Et pour connaître l'angle minimum dans lequel on peut employer les cloches, nous appliquerons la formule

$$\cos a = \frac{P}{2 n T} ;$$

il viendra $\cos a = \frac{8^k,37}{137^k,64} = 0,06081$

pour du fil de 4^{mm}, et

$$\cos a = \frac{8^k,37}{77^k,42} = 0,10811$$

pour du fil de 3^{mm}.

De sorte que l'angle minimum pour le fil de 4^{mm} sera : 173° et pour du fil de 3^{mm} 167° 36'.

En comparant ces valeurs avec les tableaux ci-dessus, on voit qu'on pourra employer des cloches sur toutes les lignes établies sur des poteaux de 6 mètres et renfermant quatre fils ou plus, et sur les lignes établies sur des poteaux de 7^m,50 et renfermant 6 fils ou plus, en admettant que la place respective des poteaux ait été marquée d'après le système que nous avons exposé.

Mende, 22 octobre 1855.

E. TROTIN,

Directeur de station.

DES DIVERS MODES D'ÉTABLISSEMENT DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES DANS L'EUROPE CENTRALE.

(Deuxième article.)

(Voir, pour le premier article, la livraison de décembre 1855, pages 199-204)

Des Isolateurs.

Les corps isolants qui servent de point d'attache intermédiaire entre les poteaux et les fils télégraphiques doivent avoir une disposition telle que le point de leur contact avec le poteau ou le fil soit suffisamment abrité ; autrement, par les temps de pluie, une nappe d'eau continue établirait la communication entre la ligne et le sol.

On leur donne généralement la forme d'une cloche renversée. Les points d'attache de l'isolateur avec le fil et le poteau sont l'un en dessus, l'autre au dedans de la cloche, en sorte que l'électricité qui parcourt le fil est toujours séparée du poteau par une surface sèche, celle de l'intérieur de la cloche.

Les isolateurs varient beaucoup d'un pays à l'autre, et quelquefois dans le même pays.

On peut néanmoins classer en trois catégories ceux qui sont généralement adoptés dans l'Europe centrale, savoir :

Les isolateurs français, employés en France et en Belgique ;

Les isolateurs allemands, employés sur toutes les lignes de l'union austro-germanique et en Suisse ;

Les isolateurs sardes à double isolement.

Il en existe encore quelques variétés, notamment un isolateur anglais dont on voit le modèle sur la ligne d'Amsterdam à la Haye, concédée à la Compagnie du télégraphe sous-marin néerlandais.

1° Isolateurs français.

L'isolateur français consiste en une cloche de porcelaine por-

tant sur une de ses faces deux oreilles réunies par une partie cylindrique concave qui s'applique sur le poteau. Chaque oreille est percée d'un trou, et se fixe directement au poteau par une vis de 0^m,07 de longueur (fig. 1). Un fil de fer galvanisé de 0^m,007 de diamètre, soudé au soufre à l'intérieur de la cloche, en forme comme le battant immobile. Il dépasse de 0^m,03 le bord inférieur de la cloche, et se termine par un crochet où l'on passe le fil, qui peut glisser librement.

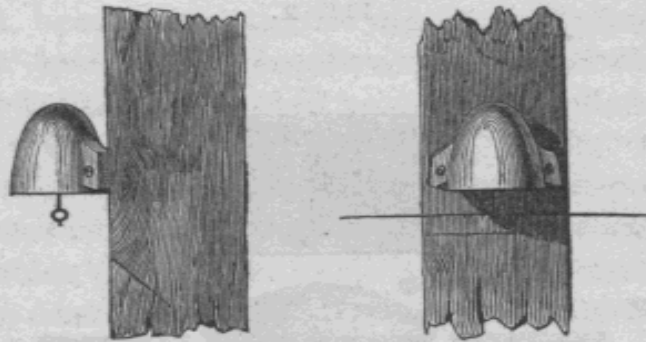


Fig. 1.

Les tendeurs sont l'accompagnement obligé des isolateurs français, puisque ces isolateurs ne maintiennent point les fils dans l'état de traction régulier, qui est indispensable pour empêcher les mélanges.

Le tendeur consiste en un petit treuil en fer, maintenu dans une double plate-bande, et portant sur le prolongement de son axe, à l'extérieur, une roue de rochet accompagnée d'un cliquet fixé sur la plate-bande. Le fil est arrêté sur le treuil à l'aide d'un crochet ou d'une ouverture où il s'engage. En appliquant une clef sur le prolongement de l'axe, qui est de forme carrée, on peut enrouler le fil sur le treuil et augmenter sa tension. La roue de rochet et le cliquet servent à la maintenir au degré voulu.

La double plate-bande qui maintient le treuil est ouverte d'un côté pour ne pas gêner l'enroulement du fil. Elle se termine, pour un tendeur, par une lame de fer, et pour un autre,

par une double lame ; en sorte qu'on peut réunir ensemble deux tendeurs en assemblant ces lames par des clavettes. On a ainsi un double tendeur qui exerce la traction des deux côtés de la ligne (fig. 3.)



Fig. 2.

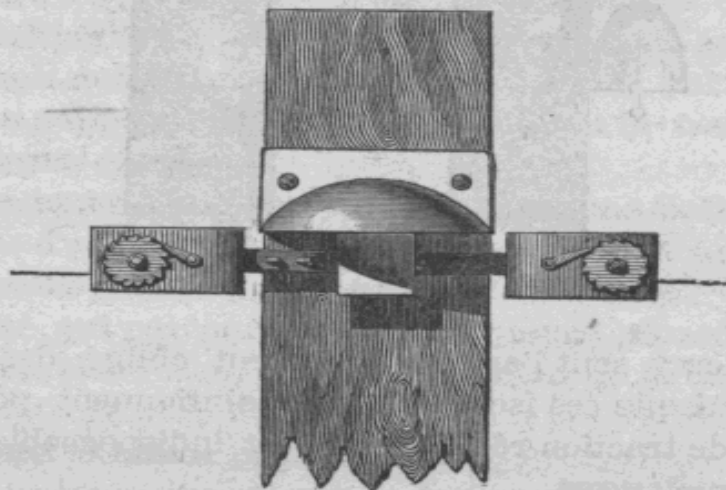


Fig. 3.

Les tendeurs étant métalliques et en contact avec les fils, il importe de les isoler du poteau qui les supporte. A cet effet, on encastre les deux lames dans un cube en porcelaine abrité d'un chapeau de même matière faisant corps avec lui (fig. 2). Les deux clavettes qui assemblent les lames servent à les maintenir dans le cube de porcelaine. Le système est fixé au poteau par deux fortes vis qui maintiennent le chapeau comme un isolateur ordinaire. On place un système semblable tous les 1,000 mètres.

Le système adopté en France pour la construction des lignes

télégraphiques est également appliqué en Belgique, où il est très-apprécié.

On a reproché aux isolateurs français d'être en contact avec le poteau par une large surface non abritée, ce qui est une cause de perte en temps de pluie ou de neige ; d'obliger à mettre les fils dans un même plan vertical, et de faciliter ainsi les mélanges ; enfin de ne fournir qu'un point d'attache peu résistant, en sorte qu'on doit leur substituer, dans les tournants rapides et les angles, des anneaux en porcelaine, des poulies ou autres systèmes qui n'offrent pas toutes les garanties d'un bon isolement. On s'est beaucoup exagéré ces inconvénients, et, d'autre part, il est juste de reconnaître que les isolateurs français se distinguent de tous les autres par leur simplicité et la modicité de leur prix. Ils sont d'une pose facile, n'exigent ni ferrements ni ajustages, et ne fatiguent pas les poteaux.

Sous ces divers rapports, nous les regardons comme éminemment convenables pour les pays qui veulent donner à leurs lignes un rapide développement et placer sur les mêmes poteaux un grand nombre de fils.

Quant aux tendeurs, ils donnent de grandes facilités pour la construction et l'entretien des lignes ; mais ils obligent à interrompre le fil, en sorte que la communication se fait par le corps même du tendeur, qui se compose de deux pièces juxtaposées. Bien que ces pièces soient galvanisées, une légère couche d'oxyde ou de poussière peut nuire au passage du courant ; et il faudrait peut-être, pour y remédier, avoir recours à des soudures ou à un fil de jonction, comme on le fait en Sardaigne. En Belgique, on a essayé de placer sur le fil même, sans l'interrompre, un tendeur à peu près semblable au nôtre, mais simple et de dimensions plus petites. On l'enfile préalablement sur la ligne, et on l'amène au point où doit s'exercer la traction. De plus, comme il faut un point d'appui, on arrête le fil en lui faisant faire deux ou trois tours au poteau voisin sur un champignon en porcelaine ou bien sur une pièce semblable au support de nos tendeurs, dans laquelle la partie cubique est remplacée par une partie ronde. Le tendeur belge enroule le fil

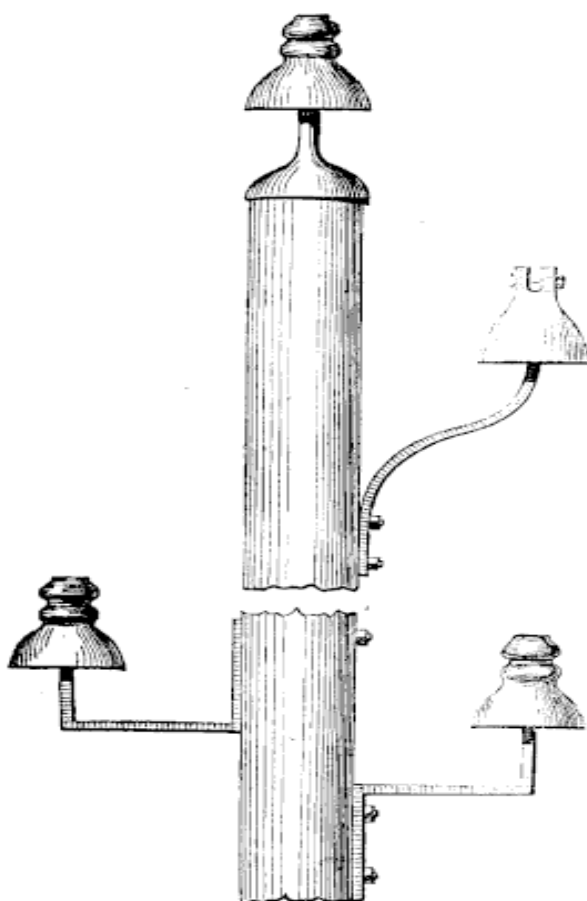
des deux côtés; il faut donc le placer à 0^m,60 ou 0^m,80 du poteau, ce qui rend sa manœuvre difficile; il a d'ailleurs moins de course que le tendeur français.

2° Isolateurs allemands.

Les isolateurs allemands diffèrent essentiellement de ceux de France :

1° En ce qu'ils ne sont pas fixés directement sur le poteau, dont ils s'écartent de 0^m,30 au moins ;

2° En ce que le point d'attache du fil est situé au-dessus de la cloche, et non au-dessous.



(Systèmes divers. — Prusse, Autriche, Suisse, etc.)

Fig. 4.

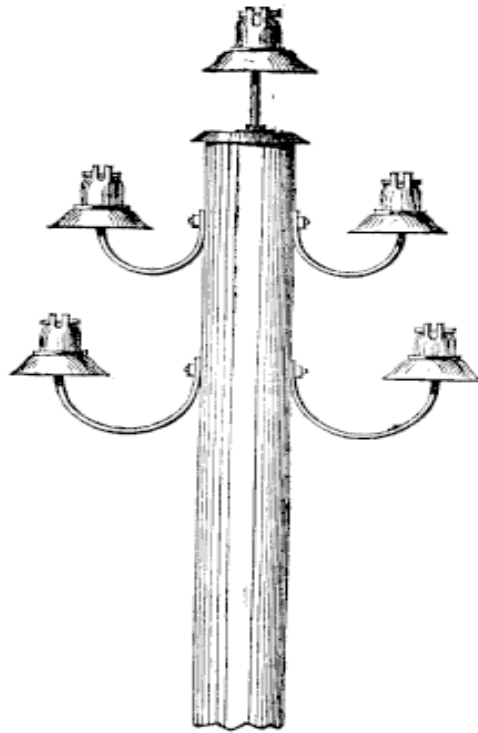
Dans ce système, l'isolateur consiste en une cloche de verre, de porcelaine ou de grès, scellée au plâtre sur une console en fer qui est fixée au poteau par sa partie inférieure.

