

## 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](http://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

<b>Auteur(s)</b>	Vincent, Julien (1822-1887)
<b>Titre</b>	Notice sur l'établissement des lignes télégraphiques en Belgique
<b>Adresse</b>	Bruxelles : B.-J. van Dooren, imprimeur des Annales des travaux publics, 1854
<b>Collation</b>	1 vol. (75 p.) : tabl. ; 23 cm
<b>Nombre d'images</b>	79
<b>Cote</b>	CNAM-BIB 8 Sar 576 (P.2)
<b>Sujet(s)</b>	Lignes télégraphiques -- Belgique -- 19e siècle
<b>Thématique(s)</b>	Technologies de l'information et de la communication
<b>Typologie</b>	Ouvrage
<b>Note</b>	Extrait des "Annales des travaux publics de Belgique", T. XIII.
<b>Langue</b>	Français
<b>Date de mise en ligne</b>	21/01/2021
<b>Date de génération du PDF</b>	20/01/2021
<b>Permalien</b>	<a href="http://cnum.cnam.fr/redir?8SAR576.2">http://cnum.cnam.fr/redir?8SAR576.2</a>



**ETABLISSEMENT**

DES

**LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES**

EN BELGIQUE.



# NOTICE

SUR

## L'ÉTABLISSEMENT DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES

EN BELGIQUE;

PAR M. J. VINCHENT,

INGÉNIEUR DE L'ÉTAT, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE MILITAIRE.

EXTRAIT DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS DE BELGIQUE. — T. XIII.



BRUXELLES,

B.-J. VAN DOOREN, IMPRIMEUR DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS,  
CHAUSSÉE DE WAYRE, 25.

1854.



# NOTICE

SUR

## L'ÉTABLISSEMENT DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES

EN BELGIQUE ;

PAR **M. J. VINCHENT**,

INGÉNIEUR DE L'ÉTAT, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE MILITAIRE.

---

### PREMIÈRE PARTIE.

#### DÉTAILS PRÉLIMINAIRES.

Les lignes télégraphiques belges ont été établies dans des conditions avantageuses au point de vue de la dépense, qui est restée au-dessous de l'estimation.

Les matériaux, presque exclusivement fournis dans le pays même, ont été obtenus à des prix peu élevés.

Le service naissant a profité de l'expérience de ceux qui l'avaient précédé. En outre, il a trouvé des auxiliaires utiles dans le personnel et dans les moyens de transport des chemins de fer de l'État.

Par suite de ces circonstances, quelques détails sur l'installation des télégraphes en Belgique ne seront peut-être pas sans intérêt.

La première exploitation de ce genre fut concédée à une compagnie. Par un arrêté ministériel du 25 décembre 1845.

MM. Wheatstone et Cooke, qui avaient fondé, quelques années auparavant, les premières lignes télégraphiques de la Grande-Bretagne, furent déclarés concessionnaires de la ligne de Bruxelles à Anvers.

Cette ligne fut achevée en août 1846. Elle comprenait, sur son étendue de 44 kilomètres, deux fils à l'usage exclusif du gouvernement et deux réservés à la compagnie.

Chaque paire de fils desservait trois appareils de signaux, placés respectivement à Bruxelles, Malines et Anvers.

Dès les premiers mois d'exploitation, il avait été constaté que les correspondances des particuliers, du gouvernement et du service des chemins de fer, pouvaient être desservies par une seule ligne, sans être entravées l'une par l'autre.

L'administration résolut, en conséquence, de ne pas se servir des appareils et des fils dont elle pouvait disposer et pour lesquels elle aurait dû entretenir un personnel spécial. Il fut arrêté qu'elle emploierait les appareils de la compagnie.

Le service télégraphique se maintint dans ces étroites limites pendant plusieurs années. Au point de vue de l'exploitation, Bruxelles et Anvers étaient, à l'intérieur, les deux seuls points qui pussent offrir quelque ressource. Un réseau plus étendu n'aurait obtenu des correspondances privées que par des relations avec les États voisins. Or, les événements politiques empêchaient ceux-ci de développer leurs télégraphes, et de les ouvrir au public. Le même motif s'opposait à ce que le gouvernement belge s'engageât, pour son service seul, dans une dépense que les produits à obtenir n'auraient pas compensée.

En 1850, la situation devint plus favorable. Les lignes télégraphiques de la France et de la Prusse se rapprochaient de nos frontières. La nécessité de les rejoindre ne pouvait plus être mise en question.

Les études préliminaires faites à cette époque sont exposées dans le rapport adressé, le 24 mars 1850, au ministre des travaux publics, par la commission des télégraphes insti-

tuée le 31 décembre 1849. Ce rapport a été inséré dans les *Annales des travaux publics* (t. IX, p. 69). Nous en rappellerons les conclusions principales.

La première et la plus importante donnait la préférence aux fils *en l'air*, de fer zingué ou *galvanisé*, aux fils souterrains de cuivre entouré d'une enveloppe isolante.

L'emploi de deux fils sur chaque ligne était spécialement recommandé.

Les poteaux en bois devaient être injectés de substances préservatrices.

Dans ces conditions, la dépense de premier établissement était évaluée, par kilomètre, à 520 francs. L'application de cette moyenne aux 564 kilomètres que mesuraient les chemins de fer de l'État, la ligne de Bruxelles à Anvers non comprise, portait la dépense de ce chef, à . . . . fr. 295,280

La commission y ajoutait :

1° Pour les appareils. . . . .	45,000
2° Pour appropriation des locaux et dépenses imprévues. . . . .	51,720

Total. . . . . 570,000

En ajoutant à cette évaluation la somme de. . . 60,000

pour le rachat de la ligne d'Anvers <sup>(1)</sup>, on arrivait à une somme de . . . . . 450,000 correspondante aux frais présumés de l'établissement de

(1) Les négociations concernant le rachat de la ligne d'Anvers avaient été ouvertes dès le mois de janvier. La convention conclue le 22 mars pour cet objet, fut approuvée le 23 juillet. Elle mettait à la disposition du gouvernement la ligne et le double matériel en service. La compagnie déclarait, en outre, renoncer au bénéfice de la concession et des brevets accordés en Belgique. Elle cédait tous les droits lui appartenant envers le sieur Wheatstone, qui s'était engagé à la faire profiter, dans ce pays, de toutes les inventions et de tous les perfectionnements qu'il parviendrait à introduire dans le système des communications télégraphiques. Les cessions, renonciations et engagements ci-dessus étaient faits et acceptés moyennant la somme de 60,000 francs, payable en-deans les trois mois de l'entrée en jouissance.

*lignes complètes à deux fils*, sur toutes les sections des chemins de fer de l'État.

Les frais de premier établissement évalués, la dépense annuelle pour intérêts, entretien et renouvellement de tout le matériel pouvait être fixée approximativement à 40 p. c. du capital engagé, soit. . . . . fr. 40,000

La dépense nécessaire pour le personnel spécial de la télégraphie devant être réduite à de très-faibles proportions, à raison du concours du personnel des chemins de fer, pouvait être portée à . . . . . 50,000

La dépense annuelle totale serait donc. . . . fr. 70,000

Les revenus étaient évalués approximativement comme suit :

1° Produit *minimum* annuel de la transmission des correspondances des particuliers et des gouvernements étrangers . . . . . fr. 40,000

2° Économies dans les dépenses journalières du chemin de fer. . . . . 35,000

3° Économies dans les frais de courrier et d'estafette . . . . . 5,000

4° Économies dans le personnel des gardes-route. 6,000

Produit total. . . fr. 86,000

Le rapport insistait sur l'utilité d'organiser le réseau complet, sur toutes les voies ferrées de l'État. Néanmoins, prévoyant le cas où les lignes principales seraient établies d'abord, il évaluait à une somme de 251,248 francs les frais de ce premier établissement.

Ce rapport fut soumis aux chambres législatives avec un projet de loi autorisant le gouvernement à établir des télégraphes électriques sur toutes les lignes des chemins de fer de l'État, et ouvrant, pour cet objet, un premier crédit de 250,000 francs.

L'exposé des motifs, en date du 22 mars, faisait ressortir l'utilité, la nécessité même du projet, tant sous le rapport

politique et commercial qu'au point de vue de l'exploitation de nos chemins de fer. La question d'organisation par l'État ne pouvait faire l'objet d'un doute sérieux, en Belgique surtout, où cette exploitation se liait intimement à celle des chemins de fer de l'État. Il était permis d'espérer, au surplus, que l'opération serait loin d'être onéreuse pour le trésor public.

Les rapports et la discussion qui s'ensuivirent à la chambre des représentants et au sénat, témoignent de la faveur et de l'empressement qui accueillirent le projet de loi.

Il fut voté sans amendement, et la loi fut promulguée sous la date du 4 juin 1850.

Les six derniers mois de l'année furent employés à la réception des matériaux, à l'établissement et à la mise en œuvre des deux chantiers pour la préparation des poteaux, à des expériences sur les moyens d'isolement des fils, et enfin, à l'installation des lignes de Malines à la frontière prussienne et à Ostende.

Après avoir essayé des supports en grès qui se trouvèrent ne pas remplir les conditions d'isolement voulues, on résolut d'adopter la porcelaine et les modèles récemment introduits dans la construction des lignes françaises. Ces essais retardèrent l'achèvement des premières sections, à cause des longs délais qu'exigent le séchage et la cuisson des matières employées.

Heureusement, l'hiver n'était pas rigoureux et les travaux pouvaient être continués. La ligne de Bruxelles à la frontière de France, commencée dans les premiers jours de janvier, fut achevée le 15 février suivant.

Au 20 février, on commença les travaux d'établissement des fils souterrains qui devaient joindre, à Bruxelles, la station du Midi à celle du Nord. Cet ouvrage fut terminé le 12 mars suivant, et le bureau de Quiévrain, qui devait être ouvert le 15, fut mis en communication avec Bruxelles.

A mesure qu'une ligne s'achevait, des appareils y étaient

placés et utilisés, tant aux exercices des employés à former, qu'aux dépêches du service du chemin de fer.

La ligne de Bruxelles à Anvers, reprise par l'État dès le 4<sup>er</sup> septembre 1850, était restée ouverte au public, avec ses anciens tarifs. Différentes circonstances avaient retardé l'admission des correspondances privées sur les autres lignes. Il fallait attendre, pour ouvrir des bureaux nouveaux, que leur personnel fût au courant du service et que les appareils eussent été éprouvés par un exercice régulier.

La loi autorisant le gouvernement à fixer provisoirement le tarif et les conditions réglementaires des correspondances télégraphiques fut votée par les chambres, et fut promulguée sous la date du 4<sup>er</sup> mars 1854.

Les bureaux de Bruxelles, Malines, Anvers, Gand, Ostende, Liège, Verviers et Quiévrain furent ouverts à dater du 15 mars, et mis, dès lors, en relation avec les lignes de l'Union télégraphique Austro-Germanique.

Il n'entre point dans le cadre de cette notice de décrire les appareils adoptés pour la transmission des signaux. Après quelques débats, il avait été admis, en principe, que les appareils en usage dans chacun des pays voisins seraient adoptés respectivement dans nos relations avec ceux-ci. En attendant que ces relations fussent établies directement, les appareils Wheatstone à deux aiguilles devaient être employés à l'intérieur. C'est ainsi que le service fut organisé d'abord.

Les premières communications internationales directes eurent lieu avec les bureaux français. Leur jonction avec les lignes belges était fixée au 20 avril. Le 16 et le 18, on essaya pendant la nuit, au bureau de Bruxelles, les appareils à signaux adoptés dans la télégraphie française. Cet essai réussit au delà de toute attente, et il fut reconnu, dès l'abord, que les communications entre Bruxelles et Paris pourraient avoir lieu directement, sans reproductions intermédiaires.

A cette époque où les lignes françaises vers le Midi n'étaient point achevées, et où l'on ne faisait que pressentir les pro-

diges de transmission à longue distance, qui devaient être réalisés plus tard, c'était un grand pas de fait, et un grand encouragement pour le service naissant.

Les deux fils établis alors se trouvaient donc occupés sur la ligne du Midi par les communications avec la France exclusivement, car, dès le 20 avril, le bureau de Quiévrain avait été supprimé; sur les autres lignes, les appareils Wheatstone, qui réclament également l'emploi de deux fils, desservaient les bureaux qui ont été cités.

C'était assez pour les correspondances privées, telles qu'elles se présentaient alors. Ce n'était rien pour le service du chemin de fer, dont un grand nombre de stations attendaient, dans le télégraphe, un auxiliaire important.

Les économies réalisées dans la construction avaient permis d'achever les lignes décrétées et d'acquérir la ligne d'Anvers sans dépenser entièrement le premier crédit ouvert pour cet objet. On résolut d'employer la somme disponible à compléter les relations télégraphiques spécialement destinées au service des stations.

Dès le commencement d'avril 1851, un troisième fil avec tous ses accessoires fut posé sur les poteaux de la ligne du Midi. Cette opération fut continuée pendant les mois suivants sur les sections de Malines à Liège, Termonde à Gand, Aeltre à Bruges. Vers la même époque, deux des fils de la section de Malines à Anvers furent reportés entre Malines et Bruxelles, afin de mettre la ligne de l'Ouest en communication avec le bureau central. Ces opérations furent terminées vers la fin d'août. Le crédit n'étant point encore épuisé, une ligne nouvelle à un fil fut installée sur la section de Gand à Tournay. Les poteaux furent fournis et plantés dans le courant du mois de septembre. La pose du fil, commencée le 15 octobre, fut achevée le 19.

Les relations fréquentes qui existent entre les bureaux du département des travaux publics, établis à la Place Royale, à Bruxelles, et la station du Nord, avaient donné l'idée de join-

dre ces deux points par une ligne télégraphique souterraine, établie le long du boulevard et de la rue Royale. Tout était préparé pour cette installation, qui fut commencée le 21 octobre et achevée le 30, jour où les appareils furent mis en jeu.

La saison était devenue peu favorable à des travaux en plein air. D'ailleurs, le crédit de 250,000 francs était à peu près épuisé, après avoir tenu beaucoup plus qu'on n'avait promis en son nom.

A la fin de 1851, vingt-quatre bureaux télégraphiques étaient en activité. Neuf d'entre eux étaient ouverts aux dépêches du public.

Nous n'avons pas fait mention des acquisitions d'appareils, de l'installation des locaux, des piles, du mobilier et des accessoires nombreux qu'exige ce service. Toutes les dépenses correspondantes avaient été prélevées sur le même crédit.

Au 26 mars 1852, le ministre des travaux publics présenta aux chambres un projet de loi ayant pour objet d'ouvrir, à son département, un crédit de 150,000 francs pour continuer l'installation des lignes télégraphiques. La situation se résumait comme suit :

Sur le premier crédit de 250,000 francs, une somme de fr. 215,329 55 avait été dépensée pour l'exécution partielle du réseau télégraphique prévu en 1850. Une somme de 106,230 francs était présumée nécessaire pour l'achèvement de ce premier réseau y compris les appareils, les locaux et le mobilier; total 321,560 francs, au lieu des 450.000 francs du premier devis. D'autre part, l'expérience avait fait constater la nécessité d'installer partout des fils supplémentaires; une dépense de 27,682 francs avait été consacrée à cet objet sur le premier crédit; une somme de 45,770 francs y était réservée sur le crédit demandé, total 71,450 francs. Ces deux sommes, plus la valeur de l'approvisionnement en magasin, formaient un total de 400,000 francs égal à la somme des deux crédits, dépense en échange de laquelle le

service était plus complet qu'on n'y avait compté d'abord.

En présence de résultats aussi favorables, les chambres n'hésitèrent pas à voter le second crédit demandé, et la loi fut promulguée le 11 avril 1852.

Les travaux à exécuter comprenaient, par ordre d'urgence :

1° Un fil de Landen à Hasselt ;

2° La jonction d'Anvers à la frontière des Pays-Bas ;

3° Les lignes nouvelles de Braine à Namur et de Jurbise à Tournay ;

4° Des fils supplémentaires sur toutes les sections qui en manquaient ;

5° L'extension des appareils, des ustensiles et du mobilier.

La jonction de Hasselt ayant surtout pour objet de venir en aide au mouvement considérable qu'amènent les périodes d'été du camp de Beverloo, il fallait la terminer sans délai. Il y avait en magasin des fils et des accessoires en quantité suffisante. Les poteaux furent livrés dès le 16 avril, et plantés à mesure qu'ils arrivaient. Le temps manquait pour les injecter, et leur quantité, d'ailleurs, n'était plus assez considérable pour motiver l'installation d'un chantier de préparation.

Le 24 avril, c'est-à-dire au bout de huit jours, le fil était posé sur les 28 kilomètres de cette section, et l'appareil de Hasselt était mis en jeu.

Les constructions suivantes réclamaient des approvisionnements plus étendus, dont l'adjudication publique eut lieu le 26 mai suivant. Les poteaux devaient être livrés à la station de Braine-le-Comte, et les autres objets au magasin central de Malines.

Dès le 1<sup>er</sup> juin, on s'occupa d'installer, dans la première station, un atelier pour la préparation des poteaux. Il fut mis en activité le 20 du même mois, et la préparation y fut continuée jusqu'à la fin d'octobre.

Dans le courant de juillet, ce chantier pouvait fournir déjà

les poteaux nécessaires pour la jonction du bureau d'Anvers avec les lignes télégraphiques des Pays-Bas.

Cette ligne différait des précédentes en ce qu'elle devait quitter, à Anvers, le voisinage protecteur du chemin de fer, pour suivre la route de Breda jusqu'au territoire néerlandais.

La loi du 14 avril 1852 prévoyait le cas où le gouvernement serait obligé de faire passer des fils télégraphiques sur les propriétés particulières. Les articles 3 et 4 (1) de cette loi devaient trouver leur application aux abords d'Anvers. Pour joindre la station et le bureau télégraphique de cette ville à la route de Breda, on pouvait suivre, en partie, l'embranchement du chemin de fer qui se rend aux bassins, et, en partie, les glacis de la place. Une fois sur la route, il fallait, pour la suivre dans ses détours, traverser le faubourg du Dam et tout le village de Merxhem, localités très-fréquentées, aux jours de fête, par la population ouvrière des environs. Sans avoir à redouter des actes de malveillance préméditée, il était prudent de ne pas exposer les fils télégraphiques et leurs supports aux surexcitations, parfois destructives, de la gaieté des dimanches. C'est ce qu'on obtenait en franchissant la route de Breda, au sortir des fortifications, en traversant les

(1) Art. 3. Lorsque des fouilles, des nivellements ou des placements de repères, sur des propriétés privées, sont reconnus nécessaires pour déterminer le tracé d'une ligne télégraphique, les propriétaires ou locataires sont tenus de permettre ces opérations.

