

## 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>	Exposition internationale d'électricité. 1881. Paris
<b>Titre</b>	Notices sur les objets exposés par les divers services de la ville de Paris à l'exposition internationale d'électricité, avec le concours des horlogers et constructeurs adjudicataires ou soumissionnaires de ses travaux spéciaux
<b>Adresse</b>	Paris : Imprimerie de Gauthier-Villars, 1881
<b>Collation</b>	1 vol. (65 p.-1 f. de pl.) ; 28 cm
<b>Nombre d'images</b>	67
<b>Cote</b>	CNAM-BIB 4 Xae 27
<b>Sujet(s)</b>	Exposition internationale d'électricité (1881 ; Paris) Électricité -- 19e siècle
<b>Thématique(s)</b>	Énergie Expositions universelles
<b>Typologie</b>	Ouvrage
<b>Langue</b>	Français
<b>Date de mise en ligne</b>	15/12/2020
<b>Date de génération du PDF</b>	15/12/2020
<b>Permalien</b>	<a href="http://cnum.cnam.fr/redir?4XAE27">http://cnum.cnam.fr/redir?4XAE27</a>

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.



NOTICES

SUR LES

# OBJETS EXPOSÉS

PAR LES DIVERS SERVICES

DE LA VILLE DE PARIS

A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ.





RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

NOTICES  
SUR LES  
**OBJETS EXPOSÉS**

PAR LES DIVERS SERVICES

**DE LA VILLE DE PARIS**

A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ.

AVEC LE CONCOURS

1881

**DES HORLOGERS ET CONSTRUCTEURS**

ADJUDICATAIRES OU SOUMISSIONNAIRES DE SES TRAVAUX SPÉCIAUX.

I. — Documents officiels.

DIRECTION DES TRAVAUX.

II. — Protection des édifices contre la foudre.

III. — Réseau télégraphique municipal de Paris.

IV. — Unification de l'heure dans Paris.

RÉGIMENT DES SAPEURS-POMPIERS.

V. — Télégraphie. — Signaux. — Appels d'incendie.



PARIS,

IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS,

QUAI DES AUGUSTINS, 55.

1881



---

NOTICE N° I.

---

**DOCUMENTS OFFICIELS.**

---

**LETTRE DE MONSIEUR LE MINISTRE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES  
A MONSIEUR LE PRÉFET DE LA SEINE.**

Paris, le 8 décembre 1880

MONSIEUR LE PRÉFET,

Le Commissariat général de l'Exposition internationale d'Électricité de 1881 est en pleine activité. Des demandes d'admission commencent déjà à nous parvenir.

Différents Services administratifs de la Préfecture de la Seine font usage d'appareils électriques auxquels je serais heureux qu'une place d'honneur fût réservée.

Il serait intéressant, par exemple, d'exposer les signaux avertisseurs employés par le Service des Pompiers, de faire fonctionner sous les yeux du public les appareils qui servent à transmettre à la seconde l'heure de l'Observatoire, etc., etc.

L'Exposition de 1881 pourra fournir des démonstrations utiles pour l'emploi des tramways et des chemins de fer électriques, appelés peut-être à modifier profondément les conditions de la circulation publique dans les grandes villes.

Différentes propositions m'ont été faites pour l'établissement de voies électriques destinées à faire circuler les visiteurs dans l'Exposition ou à les y amener de stations établies à proximité. Si vous voulez bien l'y autoriser, M. Georges Berger, Commissaire général, pourra se mettre en rapport. à

ce sujet, avec M. le Directeur des Travaux de la Ville, afin que des études préliminaires soient faites en commun et qu'une demande précise puisse être soumise prochainement à la discussion du Conseil municipal et à votre approbation.

Je joins à la présente lettre quelques exemplaires du Règlement général de l'Exposition internationale d'Électricité.

Agrérez, Monsieur le Préfet, l'assurance de ma haute considération.

Le Ministre des Postes et des Télégraphes.

*Signé* : COCHERY.

---

**EXTRAIT DU RAPPORT DE M. L'INGÉNIEUR EN CHEF, SOUS-DIRECTEUR  
DES TRAVAUX.**

Paris, le 2 mars 1881.

.....  
... Les divers Services dépendant de la Préfecture de la Seine ont été consultés, et il résulte de cette enquête que les applications de l'électricité poursuivies ou adoptées par l'Administration municipale, bien que peu nombreuses encore, présentent cependant assez d'intérêt pour justifier la participation de la Ville de Paris à l'Exposition.

En effet, en dehors des essais d'éclairage électrique, systèmes Jablochhoff et Lontin, qui rentreront nécessairement dans l'organisation générale de l'éclairage du Palais et qui pourront en outre être utilisés pour l'éclairage spécial de l'Exposition de la Ville, l'Administration municipale serait en mesure d'exposer :

1° Des plans d'ensemble du Service télégraphique municipal, et spécialement le réseau du Service d'incendie;

2° Les appareils en usage dans ce Service, et spécialement l'ingénieux système des avertisseurs d'incendie, adopté dans le corps des Sapeurs-Pompiers;

3° Un système d'enregistreur horaire des appels d'incendie, étudié pour satisfaire à une demande du Conseil municipal, et qui fonctionnerait ainsi sous les yeux du public avant d'entrer en service;

4° Le système de protection des édifices municipaux par des paratonnerres, système adopté par la Ville, d'après les études d'une Commission spéciale;

5° Le système qui vient d'être appliqué à Paris, en vue de l'unification de l'heure, c'est-à-dire la transmission de la seconde du temps moyen par l'Observatoire à des régulateurs centres horaires, et les divers moyens de remise à l'heure ou de réglage applicables aux horloges publiques.

Il y aurait grand intérêt notamment à faire fonctionner ce système entier d'unification de l'heure par l'électricité sous les yeux des électriciens et du public. On peut espérer provoquer ainsi des solutions nouvelles ou des améliorations dont il serait encore temps de profiter et faciliter le choix que la ville de Paris sera probablement amenée à faire entre les divers systèmes dont elle a autorisé l'application à titre d'essai.

Il est inutile d'ailleurs d'insister sur l'intérêt que présente l'emploi de l'électricité dans le Service d'incendie et sur l'importance du système de protection des édifices contre la foudre.

La ville de Paris possède donc, dès à présent, un ensemble d'applications de l'électricité assez considérable pour lui permettre de répondre à l'invitation qui lui a été adressée par M. le Ministre des Postes et Télégraphes.

---

Sur la proposition de M. Hérold, Sénateur, Préfet du département de la Seine, le Conseil municipal a autorisé, dans sa séance du 9 avril 1881, la participation de la Ville à l'Exposition d'Électricité, et il a voté les fonds nécessaires à cette opération.

---

Par un arrêté en date du 26 avril 1881, M. le Préfet de la Seine a approuvé cette délibération et chargé

M. ALPHAND, Directeur des Travaux,

de l'exécution, qui a été poursuivie, d'accord avec

M. LE COLONEL PARIS, commandant le régiment des Sapeurs-Pompiers,

et sous la direction plus immédiate de

M. HUET, Sous-Directeur des Travaux,

par M. WILLIOT, Chef du Service technique, avec la collaboration de

MM. DETALLE, Capitaine-Ingénieur au régiment des Sapeurs-Pompiers ;  
PETIT, Chef du Service télégraphique municipal ;  
ANDROUET, Secrétaire de la Commission municipale des Paraton-  
nerres ;

et de MM. BORREL, Horloger à Paris ;

BREGUET, »

COLLIN, »

FÉNON, »

PAUL GARNIER, »

LEPAUTE, »

REDIER, »

JARRIANT, Constructeur-Adjudicataire des Travaux de Paraton-  
nerres ;

O. ANDRÉ, Constructeur du Pavillon.



---

NOTICE N° II.

---

# PROTECTION DES ÉDIFICES

CONTRE LA Foudre.

---

**HOTEL CARNAVALET, A PARIS.**

---

La découverte du cerf-volant électrique, qui a préparé l'invention du paratonnerre, est due au Français Jacques de Romas, juge au Présidial de Nérac, et non à Franklin, comme on le croit trop généralement.

La première expérience de de Romas se trouve décrite en détail dans le Volume publié par la librairie Gauthier-Villars (*Instructions de l'Académie des Sciences sur la construction des paratonnerres*, p. 8, nota); cette expérience date du 7 juin 1753, et ce n'est que vers 1759 que Franklin construisit son cerf-volant électrique et découvrit le pouvoir des pointes.

Ces expériences conduisirent à l'invention du paratonnerre, dont tout l'honneur revient à Franklin.

Cette invention eut, dès le début, un immense succès en Amérique, particulièrement dans la ville natale de Franklin, à Philadelphie, où chaque maison possède un paratonnerre. Mais la même faveur ne l'attendait pas en France, et il convient de dire que la froideur avec laquelle cette découverte fut accueillie doit être attribuée non seulement à la défiance naturelle qui s'attache à toutes les inventions, mais surtout à l'influence de l'abbé Nollet, qui jouissait à cette époque d'une grande autorité comme physicien, et qui combattait les idées nouvelles émises par Franklin.

Ce ne fut donc qu'à la mort de l'abbé Nollet que l'usage des paratonnerres commença à se répandre, mais non à se généraliser, en France. Il n'existe

aucun document précis sur la manière dont on procédait à cette époque pour l'installation de ces appareils.

En 1823 seulement, des règles furent posées par l'Académie des Sciences, qui adopta le Rapport présenté par l'illustre savant Gay-Lussac au nom de la Section de Physique, composée de MM. Poisson, Lefebvre-Gineau, Girard, Dulong et Fresnel.

Ces premières instructions subirent de légères modifications en 1854 et en 1867 sur les Rapports du savant Pouillet, mais les principes généraux théoriques établis par Gay-Lussac restèrent les mêmes.

Enfin, en 1875, une Commission spéciale <sup>(1)</sup>, instituée en vertu d'un arrêté préfectoral, fut chargée de rédiger des instructions ayant pour objet l'établissement des paratonnerres sur les édifices de la ville de Paris et du département de la Seine.

Cette Commission a arrêté, à la suite d'enquêtes et d'études, les termes d'une instruction, basée d'ailleurs sur celle de l'Académie, et qui, par décision du Conseil municipal de la ville de Paris et du Conseil général du département de la Seine, est rigoureusement appliquée pour l'étude des projets d'installation de paratonnerres sur les édifices municipaux et départementaux.

Le modèle exposé par la ville de Paris reproduit les dispositions appliquées à l'hôtel Carnavalet pour la construction des parafoudres, conformément aux instructions dont il vient d'être question et qui sont reproduites ci-après.

L'installation, à l'hôtel Carnavalet, a été faite sous la direction de M. Bouvard, Architecte de l'Administration centrale, par M. Jarriant, Constructeur à Paris.

Cinq tiges, dont la hauteur a été calculée au moyen des données des instructions, suffisent pour assurer la protection des bâtiments composant l'édifice dont il s'agit.

Quatre de ces tiges ont 9<sup>m</sup> de hauteur, la cinquième mesure 6<sup>m</sup> seulement.

Ces cinq tiges sont terminées par des pointes en cuivre rouge du modèle adopté par la Commission.

La limite de la zone de protection de chacune des tiges est indiquée sur le modèle par un trait rouge.

---

(1) La Commission était composée de MM. Alphand, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur des Travaux de Paris, Président; Fizeau, comte du Moncel, Ed. Becquerel, Desains, Ch. Sainte-Claire Deville, Ballu, Membres de l'Institut; Magne, Inspecteur général honoraire du Service d'Architecture; H. Androuët, Ingénieur civil, Secrétaire.

Un même circuit métallique relie entre elles les cinq tiges, qui sont mises en communication avec la prise de terre au moyen d'un conducteur.

La prise de terre, qui doit présenter la surface la plus large possible, s'obtient à l'aide d'un cylindre métallique, qui porte le nom de *perd-fluide* et qui plonge dans l'eau d'un puits spécial creusé jusqu'à la nappe aquifère intarissable.

Le puits de l'hôtel Carnavalet mesure environ 10<sup>m</sup> de profondeur, et l'eau s'y élève à une hauteur d'environ 1<sup>m</sup>,10 à l'époque des plus grandes sécheresses.

Les deux extrémités du conducteur sont fortement reliées, l'une au circuit des faites, l'autre au perd-fluide.

La Commission a adopté, pour la confection du circuit reliant les tiges et pour celle du conducteur, des barres de fer doux, dit *fer au bois*, de 4<sup>cm</sup> de section et de 4<sup>m</sup> à 5<sup>m</sup> de longueur.

Ces barres sont soudées les unes aux autres avec les plus grandes précautions, et, pour les mettre à l'abri de l'oxydation due à l'action de l'air et de l'eau, on les galvanise en zinc.

Le circuit de faite, formant circuit fermé, dont la longueur totale atteint 400<sup>m</sup> environ de développement, porte, sur les portions en ligne droite d'une certaine longueur, quatre compensateurs de dilatation, du modèle adopté par l'Académie des Sciences, destinés à obvier aux inconvénients qui résultent des contractions et des dilatations successives subies par le métal sous l'influence des variations de température.

Enfin, comme remarque générale, dans la construction d'un paratonnerre il faut éviter à tout prix les solutions de continuité et apporter le plus grand soin à la confection des joints des pièces diverses qui composent le système.

Aussi, pour l'édifice dont il s'agit, on a surveillé attentivement chacune des soudures, dont le nombre peut être évalué à cent cinquante, y compris celles du conducteur, qui mesure, depuis le faitage jusqu'au fond du puits, une longueur totale de 35<sup>m</sup>.

D'ailleurs, pour les détails de construction, qui sont les mêmes pour tous les édifices, la ville de Paris impose à l'entrepreneur un cahier des charges spécial, qui règle la nature, la qualité, les dimensions et la mise en œuvre des matériaux.

Le cahier des charges dont il s'agit est reproduit, au moins dans ses principales dispositions, à la suite du texte même des instructions de la Commission spéciale des Paratonnerres de la ville de Paris, et complète la présente Notice.

Il sera ainsi facile de suivre, dans les parties les plus saillantes, l'application qui a été faite, à l'hôtel Carnavalet, des principes adoptés pour la construction des paratonnerres.

---

## PREMIÈRE ANNEXE A LA NOTICE N° II.

---

### INSTRUCTIONS DE LA COMMISSION CHARGÉE D'ÉTUDIER L'ÉTABLISSEMENT DES PARATONNERRES DES ÉDIFICES MUNICIPAUX DE PARIS.

ADOPTÉES DANS LA SÉANCE DU 20 MAI 1875.

#### I. — Pointes de paratonnerres.

Une tige constitue un conducteur s'élevant au-dessus des bâtiments à une certaine hauteur dans l'atmosphère. Quel que puisse être l'effet préventif produit par la pointe, cette dernière doit avoir une masse et une conductibilité suffisantes pour résister à une décharge disruptive; cette pointe doit donc être faite en métal bon conducteur.

La Commission trouve inutiles les pointes en platine et adopte, pour placer au sommet de chaque tige, une flèche en cuivre rouge pur, d'environ 0<sup>m</sup>,50 de longueur, terminée suivant un cône dont l'angle au sommet sera de 15° avec la verticale, soit 30° pour l'angle total.

Cette flèche sera vissée, goupillée à vis et soudée, à la soudure forte, à l'extrémité de la tige en fer.

#### II. — Tiges des paratonnerres.

La tige sera en fer forgé, d'une seule longueur, polygonale ou légèrement conique. Elle sera, autant que possible, galvanisée en zinc; mais, sous aucun prétexte, elle ne devra être peinte. La mise en communication entre la tige et le conducteur du paratonnerre sera établie par une pièce ajustée et boulonnée, et finalement tout ce joint sera recouvert d'une forte couche de soudure à l'étain.