La cloche se relève à son sommet en une sorte de bouton ou gorge de poulie horizontale ; le fil de la ligne s'enroule autour, ou bien encore il s'engage dans une rainure verticale pratiquée dans le bouton. On l'arrête le plus communément à l'aide d'une ligature en fil de laiton, ce qui dispense d'avoir recours aux tendeurs.

Quelquefois aussi, comme en Hollande et en Prusse, le fil glisse librement dans la rainure verticale ; un simple lien de laiton ou une goupille transversale placée au sommet de la rainure empêche le fil d'en sortir. Ce dernier système exige des dispositions spéciales pour maintenir la tension de la ligne. En Hollande, on se sert de tendeurs français ; en Prusse, on a recours à des supports de traction placés tous les 1,000 mètres environ. C'est un assemblage de deux poteaux, distants de 0^m,80 l'un de l'autre et accouplés par une double plate-bande de fer. Sur chacun d'eux on place des isolateurs spéciaux qui doivent être d'une grande solidité. A cet effet, l'isolateur ordinaire en porcelaine est couvert d'une seconde cloche en fonte soudée au plâtre par dessus. Cette cloche est traversée à son sommet par une ouverture en forme de cône tronqué, dont l'axe est parallèle à la ligne et la base tournée vers l'intérieur des poteaux accouplés. On y passe le fil, qui doit être coupé à cet endroit, et on le serre entre deux coins demi-coniques, dentelés à l'intérieur pour empêcher le glissement ; le poids du fil tend à l'entraîner, et avec lui les coins coniques, qui le pressent et le maintiennent solidement sous sa tension primitive. La lacune du fil entre ces deux poteaux est comblée par des spirales en fil de cuivre.

On substitue quelquefois aux isolateurs à double cloche une sorte de cloche simple en porcelaine très-massive. Un trou conique, pratiqué à la partie supérieure et garni d'une virole de cuivre, reçoit le fil et les coins, comme nous l'avons dit plus haut.

On emploie aussi, en Prusse, dans les angles rapides ou les changements brusques de niveau, notamment à la sortie des stations, un isolateur particulier; la cloche en porcelaine se relève en forme de cou de bouteille déprimé au milieu. On l'entoure à l'endroit de la dépression d'un collier en fer qui peut tourner librement dans le sens horizontal, et auquel s'adapte, au moyen d'une charnière, une tige de fer mobile dans le sens vertical. Le fil de ligne est fixé à cette tige et peut prendre ainsi toutes les directions et inclinaisons possibles sans fatiguer le support.



(Support bavarois.)

Fig. 5.

En Bavière, les isolateurs sont munis d'une calotte en fonte

soudée au plâtre à leur partie supérieure. Une rainure pratiquée dans cette calotte reçoit le fil, et on l'y maintient à l'aide de deux coins de fer enfoncés en sens inverse dans une ouverture transversale (fig. 5).

Les consoles en fer qui supportent les isolateurs allemands présentent les formes et les dispositions les plus variées. Elles sont fixées au poteau tantôt par deux vis ou par une vis et un collet, tantôt par des écrous. Elles se terminent quelquefois par une partie droite qui traverse le poteau, et elles sont fixées, dans ce cas, soit par le simple frottement, comme dans le duché de Bade, soit à l'aide d'un écrou.

Les consoles affectent la forme tantôt d'un demi S renversé, comme en Prusse et en Hollande; tantôt celle d'un Z horizontal dont une branche est fixée au poteau, et dont l'autre supporte la cloche; ou bien encore celle d'un C horizontal, arrondi ou rectangulaire (voir les fig. 4 et 5).

La forme du C adoptée en Bavière et en Suisse a le grand avantage de placer au même niveau ou à peu près le point d'attache de la console au poteau et le point d'attache du fil à l'isolateur, en sorte que la traction de la ligne ne tend point à déjeter la console, comme on le remarque trop souvent avec les autres dispositions.

Sur les lignes à plusieurs fils, les fils sont répartis sur les deux côtés des poteaux, et le plus souvent les consoles sont placées à des hauteurs différentes sur les deux faces.

Quelquefois cependant, comme en Bavière, elles sont placées à la même hauteur et elles sont reliées par un boulon, ou bien encore l'une d'elles traverse le poteau et sert de boulon pour attacher l'autre.

Cette disposition a l'inconvénient d'établir une communica-

tion métallique entre les deux isolateurs, et si l'isolement n'est pas parfait, il en résulte une dérivation d'un fil à l'autre.

On peut augmenter la longueur et l'écartement des consoles à partir du sommet du poteau, et placer ainsi les fils dans des plans différents. Cette méthode, très-avantageuse parce qu'elle prévient les mélanges, est adoptée en Bavière et sur les nouvelles lignes autrichiennes.

Comme variété de l'isolateur à console, nous devons mentionner ici celui qu'on place au sommet du poteau sur une tige de fer droite de 0^m,30 environ.

En Prusse, la tige est soudée sur une calotte en fonte dont on coiffe la tête du poteau et qu'on maintient par des vis.

Ce système est d'un ajustage difficile.

En Autriche, la tige, aplatie à sa partie inférieure, est simplement fixée par deux vis sur le côté du poteau et près du sommet.

C'est là une disposition très-simple et très-économique; mais elle est d'un effet disgracieux et n'offre pas une grande solidité.

Aussi dans quelques pays, tels que la Suisse et la Bavière, la tige qui supporte l'isolateur est plantée en plein bois au milieu du sommet. Pour empêcher le poteau de se fendre dans cette opération et obtenir plus de solidité, on a recours à un moyen très-ingénieux. Une virole en fer mince, de 0^m,04 d'ouverture et de 0^m,06 ou 0^m,07 de longueur, parfaitement aiguillée à son bord inférieur, est préalablement enfoncée à fleur de bois au sommet du poteau, de manière à maintenir l'écartement des fibres intérieures. C'est au centre de cette virole qu'on plante la tige de l'isolateur, en ayant soin de placer d'abord sur la virole une rondelle en feutre, et par dessus celle-ci un disque de zinc dépassant les bords du poteau et légèrement cintré en forme de cône (voir fig. 5).

La tige enfoncée par dessus jusqu'à un bourrelet aplati dont elle est munie, maintient solidement le feutre et le zinc, et le sommet du poteau se trouve ainsi garanti de toute humidité. Pour enfoncer la virole dans le poteau, on emploie comme outil une sorte de gobelet en fer dont le bord est creusé d'une rainure circulaire qui embrasse la virole ; et pour enfoncer la tige on se sert d'un gobelet plus étroit et plus long dont on recouvre la partie supérieure de la tige de manière que le bord du gobelet vienne s'appliquer sur le bourrelet aplati.

On peut ainsi, en frappant sur ces gobelets, enfoncer la virole et la tige sans les déformer.

La cloche de l'isolateur doit être scellée sur place, contrairement à ce qui a lieu pour les isolateurs ordinaires.

On essaie ce système en France sur la ligne du Nord, et il ne peut donner que de bons résultats.

Dans les pays qui visent avant tout à l'économie dans la construction de leurs lignes, le sommet du poteau est simplement couvert et entouré d'une large cloche en terre cuite ou en verre scellée au plâtre pour plus de solidité.

La partie supérieure de cette cloche se relève en forme de bouton, avec ou sans rainure verticale, et on y fixe le fil à l'aide d'une ligature en laiton, comme pour les isolateurs ordinaires.

Les isolateurs allemands présentent certains avantages : ils sont dégagés du poteau, parfaitement aérés, et conservent moins facilement l'humidité. Malgré leur tendance à se déjeter, ils offrent en général un point d'appui assez solide, ce qui rend plus rare l'emploi de poulies ou d'anneaux dans les tournants et les angles. Par contre, ils coûtent au moins le triple de ceux de France et sont d'un ajustage plus difficile ; ils encombrant et fatiguent davantage les poteaux. Ces inconvénients nuisent au développement du nombre des fils, aussi bien que l'absence de tendeurs, qui est un inconvénient réel sur les lignes allemandes. La difficulté de tendre régulièrement les fils oblige, en effet, à les écarter davantage. En outre, pour obtenir une ten-

sion suffisante au moment de la construction des lignes, ou pour relier les fils et les tendre à la suite d'une rupture, il faut avoir recours à des instruments compliqués et peu portatifs, tels que mouffles, treuils à engrenage ou mâchoires, et vis de rappel de grandes dimensions. L'enroulement et le déroulement des fils sur le tendeur présentent, au contraire, de grandes facilités pour les opérations de cette nature et en rendent l'exécution plus rapide.

Isolateurs sardes.

Les isolateurs sardes consistent en une cloche de porcelaine semblable à celle de l'isolateur français, mais sans oreilles. Une rainure circulaire pratiquée au milieu reçoit une bride en fil de fer qui sert à fixer l'isolateur non pas directement au poteau, mais à une planchette latérale.

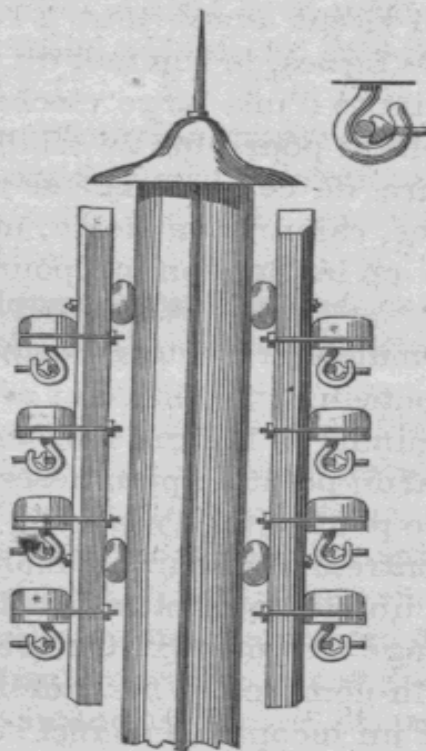


Fig. 6.

Deux planchettes placées symétriquement de chaque côté portent ainsi chacune quatre isolateurs. Elles sont liées au poteau, sans le toucher, au moyen de deux forts boulons qui le traversent. Elles s'appuient sur deux viroles ou entretoises en porcelaine épaisses de quelques centimètres, interposées entre le poteau et les planchettes pour les tenir à distance.

Le fil de ligne passe dans un crochet en fer très-massif, soudé au plâtre dans la cloche et muni à sa partie antérieure d'une vis de pression qui permet de fixer le fil ou de le laisser libre.

On obtient par ce système un double isolement. Le fil est isolé de la planchette par la cloche en porcelaine, et la planchette l'est elle-même du poteau par les viroles en porcelaine.

Ce mode de construction était en usage sur les premières lignes anglaises, mais dans de moins bonnes conditions; car, au lieu d'une cloche, on employait pour isolateurs des sortes de fuseaux en grès dont on voit encore le modèle sur une vieille ligne autrefois concédée à une Compagnie anglaise entre Bruxelles et Anvers. Ces isolateurs n'étaient pas abrités et touchaient par une large surface au fil de la ligne qui les traversait dans toute leur longueur. On a dû, pour remédier aux pertes, couvrir chaque isolateur d'un chapeau en zinc.

Aujourd'hui, sur certaines lignes anglaises, on substitue au fuseau de grès un double cône ou sablier en porcelaine. Le fil passe à l'intérieur et ne fait que s'appuyer sur le sommet du cône.

Tel qu'il est appliqué aujourd'hui en Piémont, le système du double isolement paraît donner de bons résultats; toutefois il a l'inconvénient d'exiger un matériel un peu lourd qui va bien avec les supports de forte dimension usités dans le pays, mais qui ne saurait convenir pour les poteaux plus faibles dont on se sert en France.

Indépendamment des vis de pression fixées dans les isola-

teurs, on emploie sur les lignes sardes des tendeurs permanents analogues à ceux de France, et consistant en un petit treuil très-court avec roue de rochet et cliquet. Pour un tendeur, la plate-bande qui supporte le treuil se relie à une forte tige ronde qui traverse le poteau sans le toucher, en s'appuyant sur des viroles en porcelaine; un autre tendeur placé derrière le poteau forme écrou sur cette tige. Le fil qui s'enroule sur le tendeur est un fil coupé se rattachant des deux côtés à celui de la ligne par l'intermédiaire d'anneaux et de crochets doublés en porcelaine.