Il leur en est donné avis quarante-huit heures à l'avance, par le bourgmestre de la commune.

Art. 4. Les propriétaires ou locataires des terrains ou bâtiments sur lesquels ou sous lesquels le gouvernement reconnaît nécessaire d'établir une ligne télégraphique, doivent, sans qu'à cet effet une dépossession puisse être exigée, tolérer le placement des poteaux, la conduite des fils tant au-dessus qu'en dessous du sol, ainsi que tout ce que comportent le bon établissement, la surveillance et l'entretien de la ligne télégraphique.

Avis leur en sera donné, au moins huit jours à l'avance, dans la forme indiquée à l'article précédent.

Art. 5. Le gouvernement indemniserà les propriétaires et locataires du préjudice qui pourrait résulter de l'application des deux articles qui précèdent, d'après l'estimation qui en sera faite, soit à l'amiable, soit par le juge compétent.

prairies situées sur la gauche, et en rejoignant le village de Merxem et la grand'route par une ancienne digue en droite ligne qui se prêtait admirablement à la pose des fils.

L'examen des lieux ayant été fait le 15 juillet et jours suivants, les propriétaires des parcelles à franchir furent prévenus conformément aux prescriptions de la loi, et les premiers poteaux furent plantés le 27. Le 4 août, les poteaux étaient placés jusqu'à la frontière, sur une longueur de 29 kilomètres. Un premier fil fut placé le 25. On s'était décidé provisoirement à ne pas placer le second fil qui serait resté sans emploi tant que le service des Pays-Bas n'en aurait qu'un seul sur son territoire.

Le fil nouveau devait être prolongé jusqu'à Bruxelles, pour éviter que les correspondances internationales ne devinssent une entrave au service intérieur, très-important surtout entre Bruxelles et Anvers. Après cette opération qui fut terminée le 7 septembre, on s'occupa de planter les poteaux et d'établir deux fils sur les lignes de Braine à Namur et de Jurbise à Tournay, qui furent achevées respectivement le 16 octobre et le 4 novembre.

A partir de cette époque jusqu'à la mi-décembre, des fils supplémentaires furent placés sur toutes les sections qui en réclamaient, afin de compléter les moyens de correspondance de station à station.

En 1855, la première opération, et la plus importante, bien qu'elle ne fût pas comprise dans les travaux exécutés par l'État, fut l'établissement d'une communication sous-marine entre l'Angleterre et la côte belge, près d'Ostende.

Une première ligne de ce genre avait été ouverte, comme on sait, entre Douvres et Calais, vers la fin de l'année 1851. Ce premier essai, tenté sur la distance la plus courte entre l'Angleterre et le continent, avait réussi, après de grandes difficultés. Les quatre fils contenus dans le câble de Calais ne pouvaient suffire aux correspondances qui affluaient de toutes

parts. D'autres points, d'autres États devaient être reliés à leur tour. La compagnie qui exploite le télégraphe sous-marin de Calais obtint la concession de la ligne qui devait aborder la côte belge. Une convention, en date du 20 février 1852, régla ses droits et ses obligations. Les difficultés de l'entreprise en retardèrent l'exécution. Il s'agissait d'une distance presque triple de celle qui avait été franchie une première fois. Toutes les précautions devaient être prises. Il ne fallait rien négliger.

C'est au 6 mai 1855 que l'opération fut menée à bonne fin et qu'un appareil installé provisoirement sur les dunes de Middelkerke échangea des signaux, des communications entières, avec le bureau de Londres.

Depuis cette époque, une ligne sous-marine plus longue encore a été établie entre la côte anglaise et la plage de Scheveningue. L'Irlande est reliée par plusieurs points à la Grande-Bretagne, et des entreprises du même genre réuniront bientôt les points les plus importants de la Méditerranée. Les communications sous-marines, en se multipliant, ont perdu le prestige presque miraculeux qui s'attachait à la réussite des premiers essais. La ligne d'Ostende à Douvres n'en est pas moins un complément essentiel du réseau télégraphique belge, et nous ne pouvons négliger d'en faire mention.

Cette ligne, ouverte le 20 juin 1855 aux dépêches privées, fut rattachée d'abord aux deux fils qui desservaient les postes de Gand et d'Ostende. Il fut bientôt reconnu que cette voie ne pouvait suffire et qu'il fallait aux communications avec l'Angleterre, comme à toutes les lignes internationales qui rayonnent de Bruxelles vers les pays voisins, un appareil spécial, avec le nombre de fils nécessaires pour le desservir, sans interruption provenant du service intérieur.

Le fonds voté par la loi du 14 avril 1852, n'était pas complètement épuisé. On devait encore, pendant l'été de 1855, établir un fil sur la section nouvellement ouverte de Termonde à Alost, joindre Mouscron à la frontière, afin de cor-

respondre par cette voie avec le bureau de Lille, compléter cette correspondance par un fil de plus, entre Mouscron et Gand, et enfin, poser un fil supplémentaire de Bruxelles à la frontière des Pays-Bas.

En ajoutant aux frais de ces diverses installations, ceux que devaient entraîner deux fils de plus, de Bruxelles à Ostende, on dépassait le restant disponible. Il fut décidé néanmoins qu'on ne retarderait pas l'achèvement des lignes indispensables au service. Une nouvelle adjudication de fils et d'accessoires eut lieu vers la fin de juillet, et les travaux projetés furent achevés pendant les six derniers mois de l'année.

Nous ne devons pas oublier parmi les opérations de l'année 1855 le rachat de la section de Verviers à la frontière de Prusse, où le gouvernement prussien avait établi des fils à ses frais, alors que le bureau de Verviers était considéré comme point-frontière des deux offices télégraphiques. Dès le commencement de l'année, le service belge avait adopté sur cette ligne et à partir de Bruxelles, des appareils du système Morse, fonctionnant directement avec les appareils allemands. Le bureau de transcription établi à Verviers, en 1850, pouvait être supprimé et la frontière télégraphique reportée à la frontière réelle.

En résumant les opérations dont il vient d'être rendu compte et qui embrassent les quatre premières années du service télégraphique belge, on constate les résultats suivants :

1 <sup>o</sup> Travaux et dépenses prévus en 1850 :	
a. Établissement de deux fils sur 553 kilomètres des chemins de fer de l'État . . . . .	fr. 145,550 87
b. Rachat de la ligne de Bruxelles à Anvers, 44 kilomètres, 4 fils . . . . .	60,000
c. Rachat de deux fils sur la section de Verviers à la frontière . . . . .	12,000 "
d. Appareils, locaux et mobilier . . . . .	80,512 91
TOTAL. . . . .	fr. 298,063 78

2° Fils supplémentaires et dépenses non prévues en 1850 :

<i>e.</i> Fil supplémentaire sur toutes les sections, pour le service des stations . . . . .	fr.	54,928 95
<i>f.</i> Fils supplémentaires pour les relations internationales. . . . .		61,069 54
<i>g.</i> Raccordements souterrains . . . . .		11,172 85
<i>h.</i> Valeur des approvisionnements . . . . .		10,000 »
TOTAL. . . . .	fr.	117,171 12

En réunissant ces deux sommes, on obtient le chiffre total de fr. 415,254,90, représentant les frais d'établissement des lignes et du matériel existant au début de l'exercice 1854. Les lignes, qui font l'objet du présent travail, présentent le nombre de fils détaillés ci-après :

SECTIONS.	LONGUEUR Kilom.	NOMBRE DE FILS.	DÉVELOPPEMENT DES FILS. Kilom.
Bruxelles à Malines . . .	20	12	240
Malines à Anvers. . . . .	24	5	120
Anvers à la frontière des Pays-Bas. . . . .	29	2	58
Malines à Ostende . . . . .	125	5	615
Gand à Mouscron (fron- tière française . . . . .	56	5	168
Termonde à Alost . . . . .	12	1	12
Malines à Verviers. . . . .	119	5	557
Verviers à la frontière prussienne. . . . .	15	2	50
Landen à Hasselt. . . . .	28	1	28
Bruxelles (nord) à la fron- tière française . . . . .	85	5	255
Braine-le-Comte à Namur. . . . .	79	2	158
Jurbise à Mouscron . . . . .	67	2	134
DÉVELOPPEMENT TOTAL. . . . .			2,175 km.

Relativement aux prévisions de 1850, le développement total des fils télégraphiques est donc à peu près double. Un

projet de loi est présenté aux chambres pour l'allocation d'un crédit de 170,000 francs, destiné à l'extension du réseau actuel <sup>(1)</sup>. Nous terminerons notre résumé en empruntant à l'exposé des motifs, la justification des travaux proposés par les résultats obtenus pendant les premières années d'exploitation.

#### I. SERVICE INTÉRIEUR.

« En 1852, 9,807 dépêches ont été échangées entre les bureaux belges et ont produit fr. 51,747 60; soit, en moyenne, fr. 5 24 par dépêche.

» En 1855, il y a eu 14,459 dépêches et fr. 45,522 50 de recettes; soit en moyenne, fr. 5,21 par dépêche.

» L'accroissement du mouvement sera plus sensible, si l'on compare les résultats moyens, par mois, pendant les trois exercices :

1851. —	555	dépêches,	4,955	francs.
1852. —	817	id.	2,646	id.
1855. —	1180	id.	2,777	id.

#### II. SERVICE INTERNATIONAL (*le transit excepté*).

» En 1852, les bureaux belges ont expédié 4,748 dépêches; recette (part belge): fr. 27,792 50. Ils ont reçu 5,555 dépêches; recette: fr. 56,956 80. Ensemble 10,405 dépêches, fr. 64,749 50. Produit moyen d'une dépêche, fr. 6 41.

» En 1855, il y a eu 11,261 dépêches expédiées: recette: fr. 48,512 50; et 9,595 dépêches reçues; recette 47,275 francs. Ensemble 20,656 dépêches internationales; fr. 95,787 50. Produit moyen d'une dépêche, fr. 4 65.

» L'abaissement du produit moyen est dû, en partie, à la mise à exécution de la convention de Paris, d'après laquelle la taxe de Bruxelles à la frontière a été réduite de 5 francs

(1) Cette loi a été promulguée le 7 avril 1854.

à fr. 2 50, et en partie aussi à l'ouverture des relations avec les Pays-Bas dont la frontière est comprise dans la zone la moins étendue, pour les bureaux de Bruxelles et d'Anvers.

*Moyenne par mois pour les trois exercices :*

1851. —	675	dépêches,	4,829	francs.
1852. —	842	id.	5,596	id.
1855. —	1722	id.	7,982	id.

### III. TRANSIT.

» En 1852, 7,307 dépêches ont transité par les lignes belges et ont produit fr. 67,402 25, soit en moyenne, fr. 9 22 par dépêche.

» En 1855, 17,255 dépêches en transit; produit total fr. 150,712 50. Produit moyen fr. 7 59 par dépêche.

» Les observations faites plus haut, relativement au service international, sont applicables à la réduction du produit moyen des dépêches en transit. Il faut ajouter qu'à mesure que le public se familiarise avec l'emploi du télégraphe, il parvient à exprimer sa pensée au moyen de dépêches plus courtes, moins coûteuses et qui, par là, deviennent plus fréquentes.

*Moyenne par mois pour les trois exercices :*

1851. —	146	dépêches,	1,466	francs.
1852. —	609	id.	5,617	id.
1855. —	1456	id.	10,892	id.

» En réunissant les résultats partiels qui précèdent, on peut se rendre compte, par le tableau ci-après, des résultats obtenus dans les trois exercices. Pour calculer la moyenne mensuelle, en 1851, il faut remarquer que les relations internationales et de transit n'ont commencé que le 15 mars de cette année.

EXERCICES.	QUANTITÉS TOTALES		MOYENNE PAR MOIS.	
	MOUVEMENT.	RECETTE.	MOUVEMENT.	RECETTE.
1851 . . . . .	14,025	79,856 20	1,374	8,228
1852 . . . . .	27,217	163,899 15	2,268	13,658
1855 . . . . .	52,030	271,822 50	4,338	22,652

» Les proportions dans lesquelles le service intérieur, le service international et le transit contribuent au mouvement et à la recette, sont indiquées dans le tableau suivant :

INDICATION DU SERVICE.	1851.		1852.		1855.	
	MOUVEMENT.	RECETTE.	MOUVEMENT.	RECETTE.	MOUVEMENT.	RECETTE.
Intérieur . . . . .	47 1/2	29	56	49 1/2	27	17
International. . .	45	54	57	59 1/2	59 1/2	55
Transit. . . . .	9 1/2	17	27	41	55 1/2	48
TOTAUX. . . . .	100	100	100	100	100	100

» Les chiffres de ce tableau font apprécier les progrès du service international et surtout du transit, qui constitue à peu près la moitié de la recette.

Le tableau *D* permet de classer, par ordre d'importance, les bureaux et les frontières belges, en raison du nombre de dépêches expédiées et reçues.

» Nous donnons ci-après ce classement pour les deux dernières années.

1852.			1853.		
N <sup>o</sup> d'ordre.	Bureaux et frontières.	Mouvement.	N <sup>o</sup> d'ordre.	Bureaux et frontières.	Mouvement.
1	Anvers . . . . .	15,597	1	Anvers . . . . .	18,582
2	Bruxelles . . . . .	10,168	2	Bruxelles . . . . .	18,155
3	Allemagne. . . . .	9,455	3	Allemagne. . . . .	16,418
4	France. . . . .	7,404	4	France. . . . .	14,247
5	Angleterre. . . . .	5,957	5	Pays-Bas . . . . .	12,356
6	Gand. . . . .	1,957	6	Angleterre. . . . .	12,125
7	Pays-Bas (1) . . . . .	1,941	7	Gand. . . . .	5,851
8	Liège. . . . .	941	8	Liège. . . . .	1,710
9	Verviers . . . . .	558	9	Louvain . . . . .	765
10	Ostende (2) . . . . .	457	10	Mons. . . . .	677
11	Louvain . . . . .	585	11	Ostende . . . . .	665
12	Malines . . . . .	574	12	Courtray. . . . .	658
13	Mons. . . . .	564	13	Verviers . . . . .	571
14	Bruges . . . . .	545	14	Bruges . . . . .	480
15	Courtray (2) . . . . .	194	15	Termonde. . . . .	470
16	Termonde (2) . . . . .	179	16	Malines. . . . .	452
17	Quiévrain (2) . . . . .	166	17	Quiévrain . . . . .	450
18	Tirlemont (2) . . . . .	74	18	Charleroy (3) . . . . .	409
19	Tournay (2) . . . . .	62	19	Tournay. . . . .	569
	Divers (5) . . . . .	118	20	Namur (4) . . . . .	265
			21	Tirlemont. . . . .	169
				Divers (5) . . . . .	518

» Il est à remarquer que les relations télégraphiques directes avec les Pays-Bas n'ont été ouvertes que pendant un mois de l'exercice 1852. Auparavant, les dépêches des Pays-Bas s'échangeaient par Anvers, ce qui explique comment ce bureau, malgré l'accroissement réel de son importance, n'offre pas un accroissement de mouvement aussi fort que les autres bureaux.

(1) Relations ouvertes le 1<sup>er</sup> décembre 1852.

(2) Ouverts le 5 juin 1852.

(3) Mouscron, Landen, Hasselt, Braine-le-Comte, Jurbise.

(4) Ouverts le 20 décembre 1852.

(5) Mouscron, Landen, Hasselt, Braine-le-Comte, Jurbise, Brugelette, Ath, Manage, Tamines, Saint-Trond, Pepinster.

» Afin de donner une idée succincte de la manière dont le télégraphe est employé, tant par le public que par l'administration même, nous prendrons un exemple récent dans les relevés du mois d'août 1855, pendant lequel a eu lieu l'affluence la plus considérable.

» Le nombre de dépêches des gouvernements et des particuliers, qui ont passé par les lignes télégraphiques belges, s'est élevé, pendant ce mois, à 5,799. Ces dépêches se répartissent comme suit, eu égard à leur longueur :

Dépêches de	1 à 20 mots . . . .	4,741
Id. de	21 à 50 » . . . .	921
Id. de	51 à 100 » . . . .	122
Id. au delà de	100 » . . . .	15
TOTAL. . . .		5,799

» Dans ce nombre sont comprises :

- 44 dépêches d'État ;
- 1 id. de nuit ;
- 72 réponses payées d'avance par l'expéditeur qui transmettait la demande ;
- 4 accusés de réception payés de même ;
- 5 répétitions complètes id.

» Au point de vue de la nature des communications, 100 dépêches se sont subdivisées comme suit :

Communications des gouvernements . . . .	2	
Nouvelles de bourse. . . . .	27	
Transactions commerciales. . . . .	56	
Correspondances des journaux . . . . .	2	
Affaires privées . . . . .	13	
TOTAL. . . . .		100

» La longueur moyenne des dépêches privées se maintient de 49 à 21 mots.

» Les communications échangées entre les stations du

1.

chemin de fer, pour le service de l'administration, ont atteint, pendant le mois d'août, le nombre de 2,465. Leur longueur moyenne est de 20 mots.