### III. — Délimitation de la zone de protection de chaque tige.

La Commission admet que, dans une construction ordinaire, une tige protège efficacement le volume d'un cône de révolution ayant la pointe pour sommet et la hauteur de cette tige, mesurée à partir du faitage, multipliée par 1,75, pour rayon de base. Ainsi une tige de 8<sup>m</sup> protège efficacement un cône dont la base, mesurée sur le faitage, aura  $1,75 \times 8 = 14^m$  de rayon. Dans la pratique, on pourra donner un écartement un peu plus considérable aux tiges, à la condition de faire usage d'un *circuit des faites*, établi suivant les instructions de l'Académie.

On appelle *circuit des faites* un conducteur métallique qui règne sans interruption sur les faitages de tous les édifices qu'il s'agit de protéger, qui est relié métalliquement à toutes les tiges de paratonnerre et au conducteur, et par suite à la nappe d'eau qui forme seule le réservoir commun.

« Le circuit des faites est composé de barres de fer carré de 0<sup>m</sup>,02 de côté, ayant 4<sup>m</sup> ou 5<sup>m</sup> de longueur; ces barres doivent être jointes l'une à l'autre, par superposition des extrémités, avec deux boulons et une bonne soudure à l'étain.

» La nouvelle branche se termine en forme de T, dont la traverse se superpose à la ligne principale, où elle est boulonnée et soudée à la manière ordinaire, tandis que la tige du T se prolonge pour constituer l'embranchement.

» Dans certains cas, le circuit des faites pourra reposer immédiatement sur le faitage; cependant, comme il importe que ses joints et soudures ne soient en rien compromis, soit par les réparations des couvertures, soit par d'autres causes, il est probable qu'en général il faudra le soutenir à une certaine hauteur par des supports convenablement espacés. Ces supports pourront varier suivant la forme et la disposition des faitages eux-mêmes: quelquefois il faudra recourir aux supports fixes: alors ils devront être à fourchette, afin d'empêcher des déplacements latéraux d'une trop grande amplitude, en même temps qu'ils permettront le jeu de la dilatation. D'autres fois, on pourra se borner à de simples coussinets de fonte, du poids de 5<sup>kg</sup> ou 6<sup>kg</sup>, simplement posés sur le faitage et portant à leur face supérieure une gorge destinée à recevoir la barre. »

#### IV. — Masses métalliques reliées au conducteur.

Toutes les pièces métalliques de masse un peu considérable entrant dans la construction des édifices seront reliées métalliquement aux systèmes de paratonnerres.

« Pour les édifices qui nous occupent, les plombs des chéneaux sont ajustés avec tant de soin, qu'il est permis de les admettre comme ne faisant qu'un tout continu; dans ce cas, il suffira d'établir de loin en loin quelques bonnes communications entre les chéneaux et le circuit des faites.

» Ces communications pourront se faire, soit avec des lames de forte tôle, soit avec des fers plats ou autres dont la section soit au moins de 1<sup>cm</sup>, mais sous la condition, toujours nécessaire, que les deux soudures des extrémités, celle qui se fait sur le plomb et celle qui se fait sur la barre du circuit, aient chacune 20<sup>cm</sup> à 25<sup>cm</sup> d'étendue superficielle.

» Quant aux autres surfaces métalliques de la couverture, il faudra autant que possible en rendre les parties solidaires entre elles, en les reliant au besoin avec des bandes de tôle soudées d'une pièce à l'autre; ces précautions prises, on les fera communiquer métalliquement avec les barres de circuit, ou, si on le trouve plus commode, on les fera communiquer aux chéneaux, puisque ceux-ci sont directement reliés au circuit. »

#### V. — Conducteur.

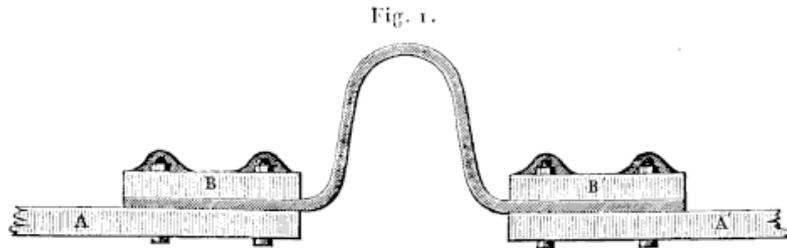
Si le conducteur est formé de barres de fer pleines, ces barres seront galvanisées; les joints seront ajustés, boulonnés et recouverts définitivement d'une forte couche de soudure. Ces barres seront en fer carré de 0<sup>m</sup>,018 à 0<sup>m</sup>,020. S'il n'est pas possible de les avoir galvanisées, on les recouvrira d'une forte couche de peinture.

La Commission prescrit notamment pour le circuit des faites l'emploi des *compensateurs de dilatation* établis conformément aux instructions de l'Académie.

« *Compensateur de dilatation.* — La dilatation du fer est presque de 0<sup>m</sup>,001 par mètre pour une variation de température de 80° C. Or, dans nos climats, les barres du circuit pourront sans doute, pendant l'été, s'élever à 60° au-dessus de zéro, et, pendant l'hiver, descendre à 20° au-dessous de zéro, ce qui fait une variation de température de 80°; ainsi chaque 100<sup>m</sup> de longueur du circuit peut s'allonger de 0<sup>m</sup>,1 en passant de l'extrême froid à l'extrême chaud, et réciproquement.

» Il en résulte que, dans le cas où le circuit des faites aurait une très grande longueur en ligne droite, il pourrait être nécessaire d'introduire, dans les grandes longueurs, un compensateur de dilatation, afin d'éviter des tractions et des poussées très fortes qui compromettraient l'ajustement de l'appareil lui même.

» Dans ces circonstances probablement rares, et dont l'architecte est le meilleur juge, nous proposons l'emploi du compensateur qui est représenté dans la figure ci-après :



» Il se compose d'une bande de cuivre rouge de  $0^m,02$  de largeur,  $0^m,005$  d'épaisseur et  $0^m,70$  de longueur, dont les extrémités reçoivent à la soudure forte les bouts de fer B et B' du calibre ordinaire et de  $0^m,15$  de longueur; alors la bande de cuivre est pliée comme l'indique la figure et n'oppose qu'une résistance peu considérable à une flexion un peu plus grande ou un peu plus petite. On comprend, par exemple, que, les fers B et B' étant maintenus sur une même ligne horizontale, si une force les oblige à s'éloigner ou à se rapprocher davantage, le sommet de la courbe formée par la bande de cuivre montera un peu plus haut ou descendra un peu plus bas.

» Supposons maintenant que pour le jeu des dilatations on ait conservé une lacune d'environ  $0^m,15$  entre deux barres A et A' du circuit, la température étant, par exemple, de  $20^{\circ}$  C. au moment de la pose; supposons qu'en même temps, pour combler cette lacune et pour rendre au circuit sa continuité métallique, on ait boulonné et soudé les fers B et B' du compensateur, en les alignant sur les extrémités A et A' du circuit, comme le représente la *fig. 1*; alors, c'est en ce point que viendront se concentrer tous les efforts de la chaleur et du froid.

» A mesure que la température s'élève de plus en plus vers son maximum de  $60^{\circ}$  au-dessus de zéro, la dilatation rapproche les extrémités des barres A et A', de telle sorte qu'au maximum de chaleur la lacune est réduite, par exemple, à  $0^m,10$ , et le compensateur atteint son maximum de fermeture.

» Au contraire, le refroidissement au-dessous de  $+10^{\circ}$  écarte de plus en plus les extrémités des barres A et A'; la lacune augmente, de telle sorte

qu'au maximum de froid elle arrive, par exemple, à 0<sup>m</sup>, 20, et le compensateur atteint son maximum d'ouverture.

» S'il arrivait que le compensateur dût être exposé à des chocs accidentels, on trouverait aisément des moyens de le protéger. »

Si l'on fait usage de câbles en fils de fer galvanisés, ces fils auront 0<sup>m</sup>, 0025 à 0<sup>m</sup>, 003 de diamètre, et leur nombre sera tel que la somme des aires de leurs sections droites soit égale à celle d'une barre de fer carrée de 0<sup>m</sup>, 020 de côté, plus  $\frac{1}{5}$ .

Ces câbles seront d'un seul bout, en fils de fer continus, recuits et galvanisés.

Leurs extrémités, aussi bien celle partant de la tige que celle qui aboutit au sol, seront encastrées et goupillées à vis dans des pièces de fer; ces assemblages seront ensuite noyés dans la soudure.

#### VI. — Supports des conducteurs.

Les supports des conducteurs seront sans isolateurs; ils seront à fourchette si les conducteurs sont en fer plein et à serrage si l'on fait usage des câbles.

Leur nombre sera aussi restreint que possible.

#### VII. — Arrivée en terre du conducteur.

Le conducteur pénètre en terre après avoir traversé un fourreau ou manchon en bois ou métal.

A l'extrémité du conducteur sera fixée et soudée une masse métallique, plaque ou cylindre creux, à surface aussi large que possible. Cette masse métallique devra toujours plonger d'au moins 1<sup>m</sup>, même par les plus grandes sécheresses, dans la nappe d'eau souterraine.

Si l'on ne peut pas utiliser des puits déjà existants et dont les eaux les plus basses aient au moins 1<sup>m</sup>, on atteindra la nappe d'eau au moyen d'un puits de 1<sup>m</sup>, 20 de diamètre avec revêtement en meulière de 0<sup>m</sup>, 20.

Lorsqu'il ne sera pas possible d'atteindre la nappe d'eau par des puits, il faut renoncer à établir un paratonnerre, qui serait plus dangereux qu'utile.

#### VIII. — Dispositions générales.

Toutes les fois qu'il s'agira d'un monument un peu important, on emploiera deux ou plusieurs conducteurs distincts descendant au réservoir commun, c'est-à-dire la nappe d'eau.

On établira des regards disposés de telle façon que l'on puisse toujours examiner la partie souterraine du conducteur et l'état de la prise de terre; les pièces souterraines pourront être retirées facilement, tant pour les examiner que pour les nettoyer et faire disparaître l'oxydation.

#### **IX. — Visites des paratonnerres.**

La Commission demande que les paratonnerres soient visités complètement et nettoyés au moins une fois l'an, à la fin de l'automne; en outre, on essayera, en employant les procédés habituels, leur résistance électrique (partie métallique et prise de terre).

Aussitôt un paratonnerre construit ou réparé, on mesurera ses conditions physiques et on les notera sur un registre spécial, sur lequel seront également portés les résultats comparatifs des expériences annuelles.

#### **X. — Exécution des travaux par des fabricants et des ouvriers spéciaux.**

La Commission est d'avis qu'il conviendra de confier tous les travaux concernant les paratonnerres à des fabricants et des ouvriers spéciaux, sous le contrôle d'un agent délégué par l'Administration, et non aux entrepreneurs de serrurerie et de ferronnerie ordinairement chargés de l'entretien des bâtiments municipaux.

#### **XI. — Permanence de la Commission.**

La Commission croit qu'il serait utile de la maintenir en permanence et de la réunir chaque année, après la visite des paratonnerres, pour lui rendre compte des résultats constatés et arrêter les dispositions à prendre pour remédier aux inconvénients que l'expérience aurait fait connaître.

Le Président.

ALPHAND.



## SECONDE ANNEXE A LA NOTICE N° II.

---

### TRAVAUX DE PARATONNERRES. — EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES.

---

#### CHAPITRE II. — DISPOSITIONS PARTICULIÈRES.

##### Qualité des fers.

Tous les fers employés dans les travaux seront des fers de Berry ou de Norvège de la meilleure qualité ; ils seront doux et bien forgés.

Tout fer aigre ou cassant et tous fers défectueux portant paille, flache ou brûlure seront rejetés.

Les fers ronds ou carrés seront parfaitement dressés et bien calibrés.

##### Clous, broches et chevillettes.

Les supports, goupilles, broches, boulons, colliers, plaques d'assemblage seront en fer doux.

##### Cuivre.

Le cuivre sera du cuivre rouge mouchel ou rosette, contenant au moins 95 pour 100 de cuivre chimiquement pur.

##### Fonte.

La fonte sera douce et de bonne qualité, d'un grain fin, serré, parfaitement homogène et sans aucune bavure ou gerçure.

##### Soudure.

La soudure employée pour les paratonnerres sera composée de parties égales de plomb et d'étain purs.

### **Échantillons.**

L'adjudicataire sera tenu de remettre dans les bureaux de l'Administration les modèles et échantillons qui pourront lui être demandés. Sous aucun prétexte, il ne pourra se soustraire à cette obligation, pour laquelle il ne lui sera alloué aucune indemnité.

### **Analyse des métaux.**

Des échantillons des métaux employés pourront, si l'Administration le juge convenable, être soumis à l'analyse chimique.

### **Examen des matériaux et des procédés de fabrication.**

L'Administration se réserve le droit de faire examiner par un agent spécial la nature des matériaux et les procédés de fabrication employés dans les ateliers de l'adjudicataire.

### **Exécution des ouvrages.**

Tous les travaux seront exécutés suivant les règles de l'art; toutes les façons seront faites avec le plus grand soin; les assemblages seront parfaitement ajustés, les fers seront bien dressés, sans jarrets ni cassures.

### **Tiges.**

Les tiges de paratonnerres seront en fer doux de Berry, Norwège ou Comté, étiré, étampé.

Elles auront la forme d'un tronc de cône droit. Leur section supérieure aura un diamètre uniforme de 0<sup>m</sup>,022 à 0<sup>m</sup>,025. Leur diamètre à la base sera égal à la centième partie de la longueur de la tige, non compris la pointe en cuivre. Dans aucun cas, ce diamètre de la base ne devra excéder 0<sup>m</sup>,10, maximum qui ne devra pas être dépassé, même pour des tiges supérieures à 10<sup>m</sup>.

A cause des difficultés de forge, il sera accordé une tolérance de 0<sup>m</sup>,003 en plus ou en moins sur le diamètre à la base.

Les modes d'attache (empâtements, etc.) seront compris dans le poids de la tige et payés au même prix; ils seront ajustés de façon à épouser exactement la forme des charpentes sur lesquelles ils devront reposer.

Toutes les fois que cela sera possible, on fera usage de boulons au lieu de tire-fonds pour le fixage sur des charpentes en bois.

#### Colliers d'attache.

Les colliers d'attache en fer non galvanisé seront formés de deux coquilles réunies par des boulons de serrage, ajustés de façon à embrasser exactement la base de la tige. Pour la mettre en place, on intercalera entre la tige et le collier, préalablement décapés avec soin, une feuille d'alliage à soudure (parties égales de plomb et d'étain), puis on serrera les boulons à fond. On rabattra ensuite au fer à souder les ébarbures de la lame d'alliage, et finalement on recouvrira tous les joints d'une masselotte de soudure.

#### Pointes.

Les pointes, en cuivre rouge mouchel ou rosette, contenant au moins 95 pour 100 de cuivre chimiquement pur, auront une longueur uniforme de 0<sup>m</sup>,50 et un diamètre de 0<sup>m</sup>,022 à 0<sup>m</sup>,025. Leur extrémité aura la forme d'un cône droit dont l'angle total au sommet sera de 30°.

La pointe sera fixée à la tige, soit au moyen d'une vis, avec goupille à vis, soit, pour les réparations seulement, au moyen d'un assemblage à manchon. Dans l'un et l'autre cas, on assurera ledit joint par une soudure forte.

#### Conducteurs.

Les conducteurs seront composés de tringles en fer doux ou de câbles.

S'ils sont en fer plein, ce fer sera à section carrée ou méplate de 0<sup>m</sup>,400. Les diverses tringles le composant ne devront pas avoir une longueur inférieure à 5<sup>m</sup>; les joints seront faits et ajustés à mi-fer, maintenus par deux boulons serrés à fond, avec lame de soudure intermédiaire, comme cela a été prescrit pour l'assemblage entre la tige et le collier. Définitivement, le joint entier sera noyé dans une masselotte de soudure.