Les deux sections de ligne de chaque côté du tendeur sont mises en communication par un fil de cuivre qui repose sur un petit isolateur à cloche fixé à la planchette par une tige de fer droite. Le double isolement se trouve ainsi conservé aux points de tension.

En Sardaigne, les poteaux sont toujours recouverts d'un chapeau en bois ou en zinc. Chaque poteau est surmonté d'un paratonnerre consistant en un fil de fer aiguisé en pointe qui dépasse leur sommet de 0^m,02, et va se perdre dans le sol en suivant une rainure pratiquée sur la face latérale du poteau.

L'efficacité de ces sortes de paratonnerres, employés aussi en Hollande, est peut-être contestable; leur communication avec le sol est toujours imparfaite, quoiqu'on prenne soin de l'améliorer par une plaque métallique. Des expériences comparatives pourraient seules décider la question.

Isolateurs de la Compagnie anglaise de la Haye.

Les isolateurs de la Compagnie anglaise sur la ligne d'Amsterdam à la Haye sont suspendus à une forte traverse de bois fixée en croix sur le poteau au moyen d'une bride et d'écrous.

Cette traverse porte à chacune de ses extrémités une large cloche en verre, munie à l'intérieur d'un appendice aussi en verre et faisant corps avec elle.

Cet appendice dépasse le bord inférieur de la cloche et remplace le crochet de l'isolateur français. Deux rainures latérales pratiquées à sa partie inférieure permettent d'engager le fil et

de le maintenir par une ligature en laiton. Une calotte en fer, soudée au sommet de la cloche, est surmontée d'une tige de même métal qui traverse le support en croix, et s'y trouve fixée par un écrou placé au-dessus.

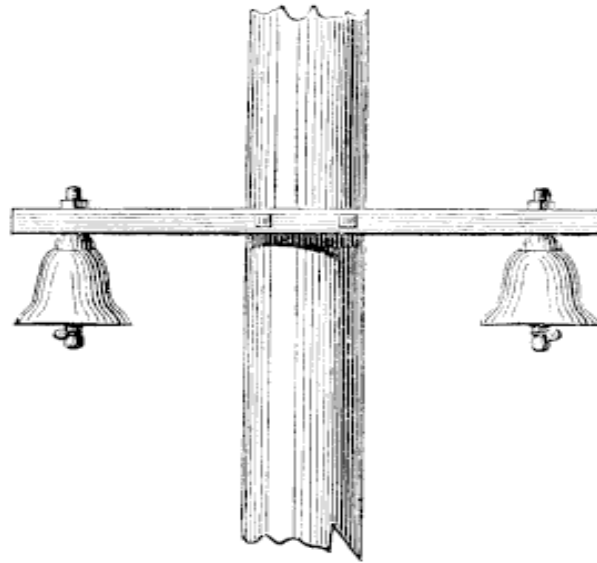


Fig. 7.

Des traverses en bois toutes semblables étaient en usage sur les anciennes lignes bavaoises. Au lieu d'une cloche en verre, elles portaient à leur extrémité une poulie en porcelaine sur laquelle s'enroulait le fil. On y a renoncé sur les lignes nouvelles.

Pour terminer cette revue des isolateurs, nous devons mentionner ici le système en usage sur les premières lignes autrichiennes. Autant que nous avons pu en juger, on enfonçait dans le poteau une simple patte-fiche percée de deux trous à sa partie antérieure. Un fil de laiton passé dans ces trous servait à relier au-dessous de la patte-fiche un demi-anneau en porcelaine creusé en gorge à sa circonférence extérieure, et au-dessus, une petite plaque en tôle ou en zinc pour servir de

chapeau. L'anneau en porcelaine, ainsi abrité, servait d'isolateur et supportait le fil de la ligne.

Outre les divers systèmes d'isolateurs que nous avons décrits, on emploie, aux points de forte traction, des anneaux en porcelaine fixés au poteau par deux vis. L'intérieur de ces anneaux affecte la forme de deux cônes adossés par le sommet, de manière à présenter au fil une surface de contact aussi petite que possible (fig. 8).

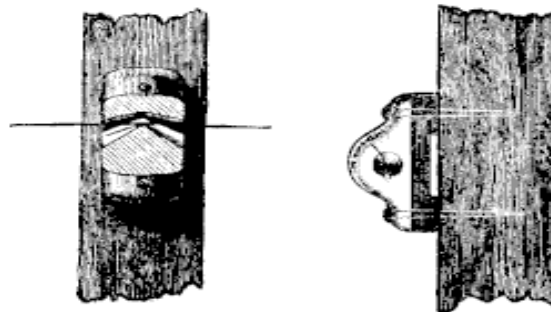


Fig. 8.

On se sert aussi quelquefois de champignons en porcelaine enfilés sur des tiges de fer fixées au poteau.

Enfin, dans le voisinage des stations, on emploie des poulies en porcelaine qu'on visse sur une console en bois scellée au mur.

Les fils traversent le mur ou le toit des stations dans des manchons en porcelaine.

Ce sont là des dispositions particulières qui peuvent varier beaucoup suivant les lieux et les circonstances.

Nous avons vu que les matières employées pour isolateurs sont le verre, la porcelaine et le grès. Cette dernière substance, moins isolante que les deux autres, mais plus résistante et d'un prix moins élevé, n'est même d'un usage général que sur certaines lignes d'Angleterre et dans le duché de Bade. Les cloches en grès de ce dernier pays sont très-massives et exigent des consoles de fortes dimensions.

Le verre est sans contredit le meilleur isolant; mais il est plus cassant et moins facile à modeler que la porcelaine; enfin il se couvre plus facilement d'humidité. Il nous a paru presque exclusivement employé sur les lignes de Saxe, de Suisse et de Wurtemberg, et sur les nouvelles lignes autrichiennes. La porcelaine domine, au contraire, en Bavière, en Prusse, en Hanovre, et elle est exclusivement en usage sur les lignes de Piémont, de France, de Belgique et de Hollande.

Il est clair que les ressources industrielles de chaque pays peuvent déterminer le choix entre ces deux matières, qui offrent à des titres divers des avantages à peu près égaux. On remarquera cependant, comme loi générale, que le verre est préféré dans l'Est, et la porcelaine dans les pays de l'Ouest qui ont un climat plus humide.

L'humidité qui règne sous les tunnels et les ponts rend presque toujours insuffisants les isolateurs ordinaires; on se sert alors de fils revêtus de gutta-percha, et pour prévenir la détérioration assez rapide de cette substance, on la recouvre d'une enveloppe de plomb, ou bien on enferme tous les fils revêtus de gutta-percha dans des conduites de fer ou de bois goudronné.

Souvent aussi on les encastre dans une rigole pratiquée dans le pied-droit de la voûte, et on maçonne par-dessus avec du ciment.

Malgré ces précautions, la gutta-percha paraît s'altérer après quelques années, et en France on préfère, quand c'est possible, faire passer la ligne à ciel ouvert par-dessus les tunnels.

Nous ne disons rien ici de la traversée des rivières et des villes à l'aide de fils submergés ou enterrés. Ce sont là des cas tout à fait exceptionnels et qui rentrent d'ailleurs dans la construction des lignes sous-marines et souterraines, dont nous n'avions point à nous occuper dans cette notice.

Paris, 15 décembre 1855.

GAILLARD,

Inspecteur des lignes télégraphiques.

**IRRESPONSABILITÉ DE L'ÉTAT A RAISON DU SERVICE TÉLÉGRAPHIQUE.—
COMPÉTENCE.**

Le Conseil d'État a rendu, le 6 décembre 1855, en matière de compétence, une décision fort importante.

Aux termes de l'art. 6 de la loi du 29 novembre 1850, l'État n'est soumis à aucune responsabilité, à raison de la correspondance privée par la voie télégraphique.

Cependant un sieur Gloxin, banquier à Strasbourg, a, par exploits des 9 et 22 février 1855, assigné devant le tribunal civil de la Seine, l'État, en la personne de Son Excellence le ministre de l'intérieur, et personnellement M. le directeur général des lignes télégraphiques, en réparation du préjudice qu'il avait éprouvé par suite d'une erreur commise dans la transmission d'une dépêche de Strasbourg à Paris. — S'appuyant sur l'art. 1382 du Code Napoléon, aux termes duquel tout fait quelconque de l'homme qui cause à autrui un dommage oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer, et sur l'art. 1384 du même Code, d'après lequel on est responsable, non-seulement du dommage que l'on cause par son propre fait, mais encore de celui qui est causé par le fait de personnes dont on doit répondre, le sieur Gloxin prétendait que le directeur général des lignes télégraphiques et l'État, comme responsable de ses agents, étaient tenus de l'indemniser de ce préjudice.

Devant le tribunal de la Seine, l'avoué de l'administration souleva l'exception d'incompétence : il prétendit avec raison que l'autorité administrative était seule appelée à connaître des demandes de cette nature.

Cette exception fut repoussée, et la cause retenue pour être plaidée au fond.

Ce jugement portait évidemment atteinte au principe des juridictions.

En effet, les actions soit en indemnité, soit en dommages-intérêts contre l'État, sont évidemment de la compétence administrative, toutes les fois qu'elles sont dirigées contre l'État considéré comme représentant l'intérêt général, et qu'elles tendent à faire reconnaître une dette à la charge du Trésor (1). — Elles ne peuvent être de la compétence de l'autorité judiciaire que quand elles sont dirigées contre l'État considéré comme simple propriétaire de son domaine privé.

D'un autre côté, l'art. 75 de la constitution du 22 frimaire an VIII porte que les agents du gouvernement, autres que les ministres, ne peuvent être poursuivis pour des faits relatifs à leurs fonctions qu'en vertu d'une décision du Conseil d'État. — L'autorité judiciaire ne peut donc connaître, sans cette autorisation, des demandes en dommages-intérêts formées contre les préposés des diverses administrations publiques, lorsque les

(1) L'art. 7, sect. 3 de la loi du 22 décembre 1789 porte : « Elles (les administrations) ne pourront être troublées dans l'exercice de leurs fonctions administratives par aucun acte du pouvoir judiciaire ; »

L'art. 13 du titre II de la loi des 16-24 août 1790 : « Les fonctions judiciaires sont distinctes et demeureront toujours séparées des fonctions administratives ; »

L'art. 3, chap. V de la loi constitutionnelle du 3 septembre 1791 : « Les tribunaux ne peuvent entreprendre sur les fonctions administratives ; »

L'arrêté du gouvernement du 16 fructidor an III : « Défenses itératives sont faites aux tribunaux, de connaître des actes d'administration de quelque espèce qu'ils soient. »

L'arrêté du Directoire exécutif, en date du 2 germinal an V, prescrit d'ailleurs le pourvoi en cassation contre des jugements rendus par des tribunaux civils dans des affaires du ressort de l'autorité administrative, et la loi du 5 vendémiaire an II (26 septembre 1793) déclare en principe que toutes les créances sur l'État doivent être réglées administrativement.

Enfin, toute la législation subséquente relativement à la liquidation de la dette de l'État, a maintenu et développé ce principe, qui est devenu l'une des bases de notre droit public.

faits d'où l'on induit le dommage se rattachent aux fonctions de ces préposés. — Elle ne pourrait en connaître que si ce dommage résultait de faits étrangers à ces fonctions. Mais la question de savoir si, dans les actes qui servent de fondement à l'action, le fonctionnaire a agi ou non dans l'exercice de ses fonctions, devrait être décidée au préalable par l'administration, évidemment seule compétente pour statuer sur cette question préjudicielle.

Pour la sauvegarde de ces principes dans la cause pendante, M. le préfet de la Seine fut invité à agir en exécution de l'ordonnance réglementaire du 1^{er} juin 1828, et à demander le renvoi de l'affaire devant l'autorité compétente.

Le tribunal de la Seine ne crut pas devoir tenir compte du déclinatoire proposé : par un nouveau jugement il maintint sa première décision et se déclara de nouveau compétent.

Le préfet de la Seine prit alors un arrêté de conflit d'attributions dans ladite cause, et revendiqua l'affaire comme étant du ressort de l'autorité administrative.