» 400 dépêches de service peuvent être réparties comme suit, eu égard à leur objet :

Mouvement des convois et du matériel.	68
Colis égarés ou dévoyés . . . . .	14
Service divers — chemin de fer . . . . .	7
Service des télégraphes . . . . .	11
TOTAL. . . . .	100

» La recette brute du service des télégraphes s'élève à fr. 271,822 50 pour l'exercice 1855. Mais, s'il est permis de se baser sur l'accroissement de circulation dont les premières années offrent l'exemple, il importe aussi de tenir compte des circonstances qui peuvent réduire cette circulation dans le pays même. L'ouverture de nouvelles lignes dans les pays voisins peut, selon les cas, contribuer à nos recettes, ou les réduire dans une forte proportion. Les dépêches échangées entre l'Angleterre et l'Allemagne, par exemple, ont été enlevées en partie au transit belge, tant par la ligne de Paris vers Strasbourg que par le télégraphe sous-marin qui fonctionne, depuis le 15 août dernier, entre les côtes de l'Angleterre et des Pays-Bas. D'autres circonstances venant s'y joindre, la recette mensuelle du service belge, qui avait dépassé 52,000 francs, au mois d'août, est retombée, en septembre, à 25,600 francs; en novembre et décembre à 19,000 francs. Il ne faut donc pas s'abandonner à une confiance trop grande et il semble que l'on peut évaluer à environ 250,000 francs la recette annuelle correspondante aux circonstances présentes. Comparons ce chiffre avec la dépense en capital, en frais et intérêts annuels. Dans la situation de concurrence où nous nous trouvons, il importe de perfectionner les moyens d'exploitation. Tel est, en grande partie, le but du projet de loi présenté à la législature et qui, s'il est adopté, portera à

570,000 francs le capital dépensé pour l'établissement de notre service. L'intérêt de cette somme à 5 p. c. donnera 28,500 francs. Les mêmes motifs nous obligeront à porter les prévisions de dépense annuelle du personnel et d'entretien à 100,000 francs au lieu de 75,000 francs indiqués dans l'exposé des motifs du 25 mars 1852. Enfin, on peut évaluer à 50,000 francs, par année, les frais du concours que le service des télégraphes emprunte au service des chemins de fer, en locaux, imprimés, matériel, surveillance, etc.

» Le produit brut annuel étant évalué à 250,000 francs et les charges annuelles à 158,500 francs, il restera comme produit net une somme de 91,500 francs. Ce produit semble justifier suffisamment les dépenses. »

L'extrait qui vient d'être cité sort du cadre de notre travail. Mais il n'est pas inutile d'expliquer, par l'affluence toujours croissante des correspondances, ce besoin incessant d'extension, dont tous les offices télégraphiques offrent l'exemple.

Les prévisions énoncées dans le rapport dressé, en 1850, par la commission des télégraphes, résumaient les opinions émises à cette époque par les hommes les plus compétents. Nous les avons rappelées en ce qui concerne la dépense, les moyens d'exploitation et les produits. Le capital engagé, jusqu'aujourd'hui, est seul resté dans les limites du chiffre prévu. Les lignes et les appareils qu'il a fournis ont atteint une importance presque double de ce qu'on jugeait nécessaire. Les frais d'exploitation et de personnel sont considérablement augmentés, mais la recette nette, après défalcation de ces frais, est assez élevée pour qu'il ne soit pas nécessaire de tenir compte des économies que le concours du télégraphe procure à d'autres services.

On peut donc poursuivre, sans inquiétude, la voie d'extension et de progrès qui, seule, peut conserver les bénéfices acquis, en maintenant les télégraphes belges à la hauteur des exploitations qui les environnent.

## SECONDE PARTIE.

## MATÉRIAUX ET ACCESSOIRES. — ESTIMATION DES DÉPENSES

Dans cette seconde partie, nous nous proposons d'examiner en détail les matériaux et les accessoires divers employés à l'établissement des lignes télégraphiques, afin de déterminer les meilleurs modèles, et d'évaluer les frais d'installation des fils conducteurs dans les conditions diverses auxquelles ils doivent satisfaire.

Cet examen semblera minutieux, si l'on ne considère que le chiffre des dépenses, chiffre minime en comparaison des autres travaux publics, minime également, ainsi qu'on vient de le montrer, quand il est mis en rapport avec le produit obtenu. Mais on sait qu'il ne faut pas dédaigner les petites économies, lorsqu'elles sont faites avec discernement. Par contre, les économies, même importantes, deviennent funestes lorsqu'elles compromettent les résultats.

Dans le service télégraphique, où les détails d'exécution ont une grande influence, où une solution de continuité dans un fil imperceptible, une communication inopportune plus difficile encore à apercevoir, compromettent les correspondances d'une journée entière, il importe de se rendre compte du matériel et des procédés employés.

Les conditions d'un bon service une fois assurées, il est permis de soulever la question de dépense. Alors, les économies obtenues et constatées servent, comme moyen et comme argument, à l'extension des voies de correspondance. Celles-ci, en se multipliant, évitent au personnel les fausses manœuvres, et les pertes de temps.

On se rapproche ainsi du but qu'il faut se proposer dans toutes les branches d'exploitation; un bon service avec peu de monde.

Nous aurions pu nous borner à reproduire le relevé des dépenses effectuées depuis 1850. Il nous semble préférable de présenter ces dépenses sous une forme générale et raisonnée. Certains travaux ont été exécutés avec des matériaux relativement coûteux, pendant la mauvaise saison et par des ouvriers payés temporairement pour y contribuer.

D'autres lignes, qui ont exactement la même valeur, ont puisé à des approvisionnements d'une autre année, obtenus à meilleur compte; elles ont été installées en été, alors que le personnel des chemins de fer avait le temps d'y aider. Ces anomalies peuvent être expliquées. Mais l'explication n'offrirait pas l'intérêt de généralité que nous recherchons.

Nos évaluations seront donc basées sur les prix moyens, et sur les circonstances ordinaires.

#### 1. — FILS EN L'AIR.

Le fer est maintenant la matière universellement employée pour les fils télégraphiques *en l'air*. Le cuivre est plus coûteux et beaucoup moins solide. Il ne résisterait pas à la tension que l'on est obligé de donner à plusieurs fils juxtaposés, afin qu'ils ne se touchent pas.

On trouve, en effet, que dans les conditions les plus ordinaires, c'est-à-dire lorsque le fil est supporté par des poteaux espacés de 50 mètres, et tendu de manière à présenter une flèche de 0<sup>m</sup>,50, l'effort de tension auquel il doit résister équivaut à mille quarante fois le poids du mètre courant (1).

(1) Bien que le fil de fer de 5 ou 4 millimètres de diamètre ne soit pas *parfaitement flexible*, il peut être considéré comme tel, lorsqu'il est posé sur poteaux, avec une flèche toujours inférieure au centième de la portée. Les calculs relatifs à la *chaînette* lui sont donc sensiblement applicables.

Pour obtenir l'effort de tension en fonction de la flèche, il est avantageux de faire passer l'axe des ordonnées par le point le plus bas de la courbe, perpendiculairement à la tangente en ce point. L'origine est supposée à une distance *h* du point d'intersection, égale à la quantité par laquelle il faut multiplier le poids de l'unité de longueur du fil, pour obtenir l'effort *minimum* de tension.

Le fil de fer le plus généralement employé a 4 millimètres de diamètre, et correspond au n° 8 (jauge anglaise). Ce fil pèse de 100 à 105 grammes par mètre courant, ce qui donne un effort de tension de 104 à 110 kilogrammes.

La conductibilité du cuivre étant à celle du fer comme 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, est à 1, les surfaces des sections pourraient être en rapport inverse, et un fil de cuivre rouge, de 1<sup>mm</sup>,7 de diamètre n'offrirait pas plus de résistance au courant de la pile qu'un fil de fer de 4 millimètres, tel que celui que nous venons de considérer.

Ce fil de cuivre pèserait 24 grammes par mètre, et aurait à résister à une tension de 25 kilogrammes environ.

Or, le fil de cuivre se rompt sous l'effort d'un poids qui varie de 22 à 49 kilogrammes par millimètre carré de section, d'après le degré du recuit qu'il a subi. Le recuit est indispensable dans la fabrication des fils télégraphiques, afin qu'ils

Dans ces conditions (Poisson, Statique, 2<sup>e</sup> partie, chapitre III), l'équation générale de la chaînette est :

$$y = \frac{h}{2} \left( e^{\frac{x}{h}} + e^{-\frac{x}{h}} \right)$$

$e$  étant la base des logarithmes hyperboliques.

Pour simplifier notre exemple, nous le choisirons dans le cas le plus général, c'est-à-dire lorsque les deux supports sont à la même hauteur. Les coordonnées du point de suspension situé à droite de l'axe des  $y$  sont  $h \times f$  et  $\frac{a}{2}$ ,  $f$  étant la flèche, et  $a$  l'espacement des deux supports. Substituant ces coordonnées dans l'équation, nous avons :

$$h \cdot f = \frac{h}{2} \left( e^{\frac{a}{2h}} + e^{-\frac{a}{2h}} \right)$$

La valeur de  $a$  est connue, et égale à 50 mètres. On se sert du logarithme ordinaire de  $e$  qui est 0,45429448. A l'aide de quelques tâtonnements, on trouve qu'en substituant à  $h$  le nombre 1041, la valeur correspondante de  $f$  est 0,50019517. La flèche varie de fait entre trente et quarante centimètres. On peut donc conclure, avec une approximation plus que suffisante, que l'effort de tension lorsque la flèche est au *minimum*, est égal, au milieu de la portée, à 1041 fois le poids du mètre courant de fil. Au support, l'effort de tension est augmenté de trois dixièmes dudit poids, différence tout-à-fait insignifiante dans l'exemple qui nous occupe.

soient maniables et forment de bons joints. Nous pouvons donc admettre la rupture à 50 kilogrammes par millimètre carré, soit, dans notre exemple, 68 kilogrammes.

Le fil de fer résiste à un poids qui varie de 58 à 75 kilogrammes par millimètre carré de section. Pour la même raison que ci-dessus, nous considérerons la résistance de 50 kilogrammes comme correspondante au degré de recuit voulu, et le fil de 4 millimètres pourra porter sans se rompre une charge d'épreuve de 628 kilogrammes.

L'expérience nous montre que des fils qui ont porté à l'épreuve un poids plus considérable encore se sont rompus sur les lignes. Indépendamment de l'effet d'une charge permanente, plusieurs causes modifient le degré de résistance : les variations de température, les vibrations, et peut-être même l'action des courants qui les traversent sans cesse.

Toujours est-il qu'en exigeant, dans l'épreuve des fils, une résistance *six fois* égale à l'effort de tension qu'ils doivent subir, on fait preuve d'une prudence qui n'a rien d'exagéré.

Mais, dans l'exemple que nous avons choisi, le fil de cuivre aurait à subir une tension qui dépasserait le tiers de l'effort de rupture. Il est aisé de voir qu'en augmentant le diamètre on accroîtrait le poids, c'est-à-dire l'effort de tension dans la même proportion que la résistance. Le cuivre serait donc toujours dans des conditions très-inférieures au fer.

La question de prix constitue un nouvel argument en faveur de celui-ci. En 1853, le fil de fer au bois, galvanisation comprise (*best charcoal galvanised wire*), coûtait en Angleterre 28 livres la tonne ou 69 francs les cent kilogrammes. Le fil de cuivre du n° 16 à 18 revenait à dix-sept pence la livre, soit fr. 5,77 le kilogramme.

A ce taux, un kilomètre de fil de fer de 4 millimètres, reviendrait à 70 francs environ et un kilomètre de fil de cuivre de 1<sup>mm</sup>,7, à fr. 90,48.

On a allégué en faveur du cuivre la valeur proportionnellement plus grande que conservent les déchets et les fils hors

de service. Comme, jusqu'à présent, aucune des lignes en l'air qui ont été établies n'a dû remplacer ses fils de fer, il est difficile d'apprécier la portée de cet argument. A un autre point de vue, la valeur même du fil de cuivre, et la facilité avec laquelle on peut le couper doivent en faire repousser l'emploi. La surveillance qu'il est possible d'exercer sur les lignes télégraphiques n'est jamais assez complète pour les mettre à l'abri d'actes de rapine, dont la moindre conséquence serait la perte de quelques mètres de fil.

Des considérations de tout genre se réunissent donc pour faire préférer les fils de fer. En Angleterre et en France, on leur donne 4 millimètres de diamètre. Ce calibre a été adopté en Belgique. Il offre à la fois une solidité suffisante pour qu'on ne puisse l'attaquer sans outils, et un passage assez facile au courant. En Prusse on a adopté récemment des fils de 5 millimètres de diamètre. Le but de cette augmentation de calibre est sans doute d'offrir une section plus large au courant qui franchit souvent, en Allemagne, des distances fort longues. Peut-être aussi, a-t-on voulu par là épargner le zingage ou galvanisation. L'excédant de grosseur servirait, dans ce cas à compenser l'affaiblissement à résulter de l'oxydation.

Dans un but d'économie, et à l'exemple de quelques chemins de fer français, le service belge a employé, pour les relations de station à station, du fil de 5 millimètres de diamètre (n° 44 anglais). Ce fil ne pèse que 55 à 60 grammes. Le prix de 100 kilogrammes excède de trois francs environ le prix du n° 8. Il y a donc une économie de 26 à 27 francs par kilomètre.

Le fil de fer employé à la construction des lignes belges a été livré par adjudications publiques.

Nous reproduirons ici les conditions des cahiers des charges en ce qui concerne les qualités exigées dans ce genre de fournitures :

« Le fil de fer galvanisé sera conforme aux échantillons » déposés au département des travaux publics, quant à la

» qualité du fer, au fini de la galvanisation, et quant au diamètre, pour lequel il ne sera accordé qu'une tolérance de  $\frac{15}{100}$  de millimètre, en plus ou en moins.

» Il devra être en fer de première qualité, bien galvanisé au zinc, de manière que la couche d'alliage ne présente ni taches, ni gerçures, ni gouttelettes, ni solutions de continuité.

» Les joints en *torsades*, conformes à l'échantillon, pourront être faits à froid, sans gerçures ni déchirures. Le fil pourra être replié, également à froid, autour d'un boulon de 7 millimètres de diamètre, et pourra être redressé sans se rompre.

» Le fil n° 8 sera livré en bouts de *quatre cents mètres* au moins. Il devra supporter, sans se rompre, l'effort d'un poids de *six cents kilogrammes*.

» Le fil n° 11 sera livré en bouts de *deux cents mètres* au moins. Il devra supporter, sans se rompre, un poids de *trois cents kilogrammes*. »

Ces conditions s'expliquent d'elles-mêmes. Les deux principales sont les épreuves du poids et de la torsion qui limitent, pour ainsi dire, le degré de recuit, et rendent obligatoire l'emploi de fer de qualité supérieure. En effet, du fil médiocre non recuit supportera le poids voulu, mais il manquera de souplesse. En le recuisant, on obtiendra la torsade, mais il se rompra avant que le poids supporté ait atteint le chiffre prescrit.

En 1850, le cahier des charges imposait au fil n° 8 un poids de 650 kilogrammes. Par contre, la torsade n'était pas exigée, et la seule épreuve de souplesse était le pli autour d'un boulon de 7 millimètres, sans redressement stipulé.

On obtint du fil de bonne qualité, portant jusqu'à neuf cents kilogrammes sans se rompre, mais peu maniable et ne pouvant se joindre aux bouts que par l'intermédiaire de petits boulons à écroux. Il fut impossible d'adopter les joints que l'on pratiquait en France, et qui se font en tordant les

deux bouts l'un sur l'autre, sur une longueur de 40 à 45 centimètres. Ces joints sont très-avantageux au point de vue du contact. Ils permettent de souder parfaitement les bouts, de manière à éviter toute résistance au courant.

La résistance à la torsion est donc essentielle dans la pratique. Comme il arrive souvent que les extrémités d'un rouleau de fil sont cassantes sur une longueur de plusieurs mètres, il est prudent de n'accepter que des rouleaux dont les deux extrémités ont été tordues au degré voulu et ont parfaitement résisté.

En devenant plus exigeant sous ce rapport, on a jugé utile de réduire de 50 kilogr. le poids qui doit être supporté avant rupture, et l'on a reconnu que le fil de bonne qualité, convenablement recuit peut satisfaire aux deux épreuves simultanées.

Les mêmes observations sont applicables à la torsion du fil n° 14. Eu égard au rapport des grosseurs, ce fil devrait supporter 550 kilogrammes, lorsque le n° 8 en porte 600. Il a paru convenable de réduire l'épreuve à 500 kilogrammes, à cause du zingage qui rend le fer plus cassant, et qui doit exercer, proportionnellement, une plus grande influence sur un diamètre moins fort.

Les premiers cahiers des charges n'admettaient aucune tolérance quant au diamètre. Cette clause n'était pas exécutable. L'exactitude absolue n'est pas compatible avec la matière; le diamètre des filières n'est pas constant et des variations dans le zingage doivent en amener dans la grosseur.

Cependant, il faut observer certaines limites, et surtout un *maximum*. En livrant du fil plus gros, le fabricant aurait moins de frais, mais il ne fournirait, pour une somme donnée, qu'une longueur beaucoup moins grande. En réduisant le diamètre, alors même que la résistance à la tension serait suffisante, on rencontrerait une plus grande résistance au courant. Il faut donc faire observer la grosseur du modèle et l'on a admis une tolérance de  $\frac{1}{100}$  de millimètre en plus ou en moins.

Le modèle doit servir de point de comparaison, à cause des différences que l'on rencontre dans les jauges. Les indications de numéro et de mesure en millimètres sont là pour fixer les idées. C'est le modèle qui doit faire loi.

En ce qui concerne la galvanisation, il faut redouter surtout les taches ou solutions de continuité qui laisseraient le fer à nu, et en permettraient l'oxydation. Il pourrait en résulter des ruptures sur les lignes, et ces accidents sont graves, non-seulement parce qu'ils interrompent le service du fil cassé, mais parce que les bouts de ce fil, en s'enroulant sur les autres, établissent un contact entre eux et un mélange complet de tous les signaux qu'on leur confie.

Enfin un *minimum* de longueur est fixé pour les bouts, afin d'éviter la multiplicité des joints.

On accorde ordinairement un délai de cinq à six semaines pour la fourniture des fils.

Pendant les quatre premières années du service télégraphique en Belgique, il a été livré 133,892 kilogr. de fil n° 8, dont les prix additionnés forment un total de fr. 99,714 15 c. Le prix moyen des cent kilogrammes est donc de 64 francs.

Pendant la même période, 56,415 kilogr. de fil n° 11 ont été fournis, et ont coûté ensemble fr. 24,455 17 c. Prix moyen 67 francs pour 100 kilogr.