Si le conducteur est galvanisé, on enlèvera à la lime la couche de zinc sur toute la partie qui devra être recouverte de soudure.

Dans le cas de l'emploi d'un câble conducteur, ce câble devra être composé d'un certain nombre de fils de fer, recuits, galvanisés, et d'un seul brin, ayant un diamètre individuel minimum de 0<sup>m</sup>,0015, et en nombre tel que la section métallique dudit câble soit égale à 0<sup>m</sup>,450.

Le câble sera lui-même par longueurs d'au moins 100<sup>m</sup>, sans épissures.

Dans le cas d'emploi d'un câble, les extrémités seront encastrées à chaud, maintenues par des goupilles à vis, et soudées dans des canons en fer.

#### **Supports.**

Les supports seront à fourchette, à vis ou à scellements, établis suivant les instructions officielles de l'Académie des Sciences. Sur les combles et toits, les raccords avec les tuiles et ardoises seront disposés de façon à éviter toute infiltration.

#### **Compensateurs de dilatation.**

Lorsqu'il y aura lieu de faire usage de compensateurs de dilatation pour les circuits de faites ou les conducteurs, ce compensateur sera établi conformément aux instructions de la Commission. On fera usage d'une bande de cuivre rouge très flexible.

Les extrémités des conducteurs sur lesquelles elle sera fixée seront amenées, à la forge, à avoir une largeur égale à celle de la lame flexible.

Les assemblages avec les contre-pièces seront établis avec écrasement de rondelle d'alliage et noyés définitivement dans une masselotte de soudure.

#### **Entrée en terre du conducteur.**

Avant son arrivée en terre, le conducteur passera dans un fourreau en fonte, bouché à ses deux extrémités par des tampons en bois.

La hauteur de ce fourreau sera de 2<sup>m</sup>, 50.

#### **Partie souterraine du conducteur.**

Le conducteur, dans son trajet souterrain pour aller rejoindre l'orifice du puits, sera renfermé dans des tuyaux de drainage en poterie, placés dans une tranchée d'au moins 0<sup>m</sup>, 70 de profondeur.

Toute la partie du conducteur comprise dans le fourreau sous terre sera recouverte d'une forte couche de goudron, qui sera payée au mètre, suivant le prix porté au bordereau.

#### **Supports de conducteur dans le puits.**

Arrivé à l'orifice du puits, le conducteur, recourbé à angle droit, sera supporté par une pièce de fer à double T, fixée et scellée dans les parois du puits. Cette pièce, toute posée, sera payée au kilogramme, suivant le prix porté au bordereau.

### **Plaque de terre.**

La plaque de terre sera en tôle douce, de 0<sup>m</sup>,0025 d'épaisseur; sa surface sera telle, qu'elle plonge d'au moins 1<sup>m</sup> dans la nappe d'eau souterraine, en toutes saisons.

L'assemblage entre le conducteur et la plaque de terre sera fait suivant toute la hauteur de cette dernière. Il sera boulonné, soudé et définitivement étamé sur toute la surface.

### **Puits.**

Les puits seront creusés jusqu'à la nappe d'eau et à une profondeur suffisante pour qu'à l'époque des plus basses eaux la hauteur d'eau soit au moins de 1<sup>m</sup>. Ils seront construits en meulière et mortier de chaux hydraulique, le mortier bien relevé de manière à former jointoiement; ils seront payés au mètre linéaire aux prix prévus à la série. Ces puits auront 0<sup>m</sup>,80 de diamètre intérieur, et les murs 0<sup>m</sup>,20 d'épaisseur.

### **Masses métalliques.**

Lorsque l'édifice contiendra des masses métalliques un peu considérables, chacune d'elles sera reliée au circuit des paratonnerres par deux lames de tôle de 0<sup>m</sup>,15 de largeur et de 0<sup>m</sup>,0025 d'épaisseur, maintenues au moyen de boulonnages et de soudures.



---

## NOTICE N° III.

---

# RÉSEAU TÉLÉGRAPHIQUE MUNICIPAL DE PARIS.

---

Bien que depuis longtemps déjà quelques Services spéciaux de la ville de Paris aient obtenu de l'État, moyennant une contribution annuelle, l'usage de diverses lignes de son réseau, il n'y avait là que des applications isolées, sans coordination et sans règles uniformes, et la création d'un véritable réseau télégraphique municipal, à l'usage des divers Services de la Capitale, est toute récente.

C'est la délibération du Conseil municipal du 21 août 1877 (M. Thorel, conseiller rapporteur) qui, en approuvant la création d'un vaste ensemble de communications bien coordonnées, a réellement constitué le réseau municipal, et c'est la convention passée le 3 septembre 1878 entre l'État et la ville de Paris qui a définitivement réglé le mode de concession, d'exécution et d'entretien de ce réseau par l'Administration des lignes télégraphiques de l'État.

Depuis cette époque diverses additions ont été introduites dans le réseau (délibération du Conseil municipal du 9 août 1879, etc.), d'autres lignes sont en projet; mais, dans l'état actuel, le réseau municipal comprend déjà près de 800<sup>km</sup> de lignes, dont la presque totalité est installée dans les égouts; 223 bureaux télégraphiques, munis de 264 appareils, Morse et cadrans, y mettent en œuvre les courants fournis par un ensemble de piles qui ne comprend pas moins de 3184 éléments Leclanché.

Le Tableau ci-après donne une idée générale de l'ensemble du réseau télé-

graphique municipal, qui se trouve représenté à l'Exposition de la ville de Paris :

1° Par un plan de la Capitale à l'échelle de  $\frac{1}{10000}$ , indiquant les postes télégraphiques des divers Services ;

2° Par un plan schématique général des lignes ;

3° Par une photographie du poste central télégraphique de la Préfecture de la Seine, sur laquelle se trouvent reproduits, en arrière de la table de manipulation, les relais servant à l'emprunt du réseau télégraphique pour l'envoi des courants de remise à l'heure (Notice n° IV).

Les travaux de cet important réseau ont été exécutés et sont entretenus avec le plus grand soin par M. Petit, Chef du Service télégraphique municipal, placé successivement sous la direction de M. Baron, Directeur de la région de Paris, aujourd'hui Administrateur de l'exploitation des Postes et Télégraphes, de M. de Meaux et de M. Caël, Ingénieurs-Inspecteurs des lignes télégraphiques de l'État.

Le Service de transmission des dépêches est confié en général à des agents de la ville de Paris ; les postes centraux de la Préfecture de la Seine et de la Préfecture de Police sont seuls desservis par des télégraphistes détachés au service de la Ville par le Ministère des Postes et Télégraphes.



DÉSIGNATION DES SERVICES.	LONGUEUR DES LIGNES			NOMBRE DE BUREAUX.	NOMBRE D'APPAREILS.			NOMBRE D'ÉLÉMENTS LÉGLANCÉS.	OBSERVATIONS.
	aériennes.	souterraines.	TOTAUX.		Morse.	Cadreaux.	TOTAUX.		
<b>PRÉFECTURE DE LA SEINE.</b>									
<b>Service administratif central.</b> — Réseau reliant à la Préfecture de la Seine les vingt Mairies, l'Octroi, l'Assistance publique, la Préfecture de Police et le Bureau central du Service des Eaux.....	kilom.	kilom.	kilom.	22	22	3	25	275	
<b>Service de distribution des Eaux.</b> — Réseau reliant au Bureau central des Eaux les réservoirs, les postes d'arrondissement, etc.....	10,605	70,450	81,055	23	»	24	24	315	
<b>Service des Machines élévatoires.</b> — Réseau reliant les machines entre elles, au Bureau central et aux réservoirs qu'elles alimentent.....	48,425	56,784	105,209	12	»	13	13	204	
<b>Service des Canaux, Voiries et Eaux d'égouts.</b> — Réseau reliant les Usines, les Bureaux des canaux, et l'Exploitation agricole de Gennevilliers au Bureau central.....	21,648	8,703	30,351	7	»	7	7	101	
<b>Avertisseurs d'incendie desservant les Entrepôts de Bercy et les Théâtres municipaux, et les reliant au réseau d'incendie.....</b>	3,538	4,383	7,921	»	»	»	»	100	31 avertisseurs. Des postes de sapeurs-pompiers, dépendant du réseau d'incendie, existent d'ailleurs dans les édifices municipaux.
<b>ASSISTANCE PUBLIQUE.</b>									
<b>Réseau reliant au siège de l'Administration centrale les Hospices et Hôpitaux.....</b>	4,545	93,584	98,129	29	»	30	30	428	
<b>PRÉFECTURE DE POLICE.</b>									
<b>Service des Prisons.</b> — Réseau reliant les Prisons à la Préfecture de Police.....	»	24,722	24,722	10	8	2	10	108	
<b>Service de la Police municipale.</b> — Réseau reliant les postes de police au Service central.....	»	91,371	91,371	22	26	»	26	268	4 avertisseurs.
<b>Service des Pavillons de secours.</b> — Réseau reliant les Pavillons établis le long de la Seine et des canaux aux postes de police les plus voisins.....	»	5,541	5,541	»	»	»	»	46	10 avertisseurs.
<b>Service des Sapeurs-Pompiers.</b> — Réseau reliant les postes de Ville aux onze Casernes, celles-ci à l'État-major et l'État-major à divers Services et Administrations.....	2,539	231,176	233,715	98	»	129	129	1339	Voir Notice n° V.
<b>TOTAUX.....</b>	91,300	695,262	786,562	223	56	208	264	3184	45 avertisseurs, non compris 36 avertisseurs à l'usage de divers.
	786 <sup>km</sup> , 562								



---

## NOTICE N° IV.

---

# UNIFICATION DE L'HEURE A PARIS.

---

RÉGLAGE ET REMISE A L'HEURE DES HORLOGES

PAR L'ÉLECTRICITÉ.

---

### CHAPITRE I.

ENSEMBLE DE L'OPÉRATION.

---

#### PROJET D'ENSEMBLE.

Dès 1867, l'illustre Le Verrier proposait à la ville de Paris de contribuer à régler électriquement ses horloges publiques à l'aide de régulateurs synchronisés eux-mêmes par un régulateur-type placé à l'Observatoire, suivant le procédé dont Léon Foucault avait exposé les principes en 1847, et dont l'application aux horloges de l'Observatoire, habilement conduite par M. Wolf, avait donné de bons résultats.

Les événements suspendirent l'exécution de ce projet, et, le 10 juillet 1875, Le Verrier reproduisait sa proposition en l'appuyant d'une délibération conforme du Conseil de l'Observatoire.

Sur son énergique initiative, une Commission fut constituée le 11 août 1875 par M. le Préfet de la Seine <sup>(1)</sup>; des essais furent entrepris sur une

---

<sup>(1)</sup> Cette Commission était composée de M. le Préfet de la Seine, président; MM. Le Verrier, Tresca, Becquerel, du Moncel, Wolf et Breguet, membres de la Sous-Commission exécutive; MM. Lauth, Viollet-le-Duc, Belgrand, Ballu, Alphand, Davioud, Nouton, Pierret, Baron, Nay, secrétaire.

assez grande échelle, et, le 22 janvier 1879, la Commission soumettait à l'approbation de l'Administration un système général résumé dans les termes suivants :

« Douze pendules à secondes, formant autant de centres horaires distribués, dans les régions centrale et moyenne de Paris, sur deux circuits fermés à l'Observatoire, seraient électriquement réglées à la seconde par l'horloge conductrice placée à l'Observatoire.

» De ces douze centres horaires partiraient des lignes aboutissant aux horloges publiques de Paris, auxquelles serait appliqué un système de remise à l'heure électrique assurant leur réglage à la minute. »

Sur un rapport de Viollet-le-Duc, le Conseil municipal a approuvé, par une délibération du 5 avril 1879, ce système général ainsi que l'établissement d'un réseau de première urgence, dont l'exécution se poursuit sous la direction de M. Huet, Sous-Directeur des Travaux, et de M. Williot, Chef de son Service technique, assistés d'une Commission consultative composée de MM. Tresca, Becquerel, du Moncel, Baron et Wolf.

#### PRINCIPE GÉNÉRAL.

La Commission avait nettement défini, dans son Rapport, le principe, le *desideratum théorique*, dont il y avait lieu de se rapprocher autant que possible dans l'exécution :

Obtenir le réglage des horloges actuellement existantes ou à construire dans des conditions telles que, « si un accident vient à se produire dans ce réglage, les divers cadrans continuent à donner l'heure dans tout Paris, les sonneries à se faire entendre, de façon que le dérangement survenu dans les appareils passe inaperçu sans troubler les habitudes du public.

» Il faut, pour cela, que l'électricité intervienne comme force régulatrice et non comme force motrice. »

Il faut aussi que cette action régulatrice de l'électricité ne nécessite pas un dérèglement trop accentué des horloges.

#### DIVISION DE L'OPÉRATION.

Le programme général de la Commission, tel qu'il est exposé ci-dessus, comporte trois opérations distinctes :

1° Synchroniser, à l'aide de courants électriques distribués par la pendule conductrice placée à l'Observatoire, les douze pendules centres horaires

et cette pendule conductrice, c'est-à-dire obliger leurs balanciers à battre ensemble la même seconde;

2° Assurer l'envoi, par les centres horaires, de courants périodiques dans diverses directions;

3° Utiliser ces courants pour le réglage ou la remise à l'heure des horloges publiques.

Les détails de l'opération de l'unification de l'heure dans Paris ne sont pas encore arrêtés d'une manière absolument définitive, les appareils présentés et mis à l'essai se rapprochant plus ou moins du programme de la Commission sans y satisfaire entièrement.

---

## CHAPITRE II.

### SYNCHRONISATION.

---

#### PRINCIPE THÉORIQUE.

Le système de synchronisation appliqué à Paris est celui de Léon Foucault, organisé à l'Observatoire par M. Wolf, puis modifié en vue d'une distribution urbaine par Le Verrier et par M. Breguet.

Le principe en est très simple :

Si la lentille d'un pendule d'horloge est garnie d'une armature en fer doux, et si l'on place au-dessous et dans le champ d'oscillation un aimant permanent, l'attraction magnétique, s'exerçant en sens contraire de l'impulsion du rouage, retardera l'horloge en diminuant l'amplitude des oscillations du pendule jusqu'au moment où celui-ci manquera l'échappement, ce qui le conduira rapidement à un arrêt complet.

Il n'en est plus de même si l'aimant est temporaire, si son action, ne s'exerçant pas pendant l'arc médian de levée, c'est-à-dire en même temps que celle du rouage, ne vient pas la contre-balancer.

Un aimant temporaire, un électro-aimant placé à l'extrémité de la course du pendule et traversé par un courant pendant la durée de l'arc supplémentaire, n'est plus susceptible de l'arrêter; son action, d'autant plus sûre avec une faible force électrique qu'elle s'exercera sur le pendule au point mort, est simplement régularisatrice avec une légère tendance au retard, en raison de l'inégalité d'action pendant la montée de l'arc supplémentaire, période

d'aimantation progressive, et pendant la descente, où l'électro-aimant a acquis toute sa puissance. Cette imperfection du système oblige à donner au pendule conduit une légère avance de quelques secondes par jour (vingt secondes au plus par vingt-quatre heures).

#### ÉLÉMENTS ESSENTIELS.

Les éléments essentiels du synchronisme, tel qu'il a été réalisé à Paris par M. Breguet, sont exposés en pièces détachées.

Ce sont :

1° L'appareil de synchronisation à placer au-dessous du pendule conduit. Il se compose de deux électro-aimants opposés par leurs pôles de noms contraires, afin d'éviter de polariser l'armature d'une façon permanente. Les surfaces polaires se présentent à 0<sup>m</sup>,001 au-dessous d'une armature en fer doux placée au bas du pendule, et un index aimanté, placé entre les deux électro-aimants, signale le passage du courant.