Le Conseil d'État a rendu, le 6 décembre 1855, sur la question de conflit, une décision dont les motifs et le dispositif sont ainsi conçus :

- « En ce qui touche la demande tendante à faire condamner
- » l'État :
- » Considérant que les fonctions judiciaires sont distinctes et
- » doivent toujours demeurer séparées des fonctions administra-
- » tives ; — que défenses sont faites aux tribunaux de troubler,
- » en quelque manière que ce soit, les opérations des corps ad-
- » ministratifs, de citer devant eux l'administration, pour raison
- » de leurs fonctions, et de connaître des actes d'administration,
- » de quelque espèce qu'ils soient ;
- » Considérant que c'est à l'administration seule qu'il appar-
- » tient, sous l'autorité de la loi, de régler les conditions des
- » services publics dont elle est chargée d'assurer le cours, de
- » déterminer les rapports qui s'établissent à l'occasion de ces
- » services entre l'État, les nombreux agents qui opèrent en son

» nom et les particuliers qui profitent de ces services, et, dès
» lors, de reconnaître et d'apprécier le caractère et l'étendue
» des droits et obligations qui en doivent naître ; — que ces
» rapports, ces droits et ces obligations ne peuvent être réglés
» selon les principes et les dispositions du seul droit civil et
» comme ils le sont de particulier à particulier ; — que notam-
» ment en ce qui touche la responsabilité de l'État, en cas de
» faute, de négligence ou d'erreur commise par un agent de
» l'administration, cette responsabilité n'est ni générale ni ab-
» solue, qu'elle se modifie suivant la nature et les nécessités de
» chaque service ; — que, dès lors, l'administration seule peut
» en apprécier les conditions et la mesure ;

» Considérant, d'autre part, que c'est à l'autorité adminis-
» trative qu'il appartient, à moins qu'il n'en ait été autrement
» ordonné par des lois spéciales, de statuer sur les demandes
» qui tendent à constituer l'État débiteur ;

» Que ce principe proclamé par le décret du 26 septembre
» 1793, maintenu et développé par la législation subséquente,
» relative à la liquidation de la dette publique, est devenu
» une des bases de notre droit public et la règle générale de
» compétence pour les instances introduites contre l'État,
» *puissance publique*, par les particuliers qui prétendent être
» ses créanciers ;

» Que si, en certaines matières, il a été, par des disposi-
» tions expresses de la loi, dérogé à ce principe, ces excep-
» tions ne sauraient être étendues par voie d'assimilation ou
» à l'aide de l'analogie ;

» Considérant, enfin, que si le Code de procédure civile a
» réglé les formes suivant lesquelles l'État serait assigné
» devant les tribunaux civils, ces dispositions relatives soit
» aux instances domaniales, soit à celles pour lesquelles l'État
» a, par des lois spéciales, été renvoyé devant l'autorité judi-
» ciaire, n'ont eu ni pour but, ni pour effet d'attribuer à cette
» dernière autorité une compétence générale, et d'enlever à
» l'autorité administrative la connaissance des questions con-
» tentieuses qui lui appartenaient ;

» En ce qui touche le directeur général des lignes télégraphiques :

» Considérant que le sieur Gloxin ne lui impute aucun fait personnel, et que l'action dirigée contre lui, ainsi que celle dirigée contre notre ministre de l'intérieur, sous l'autorité duquel il agit, ne pourrait avoir pour effet, si elle était admise, que de faire condamner l'État; — que dès lors une telle action ne pouvait être soumise à l'appréciation de l'autorité judiciaire;

» Notre Conseil d'État du contentieux entendu,

» Avons décrété et décrétons ce qui suit :

» Art. 1^{er}. — L'arrêté de conflit pris par le préfet de la Seine est confirmé.

» Art. 2. Sont considérés comme nonavenus les exploits des 9 et 22 février 1855, les conclusions prises par le sieur Gloxin devant le tribunal de la Seine, le jugement rendu par ce tribunal le 5 juillet 1855, et celui du 26 avril précédent. »

Cette décision ne tranche que la question de compétence et ne résout pas la question de responsabilité de l'administration. Le Conseil d'État n'avait pas à se prononcer *au fond* sur le mérite de l'action dirigée par le sieur Gloxin : sa décision ne pouvait porter que sur le point de savoir si c'était devant les tribunaux judiciaires, ou, au contraire, devant les tribunaux administratifs, que cette action devait être portée.

Mais en présence des termes si formels de l'art. 6 de la loi du 29 novembre 1850, il est impossible de méconnaître que la responsabilité de l'État ne peut jamais être engagée à raison de la correspondance privée par la voie télégraphique.

Paris, 20 décembre 1855.

STÉPHANE PERROT.

NOUVELLES DIVERSES.

Les *Annales* ont rendu compte en détail, dans les numéros de juillet, août et septembre, de l'établissement à Paris de fils télégraphiques souterrains, isolés au moyen d'un mastic bitumineux qui leur sert de gaine. Nous sommes en mesure d'enregistrer aujourd'hui un nouveau succès obtenu dans cette voie et d'annoncer l'existence d'une seconde ligne construite dans ce système, et donnant, comme la première, d'excellents résultats. Cette nouvelle application a été faite à Bordeaux. Des fils en l'air y longeaient auparavant les quais et les rues, depuis le pont de la Bastide jusqu'à la direction télégraphique. Fixée généralement à des supports trop faibles qui s'étaient infléchis sous l'action des fils, cette ligne ne présentait ni des garanties suffisantes de solidité, ni un aspect en rapport avec l'élégance générale de la ville. Il était urgent de la remplacer. Après l'essai si heureusement fait à Paris, M. le directeur général n'a pu hésiter à ordonner la construction à Bordeaux, dans de larges proportions, d'une ligne en bitume. Vingt-deux fils ont été enfouis dans une même tranchée, mais divisés en quatre groupes, dont trois de six fils et un de quatre, correspondant chacun à un bloc distinct et indépendant de mastic bitumineux. La longueur de la tranchée est de 1,150 mètres environ. Commencé le 5 novembre, ce travail a été complètement terminé le 27 décembre. Il a été fait exactement par les mêmes procédés que celui de Paris et confié aux mêmes entrepreneurs, MM. Baudouin frères.

Les nouveaux fils fonctionnent avec une parfaite régularité et ont pu être immédiatement substitués à la ligne aérienne.

Cette deuxième épreuve vient donc confirmer toutes les espérances que l'on était en droit d'attendre de ce mode d'isolement des fils souterrains.

Nous ajouterons que la ligne d'essai de Paris fonctionne depuis neuf mois environ avec la plus grande régularité.

On nous assure que la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans va essayer sur une de ses sections le système de préservation télégraphique du capitaine Guyard, dont nous avons donné l'exposé au mois de septembre dernier. Il sera curieux de comparer les résultats de cet essai avec ceux des expériences faites entre Paris et Saint-Cloud par le chevalier Bonelli.

L'administration française vient de faire poser sur la ligne du Nord, entre Paris et Calais, un fil d'après le système bava-
rois. Ce fil est placé au-dessus de la tête des poteaux. La fig. 5
qui se trouve à la page 16 dans la présente livraison indique
exactement la disposition adoptée.

Ce fil, qui fonctionne depuis la fin de décembre, paraît donner un excellent résultat.

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,

ÉMILE SAIGEY.

1856
—
FÉVRIER
—~~8~~—

ANNALES

Deuxième Année
—
DEUXIÈME LIVRAISON
—~~22~~—

TÉLÉGRAPHIQUES.

LE COSMOS ET LA TÉLÉGRAPHIE.

(Premier semestre de 1855.)

Le *Cosmos* est une revue encyclopédique des progrès des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie.

M. l'abbé Moigno, écrivain d'un esprit vif et universel, suffit seul à la rédaction de cette feuille. Il embrasse les sujets les plus divers ; toute œuvre, toute pensée scientifique est enregistrée et analysée dans son journal. Il connaît sans retard toutes les inventions, tous les efforts de l'industrie, et sait encore rehausser la nouveauté des objets qu'il présente par la forme ingénieuse qu'il donne à sa critique.

La télégraphie, qui joue maintenant dans le monde un rôle si important, doit nécessairement occuper une grande place dans les colonnes du *Cosmos*. M. l'abbé Moigno a d'ailleurs étudié jadis avec un soin spécial les problèmes que la télégraphie soulève, et publié sur ce sujet un traité intéressant dont nous aurons occasion de rendre compte plus tard.

Les *Annales télégraphiques* doivent donc s'attendre à trouver toujours dans le *Cosmos* de précieux renseignements. Nous

allons résumer rapidement ce que nous y avons recueilli pendant le premier semestre de 1855. Dans une prochaine livraison, nous ferons un travail analogue pour le second semestre de la même année.

On verra que nous avons pris non-seulement ce qui regarde directement la télégraphie, mais encore divers phénomènes électriques qui présentent par eux-mêmes quelque intérêt.

Une curieuse expérience d'éclairage électrique est faite le 3 janvier, à Londres, pour la construction du pont de Westminster, sur la Tamise, en face des Chambres du parlement. L'urgence des travaux nécessitait un travail de nuit. L'appareil produisait une lumière dont l'intensité égalait celle de soixante-douze becs d'Argant, soit environ mille bougies. Placée à 70 mètres des ouvriers, la batterie les éclairait d'une lumière douce qui dépassait de beaucoup celle du clair de lune. Les auteurs de l'expérience avaient trouvé moyen de diminuer considérablement le prix de revient de la lumière électrique, en utilisant les résidus de l'opération pour la préparation de certaines couleurs très-recherchées dans le commerce (1).

Le *Cosmos* annonce le départ d'Angleterre du câble sous-marin destiné à relier Varna et Balaklava, et dont nous avons parlé dans notre livraison de septembre dernier, page 111. Expéditifs comme c'est leur habitude, les entrepreneurs anglais avaient complètement achevé dans le courant de janvier le câble de 400 milles de longueur commandé le 15 décembre par le gouvernement de la reine. On l'embarquait dans les derniers jours de janvier. Cette opération durait cinq jours et cinq nuits (2).

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 3^{me} livraison.

(2) id. id. 4^{me} livraison,

Dans la séance de l'Académie des sciences du 29 janvier, M. Dumas présente, au nom de M. Andrès Poey, de la Havane, une méthode pour extraire du corps humain les métaux, comme le mercure, le plomb, l'arsenic, etc., qui y ont été introduits sous forme de remède, ou qui ont été absorbés dans diverses fabrications.

Le malade est plongé jusqu'au cou dans une baignoire métallique isolée du sol et remplie d'eau acidulée. Il est couché sur un banc de bois isolé, et tient dans ses mains le conducteur positif d'une pile dont le pôle négatif aboutit à la baignoire. Dans cette disposition, le courant traverse le corps de la tête aux pieds, pénètre les parties internes jusqu'aux os, et entraîne les métaux, qui viennent se déposer à l'état natif sur les parois de la baignoire. L'analyse de l'eau du bain y démontre aussi la présence du métal.

On acidule cette eau avec de l'acide nitrique ou chlorhydrique pour l'extraction du mercure, de l'argent, de l'or. On se sert d'acide sulfurique quand il s'agit du plomb (1).

Annnonce d'une horloge électrique construite par M. Robert Houdin, l'habile prestidigitateur, dans les ateliers de MM Destouches et C^e, rue Saint-Martin, à Paris. Cette horloge a figuré à l'Exposition universelle. Elle se distingue par un mécanisme des plus ingénieux qui régularise l'action de la force électrique.

Quand une palette est soumise à l'influence d'un électro-aimant, la force attractive croît rapidement à mesure que la palette se rapproche du point d'attraction. Si donc on utilise le mouvement de la palette pour produire un effet à l'extrémité d'un bras de levier de longueur fixe, la puissance qui se trouve ainsi transmise a une intensité très-variable. Il en résulte des irrégularités dans le jeu des machines. Le mécanisme de M. Robert Houdin permet d'exercer un effort constant au moyen

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 5^{me} livraison.

de la force très-variable dont on dispose. Il est maintenant connu sous le nom de *Répartiteur*. Nous préparons sur ce sujet un article spécial. Nous n'insisterons donc pas sur les détails donnés par le *Cosmos* (1).

M. Combes, dans la Société d'encouragement (séance du 7 février), fait un rapport sur les appareils de télégraphie électrique combinés pour l'exploitation des chemins de fer à une seule voie, par M. Regnault, chef de traction au chemin de Paris à Saint-Germain. Toutes les personnes qui se sont rendues à la gare de la rue Saint-Lazare ont pu être frappées de l'intelligence et de la coquetterie avec lesquelles M. Regnault y a installé les appareils et les piles télégraphiques : aussi M. Combes appelle-t-il sur ce dernier les félicitations de la Société (2).