Il faut considérer, dans ces résultats, le prix peu élevé des matériaux à certaines époques et le désir des fabricants belges de concourir au marché de l'État, dans la fourniture d'un produit nouveau.

D'autres fils ont été livrés pour relier les joints, pour assujettir les fils conducteurs sur les supports, pour joindre des bouts attachés de part et d'autre aux tendeurs, etc.

On a employé, selon les cas, les numéros 12, 13 et 15. Les prix ont varié entre 80 et 97 centimes le kilogramme. Pour ces fils la souplesse est la qualité principale et ils doivent être très-bien recuits.

## II. FILS SOUTERRAINS.

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la préférence à accorder aux fils en l'air sur les fils souterrains ou réciproquement. C'est là une question fort grave, et qui n'est pas encore résolue. Si les lignes souterraines allemandes ont dû être abandonnées et remplacées par des fils en l'air, il faut l'attribuer à l'exécution plus qu'au principe (1).

(1) Nous emprunterons à une brochure de M. Werner Siemens (Berlin, 1854) quelques lignes qui confirment notre assertion :

« On se décida à employer de la gutta-percha *vulcanisée*, c'est-à-dire mélangée au soufre. Les motifs de cette pratique ont été, en partie, la dureté plus grande du mélange et, en partie, sa plus grande résistance à l'air. Mais le procédé n'était connu que depuis peu, on manquait de toute expérience pour la bonne exécution et même de la connaissance exacte des proportions. En général, la masse était trop chargée de soufre, préparée à une température trop élevée, et sans que la gutta-percha eût été rendue suffisamment anhydre. Ces défauts ont amené, notamment pour les premières lignes, des conséquences très-désastreuses.

« Lorsqu'il y a surabondance de soufre et une température trop élevée, le cuivre des fils se combine avec le soufre; le sulfure qui en résulte pénètre la gutta-percha et forme avec elle une masse brunâtre, conductrice de l'électricité, et dont l'épaisseur atteint quelquefois un quart de ligne. La bonne qualité du fil, toutefois, n'en aurait guères été altérée, s'il s'était toujours trouvé au centre exact de l'enveloppe de gutta-percha, perfection qui n'avait pu être obtenue jusqu'alors.

« Presque tous les fils préparés à cette époque n'étaient recouverts, à certains endroits, que d'une couche très-mince de gutta-percha, et encore celle-ci était-elle fréquemment crevassée, ou mélangée de matières hétérogènes.

« On n'avait pas non plus recueilli des expériences suffisantes, pour déterminer l'influence du plus ou moins de profondeur de la tranchée. On savait que la gutta-percha ne se conserve indéfiniment que lorsqu'elle est complètement à l'abri du contact de l'air, mais on ignorait jusqu'à quelle profondeur l'air pénètre sous terre, et l'on se préoccupait uniquement de réduire les frais d'établissement en creusant le moins possible. La profondeur de 1  $\frac{1}{2}$  pied à laquelle on s'arrêta d'abord, était absolument insuffisante, car elle laissait le fil exposé à l'atteinte des outils employés à l'entretien du railway. On alla jusqu'à deux pieds, mais, par suite de diverses circonstances, on se départit sur différentes sections de la règle qui avait été imposée à cet égard.

« L'emballage des fils était aussi très-imparfait. Souvent, ils étaient endommagés pendant le transport et même par les ouvriers inexpérimentés qui

Les lignes en l'air se réparent plus facilement. il est vrai ; mais le progrès consisterait à ne plus devoir réparer du tout. Il est certain que la neige, le grand vent et l'électricité atmosphérique y produisent parfois des interruptions de plusieurs heures, et c'est beaucoup trop.

Eu égard à la situation de l'industrie télégraphique en 1850. il est fort heureux que les lignes belges aient été établies en l'air. En adoptant alors le système souterrain, on aurait payé fort cher des lignes qui seraient insuffisantes aujourd'hui. Les fils seraient probablement en mauvais état, et certainement en trop petit nombre. Tout serait à recommencer.

Mais, il ne faut pas en conclure que l'avenir ne nous réserve pas des arguments sérieux en faveur du système souterrain. Depuis 1850 la fabrication des fils isolés par la gutta-percha s'est considérablement étendue en Angleterre. Dans

« devaient les placer; d'autres fois l'effervescence politique de l'époque donna  
 « lieu à des détériorations qui étaient l'œuvre de gens malintentionnés.

« Souvent aussi il arrivait qu'à certains endroits le fil de cuivre exposé à de  
 « trop grands efforts, se rompait à l'intérieur de l'enveloppe de gutta-percha.  
 « sans que rien n'indiquât cette rupture à l'extérieur; comme la gutta-percha  
 « était trop vulcanisée, le courant passait également, au moins pendant quel-  
 « que temps.

« Sur certaines sections, notamment sur la ligne de Berlin à Minden, il se  
 « rencontra des fils dont l'enveloppe de gutta-percha avait perdu toute sou-  
 « plesse, était criblée de crevasses, et ne remplissait plus du tout ses fonctions  
 « isolantes. S'il avait fallu en conclure qu'au bout d'un certain temps, la gutta-  
 « percha perd ses propriétés sous terre, tout aussi bien qu'à l'air, c'en était  
 « fait du système souterrain.

« Heureusement, on n'a pas tardé à obtenir la preuve que le phénomène ci-  
 « dessus n'était dû qu'à la mauvaise qualité de la gutta-percha employée à  
 « l'origine, et que là, au contraire, où la gutta-percha était pure de tout mé-  
 « lange avec des matières hétérogènes, où elle était anhydre et peu ou point  
 « vulcanisée, elle ne subissait, sous terre, aucune altération, même au bout de  
 « quelques années.

« Lorsque, peu de temps après, à côté de ces premiers fils, on en posa d'au-  
 « tres, revêtus de gutta-percha de bonne qualité, ceux-ci se conservèrent par-  
 « faitement, ce qui prouve bien que les premières détériorations provenaient  
 « non du temps et de la nature du terrain, mais de l'imperfection de la ma-  
 « tière. »

un but de concurrence on y a établi des lignes souterraines qui luttent avec les fils en l'air des premières entreprises. Enfin, les lignes sous-marines qui relient la Grande-Bretagne au continent et l'Irlande à la Grande-Bretagne, indiquent que l'emploi général des lignes souterraines isolées par les mêmes moyens, n'est qu'une question de temps et d'argent.

Tous les offices télégraphiques emploient maintenant les fils isolés pour les raccordements dans les bureaux, pour la traversée des villes, des tunnels, des canaux et des cours d'eaux navigables. C'est à ce point de vue que nous examinerons ce qui a été employé sur les lignes belges.

Il y a lieu de considérer dans les conducteurs isolés :

*a.* Le fil métallique ;

*b.* La nature, l'épaisseur et le nombre de couches de l'enduit isolant ;

*c.* Les moyens de préserver cet enduit de toute lésion ou solution de continuité qui permettrait à l'humidité de pénétrer presque au fil.

*a.* Les motifs qui font préférer le fer au cuivre, pour les lignes en l'air, n'existent pas pour les lignes souterraines. Ici la souplesse est plus nécessaire que la ténacité, et l'avantage du fer, quant au prix, serait plus que compensé par la grosseur plus grande, qui exigerait une notable aggravation de dépense en matière isolante.

Nous avons vu qu'un fil de cuivre de 4<sup>mm</sup>,7 équivaut pour la conductibilité à un fil de fer de 4 millimètres de diamètre. Le fil de cuivre n° 46 employé généralement aux lignes souterraines et sous-marines d'Angleterre, correspond sensiblement à la première dimension. Sur les lignes allemandes, on a employé des fils isolés fabriqués à Berlin. Le cuivre avait 2 millimètres de diamètre, ce qui correspond au n° 45 (jauge anglaise).

Le cuivre employé doit être pur et fort bien recuit, afin de se prêter, sans rupture, aux manutentions nécessaires.

Dans la construction des lignes allemandes, des fils de cuivre se sont rompus quelquefois dans leur enveloppe sans qu'il fût possible de constater l'accident à l'extérieur. Il fallait alors de longues recherches pour découvrir le point d'interruption. Une bonne qualité de métal est donc essentielle.

*b.* Depuis que l'usage de la gutta-percha s'est répandu dans l'industrie, cette matière a été universellement employée pour isoler le courant galvanique dans ses applications diverses. Dans la fabrique de Berlin on a employé, en 1850, de la gutta-percha *vulcanisée*, c'est-à-dire traitée par le soufre. Dès l'année suivante ce genre de fabrication a pris une grande extension en Angleterre, mais là on a repoussé l'emploi du soufre, en s'attachant au contraire à rendre la gutta-percha aussi pure que possible. Les ingénieurs anglais emploient une double couverture de gutta-percha, en réglant l'épaisseur d'après le prix à y mettre et les chances de destruction. A Berlin on a recouvert les fils des premières lignes prussiennes d'une seule couche, épaisse de 2 millimètres.

La *double couverture* est incontestablement une précaution excellente. Quelque soin qu'on apporte dans la fabrication, une bulle d'air, un vide imperceptible peut exister de place en place, et créer par la suite, dans une simple couverture, une communication accessible à l'humidité. Une plus grande épaisseur n'est qu'un palliatif souvent insuffisant. Si, au contraire, on recouvre le fil de cuivre d'une première couche de  $\frac{3}{4}$  à  $\frac{5}{4}$  de millimètre environ, et que le premier fil soit recouvert une seconde fois, par les mêmes procédés, d'une couche ordinairement un peu plus épaisse, et bien adhérente, il est presque impossible que deux défauts se rencontrent et laissent, au même point, une voie complètement ouverte à l'humidité.

Quant à la *vulcanisation*, elle avait pour but de rendre la matière isolante plus dure et plus résistante à l'air. Elle a eu pour effet de compromettre l'isolement en attaquant le

cuivre et en créant un composé qui a détruit l'homogénéité et les qualités principales de la gutta-percha. L'avantage est problématique et les inconvénients sont certains.

Des fils isolés par la gutta-percha ont été fabriqués en France, pour le passage des tunnels, des villes, etc. Considérant la vulcanisation comme propre à résister aux agents extérieurs, mais voulant éviter ses effets sur le cuivre, on a combiné le système prussien avec le système anglais, en employant une première couverture pure et une couverture extérieure vulcanisée.

Nous avons vu un échantillon de ce produit, bien exécuté, mais où les deux matières n'avaient entre elles aucune adhérence, ce qui devait neutraliser les effets de la double couverture.

c. L'expérience faite en Allemagne sur une grande échelle, a prouvé que les fils ne peuvent être enterrés sans danger dans leur enveloppe de gutta-percha, dépourvue de garniture préservative. Les pierres aiguës, les outils employés à l'entretien de la route, ou pour creuser d'autres tranchées, leur porteraient des atteintes difficiles à trouver et à réparer.

On a employé en Prusse des garnitures de plomb et de poterie, mais seulement lorsque la nature du terrain était défavorable. Souvent on a établi les fils sur un lit de sable. Enfin, en 1854, on a posé dans Berlin des fils dont la gutta-percha était recouverte d'une enveloppe de plomb. Ces fils étant coûteux, leur emploi doit avoir été borné à l'intérieur des villes.

Les ingénieurs anglais placent quelquefois les fils dans des conduits en bois de deux pièces. L'une est creusée en forme d'auge, l'autre est une planche étroite qui sert de couverture. On croise les joints. Dans les villes et dans les endroits dangereux, on entoure les faisceaux de fils d'une tresse de chanvre goudronné et on recouvre le tout de tuyaux en fer étiré, semblables aux tuyaux à gaz. Dans les câbles sous-marines, ces tuyaux sont remplacés par la réunion des fils

de fer qui constituent la partie extérieure du câble et qui sont tordus comme les torons d'une corde. Les tuyaux en poteries sont fréquemment employés, et on fabrique, comme on l'a fait à Berlin, des fils qui ont chacun leur enveloppe de plomb, posée à froid sans altérer même la surface de la substance isolante.

Tous ces moyens peuvent être employés d'après les localités où la ligne souterraine doit être installée, et d'après la somme que l'on veut consacrer à son établissement.

La dépense des lignes souterraines est beaucoup plus grande que celle des lignes en l'air. Le prix des matériaux a donc ici une importance toute spéciale.

En 1850 et 1851 on a mis en œuvre en Belgique 25,000 mètres environ de fils fabriqués à Berlin, qui ont coûté, en moyenne, 59 centimes par mètre courant, rendus à Verviers. Le fil de cuivre et l'enveloppe avaient 2 millimètres d'épaisseur, ce qui donnait un diamètre total de 6 millimètres. Ils ont été placés dans les tunnels, dans les canaux et à Bruxelles, entre les stations du Nord et du Midi.

Vers la fin de la seconde année, la section souterraine qui joint la Place Royale à la station du Nord, a été faite de deux fils ayant une enveloppe de gutta-percha vulcanisée entourée de plomb. Le fil de cuivre était du n° 16. La gutta-percha avait 1 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> millimètre et le plomb 1 millimètre d'épaisseur.

Ces fils venaient de Berlin et ont coûté fr. 0,45 par mètre courant. Posés avec soin à 0<sup>m</sup>,75 de la surface du sol, ils n'ont subi jusqu'à présent aucune détérioration.

Depuis cette époque les fils isolés qui ont servi à entretenir et à compléter les lignes ont été fournis par une fabrique de Londres. C'est le n° 4 qui a été adopté. La double couverture a 2 millimètres d'épaisseur, ce qui porte à 5<sup>mm</sup>,7 le diamètre total du fil.

Une longueur de 4,828 mètres a coûté fr. 4,125 50 ou fr. 0,25 par mètre courant. Les prix ont été augmentés

depuis. Nous donnons ci-dessous les prix actuels pour les quatre numéros, et leurs diamètres respectifs, le cuivre étant toujours du n° 16.

Numéro.	Diamètre.	Livres sterlings par mille.	Francs par mètre courant.
1	8 <sup>mm</sup>	27	» 42
2	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	25	» 56
3	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	19—5	» 50
4	5 <sup>5</sup> / <sub>4</sub>	16	» 25

On commence à se servir en Angleterre du fil revêtu de plomb. Le n° 4, avec cette addition, coûte fr. 0,52 par mètre. On en a également fabriqué en France pour la traversée des villes. Voici les prix de revient de ce dernier, en 1852, par mètre courant :

Fil de cuivre :	25 grammes à fr.	5	--	» 075
Gutta-percha :	25	»	10	— » 250
Plomb . . . :	185	»	4,50	— » 240
TOTAL FR.				» 565

Examinons maintenant les moyens préservatifs employés en Belgique, et les frais qu'ils occasionnent.

Dans les tunnels, les fils sont disposés dans des planchettes à rainures en sapin goudronné, qui sont fixées le long d'un des pignons au moyen de crampons en fer galvanisé. Le prix du mètre courant de planchette double est de fr. 0,60 environ. Il faut y ajouter trois ou quatre crampons qui coûtent 8 centimes pièce, et la main-d'œuvre qui porte à 1 fr. à peu près, par mètre courant, les frais d'installation des fils dans les tunnels.

Pour franchir les cours d'eau navigables et laisser passer la mâture des navires, il fallait élever les fils de 25 à 50 mètres au-dessus du niveau de l'eau. Les mâts fixes, les haubans et leurs agrès occasionnaient une dépense de 4 à 5,000 francs par traverse de ce genre. L'emploi des fils isolés procure, en cas pareil, une grande économie. Sur les lignes des Pays-Bas, où les cours d'eau atteignent une très-grande largeur, on a employé, en 1852, des câbles du même modèle

que ceux des lignes sous-marines. Ces câbles contenant quatre fils, ont été fabriqués en Angleterre, et ont coûté, rendus à Rotterdam, quatre cents livres par mille (fr. 6,25 par mètre courant). Un câble semblable a été fabriqué en Belgique, les fils isolés, au nombre de cinq, ont été livrés au fabricant par l'administration. La façon, la fourniture du chanvre et du fil de fer ont été payées 500 fr. pour une longueur de 100 mètres. C'est un peu plus cher qu'en Angleterre, mais il s'agissait d'un essai, et une entreprise sur une petite échelle est toujours plus coûteuse.

Ce câble est placé dans la Nèthe, sur la section de Malines à Anvers, depuis 1852. Il est resté en très-bon état. Aux autres ponts tournants, on a placé simplement dans des tuyaux de plomb sans soudure, les fils isolés qui continuent les fils en l'air. Ce préservatif est suffisant pour descendre le long du dernier poteau de part et d'autre, sous les berges et dans la partie du canal où les navires ne passent pas. Dans l'ouverture du pont, il est prudent d'entourer de fer, le tuyau en plomb qui, sans cela, pourrait être percé par les gaffes. C'est à des accidents de ce genre que les premiers fils, entourés de plomb seulement, dans les canaux de la ligne de l'Ouest, ont dû probablement leur prompt détérioration. Des tuyaux en fonte d'un mètre de longueur et dans lesquels on passe le tuyau en plomb remplissent le but désiré.

Les tuyaux en plomb sans fin et sans soudure, ont généralement 22 millimètres de diamètre intérieur, 4 millimètres d'épaisseur, et pèsent 5 kilogr.,4, le mètre courant. A raison de fr. 0,70 le kilogr. ces tuyaux ont coûté fr. 2,14 par mètre.

Les tuyaux en fonte avaient 55 millimètres de diamètre intérieur et pesaient 9 kilogr. par mètre courant, manchons compris. A raison de 28 francs par cent kilogr., ils revenaient à fr. 2,74, le mètre.

D'après les données qui précèdent, on peut calculer aisément les frais d'installation de huit fils isolés à travers un cours d'eau dont la largeur de section, y compris les berges et jus-

qu'au sommet des poteaux où s'arrêtent de part et d'autre les fils en l'air, aurait, par exemple, 100 mètres de développement. En employant du n° 4 anglais, il faudrait compter :

820 mètres courants de fil isolé à. . . fr.	» 25	205
100 » » de tuyau en plomb, à.	2 17	217
10 » » de tuyau en fonte, à. . .	2 74	27 40
Poteaux, tranchée, main-d'œuvre, etc. . . .		40 90
Total. . . . fr.		490 »

Il y a donc une grande économie dans la substitution de ce système aux mâtures fixes employées autrefois. Ces dernières ne peuvent inspirer de confiance que si elles sont maintenues en très-bon état, et leur entretien est aussi difficile que coûteux. C'est par ce motif qu'on les a supprimées près des ponts tournants de Malines et de Duffel, où elles avaient été établies à grands frais par la compagnie concessionnaire de la ligne de Bruxelles à Anvers.