2° Les contacts donnés à chaque seconde, pour l'envoi d'un courant sur le circuit, par le pendule de l'horloge conductrice, pendant la durée de son arc supplémentaire. Trois vis de contact, disposées sur la même ligne à la partie supérieure du balancier, soulèvent trois leviers mobiles sur un même axe horizontal monté sur un chariot de réglage.

Dans l'étendue du segment commun aux cercles que décrivent, d'une part, les vis de contact autour de la suspension du pendule et, d'autre part, le point originaire de contact sur les leviers autour de l'axe de rotation de ces leviers, il se produit une friction qui suffit à assurer un bon contact.

La disposition triple de leviers indépendants permet à la fois : de pouvoir compter sur un contact effectif, au moins par l'un d'eux; de diviser en général le courant pour diminuer l'oxydation; enfin, de nettoyer alternativement les surfaces de ces contacts sans arrêter le service.

3° L'élément de la pile, qui, pour fournir un travail aussi soutenu que l'envoi de 86400 courants par jour, doit présenter une grande constance. Dans cet élément, du genre Daniell et de l'invention de M. Trouvé, le zinc et le cuivre sont séparés par des rondelles de papier buvard imbibées de dissolutions de sulfates de zinc et de cuivre; l'humidité est entretenue par une couche d'eau placée dans le vase de verre qui constitue l'enveloppe extérieure. La pile doit être visitée tous les mois et remplacée par une pile de réserve. La résistance de 1 élément est de 7 à 8 ohms (1); sa force élec-

---

(1) Un ohm équivaut à 102<sup>m</sup> ou 103<sup>m</sup> de fil télégraphique de 0<sup>m</sup>,004 de diamètre.

tromotrice est de 1 volt, c'est-à-dire qu'elle diffère peu de celle d'un élément Daniell du Service télégraphique.

On emploie, en général, par pendule, 6 éléments assemblés par 3 en tension et par 2 en quantité.

#### APPLICATION A PARIS.

L'application de ce système à la ville de Paris a comporté les installations suivantes :

- 1° Un poste distributeur à l'Observatoire de Paris;
- 2° L'établissement, dans Paris, de deux circuits électriques placés dans les égouts publics;
- 3° L'installation de douze régulateurs centres horaires répartis sur ces circuits.

#### POSTE DISTRIBUTEUR DE L'OBSERVATOIRE.

Le poste distributeur à l'Observatoire est représenté par un dessin qui donne l'ensemble du diagramme électrique de la synchronisation. La description sommaire ci-après est extraite du Rapport annuel de M. le Contre-Amiral Mouchez, Directeur de l'Observatoire (1880) :

Le poste distributeur, qui avait été reporté l'année dernière dans un secteur réservé de la demi-rotonde de l'Est, a été réorganisé sur place, ainsi que l'indique le croquis ci-joint.

La pendule Berthoud de l'Observatoire (A) conserve ses fonctions de pendule directrice; chaque jour elle est contrôlée par un astronome et remise à l'heure à l'aide de petits poids amovibles placés dans une coupelle attachée au balancier.

L'heure est déduite des observations astronomiques, ou, pendant les périodes de temps couverts, des indications de la pendule des caves, dont la haute précision et la grande régularité de marche ne se sont jamais démenties. Toutefois, cette pendule unique ne donnant pas au Service une sécurité suffisante, la ville de Paris a mis à la disposition de l'Observatoire, pour contrôler ou suppléer au besoin la pendule des caves, une pendule de haute précision construite par M. Fénon.

La pendule directrice A conduit ou synchronise au même battement de seconde, à l'aide d'un circuit local (trait noir plein), non seulement les horloges B et C, têtes de ligne des deux circuits urbains, mais encore l'horloge D, installée à la fenêtre du pavillon du concierge, sur l'avenue de l'Observatoire, en vue de donner la seconde aux horlogers. Cette horloge D était placée jusqu'ici sur l'un des circuits urbains, que leur long parcours dans les égouts expose à des accidents. La disposition nouvelle la met à l'abri des dérangements de cette nature.

La ville de Paris a d'ailleurs installé, au lieu et place de l'ancienne horloge,

DISTRIBUTION DANS PARIS.

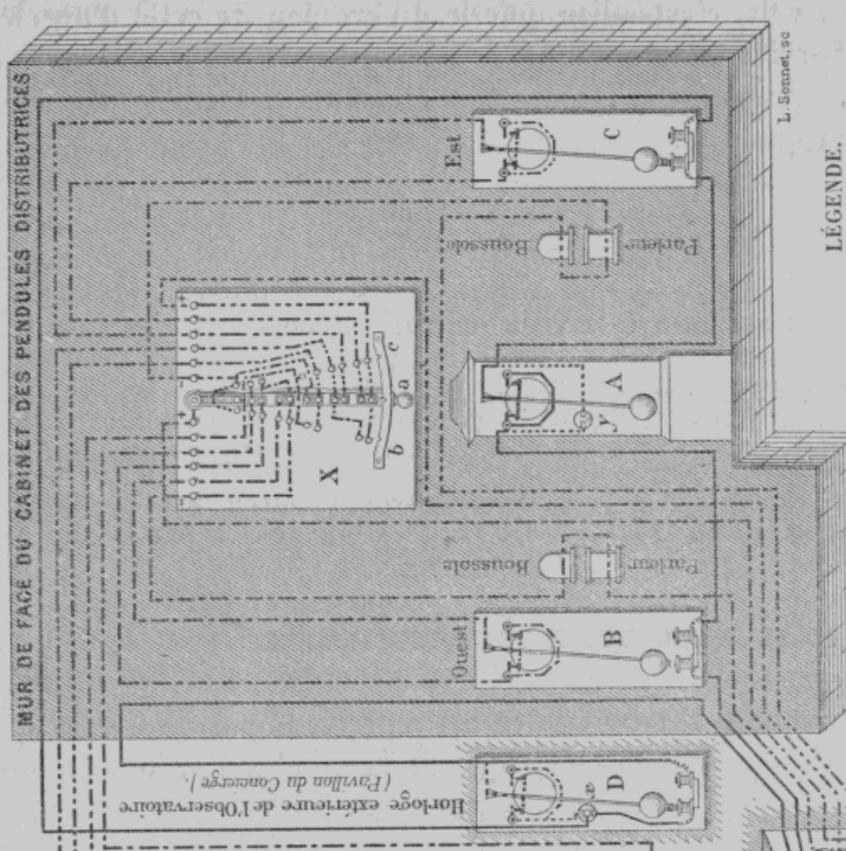
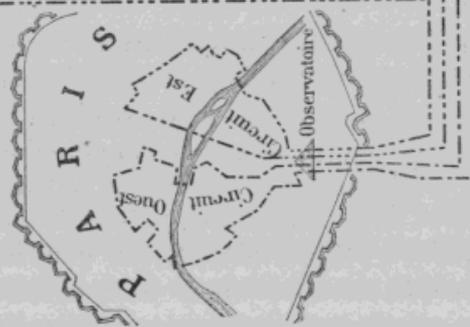
CIRCUIT OUEST.

1. Mairie du VI<sup>e</sup>.
- 2-3. Préfecture de la Seine.
4. Mairie du II<sup>e</sup>.
5. Rue de la Trinité.
6. École St-Philippe du Roule.
7. Télégraphes, 103, r. de Grenelle.
8. École, rue Éblé.
9. Place Denfert-Rochereau.

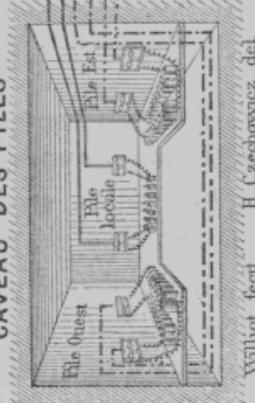
CIRCUIT EST.

1. Asile rue Victor-Cousin.
2. Rue de la Coutellerie, 3.
3. Arts-et-Métiers.
4. Mairie du X<sup>e</sup>.
5. Mairie du XI<sup>e</sup>.
6. École boulevard Diderot, 40.
7. Marché aux Chevaux.

CROQUIS  
des Circuits Urbains.



CAVEAU DES PILES



LÉGENDE.

- Pendule directrice à marche libre rectifiée chaque jour.
- Circuit local, dans l'Observatoire, desservant les pendules B, C, D, conduites par la pendule directrice A.
- - - Variantes du circuit local. A l'aide du commutateur x et du bouton y la pendule D supplée la pendule directrice A.
- Circuit urbain de l'Est, conduit par la pendule C.
- - - Circuit urbain de l'Ouest, conduit par la pendule D.

X. Commutateur à manette à trois positions : a, b, c.  
 (a) Les deux circuits urbains totalement indépendants.  
 (b) " " " totalisés conduits par la pendule B, avec les piles totalisées C,  
 c

L. Sennet, 90

Williot, écat. H. Czestowicz, del.

utilisée dans le Service des observations, une de ses horloges centres horaires, que l'on peut remplacer immédiatement, en cas d'accident, par l'horloge de réserve du Service horaire municipal, et qui est disposée de manière à commander une remise à l'heure électrique de la pendule du grand escalier et à suppléer au besoin la pendule directrice A par une simple commutation du circuit local, reporté des électro-aimants synchronisateurs aux contacts de seconde dont est munie l'horloge D.

Ces dispositions assurent, dans les meilleures conditions possibles, le service local, incombant à l'Observatoire, de la distribution de l'heure à l'horloge extérieure et aux deux horloges têtes de ligne des circuits urbains.

Ces circuits, sur lesquels on ne compte pas moins de seize horloges à seconde, se développent à l'est et à l'ouest dans la capitale (*voir* le croquis ci-joint).

En service normal, ils n'ont entre eux aucun point de contact et sont desservis chacun par une pile spéciale avec pile de réserve et commutateurs de pile.

Aussi le grand commutateur X, où viennent passer toutes les communications, c'est-à-dire, pour chaque circuit, les deux fils de la ligne, deux fils aboutissant au contact de seconde de l'horloge tête de ligne et les deux pôles de la pile, n'a-t-il d'autre mission que de permettre, par un simple mouvement à droite ou à gauche de la manette centrale, de totaliser les deux circuits en y intercalant non seulement les deux piles totalisées, mais encore, et à volonté, les contacts de seconde de l'une ou de l'autre des pendules têtes de ligne B, C, en sorte que l'une d'elles conduise toutes les horloges des deux circuits urbains et qu'on puisse disposer de l'autre pour la nettoyer ou la réparer.

#### CIRCUITS.

Le câble sous plomb qui forme les circuits est du type ordinaire des télégraphes; toutefois, pour le circuit Est, on y a substitué un nouveau câble mieux protégé par un guipage supplémentaire en filin goudronné, afin d'éviter, autant que possible, les mises à la terre par contact du cuivre au plomb, à la suite d'une altération accidentelle du diélectrique.

D'après la constitution électrique du réseau, il faut une coupure complète du câble pour arrêter le service sur tout un circuit; l'autre circuit, indépendant du premier, n'est pas touché par cet accident, excessivement rare d'ailleurs.

Une simple mise à la terre par altération du diélectrique et contact du cuivre au plomb ne trouble pas le service; mais, si un accident semblable se produit sur un autre point du circuit, une dérivation presque totale s'établit par la terre entre ces deux points, et les horloges intermédiaires sont à peu près complètement soustraites à l'action du courant et prennent la légère avance que comporte le réglage spécial nécessaire à la synchronisation.

Aussi est-il de la plus grande nécessité de réparer immédiatement une perte un peu importante. Afin de les reconnaître rapidement, une boussole, dont un côté est à la terre et dont l'autre est muni d'un fil volant, est installée près des attaches des circuits au poste distributeur. On vérifie chaque jour, en touchant ces attaches avec le fil volant, si la perte du circuit n'est pas trop considérable, ce qui indiquerait une mise à la terre à réparer d'urgence.

Cette réparation est d'autant plus nécessaire que les dérivations par la terre entre deux pertes sont quelquefois intermittentes, en sorte qu'un certain nombre de courants peuvent encore passer dans les horloges intermédiaires, qui, n'étant plus en synchronisme, sont arrêtées par ces courants anormaux.

La visite et la réparation d'une section du câble entre deux horloges s'effectue de la manière la plus simple en mettant le circuit à la terre à la sortie des deux horloges.

Un petit commutateur Bavarois, placé sur le côté du cabinet de l'horloge et muni d'un fil de terre, facilite ces opérations.

D'ailleurs, une interruption d'une minute, constituant le manque de 60 courants, ne dérange pas le synchronisme.

#### CENTRE HORAIRE.

Le centre horaire placé à la fenêtre du pavillon de la ville de Paris est intercalé sur le circuit Ouest urbain.

C'est un régulateur très ordinaire, dont l'écart diurne ne dépasse pas deux secondes à température constante; l'échappement est du type Graham, la marche est d'un mois. Le balancier, à tige de sapin bouilli dans l'huile, porte une lentille de 8<sup>kg</sup> et un poids amovible en cuivre, donnant l'avance de vingt secondes par vingt-quatre heures nécessaire pour assurer la synchronisation. Les appareils synchronisateurs, placés sur une traverse au-dessous du pendule, peuvent être écartés, en sorte que l'horloge peut être mise à volonté à marche libre. La résistance des bobines, assemblées en tension, est de 24<sup>km</sup> de fil télégraphique ou de 230 ohms environ.

#### SYNCHRONISATION EN CIRCUIT SECONDAIRE.

Le pendule du centre horaire donne des contacts comme ceux des pendules distributrices, ce qui lui permet de distribuer lui-même la seconde :

1° A une petite horloge battant la demi-seconde et munie d'un petit

électro-aimant, sur un seul côté, au-dessous du point mort du pendule (M. Breguet);

2° A une grosse horloge de clocher dont le pendule a une lentille de 35<sup>ks</sup> (M. Borrel).

Sur le même circuit est intercalé un compteur à secondes de M. Breguet, dont l'heure est en discordance immédiate avec celle des autres cadrans synchronisés si un seul contact vient à manquer.

---

## CHAPITRE III.

ENVOI PAR LE CENTRE HORAIRE DES COURANTS DE REMISE A L'HEURE.

---

### MOMENT ET DURÉE DES COURANTS.

Le centre horaire envoie toutes les heures, sur six lignes différentes, un courant d'une durée de trente secondes, finissant à la deuxième minute avant l'heure.

La durée du courant a été fixée de manière à satisfaire à tous les systèmes de remise à l'heure; le moment de son envoi a été choisi entre celui du délai et celui de la détente de la sonnerie, pour assurer l'exactitude de la sonnerie d'heures.

### CONTACT DU CENTRE HORAIRE.

Le contact (système de M. Madeleine) installé pour l'envoi de ces courants sur le centre horaire est brusque et franc. Une goupille placée sur le mobile qui fait son tour en une heure soulève deux leviers d'inégale longueur; la chute du levier le plus court détermine son contact avec un ressort vertical et ferme le circuit; trente secondes plus tard, le second levier, dans sa chute, écarte le ressort de contact à l'aide d'un appendice isolant et rompt le courant.

### RELAIS.

Pour que ce contact assure l'envoi, sur six lignes différentes, de courants d'intensités inégales et provenant de piles distinctes, on a placé au-dessus du centre horaire une boîte de six relais dont les bobines sont mises en

dérivation sur un circuit local comprenant le contact du centre horaire et desservi par une pile spéciale.

Quand le contact du centre horaire ferme ce circuit local, les six électro-aimants sont actionnés et ferment les six lignes de remise à l'heure par des contacts à ressorts fixés aux palettes; des boussoles constatent le passage des courants sur les lignes de remise à l'heure, dont chacune comporte en outre une dérivation munie d'un bouton de contact cadencé. Cette disposition permet aux horlogers d'essayer l'effet d'un courant de remise à l'heure, qui se produit à un moment quelconque, et sans passer par le centre horaire, en appuyant sur le bouton de contact.