On commençait à parler de la transmission simultanée de deux dépêches en sens contraires par le même fil (voir notre livraison de septembre dernier). M. Gintl, à Vienne, avait, si nous ne nous trompons, obtenu, le premier, cet intéressant résultat. M. Zantedeschi avait repris et travaillé le problème.

On cherchait une explication aux phénomènes observés.

Les lois physiques connues empêchaient d'admettre que deux courants envoyés en sens contraires par deux piles égales sur un même fil pussent déterminer dans ce fil une manifestation électrique. On était certain qu'il ne se produisait rien dans ce cas, et l'expérience directe l'avait prouvé pour les courants ordinaires.

Ce point admis, quelques personnes avaient recours, pour leur explication, aux courants induits.

On sait ce que veut dire *courant induit*. Si l'on a deux circuits très-rapprochés, par exemple deux fils isolés l'un de

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 7^{me} et 21^{me} livraisons.

(2) id. id. 7^{me} livraison.

l'autre et roulés sur une même bobine, et que l'on fasse passer des courants successifs dans le premier fil, on détermine, dans le second, des courants instantanés qui prennent le nom de courants induits. L'introduction d'un barreau aimanté dans l'intérieur d'une bobine d'électro-aimant détermine encore dans celle-ci un courant induit, etc.

Rien n'autorise à penser que les courants induits diffèrent par leurs qualités essentielles des courants directs. Cependant on profitait de leur origine spéciale pour leur attribuer le phénomène de la communication simultanée. Les courants ordinaires, disait-on, se neutralisent dans un même fil; les courants induits, au contraire, se superposent.

Des faits se produisaient à l'appui de cette dernière théorie. On soumettait des expériences à l'Académie. On avait obtenu de la lumière et des effets physiologiques, en opposant deux courants induits égaux. Rien d'étonnant dès lors que dans les mêmes circonstances on obtint une communication télégraphique simultanée.

C'est alors que M. Gaugain vint mettre à néant cette fausse explication, et démontrer que les faits énoncés à l'Académie provenaient de vices dans les expériences.

Ces expériences avaient été faites en opposant l'un à l'autre deux courants induits produits par des machines de Rhumkorf. Il n'entre pas dans notre cadre de décrire aujourd'hui cet appareil. Qu'il nous suffise de dire que c'est un système au moyen duquel on fait naître des courants d'induction. Or M. Gaugain démontra que dans les essais qui avaient été faits, les courants n'étaient pas synchrones, et qu'ils passaient successivement au lieu de se superposer. En disposant les circuits d'induction de façon à obtenir un synchronisme parfait, il prouva que deux courants induits égaux et opposés se neutralisent aussi complètement que deux courants directs (1).

Il fallait dès lors trouver une nouvelle théorie de la communication télégraphique simultanée par le même fil. On sait que

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 7^{me} livraison.

dans notre article du mois de septembre dernier, nous avons démontré que ce phénomène s'explique tout naturellement par les lois les plus ordinaires de la physique.

Le *Cosmos* enregistre une réclamation de priorité de M. l'abbé Zantedeschi (1) à propos du *télégraphe des locomotives* du chevalier Bonelli, que nous avons décrit dans notre livraison du mois d'août dernier. Nous n'avons pas l'intention d'intervenir dans de pareilles questions. Constatons seulement que dans les projets rédigés à ce sujet par M. Zantedeschi, le contact entre la ligne et le wagon télégraphique est établi non pas par une traverse munie de glissoirs, mais par une roue qui se meut sur la barre conductrice. C'est une différence. Est-ce une amélioration ?

M. Leverrier présente à l'Académie des sciences, dans sa séance du 19 février, la première carte de l'état atmosphérique de la France entière. Cette carte était dressée au moyen d'observations faites par les fonctionnaires de l'administration télégraphique, et transmises par le télégraphe.

Elle faisait ressortir des phénomènes très-nets. A Marseille, à Bordeaux et dans tout le Midi, les vents sud et sud-ouest soufflaient très-intense; les vents nord-est et nord régnaient, au contraire, dans le Nord. Ces deux courants principaux venaient se rencontrer et se neutraliser dans la vallée de la Loire, où l'atmosphère était calme. Dans une première bande comprenant Metz, Lille, etc., le ciel était clair; dans une seconde bande comprenant Caen, Paris, etc., le ciel était couvert; dans une troisième bande comprenant Bourges, Nevers, Lyon, il neigeait; à Bordeaux, à Toulouse, il pleuvait; à Bayonne enfin, le ciel était de nouveau clair. La température de Bordeaux était de $+ 12$ degrés centigrades, celle de Mézières de $- 15$ de-

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 8^{me} livraison.

grés; il y avait donc entre ces deux points une énorme différence de température de 25 degrés.

Ce travail, demandé un soir par l'Empereur, avait été mis sous les yeux de S. M. le lendemain matin. Les observations, leur transmission télégraphique, l'établissement de la carte, avaient été faits en une nuit, sans qu'il eût été donné à personne d'avis préalable.

Cette communication frappa vivement l'Académie. Elle devint pour les études météorologiques le signal d'une ère nouvelle.

Depuis ce temps, les chefs de quarante stations télégraphiques convenablement choisies ont été munis d'instruments de précision, et envoient régulièrement à Paris leurs observations, dont M. Emmanuel Liais, astronome adjoint à l'Observatoire, discute et trace graphiquement les résultats. Ces documents sont transmis par la poste. Mais la brillante expérience réalisée au début démontre que l'on peut compter sur l'administration télégraphique pour constater à un moment donné, dans un but d'utilité urgente, l'ensemble de l'état météorologique de la France.

L'initiative prise en France trouva des imitateurs à l'étranger. Ainsi, l'Académie des sciences fut avertie, par une lettre lue à la séance du 26 mars, que le directeur de l'Observatoire de Madrid venait d'établir en Espagne un certain nombre de stations météorologiques pourvues d'excellents appareils (1).

M. l'abbé Moigno rend compte d'une visite faite, au commencement de l'année, à l'établissement central de la Compagnie de télégraphie électrique, situé dans Londres, à Lothbury, derrière la Banque d'Angleterre. Cet immense établissement occupait alors 1,214 personnes : 139 ingénieurs, 994 employés, expéditeurs des dépêches et messagers, 81 femmes chargées également des correspondances télégraphiques. Le capital dé-

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 8^{me}, 10^{me} et 13^{me} livraisons.

pensé par la Compagnie s'élevait alors à plus de 18 millions de francs. Son réseau télégraphique s'étendait en longueur sur 5,480 milles (7,308 kilomètres); la longueur totale de ses fils était de 24,000 milles (32,000 kilomètres). Ses recettes annuelles montaient à 20,802 livres sterling (540,000 fr.), et le nombre des dépêches expédiées par mois à 58,560.

Le visiteur a surtout été frappé des services rendus à la Compagnie par les appareils de M. Varley.

M. Varley a imaginé plusieurs dispositions ingénieuses qui peuvent s'adapter à divers appareils télégraphiques. Il les a appliquées, si nous sommes bien informés, d'abord à l'appareil à aiguilles de Wheatstone, puis à l'appareil de Morse. Nous reviendrons sur ce sujet, et nous décrirons spécialement cette seconde application, quand nous aurons achevé l'étude que nous publions sur le télégraphe Morse.

Voici d'ailleurs, en résumé, les perfectionnements de M. Varley.

Dans les lignes un peu longues, et surtout dans les lignes sous-marines ou souterraines, il se produit spontanément, entre deux signaux, un courant qui revient au poste expéditeur et qui est connu généralement sous le nom de *courant de retour*. C'est là un obstacle à la régularité de la transmission. M. Varley combat cet inconvénient en déchargeant le fil avant la production de chaque signal.

Il dispose ses leviers de façon que la pesanteur vienne en aide à l'électricité dans la fermeture des circuits et l'établissement des contacts.

Enfin il fait glisser les contacts des relais, de façon à déplacer facilement la mince couche d'air interposée (1).

Ce sont des appareils de Varley qui fonctionnent sur les lignes anglaises de la mer Noire, entre Varna et Balaklava, entre Varna et Constantinople.

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 11^{me} livraison.

Le Panopticon, à Londres, possède une gigantesque machine électrique dont le plateau, de 3 mètres de diamètre, est mu par la vapeur, et au moyen de laquelle on obtient des effets comparables à ceux de la foudre. Quatre fils de métaux différents, cuivre, laiton, zinc et fer, tendus sur un cadre de 2 mètres de longueur, sont instantanément brûlés et transformés en oxydes. Comme ces fils sont appliqués sur une feuille de papier, on voit sur celle-ci, après la déflagration, de grandes empreintes, de 2 centimètres de large, formées par les dépôts d'oxyde. Ces empreintes, qui varient beaucoup d'un métal à l'autre, peuvent donner de précieuses indications sur le mode de propagation de l'électricité. De la trace rectiligne du fil partent une multitude de hachures nettes, serrées, qui semblent indiquer que l'électricité, en même temps qu'elle parcourt le fil suivant une ligne droite, exécute, dans une direction perpendiculaire à cette ligne, des vibrations transversales.

Des fils de 6 mètres de longueur ont été aussi fondus, brûlés, réduits en petites boules, mais non transformés subitement en oxydes (1).

Indiquons le principe d'un ingénieux appareil que M. Gaugain a présenté à l'Institut, et qui remplit, par rapport aux courants produits dans certaines circonstances, le rôle que joue, par rapport à l'eau, la soupape d'une pompe; c'est-à-dire qu'il donne passage à l'électricité quand elle chemine dans un certain sens, et qu'il l'arrête, au contraire, quand elle va dans le sens opposé.

On appelle *œuf électrique*, dans les cabinets de physique, un tube de verre où l'on peut faire le vide; à chacune de ses extrémités, entre dans le tube une boule de cuivre soudée à un conducteur métallique. Dans le vide, les courants passent d'une boule à l'autre sous forme ellipsoïdale.

Cela posé, M. Gaugain recouvre d'une substance isolante l'une des deux boules d'un œuf électrique, en ne laissant à nu

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 12^{me} et 14^{me} livraisons.

qu'une portion excessivement petite de sa surface; puis il fait passer à travers l'œuf un courant produit par une succession rapide d'inductions.

Un galvanomètre placé dans le circuit accuse alors les phénomènes suivants. Quand les courants vont de la boule couverte à la boule nue, leur intensité augmente à mesure que l'on raréfie l'air dans le tube. Quand ils vont de la boule nue à la boule couverte, leur intensité augmente aussi d'abord; mais dès que la pression de l'air est descendue à un certain point, la déviation du galvanomètre se met à décroître; elle devient nulle à un certain moment, et finit par changer de sens.

Nous ne pouvons expliquer cette curieuse expérience; mais on comprend tout le parti que l'on en peut tirer dans la pratique. Les courants circulent librement de la boule couverte à la boule nue. Quand le vide est convenablement fait, ils ne peuvent suivre le chemin contraire. L'appareil, disposé comme nous l'avons dit, constitue donc, par rapport à une certaine classe de courants, une véritable *soupape électrique* (1).

On emploie à Londres, au Panopticon, une pile composée d'une série d'éléments formés de fonte de fer et de zinc amalgamé. La pile est armée avec l'une des quatre solutions suivantes :

1° Acide chlorhydrique non dilué du commerce, ou acide chlorhydrique concentré étendu d'un volume d'eau égal au sien ;

2° Mélange en parties égales d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique étendu d'un volume égal d'eau ;

3° Acide sulfurique étendu d'un volume d'eau double du sien ;

4° Acide sulfurique mêlé à un volume triple du sien d'une solution saturée de sel commun.

On se loue surtout de ce dernier liquide (2).

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 12^{me} livraison.

(2) id. id. id. 15^{me} livraison.

M. Edmond Becquerel soumet à l'Académie des sciences (séance du 16 avril) un travail sur le pouvoir magnétique de l'oxygène.

Tous les corps sont, dans une certaine limite, sensibles à l'action des aimants. Parmi les gaz, l'oxygène paraît jouir au plus haut degré de cette propriété. L'air qui nous environne doit donc la posséder aussi, en raison de l'oxygène qu'il contient, et on peut croire dès lors qu'il intervient dans quelques-uns des phénomènes du magnétisme terrestre. On a calculé, en effet, que la puissance magnétique de notre atmosphère équivaut à peu près à celle d'une immense lame de fer qui aurait 0^m,0001 d'épaisseur, et qui couvrirait la surface totale du globe.