Trois fils souterrains ont été posés à Bruxelles, entre les stations du Nord et du Midi, sur une longueur de 4,000 mètres environ. Ces fils, venus de la fabrique de Berlin, ont été enterrés d'après les procédés alors suivis en Prusse, c'est-à-dire à nu. Toutefois, à cause du grand nombre de pierres et de décombres que contenait le terrain, on les a entourés d'une couche de sable. Pour franchir les rues et les chaussées, on les a protégés par des tuyaux en poteries, et près des tuyaux à gaz et des égouts, par des tuyaux en plomb.

Il faut éviter, en effet, aux endroits où d'autres tranchées peuvent être creusées par la suite, que les fils soient inaperçus et reçoivent des coups de bêche ou de pioche. Tel est le but principal des tuyaux en poterie. Afin de rendre leur usage plus facile, surtout lorsqu'on ne les emploie qu'à certains endroits, on les fait cuire avec une fente longitudinale d'un centimètre de largeur. On peut alors y introduire les fils

sans devoir dérouler entièrement ceux-ci, ce qui devient indispensable lorsque les tuyaux doivent être enfilés comme des perles.

Le même but est atteint en employant deux planches, dont l'une plus épaisse est creusée dans le sens de la longueur, pour recevoir les fils. Ce système, suivi maintenant en Angleterre est à la fois solide et économique. La double planchette, en sapin goudronné ou peint ne doit guères coûter que fr. 0 70 c. par mètre courant. Les tuyaux en poterie reviennent à fr. 4 25 c. par mètre et la manutention en est beaucoup plus coûteuse, en main-d'œuvre et en déchets.

Les trois fils qui joignent à Bruxelles les stations du Nord et du Midi ne sont donc protégés qu'aux passages dangereux. Depuis trois ans qu'ils sont en service, ils ont réclamé des réparations assez fréquentes, surtout aux soudures. L'un d'eux éprouve des pertes de courant sur différents points, et comme ils sont en nombre insuffisant, une nouvelle ligne sera établie sur le même parcours, ce qui donnera occasion d'y suppléer par des fils de réserve.

Ce résultat est dû en partie à la qualité du fil et en partie à l'absence de protection suffisante. Les deux fils placés vers la Place Royale, et qui viennent de la même fabrique, sont restés parfaitement intacts, grâce au plomb qui les environne. Faut-il d'après ce résultat, ne plus employer que des fils revêtus de plomb? Cette question se résoud par le calcul de la dépense. Le revêtement de plomb porte au double le prix des fils isolés. La même dépense serait nécessaire pour placer sur une longueur donnée, *cinq* fils revêtus de plomb, *dix* fils à nu, ou *sept* fils établis dans une garniture en bois. Nous croyons que le dernier parti est celui qui offrirait le plus de garanties, et le plus d'avantages au point de vue du service.

Ces considérations ne sont pas applicables aux tunnels. Là, il s'agit ordinairement de raccordements de peu de longueur, où la question de dépense est secondaire. Les fils sont exposés à des variations de température, à la vapeur des loco-

tives, aux infiltrations qui se congèlent en hiver. Une garniture en bois est utile pour faciliter l'attache, mais ne suffit pas pour conserver la gutta-percha qui ne résiste pas aux variations de température, aux alternatives de sécheresse et d'humidité. Dans ce cas particulier, un revêtement en plomb, pour chaque fil sera d'une grande utilité.

Nous résumerons les détails qui précèdent en indiquant en peu de mots les conditions que les expériences faites en Belgique nous font considérer comme les plus avantageuses.

1° Pour tous les cas, où des conducteurs isolés sont requis, employer du fil de cuivre rouge, n° 16, enduit d'une double couverture de gutta-percha, épaisse de 2 millimètres au moins ;

2° Dans les lignes *souterraines*, rassembler le nombre de fils voulu, plus un fil de réserve sur quatre, dans des planches de sapin goudronné, creusées sur leur longueur. Pour les coudes, employer une enveloppe de plomb ;

3° Dans les canaux, placer un fil de réserve sur deux, c'est-à-dire trois fils pour deux conducteurs requis. Passer le faisceau de fil dans un tuyau de plomb sans fin, de 4 millimètres d'épaisseur, et garnir ce tuyau de manchons en fonte, dans la partie navigable du cours d'eau ;

4° Dans les tunnels, n'employer que des fils revêtus de plomb. Les garantir des chocs par des planches à rainures. Conserver au moins un fil de réserve sur six en service <sup>(1)</sup>.

### III. — POTEAUX.

La plupart des poteaux qui supportent les fils télégraphiques, sur les lignes belges, ont subi une préparation, d'après le procédé Boucherie, qui consiste à injecter de sulfate de cuivre les bois encore en pleine sève.

(1) Nous essaierons également en Belgique un procédé déjà mis en pratique en Angleterre, et qui consiste à établir les fils dans une rainure creusée dans la brique du tunnel, et à les recouvrir de mortier.

Trois chantiers ont été établis à cet effet, savoir : en 1850, à Louvain et aux environs de Hasselt ; en 1852 dans la station de Braine-le-Comte.

Dans un but d'expérimentation comparée, et lorsque des fournitures spéciales ont été faites, en petite quantité, pour des lignes secondaires, on a employé des poteaux en sapin, coupés hors sève, et qui, pour la plupart, sont carbonisés à la surface de la partie enterrée. Les sections de Gand à Tournay et de Landen à Hasselt, sont montées avec des poteaux non préparés. Un certain nombre sont disséminés sur les autres lignes. L'époque de leur placement est trop récente encore, pour que la question de durée relative ait reçu quelque éclaircissement. Les poteaux qui ont dû être remplacés depuis la fin de 1850, sont en très-petit nombre. Parmi eux, il s'en trouve de préparés, mais qui n'ont été injectés, sans doute, que d'une manière très-incomplète. Des circonstances locales ont pu influer sur leur décomposition prématurée. Quoi qu'il en soit, l'expérience est à peine commencée et nous nous bornerons, dans le présent travail, à rendre un compte succinct des conditions des fournitures, et des frais de la préparation.

Le cahier des charges de 1850 contenait les conditions suivantes :

- « Les poteaux seront en bois de *pin*, de *sapin* ou de *mé-*  
» *lèze* du pays. Ils seront livrés *non écorcés*.
- » Chaque pièce devra être bien droite et parfaitement  
» ronde, sans nœuds vicieux, fentes, pourriture ou autre dé-  
» fauts quelconques.
- » Les bouts devront être sciés carrément, sans éclats ni  
» fentes.
- » Les poteaux seront livrés à une station (les haltes non  
» comprises) des chemins de fer de l'État, à désigner pour  
» chaque lot par l'entrepreneur qui supportera tous les frais  
» de transport jusqu'à cette station, ainsi que les frais de  
» chargement, de déchargement, et de mise en tas.

» L'administration se réserve de faire effectuer la réception et la préparation des bois sur les lieux d'abattage ; dans ce cas , le transport, jusqu'à la station désignée dans la soumission , se fera, après la préparation , aux frais de l'entrepreneur.

» Les poteaux seront livrés en raison des besoins des ateliers de préparation, et à mesure des commandes de l'administration.

» Ces commandes ne pourront excéder la quantité de 500 poteaux par semaine et par lot. Elles pourront commencer quinze jours après la date d'approbation de l'adjudication.

» Les quantités commandées seront fournies dans les dix jours qui suivront la date de chaque commande.

» Les quantités rebutées seront remplacées dans les cinq jours qui suivront la date du procès-verbal de rebut.

» Les bois devront avoir été abattus dans les trois jours qui précéderont la date de livraison. »

Cette dernière condition, de même que la conservation de l'écorce, et la faculté de faire la réception sur les lieux d'abattage, a pour but de faciliter la préparation. Les bois ne s'injectent bien que lorsqu'ils sont fraîchement coupés, et l'écorce empêche, par son imperméabilité, la déperdition de la dissolution préservatrice.

Les autres conditions s'expliquent d'elles-mêmes. Elles ont été maintenues dans les marchés suivants. Les dimensions s'y trouvaient jointes, mais, dans ce premier cahier des charges, on s'était borné à indiquer la grosseur en déterminant le diamètre du petit bout, et en le fixant à 8 centimètres au *minimum* pour toutes les longueurs.

Ce diamètre suffit effectivement quant à la solidité de l'extrémité supérieure et, lorsque les sapins ont crû dans les bois, il comporte un pied assez fort pour la destination voulue. Mais les sapins de sapinière diffèrent peu de grosseur dans les hauteurs de 5 à 6 mètres et, surtout en coupant la

partie supérieure des arbres, on trouve des perches qui ont 8 centimètres à un bout et à peine 10 à l'autre. Des poteaux semblables manquent complètement de raideur, et ne peuvent être acceptés. Il convient donc d'inscrire dans le cahier des charges le diamètre aux deux extrémités, et d'exiger que les dimensions données soient considérées comme un *minimum* et rigoureusement observées, *écorce non comprise*.

Nous donnons ci-après les dimensions exigées pour chaque numéro.

NUMÉRO.	LONGUEUR	DIAMÈTRE.	
		Au petit bout.	Au gros bout
1	5 <sup>m</sup> ,50	0 <sup>m</sup> ,08	6 <sup>m</sup> ,125
2	6 ,50	0 ,08	0 ,15
3	7 ,50	0 ,08	0 ,14
4	9 »	0 ,08	0 ,15
5	5 ,50	0 ,15	0 ,15
6	7 ,50	0 ,12	0 ,17
7	9 »	0 ,12	0 ,18

Les poteaux n° 1 sont employés dans les circonstances ordinaires. De part et d'autre de chaque traverse de route ou de voie quelconque, on plante deux poteaux n° 4, que l'on raccorde avec la ligne au moyen des n° 2 et 3. Les appareils de tension se placent sur des n° 5 dont le fort diamètre est plus capable de résister à la traction opérée. Dans les courbes, dans les stations et en général aux points où les fils changent de direction, les n° 5, 6 et 7 offrent seuls une raideur suffisante. Enfin, sur les routes ordinaires où il faut élever les fils, et renforcer leurs supports, on n'emploie que les deux derniers numéros.

Les poteaux de 9 mètres de longueur sont enterrés de 2 mètres. Tous les autres de 4<sup>m</sup>,50 seulement.

**SERVICE DES TÉLÉGRAPHES.**

**Résultats de la préparation des poteaux par l'injection du sulfate de cuivre en dissolution.**

INDICATION des CHANTIERS ET DES PRAIS GÉNÉRAUX DE PRÉPARATION.	NUMÉRO de l'échantillon.	DIMENSIONS MOYENNES		NOMBRE DE POTEAUX		PRIX par POTEAU de chaque ÉCHANTILLON.	CUBE des POTEAUX à préparer.	FRAIS DE PRÉPARATION		DROIT DE BREVET		PRIX DE REVIENT DES POTEAUX PRÉPARÉS	
		LONGUEUR.	CYCL.	FOURNIS.	NON PRÉPARÉS.			FR. C.	FR. G.	FR. C.	FR. G.	FR. C.	FR. G.
<b>I. CHANTIER DE HASSELT. — 1850.</b>													
Echafaudage; location, 4 mois . . . . .	1	5,50	0,045	850	226	1 25	26,852	605 55	97	20	124 80	1,510 15	2 42
Capuchons en plomb, valeur . . . . .	2	6,50	0,055	600	145	1 60	24,970	505 72	1 24	20	90 80	1,580 92	5 04
Outils et ustensiles, . . . . .	3	7,50	0,068	400	"	1 80	27,200	615 65	1 55	20	80 "	1,415 65	5 35
Sulf. de cuivre, 1,456 kil., à fr. 0 65. . . . .	4	9 "	0,088	400	"	1 99	55,200	794 11	1 98	20	80 "	1,070 11	4 17
Main-d'œuvre, . . . . .	5	5,50	0,111	266	"	1 75	29,526	666 "	2 50	20	55 20	1,484 81	7 43
TOTAL . . . . .				2,316	572	1 65	145,728	5,242 90	1 51	20	428 80	7,139 60	5 54
Fr. 22 56 par mètre cube.													
<b>II. CHANTIER DE LOUVAIN. — 1850.</b>													
Echafaudage; location, 4 mois . . . . .	1	5,50	0,045	2,055	51	1 19	86,172	1,508 87	75	20	400 80	4,294 45	2 14
Capuchons en plomb . . . . .	2	6,50	0,055	800	56	1 49	42,020	755 77	97	20	152 80	2,026 95	2 66
Outils et ustensiles . . . . .	3	7,50	0,068	575	61	1 76	54,932	612 "	1 17	20	102 80	1,619 44	5 15
Sulf. de cuivre, 1,415 kil., à fr. 0 65. . . . .	4	9 "	0,088	550	4	2 12	46,288	810 50	1 54	20	105 20	2,050 82	5 86
Main-d'œuvre, . . . . .	5	5,50	0,111	554	24	2 86	56,610	991 24	1 90	20	102 "	2,551 84	4 96
TOTAL . . . . .				4,494	176	1 62	266,042	4,658 58	1 08	20	865 60	12,525 46	2 90
Fr. 47 51 par mètre cube.													
<b>III. CHANTIER DE BRAINE-LE-COMTE. — 1852.</b>													
Echafaudage et accessoires, 5 mois. . . . .	1	5,50	0,046	1,100	"	1 20	50,600	1,078 29	98	20	220 "	2,618 29	2 28
Capuchons en plomb . . . . .	2	6,50	0,056	605	4	1 50	55,656	717 21	1 19	20	120 20	1,758 91	2 89
Outils et ustensiles. . . . .	3	7,50	0,070	500	"	1 80	55,000	745 85	1 49	20	100 "	1,745 85	5 19
Sulf. de cuivre, 5,159 kil., à fr. 0 80. . . . .	4	9 "	0,095	546	"	2 10	51,870	1,105 55	2 02	20	109 20	2,561 15	4 52
Main-d'œuvre, . . . . .	5	5,50	0,077	750	"	3 50	72,730	1,530 50	3 07	20	150 "	3,375 50	4 77
TOTAL . . . . .	6	7,50	0,157	850	"	2 10	116,430	2,481 53	2 92	20	170 "	3,626 35	6 62
Fr. 21 51 par mètre cube.													

Le tableau ci-contre résume, au point de vue de la dépense, les résultats de la préparation des poteaux en 1850 et 1852. On remarquera que les frais, par mètre cube de bois préparé, se sont élevés au *maximum* au chantier de Hasselt. Cette différence est due en partie à l'absorption considérable de sulfate de cuivre, substance dont les poteaux ont été pénétrés à raison de 10 kil. par mètre cube. A Louvain, pendant la même année, l'absorption n'a été que de 5 kil. 5 par mètre cube; à Braine, en 1852, 8 kil., 8 pour la même unité. La qualité du bois et surtout le temps qui s'écoule entre l'abatage et la mise en préparation, ont une grande influence sur la quantité de matière préservatrice absorbée. A Hasselt, le chantier était installé au milieu du bois même où les arbres étaient coupés. Ils étaient mis en préparation au jour et parfois à l'heure même de l'abatage. Les deux autres chantiers avaient été montés dans les stations désignées pour la réception. La distance qui les séparait des bois où la coupe avait lieu, et les difficultés que présentaient les chemins, portaient fréquemment au *maximum* autorisé par le cahier des charges, le délai qui s'écoulait entre l'abatage et la réception. Si la surveillance et l'examen des fournitures sont plus faciles par le second système, le premier est plus favorable à une préparation efficace.

Il faut, d'autre part, éviter de monter un chantier, avec son échafaudage, ses outils et son personnel, pour un petit nombre de poteaux. Nous voyons que l'atelier de Braine, qui est celui des trois où l'on a opéré sur le cube le plus considérable, a compensé par là le désavantage d'employer du sulfate de cuivre à 80 francs les 100 kilogrammes au lieu de 65 francs. L'augmentation notable du prix de cette matière, depuis quelques années est une circonstance dont il importe de tenir compte, dans l'évaluation des frais de préparation.

L'expérience peut seule faire apprécier les avantages d'une opération semblable. L'administration des télégraphes de

France a obtenu des résultats qu'elle considère comme décisifs en faveur du même procédé. En Belgique, pour les poteaux du télégraphe comme pour les billes des chemins de fer, l'avenir peut seul résoudre la question d'une manière définitive.

Nous ne nous étendrons point davantage sur la préparation, dont nous n'avons parlé ici que pour fixer le prix des poteaux employés à la construction des lignes <sup>(1)</sup>. Afin de déterminer un prix moyen par dimension, il convient de tenir compte des poteaux fournis sans être préparés. En réunis-

(1) Les ateliers de préparation des poteaux télégraphiques sont disposés d'une manière spéciale, à cause de la forme des pièces à injecter et du caractère provisoire des ateliers mêmes, où il faut éviter les appareils coûteux. On s'est modelé en Belgique sur les procédés pratiques suivis dans l'administration française, et notamment au chantier de Liencourt, où ces procédés ont été étudiés. Afin de se passer de réservoirs élevés, des tuyaux et des joints qu'ils nécessitent, on produit la pression voulue en dressant les poteaux n<sup>os</sup> 1, 2 et 3, et en inclinant les n<sup>os</sup> 5, 4 et 6. Ceux-ci, s'ils devaient être préparés dans une position tout à fait verticale, demanderaient un échafaudage trop élevé, des manœuvres trop difficiles et trop dangereuses pour les ouvriers. On se contente d'élever de 4 à 5 mètres une de leurs extrémités.

Tous les poteaux ont le gros bout en l'air, coiffé d'un cône de plomb luté au moyen d'argile et dans lequel on entretient constamment de la dissolution de sulfate de cuivre au  $\frac{1}{80}$ .