Les piles de remise à l'heure sont concentrées auprès du centre horaire dans un caveau spécial; un des pôles est à la terre, et chaque ligne de remise à l'heure prend terre après avoir desservi un certain nombre d'horloges.

---

## CHAPITRE IV.

### RÉGLAGE OU REMISE A L'HEURE DES HORLOGES PUBLIQUES.

---

#### EXPOSÉ GÉNÉRAL ET CLASSIFICATION DES SYSTÈMES.

Les systèmes de remise à l'heure ou de réglage doivent utiliser un courant de trente secondes passant toutes les heures, de  $57^m30^s$  à  $58^m0^s$ , dans une ligne sur laquelle on peut placer des électro-aimants, mais qui, dans l'intérêt du service même, doit rester continue, sans intercalation de contacts ou de commutateurs disséminés sur son parcours.

Avant d'examiner les divers systèmes exposés, il convient de jeter un coup d'œil général sur le problème à résoudre.

Toute horloge ou pendule comprend :

- 1° Un ou plusieurs cadrans et leurs minuteriers (ou renvoi du mouvement à l'aiguille des heures);
- 2° Un rouage et son moteur;
- 3° Un pendule ou balancier régulateur.

Le mouvement est transmis par le moteur aux aiguilles des divers cadrans au moyen de tiges de renvoi et d'engrenages, formant la *conduite*, et menés par le mobile du rouage qui fait son tour en une heure.

Le *pendule* ou *régulateur* agit sur le dernier mobile du rouage dont il laisse échapper périodiquement les dents par l'intermédiaire de l'*échappement* auquel il est relié par la *fourchette*.

Il suffit de rappeler ces dispositions générales pour reconnaître que le courant, qui, tant à sa fermeture ( $57^m30^s$ ) qu'à sa rupture ( $58^m0^s$ ), marquera ainsi deux fois, par le jeu de la palette d'un électro-aimant installé sur la ligne près de l'horloge à régler, l'heure précise du centre horaire, peut être utilisé :

1° A commander un *réglage automatique* du pendule de l'horloge publique, c'est-à-dire à remonter ou à descendre le centre d'oscillation au moyen d'un poids additionnel mobile sur la tige du pendule ;

2° A remettre à l'heure l'horloge publique.

Cette remise à l'heure peut d'ailleurs être réalisée sous différentes formes selon qu'on agit :

1° Sur les minuteriers pour remettre en place les aiguilles, comme on le ferait à la main sur une pendule de cheminée ; c'est la *remise à l'heure proprement dite* ;

2° Sur le rouage pour l'arrêter, s'il est en avance, et le laisser repartir quand l'heure marquée par les cadrans est devenue l'heure vraie, le balancier battant à vide pendant cet arrêt.

Dans ce cas, il est nécessaire d'assurer l'avance de l'horloge, soit en agissant d'une manière permanente sur le pendule par le *réglage à l'avance*, soit en produisant artificiellement cette avance au moment même de la remise à l'heure par l'accélération temporaire des mouvements du pendule (poids amovible, ressorts accélérateurs, etc., systèmes dont l'étude n'a pas été poursuivie).

3° Sur l'appareil régulateur, en le séparant pour un instant du rouage, qui, défilant brusquement, vient faire à l'avance son arrêt dans la position de l'heure à laquelle il doit repartir sous l'influence de la rupture du courant et du rétablissement simultané de sa liaison avec l'appareil régulateur : c'est la *remise à l'heure par débrayage du rouage*.

4° Enfin, ces divers procédés de remise à l'heure ne s'appliquant pas avec une égale facilité à la correction d'un retard et à celle d'une avance, des *systèmes mixtes* ont été tout récemment proposés en vue de ne pas dérégler l'horloge et d'affecter à la correction du retard et de l'avance des procédés distincts le mieux appropriés respectivement à l'une ou à l'autre de ces fonctions.

La plupart des solutions possibles du problème sont exposées.

I. — REGLAGE AUTOMATIQUE.

*Système Redier-G. Tresca, appliqué par M. Lepaute.* — Ainsi qu'il a été dit plus haut, le problème à résoudre consiste à faire mouvoir, le long du pendule de l'horloge, un petit pendule additionnel mobile, que le système doit faire monter ou descendre selon que l'horloge est en retard ou en avance sur l'heure du centre horaire, marquée d'ailleurs par le courant qu'il émet.

Les dispositions adoptées sont les suivantes :

Une corde, soie et métal, s'enroulant sur une poulie, tient en équilibre d'un côté le pendule additionnel, de l'autre un contre-poids.

Deux rouages semblables, à ressorts moteurs et volants à ailettes, commandent l'un la montée, l'autre la descente du pendule additionnel, par l'intermédiaire d'un train différentiel entraînant, dans un sens ou dans l'autre, l'axe de la poulie de suspension.

L'action de l'électro-aimant libère, pendant la durée du courant, les volants des deux rouages, qui marcheraient ainsi tous deux de  $57^m30^s$  à  $58^m0^s$  si un levier fourchu, dont la position est réglée par l'horloge même, ne retenait pas le volant du rouage qui ne doit pas fonctionner.

A cet effet, la position de ce levier est commandée par un limaçon installé sur un axe de l'horloge faisant un tour en une heure et sur lequel glisse une de ses extrémités. Ce limaçon présente une chute brusque à  $57^m45^s$ , c'est-à-dire à l'heure moyenne entre le commencement et la fin du courant, et les courbes en sont réglées de telle façon que, en avant de ce point de chute (dans le sens du mouvement), le levier fourchu ne laisse libre que le volant du rouage qui corrige le retard, tandis que, aussitôt après cette chute, le levier fourchu déplacé libère le volant du moteur corrigeant l'avance et enclanche celui du moteur corrigeant le retard.

Il résulte de cette disposition que, si l'horloge est bien à l'heure, cette interversion de mouvement se produira à  $57^m45^s$ , au milieu de la durée du courant, en sorte que le pendule additionnel aura monté pendant quinze secondes, puis aura descendu pendant quinze secondes sous l'influence de rouages identiques, c'est-à-dire qu'il reprendra sa position primitive.

Si l'horloge retarde ou avance de moins de quinze secondes, de dix secondes, par exemple, l'un des rouages fonctionnera pendant cinq secondes seulement et l'autre pendant vingt-cinq secondes, et de cette différence de marche résultera une correction du réglage.

Si l'horloge retardait ou avançait de plus de quinze secondes, un seul des

rouages fonctionnerait pendant les trente secondes de la durée du courant, agissant dans le sens convenable sur le réglage.

Mais si, pour corriger un écart accidentel d'une certaine importance, on agissait ainsi pendant trop longtemps et toutes les heures sur le réglage, on le modifierait rapidement en sens inverse, de sorte que l'horloge oscillerait violemment de l'avance au retard, sans s'arrêter à la position moyenne que l'on désire lui assigner. Il est donc avantageux, pour ce cas exceptionnel d'une forte différence à corriger, de limiter la montée ou la descente du pendule additionnel, quitte à étendre la durée de la période de correction. C'est ce que l'on obtient très aisément à l'aide d'un V dont le sommet est fixé sur l'axe de la poulie de suspension et dont les branches viennent arrêter respectivement les volants des rouages moteurs quand le pendule additionnel s'est écarté d'une certaine quantité de la position moyenne.

C'est, du reste, dans cette position moyenne que l'on règle tout d'abord l'horloge aussi exactement que possible en agissant sur la vis de son balancier normal, de telle sorte que si l'action électrique cesse de se produire, pour quelque cause que ce soit, l'horloge ne perd rien des qualités de marche qui lui sont propres.

On a reconnu, dans la pratique, qu'il était bon d'employer comme pendule additionnel un petit pendule complet dont le centre de gravité coïncide avec celui du pendule normal et dont la masse soit égale au cinquième de celle de ce dernier. Les tiges des deux pendules sont reliées par deux broches qui passent dans des rainures pratiquées dans la tige du pendule additionnel, de manière à permettre son déplacement longitudinal. Une lame de suspension de 0<sup>m</sup>,035 de longueur, passant dans un prolongement du pince-lame de manière à assurer la coïncidence des centres de suspension, permet de relever ou d'abaisser le pendule additionnel de 0<sup>m</sup>,015 au-dessus ou au-dessous de sa position moyenne, ce qui correspond à une correction de deux minutes par jour, soit à l'avance, soit au retard. Ces chiffres peuvent varier avec les horloges, mais ils montrent combien est faible le mouvement à produire.

Ce système de réglage automatique pourrait s'appliquer, moyennant des dispositions plus délicates ou moyennant un envoi plus fréquent du courant, au réglage des régulateurs donnant la seconde du temps moyen.

Il présente cet avantage que l'horloge à laquelle on l'applique suit exactement la pendule conductrice, dont les variations ne peuvent être que lentes, et que les brusques écarts accidentels qui proviendraient d'une défectuosité de l'horloge conduite se corrigent d'eux-mêmes progressivement et sans l'intervention de l'horloger.

## II. — REMISES A L'HEURE.

### 1° Remise à l'heure proprement dite.

PRINCIPE. — DIFFICULTÉ D'APPLICATION AUX HORLOGES PUBLIQUES.

La remise à l'heure proprement dite, c'est-à-dire la rectification de la position des aiguilles, ne figure pas à l'Exposition dans son application aux horloges publiques.

Cette application rencontre en effet des difficultés pratiques qui n'existent pas pour les petites pendules. Dans ces dernières, en effet, le mouvement conduisant la minuterie par l'intermédiaire de pièces à frottement, il suffit, pour ramener les aiguilles à leur position normale, soit de vaincre ce frottement par l'emploi d'un moteur auxiliaire, comme l'a fait depuis longtemps la maison Breguet, soit d'opérer électriquement une séparation momentanée entre les pièces à frottement et de ramener la minuterie à sa position normale par le jeu même de la palette de l'électro-aimant, comme dans le système de M. Collin, ou par l'emploi d'un ressort auxiliaire, comme l'ont fait MM. Fénon et Paul Garnier.

Dans un certain nombre d'horloges publiques, la conduite des minuterie s'exerce également, au départ de l'horloge, par des pièces à frottement, et il serait bien aisé de modifier la construction d'une horloge quelconque pour y introduire cette disposition. Aussi a-t-on tenté de réaliser la remise à l'heure directe des horloges publiques par les mêmes procédés applicables aux petites pendules.

C'est ainsi que MM. Lund et Brookley, dans le système anglais, empruntent la force du rouage pour remonter lentement un lourd levier muni d'un coin, dont la chute, sous un déclenchement électrique, ramène l'axe de départ dans sa position normale. C'est ainsi que M. Lasseau avait imaginé une sorte de boîte d'engrenage électromagnétique, intercalée sur l'axe de départ, qui lui permettait d'opérer un déclenchement entre les deux parties de cet axe correspondant au mouvement et à la minuterie, et de replacer cette dernière dans sa position normale à l'aide d'une force minime empruntée à un levier pendant.

Mais il importe de remarquer que, dans les horloges publiques, les cadrans multiples, répartis sur différents points d'un édifice, sont conduits par l'horloge à l'aide de tringles d'une longueur souvent considérable et à

l'aide d'engrenages de renvoi assez nombreux, selon les sinuosités imposées au parcours de la transmission.

Tant que cette transmission, qui constitue un ensemble élastique compliqué de jeux d'engrenage, est tendue sous l'action continue et régulière du rouage de l'horloge, les aiguilles suivent assez bien son impulsion; mais toute action brusque sur ce système, surtout si elle s'exerce en sens inverse du mouvement pour la correction d'une avance, par exemple, s'absorbe dans une torsion ou dans une détorsion des tiges ou dans le jeu des engrenages et n'influence qu'imparfaitement les aiguilles.

La seule action du vent sur ces dernières, en modifiant l'état élastique de la transmission, entraîne souvent des écarts de plusieurs minutes.

On comprend aisément que ces difficultés pratiques aient empêché les horlogers parisiens de proposer l'application aux horloges publiques de la remise à l'heure proprement dite, qui ne figure, en conséquence, à l'Exposition de la Ville, que dans son application aux petites pendules.

*Système de M. Breguet.* — L'axe de la minuterie porte un bras solidaire des aiguilles et susceptible d'être ramené, au moment de la remise à l'heure, dans sa position normale par l'action de deux chevilles placées symétriquement, par rapport audit bras, sur deux roues de même diamètre, engrenant l'une avec l'autre et tournant en sens inverse sous l'action d'un moteur auxiliaire déclenché par le courant.

Ce moteur est entièrement semblable à celui des sonneries, utilisé, d'ailleurs, ainsi que le système du délai, par M. Breguet dans l'application du système aux pendules de cheminée, en sorte que la fermeture du courant opère un premier mouvement préparatoire et que c'est à la rupture du courant que s'effectue, en réalité, la remise à l'heure par un complément de mouvement du rouage. A cet effet, un levier lié à l'armature de l'électro-aimant enclanche le rouage de remise à l'heure, non seulement sur la roue de chaperon munie des deux entailles opposées, mais encore et séparément sur le dernier mobile et sur un mobile intermédiaire. A 57<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, la palette de l'électro-aimant étant attirée par le courant, l'arrêt de la roue de chaperon s'élève au-dessus de sa surface, le dernier mobile est déclenché en même temps, et le rouage défile jusqu'à ce que le mobile intermédiaire vienne butter sur un arrêt que lui présente le levier. C'est le mouvement préparatoire, entraînant le chaperon d'une quantité suffisante pour qu'à la rupture du courant l'arrêt que porte le levier ne retombe plus dans l'entaille du chaperon.

A 58<sup>m</sup>; le courant est rompu, le levier retombe sur la surface extérieure

de la roue de chaperon et, dans cette nouvelle position, n'enclanche plus aucun mobile du rouage; celui-ci défile et complète le demi-tour des chevilles de remise à l'heure. A ce moment, le chaperon ayant aussi fait un demi-tour, l'arrêt du levier retombe dans la seconde entaille et celui-ci reprend sa position primitive pour l'opération suivante.

Les limites de correction, tant à l'avance qu'au retard, peuvent être mesurées par les angles sous lesquels les cercles décrits par les chevilles sont vus du centre du cadran.

*Systèmes de MM. Collin et Fénon.* — Dans ces systèmes, le mouvement entraîne la minuterie par l'intermédiaire de deux pièces à frottement, à stries ou à entailles, dont l'une, fixée à l'axe de la minuterie du côté du cadran, peut glisser sur cet axe sous l'action de la palette de l'électro-aimant, tandis que l'autre reste fixée à l'axe du mouvement. Quand le courant de remise à l'heure actionne l'électro-aimant, à  $57^m 30^s$ , la minuterie se sépare du mouvement et peut être rétablie, ainsi que les aiguilles, moyennant l'emploi d'une force minime, dans la position  $58^m$ , heure exacte à laquelle la rupture du courant entraînera, par l'action du ressort antagoniste, le réenclanchement et la remise en marche de la minuterie.

*Système de M. Collin.* — M. Collin utilise, pour la remise à l'heure des aiguilles, l'action même de l'électro-aimant. En même temps que la palette de cet électro-aimant déclenche la minuterie en faisant glisser sur l'axe le disque à frottement qui la termine et la réunit au mouvement, elle vient faire rentrer, dans une cavité conique pratiquée latéralement dans ce disque, un petit cône fixé à la platine. Les axes de ces deux surfaces coniques sont ainsi amenées à coïncider, et la position des aiguilles se trouve ainsi rectifiée. La limite de correction, soit à l'avance, soit au retard, dépend du rapport du rayon de la cavité conique à sa distance à l'axe des aiguilles.