L'étude du pouvoir magnétique de l'oxygène offre donc un intérêt tout particulier.

Voici quelques-uns des résultats que M. Edmond Becquerel a trouvés en soumettant ce gaz à l'action d'électro-aimants.

Le pouvoir magnétique de l'eau distillée à 0° et sous une pression de 0^m,76 étant pris pour unité et exprimé par — 1 (répulsion), celui de l'oxygène dans les mêmes circonstances est exprimé par + 0,1823 (attraction).

L'action qu'exerce l'air atmosphérique est mesurée par les vingt et un centièmes de l'action qu'exerce l'oxygène, la température et la pression étant égales.

Entre des limites d'intensité de courant comprises, depuis dix éléments Bunsen jusqu'à soixante, le pouvoir magnétique est proportionnel à la densité du gaz.

L'attraction magnétique semble diminuer à mesure que, la densité restant égale, la température du gaz s'élève (1).

Dans le courant du mois d'avril, lord Panmure, ministre de la guerre en Angleterre, nomme une commission chargée spécialement d'étudier les ressources que les sciences physi-

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 16^{me} livraison.

ques, et particulièrement l'électricité, peuvent fournir aux armées en campagne. M. Wheatstone fait partie de cette commission (1).

Annnonce d'une *Théorie des moteurs électriques*, présentée à l'Académie des sciences (séance du 23 avril) au nom de M. Marié-Davy (2).

M. Andraud envoie à l'Académie (séance du 7 mai), un mémoire sur les explosions des machines à vapeur. Il attribue ces explosions au dégagement d'une certaine quantité de fluide électrique qui arrive, dans certaines circonstances, à l'état fulminant, et dont la déflagration porte brusquement la pression de la chaudière à plusieurs centaines d'atmosphères. Il conseille donc d'abord de construire les chaudières avec un seul métal pour obvier au dégagement du fluide; puis d'armer intérieurement les générateurs de pointes inoxydables, pour soustraire le fluide qui peut se trouver dégagé.

Comme M. l'abbé Moigno, nous ne voyons pas qu'il y ait jusqu'à présent de raison sérieuse pour attribuer à l'électricité l'augmentation anormale de la pression dans les chaudières (3).

On sait que l'aluminium, qui a, dans ces deux dernières années, occupé si particulièrement les chimistes, promet de devenir un jour un métal usuel et peu coûteux. M. Hulot, directeur des ateliers de galvanoplastie de la Monnaie, a constaté, par d'heureux essais, que l'aluminium peut être sans inconvénient substitué au platine dans la confection des piles où entre celui-ci (4).

(1) *Cosmos*, 4^{me} année, 6^{me} volume, 17^{me} livraison.

(2) id. id. id.

(3) id. id. 19^{me} livraison.

(4) id. id. 21^{me} livraison.

M. Faraday, puis MM. Wheatstone et Varley, ont fait une série d'expériences grandioses sur la manière dont l'électricité se propage dans les conducteurs sous-marins ou souterrains (1).

Toutes les fois qu'un fil métallique est entouré d'une substance isolante, et que celle-ci est elle-même située dans un milieu conducteur, comme l'eau ou la terre, les courants qui passent dans le fil éprouvent un notable retardement.

Nous n'insistons pas sur ce fait, qui fera prochainement dans notre recueil l'objet d'un article important.

Une lettre de Saint-Pétersbourg donne quelques détails sur l'installation des lignes de télégraphie électrique de la Russie, au commencement de l'année 1855. Les lignes ont été établies par le corps des ponts et chaussées. M. Siemens, de Berlin, a été chargé spécialement de la construction et de l'installation des appareils; il a reçu pour cela environ 10 millions. Il a établi des télégraphes qui impriment les dépêches en caractères romains ou slaves. De nombreuses expériences pour la transmission simultanée en sens contraires de signaux par le même fil, ont été faites sur les lignes russes.

Paris, 25 novembre 1855.

(1) *Cosmos*, 3^{me} année, 4^{me} volume, 8^{me} livraison.
id. id. 5^{me} volume, 17^{me} livraison.
id. 4^{me} année, 6^{me} volume, 22^{me} livraison.

ÉTAT DE LA TÉLÉGRAPHIE AUX ÉTATS-UNIS EN 1852.

Un des soins les plus scrupuleux des *Annales* sera de suivre, chez les différents peuples, les transformations et les progrès de la télégraphie électrique, et d'en constater chez chacun d'eux l'état à différentes époques. Il entre donc dans notre plan de publier à ce sujet un travail général dès que nous en aurons recueilli tous les éléments, et d'établir en quelque sorte, comme point de départ, l'état actuel de la télégraphie dans les différentes parties du monde.

Les Etats-Unis d'Amérique trouveront leur place dans ce travail d'ensemble. Toutefois, comme tout ce qui se rattache à la télégraphie américaine est fort peu connu en Europe, il nous a paru intéressant d'insérer ici quelques documents que nous avons entre les mains, sur l'état de cette télégraphie en 1852.

L'Amérique a été le berceau de la télégraphie électrique. Les États-Unis étaient, en 1852, plus avancés qu'aucune autre nation. Par cette raison même, ils ont peut-être, depuis cette époque, fait relativement moins de progrès que les autres.

Les documents que nous publions ont été recueillis par M. Jules Coutin, actuellement inspecteur général du chemin de fer de l'Ouest, et qui fut chargé en 1852, par le ministère des travaux publics, d'aller étudier la construction et l'exploitation des chemins de fer de l'Amérique.

Nos lecteurs n'oublieront donc pas que dans tout le cours de l'article qui suit, ils ont constamment à se reporter de trois ans en arrière.

Le télégraphe électrique aux États-Unis n'est ni la propriété de l'État comme en France et dans les principaux pays de l'Allemagne, ni l'objet d'un monopole concédé à une compagnie unique comme en Angleterre. La transmission des dépêches par l'électricité est une industrie particulière, exploitée par des compagnies nombreuses qui ne relèvent en rien, pour leur administration, du gouvernement central ou celui des États, et qui, dans beaucoup de parties de l'Union, peuvent se former sans aucune sanction de l'autorité publique. Tout citoyen, toute réunion de citoyens a le droit d'établir, d'un point à un autre, dans certains États, une communication électrique, à la seule condition de se soumettre aux lois et ordonnances pour l'établissement des fils dans les villes, sur les routes, sur les chemins de fer, sur les monuments publics et dans les propriétés particulières. La condition politique et sociale du pays permet à cet égard une liberté qui paraîtrait excessive et dangereuse en Europe.

Nulle part l'usage du télégraphe électrique n'est entré dans les habitudes du peuple comme aux États-Unis. L'activité du commerce, la vaste étendue du territoire, les grandes distances qui séparent les centres de population, et le besoin de travailler rapidement, qui est un des traits distinctifs du caractère national, ont puissamment contribué au développement du télégraphe électrique dans le nord du continent américain. On n'en est plus, dans les principaux États de l'Union, à construire des lignes nouvelles ; la plupart du temps, entre deux villes importantes, on trouve plusieurs lignes qui se font une concurrence très-vive de prix, de célérité et d'exactitude.

Établissement des lignes.

La longueur totale des lignes de télégraphie électrique dans les États-Unis et le Canada, est de 19,000 kilomètres environ. Ce réseau met en communication cinq cent cinquante centres de population, grands ou petits.

Mais dans ce réseau les lignes sont loin d'être construites

avec le soin qu'on y apporte en France et en Allemagne. Il en est de ces télégraphes comme des chemins de fer : les compagnies se préoccupent de faire vite et beaucoup, plutôt que de faire bien.

Les poteaux sont de jeunes arbres à peine dégrossis, de dimensions à peu près semblables aux nôtres, mais que l'on n'injecte pas pour assurer leur conservation. Dans les villes, ces poteaux sont très-élevés et très-solides, fixés sur les bords des trottoirs, dans les rues souvent les plus fréquentées ; ils supportent de 12 à 15 fils. Hors des villes, le télégraphe est placé le long des chemins de fer, des routes, des canaux, des rivières. Aucune difficulté ne retarde, aucun obstacle n'arrête. S'il se rencontre d'immenses forêts où l'homme n'ait jamais pénétré, on n'hésite pas devant cet inconvénient, le surveillant du télégraphe sera la seule créature humaine qui les traversera. De longs clous à tête recourbée sont fixés dans les arbres, bien que la sève souvent rende l'isolement imparfait. On y attache un gouleau de verre qui livre passage au fil. Tel est souvent, dans ces forêts, le système économique de suspension et d'isolement. Les communications y sont, il est vrai, très-fréquemment interrompues par la chute des arbres pourris, par les orages, les ouragans, etc.

Le système d'établissement des télégraphes électriques est loin d'être uniforme aux États-Unis. Aucune loi n'exigeant l'observation de certaines règles ou conditions, chaque compagnie construit suivant ses ressources et ses besoins. Il est assez difficile, en conséquence, de donner une moyenne exacte des frais de construction proprements dits par kilomètre et pour le réseau entier.

Cependant on fixe généralement cette moyenne, pour une ligne dans les conditions ordinaires, à 200 dollars par mille, soit 621 francs par kilomètre, sans comprendre les sommes payées aux inventeurs, qui, ainsi que nous le verrons tout à l'heure, sont loin d'être négligeables.

Des brigades d'hommes sont chargées de la surveillance des fils et poteaux, et munies des outils nécessaires pour les répara-

tions. Dans les pays où la population est un peu compacte, ces cantonniers sont placés à d'assez grandes distances l'un de l'autre, 50, 100, 150 kilomètres quelquefois. Mais sur les lignes qui traversent les épaisses forêts du Sud, il a été reconnu indispensable de ne pas les séparer de plus de 30 à 40 kilomètres. Les frais de surveillance sont donc très-variables, et il est difficile d'en donner une évaluation exacte.

Appareils employés.

Trois systèmes de télégraphes électriques brevetés fonctionnent dans l'Amérique du Nord : le système du professeur Morse, celui d'Alexandre Bain et celui de Royal. E. House.

Le télégraphe Morse (1), le plus ancien de ces systèmes, a été appliqué pour la première fois en 1844, entre Washington et Baltimore, sur une longueur de 48 kilomètres et grâce à un subside de 150,000 fr. voté par le congrès. Cette occasion a été la seule dans laquelle le gouvernement fédéral soit venu en aide à l'industrie des télégraphes.

Cet appareil fonctionne maintenant sur les trois quarts environ des lignes américaines. Voici les principales lignes sur lesquelles il est en usage :

Ligne de Washington à Boston.	538 kilom.
— de Cincinnati à Saint-Louis.	1,200 —
— de New-York à Albany, Buffalo, Erié, Cleveland, Chicago et Milwaukee. . .	1,560 —
— de Buffalo à Toronto, Kingston, Mont- réal, Québec et Halifax	1,680 —
— de Cleveland à la Nouvelle-Orléans par Cincinnati	1,440 —
— de Washington à la Nouvelle-Orléans Richmond, Charleston, Savannah et Mobile	2,360 —

(1) Le télégraphe Morse est suffisamment connu de nos lecteurs. Un long article à ce sujet est en voie de publication dans les *Annales*.

Dans la pratique, les appareils Morses employés en Amérique transmettent de 8 à 9,000 lettres par heure.

M. Morse retire de l'exploitation de son brevet des sommes énormes. Sur presque toutes les lignes où servent ses appareils, une moitié du capital social lui est attribuée, les produits restant répartis sur l'ensemble de ce capital ; ainsi la moitié des dividendes est dévolue à M. Morse. Il est vrai que celui-ci a aliéné les trois quarts de son droit à d'autres personnes, qui en ont elles-mêmes divisé la propriété, de sorte que l'inventeur ne touche personnellement qu'un huitième des dividendes.

Le télégraphe de M. Bain, pour lequel l'inventeur a pris patente en son nom dès 1846, et en nom collectif avec Robert Smith en 1849, imprime les dépêches au moyen d'une pointe de fer qui se meut sur un papier imbibé de cyanure jaune de potassium. Dans le moment où le courant passe, le fer est décomposé au contact du cyanure et laisse une trace de bleu de Prusse. Les dépêches sont composées, à la station de départ, sur une bande de papier isolant sur laquelle on découpe des points et des lignes. La bande, interposée ensuite sur le passage du courant, s'enroule sur un tambour, de façon que l'électricité ne peut s'élancer sur la ligne que dans les moments où la bande présente une découpeure. En ce moment, la pointe de fer qui est à l'autre extrémité de la ligne, marque sa trace sur le papier à impression. Dans ce système, la transmission de la dépêche se fait avec une très-grande rapidité ; mais la composition préalable que l'on est obligé de faire de cette dépêche, demande un temps assez considérable.