Pour donner une idée de la marche de l'opération, nous reproduirons dans cette note un extrait de l'instruction donnée au contre-maître qui dirige chaque chantier :

- « 11. Les opérations se résument comme suit pour chaque poteau :
- » Commencer la préparation dès la réception des pièces, tant qu'il y a place
  - » le long de l'échafaudage. Prévoir le cas où la place pourrait manquer, afin
  - » de retarder l'abatage.
  - » Scier le gros bout, afin d'avoir une section nette et fraîche, en enlevant
  - » le moins de bois possible.
  - » Mettre les poteaux courts (5<sup>m</sup>,50 et 6<sup>m</sup>,50), au bain. Les y laisser une
  - » nuit, s'il est possible, sans retarder la marche du travail, et *au moins quatre*
  - » heures dans tous les cas. La durée du bain se règle d'après la place et les
  - » ouvriers disponibles.
  - » Retirer les poteaux du bain, les coucher sur les tréteaux. Donner au gros
  - » bout, au moyen de la plane, une forme conique, correspondante aux ca-
  - » puchons disponibles.
  - » Scier une seconde tranche mince, poser un bourrelet de terre glaise ; en-
  - » foncer un capuchon *droit* et mastiquer avec soin.
  - » Dresser le poteau contre l'échafaudage, le capuchon en haut. Poser le
  - » petit bout sur la rigole. Remplir le capuchon de dissolution. La pénétration
  - » commence.
  - » 12. Pour les poteaux longs (7<sup>m</sup>,50 et 9 mètres), remplacer le bain par les
  - » opérations suivantes : couper la tranche au gros bout, et façonner en cône

sant ainsi tous les poteaux mis en œuvre, nous trouvons, dans chaque échantillon, le prix moyen qui suit :

N° 1. . . . .	fr. 2,40
2. . . . .	2,50
5. . . . .	5,00
4. . . . .	5,70
5. . . . .	4,80
6. . . . .	6,40
7. . . . .	5,20 (sans préparation).

Les conditions de fourniture, lorsque les poteaux ne doivent pas être préparés, diffèrent en ce point capital : qu'il convient de s'assurer autant que possible qu'ils ont été coupés en bonne saison pendant l'arrêt de la sève. Il faut aussi, dans la plupart des cas, faire écorcer et *charbonner* les poteaux

« comme ci-dessus. Placer le poteau sur l'échafaudage, le petit bout dans la rigole. Poser la glaise, enfoncer un capuchon *coudé* et mastiquer. Verser la dissolution, et maintenir le capuchon plein pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, vider le capuchon au moyen de la seringue en cuivre, enlever le capuchon et la glaise ; scier une tranche mince.

« Replacer le capuchon comme la veille et remplir de nouveau. La pénétration commence.

« 15. A partir de ce point, l'opération est la même pour tous les poteaux longs ou courts. Surveiller attentivement tous les capuchons. Les mastiquer s'ils coulent ; les remplir à mesure que le bois absorbe la dissolution.

« 14. Reconnaître qu'un poteau n'absorbe pas, en voyant que le capuchon reste plein, et que la sève ne s'écoule pas au petit bout. Dans ce cas, enlever le capuchon, scier une tranche et recommencer.

« 15. Reconnaître qu'un poteau est assez pénétré en voyant que le capuchon se vide lentement et que la couleur verte se montre aux nœuds du bois, près du petit bout. Entailler ces nœuds à la cognée, pour les vérifier.

« 16. Descendre les poteaux préparés. Les écorcer endéans les huit jours aux instants où les ouvriers sont disponibles. Enlever les nœuds et l'écorce jusqu'à l'aubier. Laisser les deux bouts intacts sans en rien retrancher. »

Nous ajouterons à ces renseignements l'indication de la durée moyenne de la préparation, pour chaque échantillon. Le *minimum* correspond aux journées les plus chaudes de l'été, le *maximum* aux grands vents et à la température peu élevée. En hiver, la pénétration ne marche pas du tout :

Numéros.	Minimum.	Maximum.
1 debout.	4 jours.	6 jours.
2 id.	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —
5 incliné.	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —
4 id.	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —
5 debout.	5 —	9 —
6 incliné.	8 —	11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —

par les soins du fournisseur, qui comprend dans ses prix les frais de ces opérations. Il est facile de s'assurer, lors de la réception, qu'elles ont été bien faites. Il n'en est pas de même de la préparation qui doit être faite en régie, si l'on veut s'assurer de l'emploi de la matière préservatrice en quantité suffisante.

Les poteaux sont peints à l'huile après leur placement. On leur donne deux couches de *blanc de zinc*. Comme le sulfate de cuivre des poteaux injectés tend à se rejeter à la surface, et à tacher de vert la couche de peinture, il est bon de teinter celle-ci à l'avance d'une certaine quantité de vert de gris. Le pied des poteaux est peint en noir jusqu'à 0<sup>m</sup>70 au-dessus du sol <sup>(1)</sup>.

En égard aux différentes grandeurs des poteaux qui se succèdent sur les lignes, la peinture revient approximativement à 45 francs par kilomètre, matières et main-d'œuvre comprises.

#### IV. — SUPPORTS ISOLANTS.

Le bois parfaitement sec peut être considéré comme isolant complètement le courant de la pile. Ainsi, dans nos appareils et dans les tables sur lesquelles ils sont montés, les fils conducteurs se trouvent en contact avec le bois. Il suffit qu'ils ne se touchent pas entre eux pour éviter toute confusion dans les circuits nombreux du courant.

Il n'en serait pas de même des poteaux exposés à l'air et le plus souvent injectés de substances conductrices. Ces dernières suffiraient pour donner lieu à des courants dérivés, et l'humidité de l'atmosphère viendrait y ajouter ses effets, au point de rendre le travail impossible, même à courte distance.

<sup>(1)</sup> Au lieu de noir de fumée, on peut employer avantageusement pour le pied des poteaux, une couleur foncée à base métallique. Comme la pourriture les atteint surtout au niveau du sol, il est utile de dégarnir momentanément le pied, afin de prolonger la couche de peinture à 50 centimètres environ au-dessous de ce niveau.

Les fils doivent donc être isolés du poteau, et entre eux, par des supports isolants. Nous appellerons *isolateurs* ceux qui ne servent qu'à supporter les fils de poteau en poteau, et *supports de tension* ceux auxquels les fils sont arrêtés et tendus, soit une fois pour toutes, lors de la construction de la ligne, soit à différents degrés, d'après les saisons ou les circonstances, au moyen d'appareils spéciaux appelés *tendeurs*.

Avant d'examiner les dispositions diverses qu'on peut leur donner, nous citerons comme point de départ les deux conditions principales à obtenir dans tous les supports isolants indistinctement :

1° La *matière* dont ils sont composés doit isoler parfaitement à sec; elle doit être aussi solide et aussi peu coûteuse que possible; sa surface ne doit pas se mouiller trop facilement.

2° Leur *forme* doit être telle qu'il y ait toujours, même lorsqu'il pleut, une portion de surface sèche, soit entre deux fils, soit entre ceux-ci et le poteau.

Les matières employées pratiquement jusqu'ici sont le grès, le verre et la porcelaine. On comprend qu'il ne soit pas possible de les classer d'une manière absolue et générale, au point de vue des propriétés que nous venons d'énoncer. Le classement ci-dessous résulte des indications de l'expérience et des renseignements que nous avons pu recueillir. Les trois matières sont rangées dans l'ordre de préférence à leur accorder, à chaque point de vue considéré séparément.

NUMÉROS.	ISOLEMENT A SEC.	SICCITÉ de LA SURFACE.	SOLIDITÉ.	ÉCONOMIE.	FACILITE de SE MODELER.
1	Verre.	Porcelaine.	Grès.	Grès.	Porcelaine
2	Porcelaine.	Verre.	Porcelaine.	Verre.	Grès.
3	Grès	Grès	Verre.	Porcelaine.	Verre.

La première condition, qui est la principale, est remplie à un degré sensiblement le même dans la pratique, par le verre, la porcelaine, et le grès très-bien cuit et de qualité supérieure.

Nous avons tenu compte, comme sixième condition, de la facilité de se modeler sous toutes formes, parce que, tout en influant comme cause importante sur la solidité et l'économie des supports confectionnés et montés, cette propriété est indépendante de la solidité et du prix de la matière brute.

Pour donner un exemple, nous verrons plus loin qu'il y a grande économie à fixer simplement les isolateurs aux poteaux avec deux vis à bois, au lieu d'employer des ferrements et des accessoires coûteux. Le verre, plus économique, comme matière, que la porcelaine, devient plus coûteux par la difficulté d'en mouler des *oreilles* assez solides pour recevoir les vis.

Somme toute, la porcelaine est la matière qui se rapproche le plus du premier rang, dans l'ensemble des propriétés voulues. Aussi est-elle adoptée en Belgique, en France, en Prusse et sur la plupart des lignes télégraphiques du Continent.

Les lignes anglaises ont conservé le grès. Leurs isolateurs sont remarquablement bien exécutés, comme grain, et comme vernis. Ils sont excellents lorsqu'il fait sec, mais leur surface se couvre facilement d'humidité en temps de pluie ou de brouillard. Les pertes auxquelles ils donnent lieu sont alors beaucoup plus marquées que celles des supports en porcelaine.

Cette dernière matière étant jugée préférable, quelle sera la meilleure forme à lui donner ? La seconde condition principale ci-dessus doit être suivie *avant tout*. Nous n'avons pas besoin d'expliquer comment la non-conductibilité de la matière devient inutile si la surface du support est entièrement mouillée et laisse ainsi, du fil au poteau, ou entre deux fils, une nappe humide et conductrice non interrompue.

C'est ce qui arrive aux supports anglais d'ancien modèle. Ce sont de simples glands en grès percés d'un trou dans lequel passe le fil. Ils sont attachés deux, quatre, six au plus sur la même planchette. Celle-ci est séparée du poteau par des entretoises également en grès. Cet isolement à double étage fait merveille lorsque le temps est sec. Lorsqu'il tombe une de ces pluies fines contre lesquelles les petits toits dont on couvrait les poteaux, ne protègent pas les planchettes, celles-ci ne présentent avec leurs glands qu'un seul tout, parfaitement humide, et tous les fils communiquent entre eux. L'ancienne ligne, encore en service de Bruxelles à Malines, nous offre parfois un exemple de cet inconvénient. Bien que la distance soit relativement courte, la brume rend quelquefois impossible le service simultané des appareils.

Le courant envoyé par l'un deux revient en partie dans l'appareil voisin, et l'on est obligé de suspendre momentanément le service de celui-ci, pour laisser parler le premier.

Ce modèle n'est plus suivi en Angleterre, où l'on a reconnu comme partout la nécessité d'une partie sèche. Les isolateurs les plus généralement adoptés maintenant se composent d'un cylindre de grès arrondi à la partie inférieure où le fil passe, et fixé à la partie supérieure à une traverse horizontale maintenue au poteau. Entre la traverse et le grès se trouve un chapeau en zinc qui maintient à sec l'isolateur sur une moitié de sa hauteur.

Le même résultat est obtenu sur les lignes françaises par le procédé suivant : une petite cloche en porcelaine, présentant l'aspect d'une tasse renversée, est fixée au poteau au moyen de deux vis à bois qui traversent des oreilles ménagées à cet effet dans la porcelaine. Au fond de la cloche est scellé un crochet de fer galvanisé, qui dépasse le bord inférieur de manière à recevoir le fil, sans que celui-ci touche le bord. L'intérieur de la cloche, qui reste sec en temps pluvieux, sépare entièrement le crochet avec le fil, d'une part, et le poteau, de l'autre.

Cette disposition, entièrement adoptée maintenant sur les lignes de Belgique et des Pays-Bas, avait été imitée d'abord à titre d'essai, sur les premières lignes belges, avec la modification suivante. Du grès fabriqué en Belgique, dans le Hainaut, était substitué à la porcelaine. Les deux cloches faisaient corps avec une calotte de même matière qui couvrait la tête du poteau. Ces isolateurs doubles convenaient par leur forme à la pose des deux fils supérieurs. Ils protégeaient la tête du poteau et présentaient une grande économie sur les autres modèles connus. Malheureusement, la matière se trouva inférieure, au point de vue de l'isolement, au grès fabriqué en Angleterre. Les deux crochets noyés dans la même pièce n'étaient pas isolés même à sec. En temps humide, la communication entre les deux lignes était complète. Le résultat de cet essai indique qu'il est toujours dangereux de confondre dans une même pièce les supports de deux ou plusieurs fils. Il y a avantage, au point de vue de l'isolement à interposer le plus grand nombre de surfaces vitrifiées que l'on peut.

L'isolement presque parfait que l'on obtient par les *suspensions-cloches* françaises est atteint, sur les lignes prussiennes, par une disposition analogue, mais renversée. C'est un support en fer, en forme de console, et fixé au poteau par des vis, qui vient occuper le dessous de la cloche. Celle-ci est surmontée d'un bouton à rainure dans lequel passe le fil conducteur. On comprend facilement que le résultat est le même. Le fil est toujours séparé du poteau par une surface sèche qui est l'intérieur de la cloche.

La plupart de ceux qui liront cette notice connaissent les isolateurs anglais, français et allemands que nous venons de décrire en quelques lignes. Les détails qui viennent d'être rappelés suffisent pour les comparer, dans leurs effets et dans la dépense qu'ils occasionnent.

Le système français est le plus économique et le moins compliqué. Les isolateurs sont fixés directement au poteau, au moyen de deux vis, sans pièce intermédiaire. Le premier éta-

blissement et les changements ou réparations, sont aussi faciles que possible. Par contre, on peut leur reprocher la trop courte distance qu'ils laissent entre le fil et le poteau, et le manque de résistance du crochet dans le sens latéral, lorsque le fil suit une courbe du chemin de fer, ou change brusquement de direction. Afin d'obvier en partie à ces mouvements, l'épaisseur des oreilles d'attache a été augmentée de manière à obtenir, entre le fil et le poteau, une distance de cinq centimètres au moins ; au lieu de sceller le crochet avec du soufre pur, on mêle à cette matière de la limaille de fer ou de fonte qui la rend extrêmement dure. Le logement du crochet dans la porcelaine doit avoir au moins deux centimètres de profondeur. Moyennant ces précautions, les crochets confectionnés avec du fer rond de 7 millimètres de diamètre, offrent une résistance suffisante pour les courbes ordinaires des chemins de fer. Lorsque le fil change brusquement de direction, ce qui arrive souvent dans les stations, il faut employer des supports d'un autre modèle, où le crochet est remplacé par une partie ronde en porcelaine imitée des isolateurs anglais. Il arrive même que l'effort de traction, exercé dans le sens latéral, soit assez grand pour que deux vis à bois ordinaires ne puissent pas suffire à retenir l'isolateur en place. Il faut alors employer des étriers à écrous ou des vis à bois de forte dimension, ce qui modifie, selon les cas, la forme des isolateurs.

En cas pareil, les isolateurs anglais et prussiens ne pourraient résister non plus, sans moyens supplémentaires de consolidation. La solidité qu'ils offrent par eux-mêmes est considérablement réduite par les pièces intermédiaires qui les attachent aux poteaux. Dans le système anglais, il faut une traverse de chêne ou de sapin, fixée au poteau par un étui à écrou. L'isolateur est attaché sous cette traverse par un boulon scellé au plomb dans le grès, et surmonté d'un écrou et d'une rondelle. Tout ce système est embarrassant au montage, et manque de stabilité. Le moindre choc peut

bossuer le chapeau en zinc qui, se trouvant alors en contact avec une partie humide du grès, perd ses propriétés préservatrices, et compromet l'isolement.

Ces isolateurs, en temps brumeux, perdent beaucoup plus que les supports en porcelaine. Cela seul doit leur ôter la préférence.

Les isolateurs prussiens offrent aussi l'inconvénient de la complication. Il faut que l'isolateur soit fixé sur la branche en fer et celle-ci sur le poteau. Il faut aussi que le fil télégraphique soit assuré dans sa rainure par une ligature, tandis que le crochet recourbé des isolateurs français ne peut lâcher le fil qu'en se détachant lui-même du poteau.

Ces diverses considérations nous portent à maintenir, indépendamment de la question de dépense, la préférence accordée au système français. La comparaison ci-après, quant aux prix, ne pourra que confirmer cette opinion.

#### 1° *Système français.*

5,000 isolateurs nous ont été fournis avec leurs crochets, par l'intermédiaire de l'administration française. Ils ont coûté :

5,000 cloches en porcelaine à fr. 0,55. . . . .	fr. 4,750	»
5,000 crochets. . . . .	509	50
5,000 scellements au soufre, à 2 centimes. . . . .	100	»
	<hr/>	
TOTAL. . . . .	fr. 2,159	50

Prix de l'isolateur fr. 0,452.

Les fabricants belges ont fourni, en sept marchés différents, 50,750 isolateurs. Eu égard au peu d'importance de ces marchés, quant aux quantités, et aux droits d'entrée sur la porcelaine et sur les matières premières qui la forment, les prix ont été plus élevés que ceux des fabricants français. Le prix moyen s'établit comme suit :

50,750 cloches en porcelaine . . . . .	fr. 15,915 91
50,750 crochets en fer galvanisé. . . . .	2,420 05
1,144 kil. soufre en canons. . . . .	558 05
Scellement, main-d'œuvre et combustible. . . . .	250 »
<hr/>	
TOTAL. . . . .	fr. 17,141 99

Prix de l'isolateur fr. 0,557.

La moyenne générale du prix des isolateurs employés à la construction des lignes belges est, en résultat, de fr. 0,54.

Il faut y ajouter le prix de deux vis à bois, qui peut être fixé à fr. 0,08. Total fr. 0,62 par isolateur.

### 2° *Système anglais.*

Les isolateurs que nous avons décrits avec leur boulon à écrou et leur chapeau en zinc, ont coûté en Belgique fr. 0,645 pièce. Ils doivent être montés deux à deux sur une traverse en bois attachée au poteau au moyen d'un étui à écrou. Le prix doit donc être calculé comme suit pour deux supports :

Deux isolateurs complets à fr. 0,645. . . . .	fr. 1,29
Une traverse en bois. . . . .	0,20
Un étrier en fer galvanisé . . . . .	0,50
<hr/>	
TOTAL. . . . .	fr. 1,99

Si l'on tient compte de la main-d'œuvre d'assemblage, on restera plutôt au-dessous de la vérité en fixant à 1 franc par support les frais du système anglais.