M. Collin expose l'application de ce système à une horloge de bureau de surveillant de voitures de place, ainsi qu'à une petite pendule très grossière où la remise à l'heure, se faisant à la demie, est facilitée par le poids de l'aiguille des minutes, qui tend à prendre la position verticale.

*Système de MM. Fénon et Paul Garnier.* — MM. Fénon et Paul Garnier préfèrent emprunter à un contre-poids ou à un ressort auxiliaire la force nécessaire à la remise à l'heure des aiguilles. A cet effet, un disque calé sur l'axe de la minuterie porte deux chevilles sur lesquelles appuie, par

l'action d'un contre-poids ou d'un ressort, un levier d'embrayage dont la position est réglée de telle sorte qu'il repose sur les deux chevilles à la fois quand l'aiguille marque 58<sup>m</sup>. Tant que le mouvement conduit les aiguilles, son action est assez puissante pour vaincre celle du levier, que les chevilles soulèvent alternativement; mais, lorsque le déclanchement s'opère à 57<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, si l'horloge n'est pas à l'heure, le levier n'est soutenu que par une seule des chevilles, sur laquelle il agit pour faire tourner la minuterie, jusqu'à ce qu'il ait retrouvé sa position d'équilibre en reposant à la fois sur les deux chevilles. L'aiguille est ainsi ramenée à 58<sup>m</sup> et repart à cette heure sous l'influence de la rupture du courant, comme il a été dit plus haut.

La limite de la correction, soit à l'avance, soit au retard, est mesurée par la moitié de la distance angulaire des deux chevilles.

## 2° Remise à l'heure par le réglage à l'avance.

### DISPOSITION RÉGLEMENTAIRE.

Il est assez difficile de déterminer la quantité dont il faut dérégler l'horloge pour assurer son avance; c'est là une question d'espèce : le dérèglement devra être d'autant plus faible que la marche propre de l'horloge sera meilleure. Mais il est difficile, avec certaines horloges du moins, de se garantir contre les retards accidentels, et, dans ce cas, le système de remise à l'heure ne fonctionne pas.

Si l'on force un peu le réglage à l'avance, il suffira de quelques manques de courant pour que l'horloge galope à l'avance, et, afin de tirer de ce système toute l'utilité dont il est susceptible, on exige que les dispositions de la construction assurent l'arrêt du rouage pendant les trente secondes de la durée du courant, pour toutes les avances comprises entre trente secondes et cinq minutes, de telle sorte qu'une avance comprise entre ces limites soit corrigée progressivement à raison de trente secondes par heure.

Les dispositions adoptées varient suivant les constructeurs et portent sur le mode d'arrêt.

*Système de M. Collin. — Arrêt électrique direct sur l'axe d'échappement. —* L'électro-aimant placé au-dessus du bâti de l'horloge a pour armature un long levier pendant, qui, sous l'action du courant, arrête l'axe d'échappement en engrenant dans les dents d'un rochet calé sur cet axe une goupille dont son extrémité est armée. Afin que cet arrêt ne se produise qu'à la cinquante-huitième minute, l'armature ne peut céder à l'action du cou-

rant que lorsqu'un levier dont une extrémité glisse sur un limaçon calé sur l'axe du départ (axe faisant son tour en une heure) est tombé dans l'encoche pratiquée à 58<sup>m</sup> dans ce limaçon et a ainsi dégagé l'armature d'un ergot qui la tient écartée. Conformément aux indications ci-dessus, cette encoche a une longueur de cinq minutes. Pour donner plus de précision encore à l'arrêt, M. Collin fait quelquefois porter en outre le même levier sur un second limaçon calé sur l'axe d'échappement, en sorte que sa chute et l'arrêt de l'horloge se fassent à la seconde.

A la cessation du courant, c'est-à-dire à l'heure + 58<sup>m</sup> du centre horaire, le courant est rompu ; le ressort antagoniste dégage la goupille en ramenant l'armature, le mouvement repart, et les limaçons remettent le levier et son ergot en position pour l'heure suivante.

*Système de MM. Redier et G. Tresca. — Arrêt par la fourchette.* — MM. Redier et G. Tresca ont proposé pour le même objet et M. Lepaute expose un mode d'arrêt spécial basé sur l'emploi de la fourchette, dite *de côté*, ainsi nommée parce qu'elle appuie simplement sur un côté de la tige du balancier.

Si l'on retient la fourchette à l'extrémité de sa course, on arrête l'horloge par l'échappement et le balancier oscille librement.

C'est l'effet que produit l'envoi du courant en faisant saillir, au droit d'une cheville placée sur la fourchette, un pied de biche ou un doigt à ressort que cette cheville franchit à l'aller, en fléchissant le ressort, mais qui retient la fourchette au retour jusqu'à ce que la rupture du courant, en abaissant le pied de biche, libère la fourchette, qui vient se remettre en prise avec le pendule.

Les dispositions prises pour que l'arrêt ne se produise pas avant que l'horloge marque 58<sup>m</sup> et pour qu'il continue à se produire dans la limite d'une avance de cinq minutes ne présentent rien de particulier.

C'est l'horloge elle-même qui, par un mouvement automatique, vient mettre l'appareil électrique d'arrêt en position convenable pour son fonctionnement pendant la durée de cinq minutes ci-dessus rappelée.

*Système de M. Borrel. — Arrêt indirect sur l'axe d'échappement.* — M. Borrel a jugé plus simple de ne pas pratiquer directement l'arrêt par l'action de l'électro-aimant. Cette action se borne à abaisser, dès l'envoi du courant, un levier d'arrêt qui ne se relève que lors de sa rupture. C'est contre ce levier que vient buter une goupille simplement fichée sur le champ de la roue d'échappement, ce qui assure l'arrêt du mouvement pendant le

nombre de secondes dont cette cheville et l'horloge sont en avance. Cette disposition simplifie notablement les appareils; mais elle limite l'étendue de la correction à un demi-tour de la roue d'échappement, soit en général à trente secondes. Aussi est-il nécessaire, afin de ne pas laisser galoper l'horloge à l'avance et d'assurer la correction progressive d'une avance exceptionnelle, de mettre sur le champ de la roue d'échappement, en arrière de la goupille normale, une ou deux goupilles de sûreté sur lesquelles l'arrêt puisse se faire si la première a dépassé le levier au moment où il s'abaisse.

### 3<sup>e</sup> Remise à l'heure par le débrayage du rouage.

Dans les systèmes basés sur ce principe, l'horloge n'a pas à subir un dérèglement permanent, et, si l'action électrique vient à manquer, elle conserve les qualités de marche qui lui sont propres après la transformation nécessaire au débrayage.

*Système de MM. Fénon et Paul Garnier.* — La plupart des horloges publiques comportent des échappements à chevilles et le débrayage peut s'effectuer simplement en faisant glisser la roue d'échappement montée à douille sur l'axe.

C'est l'effet que produit, dès l'origine du courant de remise à l'heure (à 57<sup>m</sup>30<sup>s</sup>), l'électro-aimant à l'aide d'un prolongement de son armature. Le rouage défile, et, qu'il soit en retard ou bien en avance (dans les limites d'une demi-révolution de la roue d'échappement, c'est-à-dire en général de trente secondes), il vient brusquement faire son arrêt sur un butoir fixe dans la position de 58<sup>m</sup>, à laquelle il repartira sous l'influence de la rupture du courant par le centre horaire et du réembrayage de la roue d'échappement qui en est la conséquence.

Quand il s'agit d'un échappement Graham ou de tout autre système d'échappement qu'on ne peut déclencher sans danger, M. Fénon monte cette roue folle sur l'axe et la conduit par un de ses bras à l'aide d'un levier monté à douille sur l'axe et dont il puisse opérer le déclenchement. Pendant que le rouage défile et vient opérer brusquement son arrêt, la roue d'échappement continue à tourner sous l'action d'un petit ressort d'entretien dont elle est munie, et qui est remonté par le mouvement brusque du rouage. La roue d'échappement vient ainsi faire doucement son arrêt sur un levier butoir abaissé par le jeu de l'électro-aimant et à l'aide d'une goupille dont la position assure, au moment de la rupture du courant, la reprise du bras de la roue par le levier qui la conduit.

*Disposition de M. Collin.* — M. Collin, dans l'application de ce procédé de débrayage à son système de remise à l'heure mixte, préférerait mobiliser, non la roue, mais l'axe même qui porte la pièce d'échappement et la fourchette. En montant cet axe sur rouleaux, on le fait glisser sous l'action de l'armature de l'électro-aimant, qui présente en même temps, au rouage qui défile, un arrêt convenablement placé. Une cheville plus longue que les autres repose sur les bees de l'échappement après que le rouage a défilé.

*Système de M. Redier.* — Dans le système de MM. Fénon et Paul Garnier, la limite de correction, tant à l'avance qu'au retard, est d'une durée égale à une demi-révolution de la roue d'échappement, soit en général à trente secondes, et, si cette limite est dépassée, l'horloge retardera ou avancera d'une minute juste sans correction possible.

Cet inconvénient est évité dans un ingénieux système de pendule à deux rouages de M. Redier, qui rentre dans la catégorie des remises à l'heure par désembrayage.

*Pendule à deux rouages.* — M. Redier, s'inspirant du système de construction de montres à seconde indépendante, emploie deux rouages, dont l'un, constamment en marche, se termine par une roue d'échappement munie latéralement de huit chevilles sur lesquelles vient échapper successivement, par un cercle rapide à chaque huitième de tour, un petit volant ou fouet qui termine le second rouage, chargé d'ailleurs uniquement de la minuterie et des aiguilles.

L'axe de ce petit volant ou fouet a d'ailleurs assez de jeu longitudinal pour glisser sous l'action d'un électro-aimant et désembrayer le fouet des chevilles de la roue d'échappement. Il en résulte que le rouage des aiguilles, n'étant plus soumis à l'échappement, défilerait rapidement jusqu'à épuisement de la force motrice si le fouet qui le termine ne venait pas, à une minute déterminée (celle du réglage 58<sup>m</sup>), rencontrer une cheville placée sur l'une de ses roues, dite *roue du centre*, qui conduit la minuterie et fait son tour en une heure. A la cessation du courant, le ressort antagoniste de l'électro-aimant, ramenant le fouet dans sa position primitive, le dégage de cet arrêt et le remet en prise avec les chevilles de la roue d'échappement du rouage régulateur.

Il résulte de ces dispositions qu'un retard important, d'un quart d'heure et plus, se corrige instantanément; dès l'envoi du courant, à 57<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, les aiguilles viennent prendre la position 58<sup>m</sup>, s'y arrêtent et repartent quand, à cette minute, le centre horaire brise le courant.

L'avance, dans une limite assez étendue, se corrige à raison de trente secondes par heure. On conçoit en effet que si, dans leurs rotations respectives, le fouet et la cheville de la roue du centre viennent en prise quand le rouage marque  $58^m$ , l'arrêt du rouage se réalisera aussi bien à un point quelconque de leur secteur commun, en sorte que, si la pendule avance, dans cette limite dont l'étendue peut être de dix minutes à quinze minutes, l'arrêt se produira dès l'envoi du courant et se maintiendra pendant toute sa durée.

L'emploi d'un train différentiel permettrait au besoin, si on le désirait, de corriger brusquement une forte avance comme un grand retard.

On conçoit que, dans le système de MM. Fénon et Paul Garnier, on pourrait employer la même disposition et disposer de la même latitude de correction en faisant s'effectuer l'arrêt entre la roue d'échappement et celle du départ, qui fait son tour en une heure.

*Système de M. Collin. — Train différentiel.* — Dans un système de remise à l'heure mixte, M. Collin emploie, comme pour le débrayage du rouage, un procédé spécial emprunté à la disposition bien connue du train différentiel.

L'axe d'échappement transmet le mouvement à la roue d'échappement, montée folle sur cet axe, par l'intermédiaire d'un train différentiel réduit à la roue satellite fixée à l'axe par un bras rigide et à ses deux roues d'engrenage, folles sur l'axe, dont l'une conduit la roue d'échappement et dont l'autre est embrayée par l'armature de l'électro-aimant corrigeant le retard.

Il résulte de cette disposition qu'en temps ordinaire, ce dernier mobile étant fixe, le bras de la roue satellite et la roue d'échappement se meuvent avec des vitesses déterminées par le calcul pour la marche de l'horloge. Mais, dès que le jeu de l'armature a rendu libre le dernier mobile, le rouage défile avec rapidité, entraînant cette roue folle, sans que la vitesse de la roue d'échappement réglée par le balancier en soit altérée.

Quand l'horloge marque l'heure du réglage ( $58^m 0^s$ ), le dernier mobile du train différentiel est réenclanché et la vitesse du rouage reprend sa valeur normale.

#### 4° Remises à l'heure mixtes.

*Systèmes de M. Collin.* — L'arrêt momentané du rouage est un des procédés les plus simples et les plus facilement applicables à la correction d'une avance de l'horloge.

D'autre part, les procédés de débrayage, soit de l'échappement, soit du

rouage, paraissent tout spécialement applicables à la correction des retards.

Ces considérations ont conduit M. Collin à proposer tout récemment d'affecter, sur la même horloge, à la correction de l'avance et du retard, des mécanismes différents déclenchés électriquement. On peut ainsi ne pas altérer la marche propre de l'horloge, qui reste réglée aussi bien que possible.

Deux électro-aimants sont à cet effet embrochés sur la ligne, mais leurs armatures sont enclanchées par l'horloge, qui ne libère que celle qui doit agir d'après l'état de l'heure de l'horloge. A la cinquante-huitième minute, l'enclenchement passe de l'armature corrigeant l'avance, qui devient libre, à celle corrigeant le retard.

Les dispositions pour l'arrêt en cas d'avance et pour le débrayage soit de l'échappement, soit du rouage sont décrites ci-dessus.

---

## CHAPITRE V.

### EMPRUNT DU RÉSEAU TÉLÉGRAPHIQUE POUR L'ENVOI DES COURANTS DE REMISE A L'HEURE.

---

#### SYSTÈME GÉNÉRAL.

Le centre horaire placé à la Préfecture de la Seine se trouvait ainsi au centre d'un réseau de vingt-quatre lignes télégraphiques du service municipal, desservant notamment les vingt mairies d'arrondissements, dont les horloges doivent être remises à l'heure. Dès lors il y avait économie sérieuse à envoyer sur ces lignes les courants de remise à l'heure, au moins pour toutes les mairies qui n'étaient pas pourvues elles-mêmes d'un centre horaire.

A cet effet, le centre horaire emprunte automatiquement les lignes pendant deux minutes<sup>(1)</sup>, et chaque horloge de mairie isole également, par un mouvement automatique, les appareils télégraphiques, pour s'emparer temporairement de la ligne.

---

(1) La présence d'un remontoir d'égalité à 30<sup>s</sup> sur l'horloge directrice exposée a conduit à porter la durée de cet emprunt des lignes à 2<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>, de 56<sup>m</sup> 0<sup>s</sup> à 58<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>.

Voici la succession des opérations :

AU POSTE CENTRAL.		AUX MAIRIES.	
Emprunt de la ligne . . . . .	56. <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	Emprunt de la ligne . . . . .	56. <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>
Envoi du courant de remise à l'heure. . . . .	57.30		
Rupture du courant . . . . .	58. 0	Restitution de la ligne . . . . .	58.45
Restitution de la ligne . . . . .	58.20		

Les fonctions automatiques commandées par les horloges des mairies se font à l'heure de ces horloges; on voit d'après les heures ci-dessus que, si l'horloge de la mairie retarde de plus de trente-cinq secondes ou avance de quarante-cinq secondes, le courant de remise à l'heure passera dans la sonnette des appareils télégraphiques à la mairie, attendu que la ligne n'aura pas été encore empruntée par l'horloge ou qu'elle aura déjà été restituée au Service télégraphique. Cette sonnerie anormale fait connaître immédiatement le dérangement avant qu'il atteigne une minute.