Le télégraphe de Bain est employé par plusieurs Compagnies dont le réseau forme environ 2,500 kilomètres. Il est aussi d'un beau revenu pour l'inventeur. Sur les lignes importantes, un tiers du capital social lui est attribué.

L'appareil de House marque des lettres ordinaires d'imprimerie sur une bande de papier, de telle sorte que l'on envoie au destinataire la dépêche tracée par l'appareil lui-même sans aucune transcription.

M. House a vendu à une Compagnie le droit d'exploiter son brevet pris en 1846.

Son appareil, plus compliqué que les autres, et peut-être un peu moins rapide, est employé sur trois lignes :

- 1^o De New-York à Philadelphie ;
- 2^o — à Boston ;
- 3^o — à Buffalo.

Les trois systèmes Morse, Bain, House, se font concurrence sur un grand nombre de lignes. Ils existent tous les trois sur la ligne de New-York à Buffalo, une des plus importantes des États-Unis.

Les batteries les plus généralement employées aux États-Unis sont composées d'éléments de Bunsen ainsi formés : extérieurement, une tasse de porcelaine dans laquelle on verse de l'acide nitrique et où on plonge une feuille de platine. La tasse en porcelaine est placée dans une sorte de tasse en zinc ayant un trou à sa partie inférieure et un trou sur le côté. Le tout est placé dans un vase de verre où l'on verse de l'acide sulfurique étendu de quinze fois son poids d'eau. La feuille de platine forme le pôle positif, et le zinc, le pôle négatif. Le zinc, pour résister plus longtemps à l'action des acides, est ordinairement frotté avec du mercure.

Les frais de l'entretien de ces piles sont considérables. En voici les éléments pour le réseau américain :

Aux États-Unis, on emploie en moyenne trente éléments pour une longueur de 160 kilomètres.

Les zincs ont besoin d'être renouvelés deux fois chaque année. C'est donc, pour le réseau de 19,000 kilomètres, une dépense de 720,000 tasses de zinc par année. Chaque tasse pèse 1^k,016 (1) ; soit en tout 731,520 kilog. Le zinc coûtant 0^f,40 le kilogramme aux États-Unis, la dépense totale est de 292,608 fr.

Soit par kilomètre 15 fr. 34

Quant aux acides, la meilleure qualité d'acide nitrique coûte

(1) 2 livres anglaises ; la livre anglaise vaut 0^k,508.

environ 1 fr. le kilogramme. 1 kilog. suffit pour seize éléments de pile. Cet acide demande à être renouvelé deux fois par mois dans les batteries principales, et tous les jours dans les petites batteries de deux ou trois éléments.

L'acide sulfurique, employé du reste dans de faibles proportions, ne coûte pas plus de 80 c. le kilogramme.

Quant au mercure, on en consomme annuellement 3¹/₅ par cent éléments ; soit une dépense de 44 fr. 80 (le kilogramme coûtant 12 fr. 80.)

Organisation du service.

Les Compagnies de télégraphes, malgré leurs frais élevés d'entretien, grâce à l'économie de leur exploitation et à l'activité de leurs affaires, sont généralement dans une situation financière assez bonne. Les meilleures lignes, comme celle de New-York à Buffalo (système Morse) et celle de Philadelphie à Pétersbourg et Cincinnati, ont donné quelquefois à leurs actionnaires de 16 à 25 0/0 ; d'autres lignes n'ont jamais dépassé 4 0/0 ; une moyenne assez approximative peut être 8 0/0, chiffre d'intérêt qui n'a rien que de très-ordinaire aux États-Unis.

Les dépenses d'administration et d'exploitation en général sont restreintes autant que possible. Les Compagnies, n'étant que des entreprises industrielles, conduisent leurs affaires commercialement, mais, sur les lignes à grandes distances, avec une économie mal entendue qui nuit souvent à la promptitude et à la régularité du service. Une ligne à grande distance étant presque toujours la propriété de plusieurs Compagnies, il en résulte, à chaque point où la dépêche est retranscrite pour être réexpédiée par une autre, de longs et fâcheux retards contre lesquels il n'est aucun moyen de s'assurer. La durée moyenne ordinaire du temps nécessaire pour envoyer de New-York à la Nouvelle-Orléans une dépêche et recevoir la réponse est de deux jours. La distance, aller et retour, par les fils, est de 6,300 kilomètres environ. Les lignes, rarement en bon état, traversent d'immenses forêts et des températures très-dif-

férentes; de nombreuses transcriptions sont nécessaires. Quelquefois, cependant, dans la belle saison, au moment du départ ou de l'arrivée d'un bateau à vapeur d'Europe, on a des dépêches transmises et les réponses reçues dans l'espace d'une heure ou deux. Les longues lignes laissent, on le voit, beaucoup à désirer sous le rapport de la régularité. Celles qui sont entre les mains d'une seule Compagnie sont généralement bien servies.

Outre les retards qui proviennent de l'étendue des lignes et de l'imperfection de leur établissement, une des causes qui produisent les plus nombreuses interruptions dans le service des télégraphes électriques aux États-Unis, est la fréquence des orages. Plusieurs Compagnies ont cru trouver un moyen de remédier à cet inconvénient en posant sur le sommet de chaque poteau un morceau de fil de fer taillé en pointe de 15 à 20 centimètres de haut et mis en communication avec le sol.

Le personnel chargé de la transmission des dépêches est toujours très-restreint dans les bureaux de New-York, où règne cependant la plus grande activité; chaque station emploie en moyenne quatre jeunes gens stationnaires ou commis. Dans les provinces et les petites villes, une ou deux personnes suffisent. Le principal employé de chaque bureau à New-York reçoit environ de 1,000 à 1,200 dollars par an (5,000 à 6,000 fr.); quelques Compagnies ont un directeur qui a le contrôle immédiat de toutes les affaires de l'administration.

Les bureaux des télégraphes sont ouverts, pendant la semaine, de sept heures du matin à dix heures du soir; le dimanche, de neuf heures à dix heures le matin, et de deux à trois et de sept à neuf le soir.

Toute personne qui le demande peut, pendant la semaine, conserver la communication en dehors des heures ordinaires de travail, à charge de payer par heure 2 fr. 50 c. pour chaque stationnaire ainsi occupé, ou 5 fr. par bureau. Les journaux attendant des nouvelles intéressantes de quelque point du territoire, usent fréquemment de cette faculté.

Les dépêches sont transmises toutes d'après leur ordre d'inscription. Le public n'a à cet égard d'autre garantie que la moralité de la Compagnie. Quelques messages, cependant, d'une nature urgente, ont droit à une expédition plus rapide et prennent un tour de faveur. Telles sont, par exemple, les dépêches du gouvernement, de la justice, celles pour la découverte des criminels, les nouvelles de mort ou de maladie, quand une personne est mandée, etc., etc.... enfin les communications de presse très-importantes.

La personne qui envoie un message peut le transmettre en langue anglaise ou en chiffres secrets. La plus grande liberté existe à cet égard ; beaucoup sont écrits en langues étrangères, français, espagnol, allemand, etc. Les dépêches secrètes deviennent de jour en jour plus fréquentes ; le commerce y trouve un puissant moyen de spéculation.

L'expédition à domicile des dépêches se fait ordinairement avec rapidité, économie et fidélité. Cette expédition est à la charge des Compagnies de télégraphie, excepté pour la ville de New-York. Dans cette ville, à chacun des douze bureaux de télégraphe sont attachés cinq jeunes garçons, soit en tout soixante, chargés de la distribution de toutes les dépêches. La ville a été partagée par toutes les Compagnies en deux zones : 1° le quartier commerçant et industriel (2 kilomètres de long environ sur 1 de large) ; 2° le quartier non commerçant, où sont presque toutes les habitations particulières. Un tarif uniforme a été fixé pour chacune de ces zones. Pour le quartier commerçant, qui reçoit la plus grande partie des dépêches de dix heures à cinq heures, le prix est de 0 fr. 10 c. le jour, et la nuit de 0 fr. 75 c. Hors du quartier des affaires, dans la seconde zone, le prix uniforme est de 0 fr. 75 c. ; dans les faubourgs, 1 fr. 25 c.

Chaque enfant est porteur d'un registre sur lequel la personne qui reçoit la dépêche inscrit son nom, son adresse et l'heure de cette réception.

Ces livres sont toujours à la disposition de ceux qui voudraient les consulter. L'enveloppe de la dépêche porte le nom

du destinataire, son adresse, et en tête de la dépêche, dans l'intérieur, est mentionnée l'heure de la transcription au point de départ et celle de la réception au bureau d'arrivée.

Tarifs.

Les tarifs américains n'ont rien d'uniforme; ils varient considérablement avec les diverses Compagnies. Cependant ils sont, en général, fort modiques, et c'est à cette modicité sans doute qu'il faut attribuer le grand développement qu'a pris aux États-Unis l'usage du télégraphe.

A l'époque dont parle le rapport de M. Coutin (1), la différence est fort sensible entre les tarifs américains et les tarifs de France et d'Angleterre. On peut s'en convaincre par les tableaux suivants qui présentent pour les différents pays des lignes de longueurs à peu près égales.

Tarif français.

NOMS DES LIGNES.	Longueurs en kilomètres.	PRIX DE LA DÉPÊCHE DE VINGT MOTS.			Par dizaine de mots en plus.
		Total.	par mot.	par kilomètre	
Paris à Orléans	422	4 f. 56	0 f. 22 c. 8	0 f. 03 c. 7	1 f. 44
— à Amiens.....	447	4 80	0 24 0	0 03 2	1 20
— au Havre.....	229	5 76	0 28 8	0 02 3	1 44
— à Nevers.....	303	6 72	0 33 4	0 02 2	1 68
— à Calais.....	377	7 56	0 37 7	0 02 0	1 89
— à Nantes.....	433	8 28	0 41 4	0 04 9	2 07
Total.....	1611				
Moyennes		6 30	0 34 4	0 02 5	1 57

OBSERVATIONS : 1^o Adresse, date, signature, comptées dans l'évaluation des mots.
2^o Remise de la dépêche à domicile : 1 fr. pour Paris, 50 c. pour les départements.

(1) Qu'on ne perde pas de vue qu'il s'agit ici de la fin de l'année 1852. Depuis cette époque, les tarifs français sont notablement réduits, et les conclusions tirées des tableaux qui vont suivre ont cessé d'être vraies.

Tarif anglais.

NOMS DES LIGNES.	Longueurs en kilomètres.	PRIX DE LA DÉPÊCHE DE VINGT MOTS.			Par dizaine de mots en plus ou fraction de dix mots.
		Total.	Par mot.	par kilomètre	
Londres à Southampton	429	6 f. 85	0 f. 34	0 f. 05 c. 3	3 f. 42
— à Birmingham.	480	8 40	0 40	0 04 5	4 05
— à Yarmouth...	235	8 75	0 43	0 03 7	4 37
— à Leeds	330	10 60	0 53	0 03 2	5 30
— à Liverpool. . .	338	10 60	0 53	0 03 4	5 30
— à Glasgow. . . .	724	17 50	0 87	0 02 4	8 75
Total.....	4936				
Moyennes.....		10 40	0 52	0 03 7	5 20

OBSERVATIONS : 1^o Adresse, date, signature, comptées dans l'évaluation des mots.
2^o Remise de la dépêche à domicile : 4 fr. 25 par mille (4 kilom. 640).
3^o Aucun message au-dessous de 3 fr. 10.

Tarif américain.

NOMS DES LIGNES.	Longueurs en kilomètres.	PRIX PAR DÉPÊCHE DE DIX MOTS.			Par mot en plus.
		Total.	par mot.	par kilomètre.	
New-York à Newark....	46	4 f. »	0 f. 40	0 f. 06 c. 25	0 f. 40
— à New-haven	422	4 »	0 40	0 00 82	0 40
— à Boston	380	4 »	0 40	0 00 26	0 40
— à Portland ..	558	2 »	0 20	0 00 36	0 45
— à Erie	756	2 50	0 25	0 00 33	0 45
— à N.-Orléans.	3141	12 50	4 25	0 00 40	0 70
Total.....	4973				
Moyennes.....		3 33	0 33	0 01 40	»

OBSERVATIONS : Adresse, date, signature, non comprises dans l'évaluation des mots.
2^o Remise de la dépêche à domicile sans frais.
3^o Les mots : Répondez, s'il vous plaît, passés sans frais.