### 3° *Système prussien.*

Sur la ligne de Verviers à Aix-la-Chapelle, le fil supérieur est posé au-dessus du poteau. La tête de celui-ci est surmontée d'une calotte en fonte à laquelle tient la branche qui

porte l'isolateur. Le prix de cet assemblage de pièces est :

Isolateur en porcelaine . . . . .	fr. 0,458
Capsule en fonte. . . . .	0,405
Branche pour l'isolateur (fer). . . . .	0,500
Quatre vis. . . . .	0,080
<b>TOTAL.</b> . . . .	<b>fr. 1,225</b>

Les fils inférieurs ont leurs isolateurs posés sur des branches en S fixées latéralement au poteau et qui coûtent fr. 0,47. Le prix de chaque support est :

Isolateur comme ci-dessus. . . . .	fr. 0,458
Branche en S (fer). . . . .	0,470
Quatre vis. . . . .	0,080
<b>TOTAL.</b> . . . .	<b>fr. 0,988</b>

Le prix moyen est de fr. 1,10.

Les isolateurs simples dont nous venons de nous occuper, constituent la généralité des supports isolants. C'est pour eux surtout qu'il faut se préoccuper des dispositions les plus économiques et les plus efficaces au point de vue du parfait isolement. Nous examinerons plus succinctement les formes diverses à donner aux supports lorsqu'ils doivent répondre à une destination spéciale, autre que de soutenir simplement le fil.

Pour les fortes courbes et les coudes des stations, nous avons employé des supports spéciaux où le crochet est remplacé par un prolongement de la porcelaine, ayant 3 à 4 centimètres de diamètre et une rainure pour soutenir le fil. La pièce en porcelaine coûte environ 1 franc et avec les deux vis fr. 1,08.

Ces pièces ne sont ni assez solides, ni assez fortement attachées pour qu'on puisse y arrêter le fil, c'est-à-dire interrompre une série de portées successives pour opérer la tension, fixer l'extrémité du fil et attacher un autre bout pour continuer la ligne.

On peut, à la rigueur, supprimer cette disposition, et tendre le fil d'une station à l'autre sans l'arrêter. Ce procédé ne permet pas de régler convenablement la tension. Si un fil casse ou si une réparation est nécessaire, le fil coupé se détend sur une longueur considérable, et son frottement sur les supports n'offre pas une résistance assez grande pour l'empêcher d'abandonner un assez grand nombre de points d'attache. Généralement on arrête le fil au bout de 1,000 mètres, et l'on s'en trouve bien, lorsqu'on a soin de raccorder parfaitement les extrémités.

Les premiers supports employés à cet effet en Belgique étaient des champignons en grès percés, suivant leur axe vertical, d'un trou dans lequel était logé un boulon en fer de 45 millimètres de diamètre. Deux boulons semblables étaient accouplés au moyen de brides attachées au poteau par d'autres boulons à écrous. On plaçait donc deux champignons à même hauteur, pour attacher deux fils de part et d'autre. Deux gorges étaient ménagées à cet effet au milieu de la hauteur. Elles étaient séparées du fer du boulon, en haut et en bas, par des *parties couvertes* ménagées dans la porcelaine.

Rien de plus solide que cette disposition, empruntée à des lignes anglaises. Elle est encore employée en Belgique, lorsqu'on veut donner à un support une très-grande résistance dans le sens de la traction du fil. On peut lui reprocher l'imperfection de l'isolement, et il est prudent de ne pas multiplier sur une ligne les supports de cette espèce. Malgré les surfaces couvertes, la matière isolante se mouille très-légèrement en temps brumeux, et alors les brides en fer offrent un chemin trop facile aux courants dérivés d'un fil à l'autre. On n'y a obvié qu'en partie en remplaçant le grès par la porcelaine.

Un autre inconvénient résulte de la forme de la bride qui ne laisse pas libre l'extrémité inférieure du champignon. Il faut couper le fil pour l'attacher autour de la pièce isolante,

et commencer un nouveau bout. Celui-ci doit alors être relié au bout qui précède par un fil de jonction, c'est-à-dire par un fil n° 11 ou 12, faisant demi-cercle autour du champignon et soudé, à ses deux extrémités, au fil de la ligne.

L'expérience montre que la soudure est le seul moyen de ne point rencontrer de résistance sur une ligne télégraphique. Lorsqu'un bout de fil est déroulé, on y attache le bout du rouleau suivant, soit par une torsade, soit de toute autre manière, mais il faut que ce point soit soudé à l'étain, sans cela la poussière et l'oxydation s'introduisant entre les parties en contact, détruisent la conductibilité. De même lorsqu'un tendeur ou un support quelconque intervient entre deux extrémités séparées du fil, il est essentiel de maintenir le passage du courant par un fil de jonction soudé. A défaut d'observer cette précaution, on voit d'anciennes lignes devenir moins conductrices et exiger des piles plus fortes que par le passé, pour produire les mêmes signaux.

Or, ces fils de jonction, indépendamment des frais de main-d'œuvre qu'ils occasionnent, offrent l'inconvénient de se rompre, ou de se mettre en contact avec leurs voisins, sans que ce dérangement, qui peut interrompre le service, soit aperçu des gardes-route. Il faut donc en éviter l'emploi, en évitant que le fil soit jamais interrompu. C'est ce qu'on peut obtenir au moyen d'un support de forme analogue à celui qui est employé en France. Celui-ci est en porcelaine, et combiné de manière à recevoir le *tendeur* dont nous parlerons plus loin. La partie *couvrante* ou chapeau forme une seule pièce avec deux fortes oreilles fixées au poteau par des vis à tête carrée, de 14 millimètres de diamètre. Sous le chapeau se trouve une partie carrée, toujours de la même pièce, dans laquelle une ouverture est ménagée pour recevoir le tendeur. Celui-ci, qui tient au fil, est parfaitement isolé du poteau. Mais il ne fonctionne qu'en coupant le fil, et nous venons de voir que cette solution de continuité a des inconvénients. Si l'on supprime le tendeur, afin de le rem-

placer par la disposition que nous examinerons plus loin, il suffit d'arrêter le fil au support. Pour cela, nous remplaçons la partie carrée de celui-ci par un prolongement conique avec un rebord à la partie inférieure. Il suffit alors d'enrouler le fil deux ou trois fois pour l'arrêter sans l'interrompre, conformément au but qu'on s'est proposé.

Au point de vue du prix, nous comparerons comme suit les supports de tension des lignes belges :

1° *Champignons en grès :*

Deux champignons à fr. 0,65 . . . . .	fr. 1,50
Assortiment de boulons et brides. . . . .	4,40
	TOTAL. . . fr. 5,70
Soit pour un fil . . . . .	2,85

2° *Champignons en porcelaine :*

Deux champignons à fr. 1,25 . . . . .	fr. 2,50
Assortiment comme ci-dessus . . . . .	4,40
	TOTAL. . . fr. 6,90
Soit pour un fil. . . . .	5 45

3° *Support en porcelaine à vis :*

Support à fr. 1,85. . . . .	fr. 1,85
Deux vis fortes à fr. 0,50 . . . . .	0,60
	TOTAL. . . fr. 2,45

Nous n'avons pas tenu compte des frais d'assemblage, qui sont moindres par le troisième système.

Lorsque les fils doivent être conduits le long d'une muraille, ce qui se présente souvent au passage des viaducs et des stations, on peut fixer sur cette muraille, au moyen de deux ou trois crampons, une planchette à laquelle on atta-

che. comme à un poteau, des isolateurs ordinaires. Quelquefois, il n'est pas prudent de suivre cette disposition, soit parce que le mur s'écarte de la direction de la ligne, et réclame des attaches plus solides, soit parce qu'il s'agit de franchir un viaduc dont la voûte est très-rapprochée des voitures du chemin de fer ou des chargements de marchandises. Alors on peut fixer sur la planchette, au moyen d'étriers boulonnés, des doubles cornets ou *doubles cônes* en porcelaine, qui tiennent peu de place et résistent à la traction. Sans offrir un isolement aussi parfait que les cloches qui ont toujours une partie sèche, ils sont suffisants, sous ce rapport, eu égard au petit nombre de supports de ce genre que l'on place sur une ligne télégraphique.

Dans les stations de passage où l'on établit un poste télégraphique, le fil reste tendu devant le bureau, mais le courant doit être interrompu de manière à entrer dans les appareils sans qu'aucune partie ne continue la voie directe. A cet effet, on coupe le fil et on enroule l'un des bouts dans la gorge d'une poulie en porcelaine. L'autre bout est attaché à la chappe de la poulie, et séparé du premier par la matière isolante. Souvent, pour éviter que ces interrupteurs, lorsqu'ils sont couverts d'humidité, ne remplissent mal leur office, on en place deux juxtaposés, afin d'intercepter le courant plus complètement.

Le prix des supports pour murailles s'évalue comme suit, pour un fil :

1° *En employant le grès :*

Double cône en grès. . . . .	fr. 0,50
Planchette . . . . .	0,16
Étrier en fer galvanisé. . . . .	0,20
Trois crampons, à 8 centimes . . . . .	0,24
	<hr/>
TOTAL. . . . .	fr. 0,80

2° *En employant la porcelaine :*

Fr. 0,50 en plus pour le double cône, le reste comme ci-dessus, soit en total fr. 1,10.

Pour les interrupteurs on emploie également le grès et la porcelaine pour la confection de la poulie qui coûte, selon le cas, fr. 0,50 ou fr. 0,80. La chappe galvanisée revient à fr. 0,70, soit en tout 1 franc ou fr. 1,50.

Pour les objets de l'une et de l'autre espèce, la porcelaine coûte plus cher, mais le nombre de pièces qui entrent dans l'établissement d'une ligne est trop restreint pour tenir compte de la différence de prix. Il est préférable, en conséquence, d'adopter la porcelaine pour tous les supports et objets isolants indistinctement.

## V. — TENDEURS.

L'article précédent rend compte des motifs par lesquels il est utile d'arrêter le fil, kilomètre par kilomètre, plutôt que d'en poser, sur de simples supports, une longueur indéfinie, en se bornant à joindre les rouleaux bout à bout. Cette disposition admise, il reste à examiner s'il faut tendre le fil au moyen d'appareils spéciaux, à demeure sur la ligne, ou s'il suffit de le fixer une fois pour toutes, au degré de tension voulu, lors du premier établissement.

On a fait valoir en faveur des *tendeurs*, la faculté qu'ils donnent de faire varier à volonté, d'après la température ou d'autres circonstances, le degré de tension des fils. Cette manœuvre doit avoir son importance dans des climats où la température varie entre des limites très-étendues. En Belgique elle a été peu pratiquée, et cependant les ruptures de fils, par l'effet de la gelée, ont été peu fréquentes. Si l'on détendait les fils à l'entrée de chaque hiver, on fatiguerait, sans utilité bien évidente, l'extrémité qui devrait s'enrouler et se

dérrouler une fois par an. Sur les lignes où plusieurs fils sont juxtaposés, on les verrait se mêler plus fréquemment par l'action du vent. Il faut remarquer qu'en général les vents les plus violents soufflent pendant la mauvaise saison, mais non lorsqu'il gèle ; ils trouveraient donc les fils distendus et plus exposés à se mêler. Certes, un fil cassé est un incident fort désagréable sur une ligne télégraphique, surtout quand les extrémités, s'enroulant autour des autres fils, établissent un contact général. Mais on a vu parfois un ouragan soulever sur un grand nombre de points les fils inférieurs et les rejeter sur leurs voisins. Il faut beaucoup de temps pour rétablir une ligne en cas pareil, parce que ce dérangement n'attire pas, comme un fil cassé, l'attention des garde-route.

Il est donc préférable, lorsqu'on n'a pas à redouter de grandes variations dans la température, de ne pas faire varier chaque année le degré de tension des fils. Toutefois, l'emploi des tendeurs rend l'installation plus facile, et permet de modifier la tension lorsque des circonstances spéciales rendent cette opération nécessaire. Il est très-rare que les poseurs puissent déterminer d'emblée la tension des fils. On arrête ordinairement ceux-ci après vingt portées successives. Presque toujours la flèche est plus forte en arrière qu'au point où s'exerce la traction. Lorsqu'on repasse la ligne, il faut retendre les fils, et on conçoit qu'en l'absence de tendeurs, on est obligé de couper et de rattacher aux supports.

Après le premier hiver, les inégalités et les plis du fil se sont étendus par l'action du froid. Il faut repasser et retendre de nouveau. S'il n'y a pas de tendeurs, nouvelle interruption dans le service, nouvelle perte de temps et de fil.

Enfin, lorsqu'un fil vient à se rompre, il faut joindre les deux bouts. Cette jonction, si le fil est fixé simplement à ses deux extrémités, exige *une pièce*, c'est-à-dire deux joints. S'il y a un tendeur, et si l'on a eu la précaution d'y enrouler un ou deux mètres de fil, il suffit de dérouler ; les extrémités

séparées peuvent alors être réunies à hauteur d'homme. On retend ensuite le fil et la réparation est faite proprement et promptement.

Il faut donc des tendeurs. Examinons quel sera le meilleur modèle.

En 1850, on a adopté sur les premières lignes belges un tendeur anglais fort simple. C'est une petite poulie en fonte, percée d'un trou. Elle est montée dans une chappe composée de deux joues en tôle et de deux rivets qui les réunissent. L'axe de la poulie porte d'un côté un carré pour une clef, de l'autre un rochet maintenu dans un sens par une griffe.

On attachait ce tendeur au champignon que nous avons décrit, au moyen d'un bout du fil de fer, à 0<sup>m</sup>,50 environ du support. On engageait dans le trou de la poulie l'extrémité du fil de la ligne, et on tournait l'axe jusqu'à tension suffisante, enroulant ainsi le fil sur la poulie, et l'arrêtant au moyen du rochet.

Cette disposition était économique, les tendeurs ne coûtant que fr. 4,25 la pièce, plus fr. 0,51 pour la galvanisation qui fut reconnue indispensable ensuite. Mais elle donnait lieu à une main-d'œuvre assez compliquée sur le poteau même, ce qu'il faut toujours éviter. Ensuite elle créait une série de contacts imparfaits, du fil au tendeur, de celui-ci au fil d'attache, puis au champignon, etc. Au bout de quelque temps, on fut obligé de souder d'un tendeur à l'autre des fils de jonction qui avaient ainsi 4 mètre à 4<sup>m</sup>,50 de longueur. Ces fils constituent un embarras, une chance de contact entre les fils voisins et une cause de réparations assez fréquentes.

Eu égard à ces inconvénients, les tendeurs du modèle adopté en France, à la même époque, furent adoptés avec empressement et ont continué à être employés en 1851, 1852 et 1853. Ils sont doubles, c'est-à-dire qu'ils se composent de deux poulies à rochet, comme celle que nous venons de décrire, mais dont les chappes, au lieu d'être suspendues sur le fil même, sont attachées de part et d'autre du support de

tension en porcelaine, dont nous avons parlé à l'article précédent. Les extrémités du fil, de part et d'autre du support, se fixent et s'enroulent sur les poulies. Rien ne peut être plus facile dans le montage : les fils s'attachent sans ajustement, sans ligature, sans perte de temps.

Le seul inconvénient de ces tendeurs est l'obligation de couper le fil et d'avoir à subir soit des fils de jonction, soit des contacts imparfaits entre le fil et le tendeur des deux côtés, et les parties du tendeur entre elles. Celles-ci sont galvanisées, précaution indispensable, sans laquelle l'oxydation rendrait bientôt le jeu des poulies impossible. Malgré que le contact des surfaces galvanisées soit suffisant lorsque la ligne est neuve, leur exposition à l'air leur fait subir des altérations peu sensibles, mais qui suffisent pourtant pour que la conductibilité soit détruite en partie.

C'est dans le but d'éviter un semblable inconvénient que l'on soude à l'étain les joints qui réunissent les extrémités des fils. Ainsi que nous l'avons vu, les bouts dépassent rarement une longueur de 4 à 500 mètres d'une pièce. Ils sont joints en juxtaposant les deux extrémités et en les serrant dans deux étaux à main, entre lesquels on laisse une distance de 15 à 20 centimètres. On tourne alors les étaux qui tordent les deux fils comme une corde. Cette torsade est soudée à l'étain, moins pour la rendre solide que pour que les deux fils ne fassent qu'un seul corps, et que les surfaces en contact n'opposent aucune résistance au courant.

Les pièces qui composent un tendeur ne peuvent être soudées entre elles. Il faut donc arriver à opérer la solution sans couper le fil. Plusieurs moyens peuvent être proposés à cet effet. Le plus simple consiste à employer les petits tendeurs anglais, qui ont été décrits plus haut. Au lieu d'y enrouler une extrémité du fil, on passe celui-ci dans le trou de la poulie et on fait glisser le tendeur jusqu'au point de la ligne où on veut lui faire exercer son action. Il suffit alors de faire tourner la poulie pour enrouler le fil des deux côtés,

juqu'à ce que la tension soit suffisante. Les deux rivets qui réunissent les pièces de la chappe empêchent celle-ci de tourner et de laisser aller le fil.

Cette disposition n'a pas été appliquée ailleurs, à notre connaissance du moins. Elle n'a qu'un inconvient, qui est de peu d'importance. Comme le fil s'enroule des deux côtés, il faut, lorsque l'ouvrier commence à faire agir le tendeur, qu'il place celui-ci à 4 mètres au moins du poteau contre lequel son échelle est appuyée. Ce n'est pas commode pour manœuvrer la clef. Mais on peut choisir, pour exercer la tension, des points où le fil n'est qu'à 3 ou 4 mètres du sol. En faisant soutenir son échelle par des aides, le poseur peut parfaitement tendre les fils sans s'appuyer à un poteau.

Il va de soi que les tendeurs doivent toujours être placés près des supports, et autant que possible près de ceux où l'on arrête le fil. S'ils se trouvaient au milieu d'une portée, leur poids et la prise qu'ils offrent au vent occasionneraient des contacts entre les fils.