#### EMPRUNT DES LIGNES PAR LE CENTRE HORAIRE.

L'emprunt des lignes et l'envoi du courant de remise à l'heure se font au poste central, de la manière la plus simple, au moyen de deux contacts distincts (système de M. Madeleine) donnés par le centre horaire et dont l'un dure deux minutes (de 56<sup>m</sup>20<sup>s</sup> à 58<sup>m</sup>20<sup>s</sup>) pour l'emprunt des lignes, l'autre durant trente secondes (de 57<sup>m</sup>30<sup>s</sup> à 58<sup>m</sup>) pour l'envoi du courant.

Ces contacts, exposés sur l'horloge synchronisée par M. Borrel, sont respectivement intercalés sur deux circuits locaux desservis par des piles spéciales, dont les courants vont se diviser dans les bobines de deux séries de relais, répétant les fonctions des contacts pour les différentes lignes.

On a ainsi, pour chaque ligne, un ensemble composé de deux relais et d'une boussole, et ces appareils sont groupés par six dans quatre boîtes desservies par autant de piles locales, concentrées d'ailleurs sur les mêmes contacts (*voir* la photographie du poste central télégraphique de la Préfecture de la Seine et l'une des boîtes exposées).

Le premier relai, actionné de 56<sup>m</sup>20<sup>s</sup> à 58<sup>m</sup>20<sup>s</sup>, opère une commutation en séparant la ligne des appareils télégraphiques pour la mettre en communication avec la palette du second relai, qui, actionnée de 57<sup>m</sup>30<sup>s</sup> à 58<sup>m</sup>0<sup>s</sup>, vient en contact, pendant ces trente secondes, avec un des pôles de la pile de remise à l'heure, dont l'autre pôle est à la terre. La boussole intercalée entre les deux relais signale le passage du courant de remise à l'heure. Tous les contacts sont à friction sur ressorts.

### EMPRUNT DES LIGNES PAR LES HORLOGES.

Pour isoler les appareils télégraphiques dans les mairies et emprunter la ligne, on emploie un simple commutateur à deux directions, mû automatiquement par l'horloge; il importait seulement de réaliser sûrement cette fonction avec de bons contacts.

*Commutateur système de MM. Fénon et Paul Garnier.* — M. Fénon avait appelé l'attention des horlogers sur la nécessité d'obtenir des contacts à friction bien francs d'ouverture et de rupture; le commutateur présenté par M. Paul Garnier n'est que le doublement du système de contact inventé par M. Fénon.

La pièce de ligne est munie de deux ressorts et selon ses mouvements fait contact par l'un avec une vis reliée aux appareils télégraphiques, par l'autre avec une seconde vis reliée à la terre par l'horloge.

Cette pièce, ou levier de ligne, est soutenue à la fois par l'une des branches d'un levier fourchu et par une goupille placée sur la roue du centre, qui actionne d'ailleurs l'autre branche du levier par une goupille spéciale.

L'action de cette goupille, en abaissant le levier fourchu, permet au levier de ligne de tomber sur la vis (horloge) quand il échappe de la goupille qui le soulève; mais, quand la première goupille échappe elle-même, l'action d'un ressort antagoniste ramène le levier fourchu et la pièce de ligne à leur position première.

*Commutateur système de M. Madeleine.* — M. Lepaute emploie le contact de M. Madeleine ci-dessus décrit et modifié pour remplir la fonction de commutateur. Il a suffi à cet effet d'isoler métalliquement les deux leviers et de les réunir par un simple contact à enfourchement (goupille pénétrant entre deux ressorts). Les deux leviers sont soulevés ensemble par une goupille qui fait son tour en une heure.

Quand le levier le plus court qui représente la ligne chute le premier, il brise son contact avec le second levier, relié aux appareils télégraphiques, et établit le contact avec un ressort relié à la terre par les horloges.

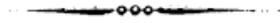
Le second levier rétablit, par sa chute, la liaison des appareils télégraphiques avec la ligne et brise le contact avec les horloges en écartant, par son appendice isolant, le ressort de contact du premier.

*Le même, dispositif de M. Collin.* — M. Collin a donné à ce système une

disposition un peu différente. Le levier de ligne porte un double système symétrique de deux ressorts et vient alternativement réaliser un contact par enfourchement, par les uns, avec une goupille reliée à un levier supérieur communiquant avec les appareils télégraphiques, par les autres, avec une goupille inférieure reliée à la terre par l'horloge. Un limaçon soulève les deux leviers supérieurs et les laisse retomber successivement aux heures voulues.

*Commutateur système de M. Borrel.* — Sur l'axe faisant son tour en une heure sont montés trois disques platinés reliés métalliquement et sur lesquels appuient trois paillettes isolées. La paillette du centre correspond à la ligne; son disque est complet et le contact permanent.

Au contraire, les paillettes latérales, reliées l'une aux appareils télégraphiques, l'autre à l'horloge, appuient sur des disques dont le premier présente une interruption de  $1^m 20^s$ , tandis que le second présente une saillie de  $1^m 20^s$ , sur laquelle seule le contact s'établit pendant un tour.





---

NOTICE N° V.

---

# TÉLÉGRAPHIE. — SIGNAUX.

## APPELS D'INCENDIE.

---

RÉGIMENT DES SAPEURS-POMPIERS.

CLASSE VI.

---

Le réseau d'incendie comporte, à Paris, 271<sup>km</sup> de fils; la presque totalité de ce réseau (234<sup>km</sup>) relie entre eux l'État-major du régiment de Sapeurs-Pompiers de Paris, ses onze casernes et ses quatre-vingt-un postes. Il sert à transmettre invariablement les avis de feu donnés par le public et occasionnellement les demandes de secours pour le cas où la caserne, le poste ne possèdent pas les secours suffisants. L'autre partie du réseau (37<sup>km</sup>) est plus spécialement affectée à la protection des monuments publics ou des immeubles appartenant à des particuliers. Les lignes sont souterraines et placées en égout, rarement en tranchée. Il n'y a que 2<sup>km</sup>, 500 de lignes aériennes.

### RÉSEAU AFFECTÉ AU SERVICE DU PUBLIC.

L'État-major, centre du réseau général, communique directement avec les onze casernes qui l'entourent; chaque caserne, centre d'un réseau de section, communique directement aussi avec les petits postes environnants; enfin, sur les points éloignés des casernes, les petits postes communiquent

entre eux pour assurer leur rapide concentration en attendant les secours apportés directement par la caserne.

Le réseau affecté au service du public est exclusivement desservi, en raison de l'extrême simplicité de leur manœuvre, par les appareils à cadran du système Breguet, le même que celui qui est encore en usage à l'Administration des lignes télégraphiques et dans les chemins de fer.

On arrive en effet avec ces appareils à former très rapidement un télégraphiste capable d'envoyer ou de recevoir une dépêche de feu. Or, le régiment doit former chaque année trois cents télégraphistes environ pour maintenir à huit cents le nombre des Sapeurs capables d'utiliser les appareils, quel que soit le poste dans lequel ils font leur service; il ne peut en outre recruter ce personnel que parmi des jeunes gens possédant, à quelques exceptions près, une instruction primaire très faible, et auxquels d'ailleurs d'autres occupations de leur service, et très nombreuses, empêchent une pratique quotidienne.

Il est superflu de décrire les appareils Breguet, mais il est bon de remarquer que la surveillance et l'entretien en sont directement confiés à l'Administration des lignes télégraphiques, et que des dispositions de détail, prises de concert entre M. le Contrôleur du réseau et le régiment, assurent un fonctionnement régulier et préviennent les dérangements qu'on pouvait craindre de voir se produire fréquemment en raison de l'inexpérience du personnel appelé à utiliser ces appareils.

Les installations télégraphiques de l'État-major, des casernes, des petits postes ne diffèrent donc entre elles que par le nombre des appareils et la grandeur des tables destinées à les recevoir.

Deux spécimens de ces installations figurent à l'Exposition :

1° La plus grande table est du modèle en usage dans un poste de pompe à vapeur isolé; ce modèle tient donc le milieu entre celui de caserne et celui de petit poste; il répond aux nécessités de communication directe avec d'autres postes, ses voisins immédiats, avec la caserne dont il relève et enfin avec l'État-major.

2° La petite table est du modèle en usage dans les petits postes, c'est-à-dire réduite aux dimensions minima, car elle est placée dans le local même où se tient la garde permanente. Ce modèle répond généralement à la seule nécessité de communication directe avec la caserne, mais il reçoit quelquefois deux ou trois autres communications.

Il est employé jusqu'ici dans les postes, dits *postes de ville*, qu'occupent quatre hommes, ayant sous la main une pompe à bras, une échelle, des cordages, etc., et complète pour ainsi dire chacun de ces centres de se-

cours en facilitant l'appel des postes voisins. Mais il va jouer dès la présente année le rôle principal dans quarante postes de nouvelle création, dits *postes-vigies*. En effet, ces postes, occupés par un seul homme, sont créés surtout dans le but d'éviter au public de longues courses pour réclamer l'aide des Sapeurs-Pompiers; on les installe en ce moment dans les intervalles existant entre les petits postes, de façon que les habitants du voisinage n'aient jamais plus de 600<sup>m</sup> à parcourir pour trouver soit un poste de quatre hommes avec ses secours immédiats, soit un poste d'un seul homme qui mandera par dépêche le petit poste de ville le plus voisin, puis immédiatement après ira lui-même commencer l'attaque du feu.

Paris possédera donc à la fin de l'année cent trente-trois stations télégraphiques spéciales au service d'incendie, ouvertes jour et nuit au public et desservies par les Sapeurs-Pompiers eux-mêmes. Il est vrai que, dans nombre de villes à l'étranger, les stations télégraphiques sont beaucoup plus multipliées et mises même à la disposition directe du public; mais, sans faire de parallèle entre ces diverses organisations et celle en voie de création ici, il n'est pas inutile de rappeler qu'à Paris trois feux sur quatre éteints par les Sapeurs-Pompiers le sont à l'aide de seaux d'eau, c'est-à-dire sans secours de pompe, et qu'ainsi il y avait tout avantage à donner la préférence aux stations télégraphiques desservies par un Sapeur-Pompier, afin que, aussitôt l'appel transmis aux postes voisins, il accompagne sur le lieu du sinistre la personne qui est venue lui donner l'alarme et puisse assurer l'extinction avant l'arrivée de ses camarades dans la majeure partie des cas.

Pour étendre ce système protecteur, un premier projet a été présenté cette année par le Service d'incendie pour relier avec les postes de Sapeurs-Pompiers les plus voisins les postes de police assez éloignés pour constituer des centres précieux d'appel. Le nombre de ces postes s'élèverait à cinquante-trois; par suite, le chiffre des stations télégraphiques serait de cent quatre-vingt-six.

Des photographies représentant les types de ces diverses stations figurent dans l'Exposition. Cependant le poste central, c'est-à-dire le bureau télégraphique actuel de l'État-major, est si peu en rapport avec l'importance du réseau, qu'on a dû demander depuis longtemps déjà de l'agrandir, car il ne possède que quatre appareils au lieu de seize qui seraient nécessaires pour répondre aux exigences du service, lorsque plusieurs feux éclatent en même temps. Aussi ne l'a-t-on pas représenté, la sécurité publique réclamant qu'il soit réinstallé à bref délai.

### RÉSEAU AFFECTÉ AU SERVICE DES PARTICULIERS.

L'État-major, les casernes ou les postes de pompe à vapeur sont exclusivement les centres des réseaux partiels qui composent l'ensemble de ce réseau spécial. Les appareils en usage sont les avertisseurs système Petit ou les appareils à cadran, mais ces derniers ne sont utilisés que par les gares de chemins de fer.

#### AVERTISSEURS D'INCENDIE (TYPE DES PARTICULIERS).

L'établissement d'une communication entre un immeuble particulier et un poste quelconque du réseau d'incendie comporte la pose d'un fil spécial reliant les deux points et l'installation : 1° chez l'intéressé, d'un bouton d'appel avec sonnerie et d'un avertisseur automatique ; 2° chez les Sapeurs-Pompiers, d'une sonnerie avec bouton de réponse.

Bien que ces appareils aient déjà figuré à l'Exposition de 1878, il semble nécessaire d'insister par quelques explications de détail sur la simplicité de leur manœuvre et sur les garanties qu'ils présentent au point de vue du bon fonctionnement ; on pourrait croire, en effet, qu'il n'en est pas ainsi, tant sont rares les installations de ce genre, comme le constate le plan sur lequel elles sont figurées. Le public a cependant été prévenu dès le 20 janvier 1880, à la demande du Colonel des Sapeurs-Pompiers et à l'aide d'avis placardés par ordre de M. le Préfet de Police, qu'il suffisait de s'adresser à M. le Ministre des Postes et Télégraphes pour obtenir les autorisations nécessaires.

En principe, une sonnerie électrique ordinaire, dont le bouton d'appel serait chez le particulier et le timbre chez les Sapeurs-Pompiers, permettrait la transmission d'un appel de feu, ou même la désignation de la nature du feu, si l'on convenait d'avance de sonner un, deux, trois, etc., coups, suivant les cas ; une seconde sonnerie avec fil indépendant de celui de la première, mais dont cette fois le bouton d'appel serait chez le Sapeur-Pompier et le timbre chez le particulier, permettrait également au premier de répéter au second les signaux primitivement envoyés, c'est-à-dire d'affirmer non seulement sa présence, mais encore la mise en route des secours utiles.

Dans ces conditions, les communications seraient donc assurées, le but serait atteint, et il suffirait de convenir d'un signal à échanger chaque matin, chaque soir, pour être sûr que tout fonctionne bien et rester dans une complète quiétude.

L'avertisseur remplit précisément ce programme; il en simplifie même l'exécution aussi bien au point de vue de la manœuvre qu'au point de vue de l'installation.

En effet, il n'exige que la présence d'un fil au lieu de deux, parce que ses sonneries diffèrent des sonneries ordinaires par l'addition de bobines de dérivation, disposées dans le circuit intérieur de chacune d'elles, de manière à obtenir un circuit continu et à éviter ainsi les interruptions des trembleurs, qui pourraient être nuisibles à l'échange régulier des roulements formant signaux.

Les sonneries ne peuvent être mises en mouvement qu'à la volonté du particulier, en sorte que le contrôle, au point de vue du fonctionnement, lui appartient exclusivement.

Les signaux de feu se résument en un seul; encore est-il produit automatiquement, afin d'éviter toute erreur de manipulation. Il est vrai que, par suite, le personnel et les engins sont mis en mouvement aussi bien pour un feu de peu d'importance que pour un véritable incendie; mais, outre qu'il faut éviter les conséquences d'une erreur ou d'un trouble dans l'esprit de celui qui donne l'alarme, il est de principe au Corps qu'il vaut mieux se déranger dix fois, même inutilement, que de risquer de ne pouvoir attaquer un feu vigoureusement à son début.

Le manipulateur automatique est un simple mouvement d'horlogerie, dont l'axe du ressort moteur porte un disque muni sur sa circonférence de dents groupées ou espacées de telle sorte que, au moment où le disque est mis en mouvement par le relèvement d'un levier, les contacts produits par le passage de ces dents devant un ressort produisent en passant par la sonnerie une imitation du rappel battu par les tambours, lequel est invariablement, et pour tous les appareils de ce genre, le signal spécial de feu.

Il est bon de remarquer que ce signal ne peut être imité par le doigt agissant sur le bouton d'appel; il en résulte qu'en défendant suffisamment l'accès à tout venant de l'avertisseur automatique on ne peut craindre les fausses alertes, les dérangements inutiles: la manœuvre du bouton d'appel seul n'étant jamais considérée par les Sapeurs-Pompiers que comme une épreuve du bon fonctionnement.