Rapprochant les moyennes pour les trois pays, nous avons :

NOMS DES NATIONS.	Longueurs en kilomètres des lignes sur lesquelles la moyenne est prise.	PRIX DE LA DÉPÊCHE		
		Total.	Par mot.	Par kilomètre.
Angleterre	4936	40 f. 40	0 f. 52 c. 0	0 f. 03 c. 7
France.....	4644	6 30	0 34 4	0 02 3
États-Unis.	4973	3 33	0 33 0	0 01 4

OBSERVATIONS : La dépêche de 40 mots des États-Unis équivaut à la dépêche de 20 mots d'Angleterre et de France, à cause de la différence établie pour les date, adresse et signature.

Des rapports avec la presse périodique.

Une exception aux prix mentionnés dans le tarif ordinaire est faite aux États-Unis en faveur de la presse. Une publicité commerciale et politique aussi grande et aussi prompte que possible est un besoin que le peuple américain met au premier rang par nature et par intérêt. Les journaux aux États-Unis sont, en effet, plus nombreux qu'en aucun pays du monde, et, grâce à la simplicité du mécanisme qu'ils ont adopté, en général mieux instruits et à moins de frais que ne le sont même les journaux anglais.

Pendant les premières années qui suivirent l'apparition du télégraphe électrique, les communications pour la presse étaient rares, les dépêches courtes, rédigées souvent d'une manière obscure par les correspondants, et dans tous les cas très-coûteuses.

C'est seulement à dater de 1847, à l'occasion de la guerre du Mexique, que les relations devinrent plus fréquentes entre les journaux et les télégraphes. Le public était passionné d'intérêt; chaque feuille importante avait des correspondants sur le théâtre de la guerre, et des estafettes sur les lacunes des télégraphes. Toutes rivalisèrent de rapidité et d'exactitude. Ce système très-dispendieux a été remplacé par un autre plus

simple, plus sûr et plus économique. Dans presque toutes les grandes villes de l'Union, maintenant, les journaux, pour leur correspondance électrique, ont formé une association soutenue par un fonds auquel tous contribuent par portions égales. Un directeur, mis par eux à la tête de ce service, est chargé de recueillir, par la voie la plus prompte et au moyen d'agents à lui, les nouvelles de tous les points du globe. Ces nouvelles, aussitôt parvenues au bureau, sont expédiées sans appréciation à chaque feuille en même temps (1).

Le directeur de cette agence est chargé seul de tous les rapports avec les Compagnies de télégraphes, et seul responsable vis-à-vis des journaux. Il emploie avec ses correspondants, un vocabulaire particulier qui lui permet de passer de longues phrases en peu de mots.

Six journaux à New-York, les plus importants, ont été les premiers à fonder une association de ce genre. Les dépenses de cette association se sont élevées, l'an dernier (1851), à 150,000 fr., soit 25,000 fr. pour chaque feuille. La moyenne des cinq dernières années avait été de 100,000 à 120,000 fr.

Voici quel est le tarif fixé pour les messages de la presse; nous citons quelques lignes seulement :

De Washington à New-York, pour le compte-rendu des séances du Congrès et les autres nouvelles politiques :

Distance : 362 kilomètres.

0 fr. 25	par mot jusqu'à 500 mots;
0 16 7	id. de 500 à 1,000 ;
0 08 3	id. au-dessus de 1,000.

Entre Philadelphie et New-York, une Compagnie (système House) ne prend que 0 fr. 05 c. par mot. Les deux autres, Bain et Morse, ont un tarif un peu plus élevé; la distance est de 145 kilomètres.

Les Compagnies de New-York à Boston, pour toutes les dé-

(1) Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que des institutions à peu près analogues, les agences Havas et Lejollivet, existent maintenant en France.

pêches de presse, quelle qu'en soit la longueur, ne font payer que 0 fr. 05 c. par mot ; la distance est de 380 kilomètres.

La ligne de Boston à Halifax reçoit dans ce dernier port où relâchent des bateaux à vapeur venant d'Angleterre, les nouvelles d'Europe vingt-quatre heures avant l'arrivée de ces bateaux à Boston. Un traité assure l'expédition de ces nouvelles à l'association de la presse, moyennant un prix unique pour chaque message n'excédant pas 3,000 mots.

Les lignes du Canada n'accordent aucune réduction de prix pour les dépêches adressées aux journaux.

Des rapports avec les chemins de fer.

Il nous reste à parler de l'application de la télégraphie électrique à l'exploitation des chemins de fer.

Les chemins de fer aux États-Unis étant encore, à très-peu d'exceptions près, tous à simple voie, le télégraphe électrique semble devoir être pour eux un complément indispensable. Il y a généralement sur chaque ligne de fer une ligne de télégraphe ; mais le chemin de fer n'ayant, par économie, aucun fil, aucun poste, aucun personnel à lui, ne retire du télégraphe que peu de services.

En Angleterre et en France, les Compagnies de chemins de fer qui ont des fils électriques à leur disposition sont immédiatement informées, dans leurs centres principaux, des moindres événements qui se passent sur leurs lignes. Il en résulte pour l'exploitation une grande sûreté, et dans certaines branches du service une notable économie. Mais, à cet effet, les Compagnies ont des bureaux de télégraphes et un personnel spécial dans leurs gares principales, et de petits postes dans leurs stations secondaires. D'ordinaire les chefs et employés de ces stations secondaires sont agents en même temps du télégraphe électrique pour la Compagnie.

Aux États-Unis, les chemins de fer n'ont ni postes ni fils télégraphiques dont ils aient la propriété et l'usage exclusifs. Quand les besoins de l'exploitation d'un chemin exigent la transmission de quelque dépêche, l'agent de la Compagnie se

transporte à la station du télégraphe où son message, dans les cas urgents, prend un tour de priorité sur ceux du public et n'est soumis à aucune taxe. Ces faveurs sont accordées en retour de la permission donnée à la Compagnie du télégraphe de poser ses poteaux sur la ligne de fer.

Cet état de choses ne permet pas aux administrations de chemins de fer d'user du télégraphe pour ces mille dépêches de service qui facilitent tant l'exploitation d'une aussi vaste entreprise.

On voit, en résumé, que si les États-Unis, en 1852, ont déjà un réseau télégraphique florissant, il leur reste cependant beaucoup à faire. Mais il est un fait qui frappe l'attention dès que l'on considère la télégraphie américaine : c'est une incessante recherche de procédés nouveaux. Les administrations ne reculent pas devant une expérimentation continuelle d'instruments et d'appareils. La rivalité des lignes, le besoin d'économie, et quelquefois aussi le désir peu louable d'éluder des brevets très-coûteux à acheter, entretiennent cet esprit d'innovation qui manque rarement de tourner au profit de la science.

VIBRATIONS PARTICULIÈRES AUX APPAREILS DE MORSE.

Quelques appareils Morse, notamment les premiers construits en France par MM. Laumain et Briquet, donnent lieu, lorsqu'on détend le ressort de rappel du relais, à des vibrations singulières que nous croyons devoir signaler, parce qu'on est souvent tenté de les attribuer à des causes étrangères.

Il arrive, quand on détend ce ressort, un moment où la tige de la palette vient s'appliquer contre la vis qui correspond au pôle de la pile locale dont le circuit se trouve alors fermé. L'électro-aimant de l'appareil à signaux est aimanté, et le levier, fortement attiré, vient frapper par son extrémité contre la colonne à laquelle se fixe le pôle de la pile de ligne quand l'appareil doit fonctionner en translation.

Ce choc se transmet par la planche qui supporte tout le système, à la palette du relais, produit un petit mouvement qui écarte la tige de la vis de contact et rompt le circuit de la pile locale. Le levier reprend sa position normale, et la palette, sollicitée de nouveau par son poids ou par l'attraction de l'électro-aimant, qui conserve toujours quelques traces de magnétisme, vient de nouveau toucher la vis. Le même effet se produit et donne lieu à des vibrations rapides qui continuent jusqu'à ce qu'une action étrangère vienne les arrêter.

Lorsque le relais et l'appareil à signaux ne sont pas réunis sur la même planche, ou lorsque le mouvement du levier est assez faible, ce phénomène ne se produit pas en général.

Comme ces vibrations sont quelquefois nuisibles aux transmissions, quand la faiblesse du courant de la ligne oblige à détendre le ressort des relais, nous pensons qu'il est préférable de séparer totalement les deux parties de l'appareil, comme on fait en Suisse et en Allemagne.

E.-E. BLAVIER,

Inspecteur des lignes télégraphiques.

Nancy, 15 novembre 1855.

NOUVELLES DIVERSES.

Un examen pour l'admission aux places de surnuméraires stationnaires dans l'administration des lignes télégraphiques aura lieu à Paris le 15 mars 1856, conformément à l'arrêté de M. le ministre de l'intérieur, en date du 15 novembre 1855, inséré au *Moniteur* du 29 du même mois.

En exécution de l'art. 4 de cet arrêté, les candidats qui voudront se présenter à cet examen devront se faire inscrire, avant le 10 mars courant (1), au bureau central de l'administration télégraphique, ministère de l'intérieur, et produire en même temps les pièces ci-après :

- 1° Acte de naissance légalisé ;
- 2° Certificat constatant la libération définitive du service militaire ;
- 3° Certificat de bonne vie et mœurs légalisé ;
- 4° Diplômes constatant les grades universitaires que les candidats auraient obtenus.

Les candidats devront également indiquer les langues étrangères vivantes dont ils posséderaient la connaissance.

Les demandes faites avant la publication du présent avis devront être renouvelées.

Le registre d'inscription sera clos le 10 mars prochain, à quatre heures du soir.

Paris, le 7 février 1856.

Le Directeur général,
Vicomte H. DE VOUGY.

(1) Le *Moniteur universel* du 13 février avait par erreur annoncé que l'inscription serait close le 29 février ; cette erreur a été rectifiée dans le *Moniteur* du 20 février.

La ligne électrique de Guelma à Bone (Algérie) a été ouverte le 11 janvier courant; elle a été mise immédiatement à la disposition du public. Le service se trouve ainsi assuré sur tout le parcours de Bone à Constantine. (*Moniteur* du 26 janvier.)

Espagne. — Ordonnance royale.

ART. 1^{er}. — L'étude de la construction et la conservation des lignes télégraphiques se feront, à partir de la date du présent décret, par la direction des travaux publics dépendant du ministère *de fomento*.

ART. 2. — L'ameublement et la fourniture des stations, les machines, appareils, etc., et tout ce qui sera nécessaire pour l'exploitation de ces lignes, tant en matériel qu'en personnel, continueront d'être à la charge de la direction générale des télégraphes dépendant du ministère de l'intérieur.

ART. 3. — Le ministère ordonnera que l'on délivre immédiatement au ministère *de fomento* tous les antécédents et tous les documents qui se trouveront à la direction générale des télégraphes, ayant trait à des études, à la construction et à l'exploitation des télégraphes d'Espagne et de ses possessions coloniales.

ART. 4. — Les ministres *de fomento* et de l'intérieur me proposeront, dans le plus bref délai, les mesures nécessaires pour l'exécution de cette résolution, en harmonisant les services et assurant leur succès.

Donné à San-Lorenzo, le 31 août 1855.

LA REINE.

Sa Majesté la reine Isabelle II a daigné approuver les pro-

positions faites pour la construction des lignes télégraphiques suivantes :

Celles de Villasequilla à Tolède, de Madrid à Yelves, de Trujillo à Cacerès et de Catayud à Teruel, en faveur de don Tomas de Miguel;

Celle de Jaen à Grenade, en faveur de don Santiago del Valle;

Celle de Grenade à Almería, de Séville à Huelva, de Jerez à San Lucar, de Barrameda et de Zamora à Ciudad-Rodrigo, en faveur de don José Ruez de Quevedo.

(*La Espana* du 2 février 1856.)

Nous ne pouvons encore, dans ce numéro, donner la continuation de l'article commencé en décembre dernier sur l'appareil Morse. Les figures de grande dimension qui doivent accompagner le texte ne sont pas achevées.

LE SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE DIRECTION,

ÉMILE SAIGEY.

PARIS. — IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLÉON CHAIX ET C^e, RUE BERGÈRE, 20. — 2202