Ce système nous semble le meilleur jusqu'à ce qu'on ait trouvé mieux. Nous avons vu que les petits tendeurs simples de 1850 ont coûté fr. 4,56 pièce, galvanisation comprise. L'axe et le rochet étaient en fonte. Il serait préférable de les avoir *forgés* d'une seule pièce, ce qui porterait à 2 fr. le prix du tendeur. Cela étant, ils pourraient remplacer les tendeurs doubles du système français qui ont coûté en moyenne fr. 5,27 la pièce. Si on employait deux tendeurs simples par kilomètre, ils seraient encore les plus avantageux au point de vue de la dépense.

#### VI. — VIS ET ACCESSOIRES DIVERS.

En parlant des ustensiles accessoires qui servent à fixer les fils et leurs supports, et qui restent à demeure sur la ligne, nous avons insisté, à plusieurs reprises, sur la nécessité de ne point exposer à l'air des objets en fer non galvanisés ou

zingués. Effectivement, la peinture au minium, les enduits préservatifs, le goudronnage et tous les moyens employés jusqu'à présent pour remplacer le zingage n'ont pas produit les mêmes effets, et l'économie qui en résulte n'a pas assez d'importance pour qu'on risque de compromettre la bonne conservation des lignes.

Non-seulement l'oxydation des objets en fer nuit à leur conductibilité et compromet leur solidité, mais elle rend difficiles et frayeux, les déplacements et les réparations. Les vis, par exemple, lorsqu'elles sont rouillées, se défont avec peine et ne peuvent plus servir une seconde fois.

Les vis pour isolateurs sont à tête ronde; elles ont 70 millimètres de longueur et 7 millimètres de diamètre entre la tête et le filet. La fente de la tête doit avoir au moins 4 millimètre de largeur jusqu'au fond. On se sert alors de tournevis en acier sans tranchant, qui se conservent mieux et n'écrasent pas la tête des vis.

Celles qui fixent les supports de tension ont 140 millimètres de longueur et 15 millimètres de diamètre. Elles ont une tête carrée, et se manœuvrent avec des clefs. Leur prix moyen est de 50 francs le cent. Les petites vis ont coûté en moyenne fr. 5,80 le cent.

On a essayé des vis, des deux dimensions, en fonte décarburée, dite *fonte malléable*. Ces vis sont économiques et conviennent à certains travaux. Soit que la galvanisation ne leur soit pas favorable, soit que la matière elle-même ne présente pas une solidité suffisante, l'épreuve n'a pas réussi dans les installations télégraphiques. Ces vis ne permettent pas de démonter et remonter, et se brisent trop fréquemment. Les grandes ne coûtaient que 20 francs et les petites fr. 2,60 le cent, zingage compris. C'est une économie à ne pas conseiller.

Lorsque les fils ne sont pas assez souples pour se joindre bout à bout au moyen de la torsade que nous avons décrite,

on en forme deux œillets dans lesquels on passe un petit boulon de 2 centimètres de long sur 7 millimètres de diamètre. On consolide le tout par une ligature de fil n° 15 qui sert de fil de jonction, et on soude à l'étain. Ce joint est solide, mais peu agréable à la vue. Il est encore moins agréable dans les grands vents, parce qu'il accroche les fils voisins et produit des contacts désastreux. Les petits boulons coûtent 12 à 15 centimes la pièce.

Nous avons parlé, à l'article des isolateurs, des étriers et autres ferrures qui les maintiennent. Le prix de ces objets varie comme leur forme d'après leur emplacement et leurs fonctions.

#### VII. — MAIN-D'OEUVRE ET TRANSPORTS.

Les frais de main-d'œuvre et de transport ont été considérablement réduits en Belgique, par le concours gratuit des convois du chemin de fer et des ouvriers préposés à l'entretien de la route. L'examen des variations que peut subir ce genre de dépense n'offrirait aucun intérêt. Les opérations ont lieu généralement dans l'ordre suivant :

1° Distribution du matériel présumé nécessaire, dans les stations, au moyen des convois.

2° Désignation de l'emplacement des poteaux, d'après le terrain, les routes qui traversent la voie, les bâtiments et les constructions d'art.

3° Distribution à pied-d'œuvre des poteaux et des isolateurs au moyen des petits waggons plats qui servent à l'entretien des voies. Creusement des trous. Cette dernière opération, lorsqu'elle n'est pas très-pressée, est confiée aux agents de la route, qui s'en occupent à leurs moments disponibles.

4° Montage des isolateurs et supports sur les poteaux, et plantation de ceux-ci. On peut placer les isolateurs sur des poteaux déjà plantés, au moyen d'échelles, mais l'opération est alors plus longue et moins bien faite. Elle doit être confiée

aux ouvriers spéciaux du télégraphe, qui surveillent aussi la plantation des poteaux, afin qu'ils soient bien verticaux et bien damés au pied. Dans les courbes, on incline les poteaux en éloignant leur tête du centre de la courbe, de manière que les fils, une fois posés, les redressent par l'effet de la tension.

5° Développement des rouleaux de fil le long du pied des poteaux. Un poseur est envoyé en avant pour cette opération. Chaque station a reçu un approvisionnement de fil calculé pour atteindre la station suivante. On en charge autant de petits waggons de service qu'il y a de fils à étendre. (Il est bon de ne point poser plus de deux fils à la fois). Chaque waggon est accompagné de six à huit hommes, et porte un dévidoir sur lequel se déroulent successivement les rouleaux que l'on accroche bout à bout. Les fils sont étendus par terre, hors de toute atteinte ; aux passages à niveau, on les accroche d'avance aux isolateurs afin que les voitures passent dessous et non dessus.

6° Pose des fils. L'ouvrier chargé de cette opération est accompagné d'un chaudronnier pour souder les joints, d'un petit waggon portant les ustensiles et pièces de rechange, et de dix à douze manœuvres. Il marche en avant et, chaque fois qu'il trouve deux bouts de fil réunis provisoirement, il forme un joint en torsade, et le fait souder à l'étain. Les manœuvres suivent avec des échelles et posent les fils, sur chaque poteau, dans leurs isolateurs respectifs. Aux poteaux de tension, le poseur monte à l'échelle, fixe les fils et place les tendeurs. Il laisse en arrière, à 5 ou 600 mètres, un manœuvre qui lui fait signe lorsque la tension est à peu près convenable.

7° Révision de la ligne. Il est rare qu'il n'y ait pas de fils accrochés quelque part, mêlés ensemble ou tendus inégalement : la ligne doit donc être repassée en petit waggon pour dégager les fils, et leur donner la flèche voulue (0<sup>m</sup>30 à 0<sup>m</sup>40 sur une portée de 50 mètres).

Ces opérations ne varient que dans les détails et dans les

précautions prises. Dans une journée d'été, on peut poser deux fils sur une longueur de 10 à 12 kilomètres, les poteaux et les supports étant prêts.

Le relevé des frais de main-d'œuvre correspondant aux différentes sections des lignes télégraphiques belges offre, comme on peut le supposer, des anomalies notables. Sur certaines lignes où les hommes de la route se trouvaient disponibles, ils ont fait tout l'ouvrage, sous la direction d'un ou deux poseurs. D'autres fois, au contraire, il a fallu se servir de manœuvres pris au dehors et payés sur le crédit des télégraphes. Il faut considérer aussi que le nombre de fils, qui n'est pas le même partout, influe sur les frais de main-d'œuvre. Afin de déterminer approximativement ceux-ci, nous les avons comptés par kilomètre et par *opération*. Dans cette évaluation, la plantation des poteaux est considérée comme une opération, ainsi que la pose de chacun des fils. La dépense en salaires effectuée sur une ligne de 20 kilomètres, à deux fils, serait divisée par  $20 \times 3$  ou 60, pour fournir une moyenne par kilomètre et par opération. Une évaluation semblable, rapportée à tous les travaux exécutés de 1850 à 1854 le long des chemins de fer, fournit une moyenne générale de fr. 7,19 par kilomètre et par opération.

Sur une route ordinaire, une section de 29 kilomètres a été construite, d'abord avec les poteaux et un fil, dépense totale : fr. 742,05. Cette somme, divisée par 58 donne fr. 12,80. Plus tard, un second fil a été posé; la dépense en main-d'œuvre a été de fr. 356,40; en divisant par 29, on obtient fr. 12,50 par kilomètre pour la troisième opération. La moyenne générale est fr. 12,60.

Dans l'établissement des fils souterrains, les conditions sont tout-à-fait différentes. La dépense en main-d'œuvre est proportionnellement plus forte, et le nombre de fils n'y fait rien. Tout résulte de la profondeur de la tranchée et des difficultés spéciales qu'on rencontre. On a établi à Bruxelles des fils à un mètre de profondeur sur une longueur de

4,000<sup>m</sup>. Dépense de main-d'œuvre totale fr. 1988,57. Pour 1,000<sup>m</sup>, fr. 497. Une autre ligne de 2,200<sup>m</sup> a coûté en salaires fr. 848,80 soit fr. 385 pour 1,000<sup>m</sup>. La profondeur de la tranchée n'était que de 0<sup>m</sup>75.

Les lignes télégraphiques belges ont été montées entièrement par un contre-maitre et trois poseurs, pris parmi des ouvriers du pays. Leurs salaires joints à ceux des manœuvres supplémentaires pris sur les lieux, d'après les besoins, constituent les dépenses dont nous venons d'évaluer approximativement la moyenne.

#### VIII. — RÉSUMÉ. — ÉVALUATIONS MOYENNES.

En appliquant les valeurs dont le détail précède, et qui constituent le résultat moyen d'une expérience de trois années, aux quantités présumées nécessaires pour établir une communication télégraphique en projet, on obtient l'estimation des frais d'établissement.

Pour simplifier les évaluations, on peut grouper de la manière suivante les éléments de dépense qui viennent d'être examinés.

##### A. — *Frais d'établissement des poteaux sur une longueur d'un kilomètre, le long d'un chemin de fer en ligne directe ou en courbe de grand rayon.*

Poteaux n° 1. . . . .	10	à fr. 2,10 . . . . .	fr. 21	»
» 2. . . . .	5	2,50	7	50
» 3. . . . .	5	3,00	9	»
» 4. . . . .	5	3,70	11	40
» 5. . . . .	1	4,80	4	80
Plantation, main-d'œuvre. . . . .			7	20
Peinture. . . . .			15	»
		Dépense totale . . . . .	fr. 75	60

Il y a généralement trois passages à niveau sur deux kilomètres. Chaque traverse de ce genre réclame deux poteaux des n° 2, 3 et 4. Le poteau n° 5 est destiné à arrêter et à tendre le fil.

**B. — Même établissement sur une section qui présente des courbes de petit rayon.**

Poteaux n° 1. . . . .	5	à fr. 2,10 . . . . .	fr. 10 50
„ 2. . . . .	2	2,50 . . . . .	5 „
„ 3. . . . .	2	5,00 . . . . .	6 „
„ 4. . . . .	2	5,70 . . . . .	7 40
„ 5. . . . .	9	4,88 . . . . .	45 20
Plantation, main-d'œuvre . . . . .			7 20
Peinture. . . . .			15 „
		Dépense totale. . . . .	fr. 94 50

**C. Même établissement sur une route ordinaire.**

14 poteaux n° 6 à fr. 6,40 . . . . .	fr. 89 60
Transport fr. 0,60 fr. par poteau. . . . .	8 40
Plantation, main-d'œuvre. . . . .	42 60
Peinture. . . . .	15 „
	Dépense totale. . . . .

fr. 125 60

On emploie des poteaux élevés et d'un fort échantillon pour que les fils et leurs supports soient moins accessibles et mieux à l'abri des secousses. On peut écarter ces poteaux de 70 à 75 mètres au lieu de 50.

**D. Établissement d'un fil n° 8 et de ses accessoires les plus ordinaires.**

Fil n° 8. . . . .	105 kilogr. à fr. 0,64 . . . . .	fr. 67 20
Isolateurs avec crochets . . . . .	18 à fr. 0,54 . . . . .	9 72
Supports pour courbes . . . . .	1 à fr. 1,00 . . . . .	1 „
— — tension . . . . .	1 à fr. 1,85 . . . . .	1 85
Vis à bois . . . . .	40 à fr. 5,80 . . . . .	4 52
Vis fortes . . . . .	2 à fr. 0,50 . . . . .	„ 60
Tendeurs. . . . .	1 à fr. 5,27 . . . . .	5 27
Main-d'œuvre . . . . .		7 20
	Dépense totale. . . . .	fr. 94 54

**E. Établissement d'un fil n° 11, dans les mêmes conditions.**

Fil n° 11. . . . .	60 kilogr. à fr. 0,67. . . . .	fr. 40 20
Accessoires et main-d'œuvre, comme ci-dessus . . . . .		27 14
	Dépense totale. . . . .	fr. 67 45

**F. Frais résultant du passage d'un fil contre un viaduc  
ou un bâtiment quelconque.**

Deux supports composés chacun d'un double cône de porcelaine, fixé sur une planchette attachée au mur, ensemble qui revient à fr. 1,10, soit pour deux . . . . . fr. 2 20

**G. Trois fils isolés dans un tunnel, évalués par 100 mètres  
courants de longueur de ce tunnel.**

Fil isolé. . . . .	510 mètres à fr. 0,59.	. . .	120 90
Planches pour garnir. . . . .	100 — à fr. 0,60.	. . .	60 »
Crampons. . . . .	400 à fr. 0,08.	. . .	52 »
Main-d'œuvre . . . . .			20 »
	Dépense pour 100 mètres.	. . .	fr. 252 90

Cette évaluation est basée sur ce qui a été fait en 1850, et non sur le système que nous avons considéré comme préférable et qui consisterait à n'employer dans les tunnels que des fils revêtus de plomb. Ces fils coûtant fr. 0,52, il y aurait lieu, si on les employait, d'augmenter de fr. 40,50 le total ci-dessus.

**H. Huit fils isolés à travers un canal ou un cours d'eau navigable, présentant un développement de 100 mètres de berges et de fond, y compris la hauteur des deux derniers poteaux de part et d'autre.**

Fil isolé anglais . . . . .	820 mètres à fr. 0,25.	. . .	205 »
Tuyau en plomb . . . . .	100 — à fr. 2,17.	. . .	217 »
Manchons en fonte . . . . .	10 — à fr. 2,71.	. . .	27 10
Poteaux n° 5. . . . .	2 à fr. 4,80.	. . .	9 60
Semelles, contreforts, etc. . . . .			8 »
Crampons . . . . .	12 mètres à fr. 0,08.	. . .	» 96
Main-d'œuvre . . . . .			24 54
	Dépense totale.	. . . . .	492 »

Les huit estimations partielles qui viennent d'être détaillées résumement, à peu de chose près, toutes les circonstances qui peuvent se présenter. Le tableau ci-après fournit un exemple de l'application qu'on peut en faire. Cet exemple réunit tous les fils en l'air établis en Belgique pendant les trois premières années d'exploitation.

DÉSIGNATION DES SECTIONS.	Longueur des SECTIONS.	Longueur OCCUPÉE PAR LES POTEAUX			Longueur de fil	Viaducs et bâtimens	Tunnels à 3 FILS.	Cours d'eau FRANÇAIS.	OBSERVATIONS.
		EN LIGNE directe.	EN COURBES de petit rayon.	Fort échantillon et routes ordinaires.					
Bruxelles à Malines . . . . .	Kilom. 20	Kilom. "	Kilom. 20 (1)	Kilom. 80	Fils. "	Mètres. "	Nombre. 1	(1) Il s'agit ici de la nouvelle ligne de Bru- xelles à Malines, con- struite avec des poteaux de fort échantillon, parce qu'elle est destinée à recevoir plus tard un grand nombre de fils.	
Malines à Anvers . . . . .	24	24	"	96	"	"	1		
Anvers à la frontière néer- landaise . . . . .	29	"	29	58	"	"	"		
Malines à Ostende . . . . .	125	125	"	492	50	"	6		
Termonde à Alost . . . . .	12	10 (2)	"	12	2	"	"	(2) Le fil de Vermonde à Alost est posé jusqu'à Andeghem sur les po- teaux de la ligne de Gand.	
Gand à la frontière fran- çaise . . . . .	59	59	"	118	6	"	"	(3) On doit déduire de la longueur totale de la ligne, 2,300 mètres oc- cupés par les tunnels.	
Malines à Verviers . . . . .	119	94	25	255	99	2,500	"		
Landen à Hasselt . . . . .	28	28	"	"	"	"	"		
Bruxelles à la frontière française . . . . .	81	81	"	162	45	550	"		
Braine-le-Comte à Namur .	79	42	37	79	50	560	"		
Jurbise à Mouscron . . . . .	67	67	"	67	6	"	"		
TOTAUX . . . . .	641	528	62	1,597	258	5,610	8		
ÉVALUATIONS PARTIELLES. fr.	"	75,60	94,50	94,54	2,20	252,90	492		
DÉPENSE PAR CATÉGORIE. fr.	"	59,916,80	5,846,00	151,792,98	525,60	8,407,69	5,936		

Le total des dépenses par catégories, est égal à . . . . .	fr.	255,500,59
Si l'on y ajoute les dépenses suivantes :		
1° Rachat de l'ancienne ligne d'Anvers. . .		60,000,00
2° Rachat de la ligne de Verviers à la frontière . . . . .		12,000,00
3° Frais d'établissement des fils souterrains dans la ville de Bruxelles . . . . .		11,172,85
4° Dépense en appareils, mobilier, locaux.		80,512,91
TOTAL.	fr.	<u>599,186,55</u>

On arrive à la somme dépensée, sauf la valeur des approvisionnements en magasin, les frais d'essai d'isolateurs en grès du pays et quelque différence provenant de l'application des chiffres moyens.

Pour étendre cette application à des devis de lignes projetées, il faudrait tenir compte des augmentations éventuelles dans le prix de matériaux, et de la tendance à augmenter d'année en année la solidité des constructions.

Le tableau qui précède résume les renseignements contenus dans la seconde partie de ce travail. Nous avons rassemblé les recherches faites par nous à diverses reprises, soit pour l'étude des communications en projet, soit pour satisfaire à des demandes de renseignements venant de l'étranger. Les détails qui viennent d'être rappelés ont eu pour nous, et peuvent avoir encore pour d'autres quelque utilité. C'est à ce titre qu'ils réclament une place modeste dans un recueil consacré d'ordinaire à des travaux plus importants.

Bruxelles, le 16 mars 1854.