**IMMEUBLES POSSÉDANT DES AVERTISSEURS, TYPE DES PARTICULIERS.**

**1° Monuments publics.**

*Musée du Louvre.* — L'installation en remonte déjà au 21 juin 1877; elle prime donc en date toutes les autres.

*Ministère des Finances*, y compris les annexes, rue Cambon et rue de Rivoli, 192.

**2° Grandes Administrations.**

*Chemins de fer de l'Ouest.* — La gare de Saint-Lazare et celle de Montparnasse, centres du réseau d'appel, sont reliées à l'État-major par des appareils à cadran.

*Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.* — Les bureaux de l'Administration, rue Saint-Lazare.

La Compagnie est en instance pour faire relier les gares des voyageurs avec l'État-major et celle des marchandises avec le poste de pompe à vapeur de la rue Pomard.

**3° Immeubles particuliers.**

*Belle-Jardinière.* — Le premier en date.

*Grands magasins du Louvre.*

*Écuries des grands magasins du Louvre*, avenue Rapp.

*Le Bon Marché.*

*Usine Trébucien*, cours de Vincennes.

*Raffinerie Lebaudy*, rue de Flandre.

**4° Théâtres.**

*Français.*

*Opéra-Comique.*

*Odéon.*

*Châtelet.*

*Gaité.*

*Historique.*

*Palace-Théâtre.*

*Beaumarchais.* — En instance.

*Comédie-Parisienne.* — En instance.

La nouvelle ordonnance sur les théâtres rend obligatoire pour chacun d'eux et pour les grands cafés-concerts l'installation à bref délai d'avertisseurs d'incendie.

AVERTISSEURS D'INCENDIE (TYPE DES GRANDS ÉTABLISSEMENTS).

Lorsque les surfaces utilisées par les grandes Administrations présentent des développements considérables et qu'on peut y accéder par des rues différentes en cas de feu, il devient nécessaire de désigner au Service d'incendie sur quel point de la surface le feu a éclaté et de lui épargner ainsi une perte de temps dans le parcours; c'est pourquoi on installe des avertisseurs, type des particuliers, aux points opposés de ces surfaces, à la porte même par laquelle on doit y accéder, mais ces avertisseurs, au lieu d'être reliés avec le poste des Sapeurs-Pompiers par leur fil spécial, sont tous placés sur un même fil qui aboutit à un récepteur commun, qui n'est autre qu'un récepteur à cadran système Breguet, dont les lettres sont remplacées par des chiffres espacés d'une quantité double pour ne fournir des indications que sur des interruptions de courant.

Chaque avertisseur possède un fil de terre qui lui permet de fonctionner indépendamment des autres; le disque de son manipulateur automatique, au lieu d'être disposé comme celui du type des particuliers, est armé d'autant de dents également espacées que le comporte le numéro qu'il occupe dans la série dont il fait partie. Lorsque le disque est mis en mouvement, ces dents, en passant devant le ressort qui ferme le circuit, produisent le nombre de contacts voulu pour que l'aiguille du cadran récepteur s'arrête sur le numéro correspondant à celui du point qui appelle.

Une installation de ce genre existe aux Entrepôts de Bercy, dont le plan figure à l'Exposition, et qui couvrent une surface de 40<sup>ha</sup> environ.

PLANS.

Deux plans de Paris sont exposés. Le premier figure le réseau affecté au service du public. Les stations télégraphiques existantes y sont représentées, ainsi que les stations télégraphiques projetées, c'est-à-dire au sujet desquelles des demandes ont été transmises au Conseil municipal.

Les points d'attache directe avec les postes centraux d'autres Services sont également relevés.

Le second plan figure le réseau affecté au service des particuliers et, en faisant ressortir la rareté des communications directes, démontre l'indifférence du public en matière d'organisation préventive contre la propagation du feu.

### HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

Quelle que soit la nature des dépêches transmises ou reçues, il y a toujours intérêt à connaître l'heure d'envoi ou celle de réception ; mais, lorsqu'il s'agit d'appels au feu, c'est-à-dire d'indices d'événements qui peuvent donner lieu à des constatations ultérieures, il devient nécessaire que les heures soient enregistrées automatiquement et sans qu'il soit possible d'en modifier l'indication.

D'ailleurs, au point de vue de la discipline et de la bonne exécution du service avec un personnel aussi nombreux que celui affecté par le régiment au Service télégraphique, l'enregistrement des heures est une garantie précieuse pour assurer à la fois l'exactitude et la promptitude dans l'expédition des appels au feu.

Si donc on se reporte à l'exposé du fonctionnement du réseau télégraphique d'incendie à Paris (Classe VI, Télégraphie électrique, Signaux), on verra que l'État-major communique directement avec les casernes, qui, elles-mêmes, communiquent directement avec les postes de leur section, et qu'en résumé le problème à résoudre était celui-ci : *Une dépêche venant de l'une quelconque des cent trente-trois stations télégraphiques (ce chiffre dépassera prochainement deux cents) doit laisser trace de l'heure de sa transmission ou de sa réception.*

Les crédits largement accordés par le Conseil municipal, au budget de 1881, pour réorganiser complètement le Service d'incendie d'après les plans que lui avait soumis le Colonel du régiment des Sapeurs-Pompiers, ont permis de procéder à l'installation d'un mécanisme répondant complètement aux exigences du problème qui vient d'être posé. Il est bon de remarquer qu'à ce moment le Service d'incendie ne possédait dans ses casernes que de simples cartels.

Ces installations seront complètes au 1<sup>er</sup> novembre de la présente année ; en voici la description sommaire ; l'horloge enregistrant les appels d'incendie figure d'ailleurs à l'Exposition.

*Distribution de l'heure.* — L'État-major reçoit un régulateur à secondes placé dans le circuit municipal pour y être synchronisé par le régulateur de l'Observatoire. Le régulateur de l'État-major a pour fonction de remettre à l'heure deux fois par jour une horloge placée dans chacune des onze casernes.

Mais, comme la remise à l'heure s'effectue automatiquement par des fils

télégraphiques déjà utilisés pour la transmission des dépêches de feu, les dispositions sont prises pour qu'il n'y ait pas interruption aussi bien pour cette transmission que pour la remise à l'heure quand elles ont lieu simultanément.

*Enregistrement des heures de transmission ou de réception des dépêches.* — Les horloges des casernes, aussi bien que celle de l'État-major, sont munies, sur l'axe des aiguilles, d'un cylindre entraîneur sur lequel se déroule un papier qui peut recevoir les empreintes d'autant de pointes qu'il y a de postes correspondants à la caserne; mais chacune de ces pointes n'est mise en mouvement que lorsque le poste correspondant attaque; elle s'agite à la façon des sonneries trembleuses.

Comme ces bandes sont partagées en divisions, dont chacune correspond à une minute, il devient facile de connaître, à quelques secondes près, le moment précis où a été donné le signal d'alarme.

*Démonstration.* — Le centre horaire de M. Breguet, placé dans le pavillon de la Ville, à l'opposé de l'horloge enregistrant les appels d'incendie, représente le centre horaire de l'État-major. C'est d'ailleurs M. Breguet qui a exécuté tous les appareils qui figurent à l'Exposition du régiment de Sapeurs-Pompiers. L'horloge enregistrant les appels d'incendie est donc régulièrement remise à l'heure par ce centre horaire (1).

L'horloge, dont la description détaillée est donnée plus loin, est supposée compléter l'installation télégraphique représentée par la plus grande des deux tables placées à proximité d'elle. Elle enregistre, par conséquent, les réceptions des dépêches envoyées par la plus petite table, ainsi que celles des appels transmis par les avertisseurs d'incendie (type des grands établissements et type des particuliers).

*Description détaillée des organes de l'horloge qui enregistrent les appels d'incendie.* — Le mouvement du rouage servant à donner l'heure sert aussi à entraîner le papier enregistreur. A cet effet, l'axe des aiguilles commande, à l'aide de deux roues de même diamètre, un autre axe sur lequel est adapté un cylindre disposé ainsi qu'il suit :

Sur sa circonférence, qui mesure 120<sup>mm</sup> de développement, sont disposées des pointes semblables à celles d'aiguilles à coudre et espacées de 2<sup>mm</sup>. En

---

(1) Les dispositions générales de l'Exposition de la Ville ont amené l'emploi, pour cet objet spécial, d'une horloge synchronisée par le centre horaire et en remplissant les fonctions.

piquant le papier, ces pointes indiquent donc les minutes; toutes les cinq pointes, il y en a une autre pour indiquer les cinq minutes; toutes les quinze, il y en a trois pour indiquer les quarts d'heure, et enfin, pour indiquer l'heure, on en a mis une quatrième.

De chaque côté du cylindre sont disposés douze électro-aimants, dont les palettes sont montées comme celles des sonneries trembleuses. Sur le cylindre sont disposées vingt-quatre rainures destinées à laisser pénétrer les pointes des palettes.

Le papier, en attente sur un rouleau, est entraîné par le cylindre et retombe à la façon du papier des appareils Morse.

Toutes les fois que le courant est envoyé dans les électro-aimants, le papier est perforé par les pointes qui terminent les palettes, et, comme ces palettes sont disposées en trembleuses, le papier est percé pendant tout le temps que le courant passe dans l'électro-aimant. Ce dernier est mis en fonction lorsque la chute d'un annonceur placé sur la ligne ferme le circuit d'une pile locale.

L'heure est indiquée sur deux cadrans : le premier montre l'heure extérieurement, le second intérieurement; ce dernier peut être orienté à volonté.

La remise à l'heure s'effectue à midi et à minuit (1); mais, pour éviter une interruption sur la ligne à ces moments, la palette de l'indicateur et celle de la remise à l'heure de la pendule sont aimantées par influence, avec des polarités différentes, par des aimants permanents sur lesquels elles sont montées; les électro-aimants de l'indicateur et de la pendule font partie du même circuit et sont disposés de façon que, par une modification convenable de leurs polarités, l'une des deux palettes seulement entre en fonction quand un courant est envoyé, soit pour sonner et télégraphier, soit pour remettre à l'heure, c'est-à-dire que le courant positif est envoyé sur la ligne par les piles des appareils télégraphiques et le courant négatif par les piles des remises à l'heure.

Le système de remise à l'heure est celui de Breguet. Lorsque le rouage est déclenché au moyen de l'électricité, la roue qui porte les aiguilles des minutes est désembrayée de la longue tige, puis les roues servant à remettre à l'heure agissent en même temps sur les deux cadrans et sur le cylindre entraîneur du papier, ainsi qu'il est expliqué dans la Notice n° IV.

Le balancier est à demi-seconde, avec échappement à rouleau.

L'horloge et le rouage de remise à l'heure sont à poids.

---

(1) Pour la démonstration, la remise à l'heure s'effectuera, à l'Exposition, toutes les heures.

---

# TABLE DES MATIÈRES.

---

## NOTICE N° I.

### DOCUMENTS OFFICIELS.

	Pages
Lettre de M. le Ministre des Postes et des Télégraphes à M. le Préfet de la Seine (8 décembre 1880).....	5
Extrait du Rapport de l'Ingénieur en chef Sous-Directeur des Travaux (2 mars 1881).....	6
Délibération du Conseil municipal (9 avril 1881).....	7
Arrêté approubatif (26 avril 1881) et mesures d'exécution. — Liste des collaborateurs.....	8

---

## NOTICE N° II.

### PROTECTION DES ÉDIFICES CONTRE LA Foudre.

HÔTEL CARNAVALET A PARIS.....	9
<i>Première annexe.</i> — Instruction de la Commission spéciale.....	12
Pointes de paratonnerres. — Tiges de paratonnerres. — Délimitation de la zone de protection de chaque tige. — Masses métalliques reliées au conducteur. — Conducteur. — Compensateurs de dilatation, supports, arrivée en terre. — Dispositions générales.	
<i>Seconde annexe.</i> — Travaux de paratonnerres. — Extrait du cahier des charges de l'entreprise.....	18

---

## NOTICE N° III.

### RÉSEAU TÉLÉGRAPHIQUE MUNICIPAL DE PARIS.

Constitution du réseau.....	21
Tableau d'ensemble.....	25

---

## NOTICE N° IV.

### UNIFICATION DE L'HEURE DANS PARIS.

#### RÉGLAGE ET REMISE A L'HEURE DES HORLOGES PAR L'ÉLECTRICITÉ.

	Pages.
<b>CHAPITRE I. — Ensemble de l'opération</b> .....	27
Projet d'ensemble.....	27
Principe général.....	28
Division de l'opération.....	28
<b>CHAPITRE II. — Synchronisation</b> .....	29
Principe théorique.....	29
Éléments essentiels. — Les électro-aimants, les contacts, la pile.....	30
<i>Application à Paris</i> .....	31
Poste distributeur de l'Observatoire.....	31
Circuits.....	33
Centre horaire.....	34
Synchronisation en circuit secondaire d'une pendule demi-seconde et d'une horloge de clocher.....	34
<b>CHAPITRE III. — Envoi par le centre horaire des courants de remise à l'heure</b> .....	35
Moment et durée des courants.....	35
Contact du centre horaire.....	35
Relais.....	35
<b>CHAPITRE IV. — Réglage ou remise à l'heure des horloges publiques</b> .....	36
Exposé général et classification des systèmes.....	36
I. <i>Réglage automatique</i> .....	38
Système de MM. Redier et G. Tresca appliqué par MM. Henry-Lepaute.....	38
II. <i>Remises à l'heure</i> .....	40
1° Remise à l'heure proprement dite.....	40
Principe. — Difficultés d'application aux grandes horloges publiques.....	40
Application aux pendules et petites horloges.....	41
Système de M. Breguet.....	41
Système de M. Collin.....	42
Système de MM. Fenon et Paul Garnier.....	42
2° Remise à l'heure par le réglage à l'avance.....	43
Disposition réglementaire.....	43
Système de M. Collin.....	43
Système de MM. Redier et G. Tresca.....	44
Système de M. Borrel.....	44

	Pages.
3° Remise à l'heure par le débrayage du rouage.....	45
Système de MM. Fenon et Paul Garnier.....	45
Même système. — Disposition de M. Collin.....	46
Système de M. Redier. — Pendule à deux rouages.....	46
Système de M. Collin. — Train différentiel.....	47
4° Remises à l'heure mixtes.....	47
Systèmes de M. Collin : par l'arrêt en cas d'avance, par le débrayage du rouage en cas de retard.....	47
<b>CHAPITRE V. — Emprunt du réseau télégraphique pour l'envoi des courants de remise à l'heure.....</b>	<b>48</b>
Système général.....	48
Emprunt des lignes par le centre horaire.....	49
<i>Emprunt des lignes par les horloges.....</i>	<i>50</i>
Commutateur de MM. Fenon et Paul Garnier.....	50
Commutateur de M. Madeleine appliqué par M. Lepaute.....	50
Commutateur de M. Madeleine appliqué par M. Collin.....	50
Commutateur de M. Borrel.....	51

---

## NOTICE N° V.

TÉLÉGRAPHIE. — SIGNAUX. — APPELS D'INCENDIE.

RÉGIMENT DES SAPEURS-POMPIERS.

<i>Réseau spécial d'incendie.....</i>	<i>53</i>
Réseau affecté au service du public.....	53
Réseau affecté au service des particuliers.....	56
<i>Avertisseur d'incendie (type des particuliers).....</i>	<i>56</i>
Immeubles possédant des avertisseurs de ce type.....	58
<i>Avertisseurs d'incendie (types des grands établissements).....</i>	<i>59</i>
<i>Horlogerie électrique.....</i>	<i>60</i>
Aperçu d'ensemble.....	60
Distribution de l'heure.....	60
Enregistrement des heures de transmission ou de réception des dépêches.....	61
Démonstration.....	61
Description détaillée des organes de l'horloge qui enregistre les appels d'incendie.....	61



