

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Regnault, Henri-Victor (1810-1878)
Titre	Rapport fait à l'Académie des sciences sur les appareils télégraphiques de M. Siemens (de Berlin)
Adresse	([Paris] : Imprimerie de Gustave Gratiot), [1850]
Collation	1 vol. (16 p.) ; 23 cm
Nombre d'images	17
Cote	CNAM-BIB 8 Sar 576 (P.9)
Sujet(s)	Siemens, Werner von (1816-1892) Télégraphe -- Appareils et matériel
Thématique(s)	Technologies de l'information et de la communication
Typologie	Ouvrage
Note	Extrait des "Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences", t. XXX, p. 500-512.
Langue	Français
Date de mise en ligne	21/01/2021
Date de génération du PDF	20/01/2021
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8SAR576.9

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR.

L'industrie ne saurait aujourd'hui se passer du concours de la science ; quelle que soit l'habileté de l'art pratique, il faut qu'il reconnaisse l'utilité, la puissance des procédés rationnels.

En France, les industries en ce moment les plus avancées sont incontestablement la construction des machines, la fabrication des produits chimiques ; pourquoi cela ? C'est qu'au sein de ces belles industries se sont montrés, plus que partout ailleurs, l'esprit ou la main des élèves de l'École polytechnique, de l'École centrale des Arts et Manufactures, des Écoles d'Arts et Métiers. Ils sont venus prêter aux hommes de la pratique le secours de l'analyse, de la précision, de la méthode. Ceux-ci, à leur tour, ont montré de quelle utilité est la connaissance pratique de la matière, et, dans cette marche commune, on est arrivé aux plus beaux, aux plus décisifs résultats.

Ce mouvement de quelques-unes de nos plus importantes branches industrielles, il faut faire en sorte de l'étendre, de l'appliquer à tout ce qui présente un véritable intérêt. Les arts céramiques, l'impression des couleurs, l'art si multiple des constructions, le travail si varié des métaux, l'art agricole lui-même qu'on croit trop généralement le plus simple de tous, et qui est peut-être le plus compliqué, tous les arts, en un mot, trouveront le plus incontestable bénéfice à demander à la science le secret de ses puissantes ressources.

L'enseignement oral est assurément le moyen par excellence d'instruction scientifique ; il est le plus accessible pour beaucoup d'intelligences ; mais il ne laisse, le plus souvent, que des traces passagères à ceux mêmes, et c'est le bien petit nombre, qui peuvent en profiter.

Les livres, sous ce rapport, ont un avantage incontestable sur l'enseignement oral. Ils nous suivent partout, ils sont toujours prêts à nous aider dans toutes les occasions.

Considérée par ce large côté, l'on peut dire, sans crainte d'opposition, que LA BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE-INDUSTRIELLE, par son plan si large, par ses moyens d'exécution si multipliés, est une pensée heureuse, et qui portera au sein de nos diverses industries d'excellents fruits, si tous ceux qui sont appelés à en faire leur profit veulent bien la comprendre.

Quant à ceux qui croiraient que la science n'est pas facilement abordable à tous, nous tenons à les convertir à une

opinion plus exacte, plus consolante. Les vérités les plus ardues ne demandent pour être comprises par toutes les intelligences que d'être exposées avec clarté.

S'il n'en était point ainsi, nos cours publics, ceux du Conservatoire, ceux de la Faculté des Sciences, ceux de l'Observatoire et ceux du Muséum, jetteraient-ils donc autant d'éclat ?

S'il est un art qui repose sur les données les plus compliquées, les plus délicates de la science, c'est assurément la télégraphie électrique. Tout le monde connaît l'ancien art télégraphique; en le voyant fonctionner, on l'avait déjà compris : il n'en est plus de même des signaux électriques. Eh bien ! voici un savant professeur du Conservatoire des Arts et Métiers à qui il suffit de quelques pages, pour initier tous les esprits à la partie la plus perfectionnée de cet art nouveau, aujourd'hui inséparable de nos moyens de relations politiques et commerciales.

M. Pouillet s'est montré ici aussi lucide, aussi précis que dans ses leçons orales, et nous le remercions de grand cœur de nous offrir un nouvel et aussi puissant argument en faveur des livres scientifiques.

Le sujet, l'opportunité, la curiosité publique, tout ici offre un puissant intérêt et a déterminé notre choix sur tant d'autres productions dignes de fixer l'attention du lecteur trop rarement disposé pour une lecture sérieuse.

Quiconque lira ce Rapport sera de notre avis : tout auteur

qui s'attache à la fois à dire simplement et à bien dire, rend un service immense en faisant pénétrer dans les masses des idées justes et fécondes.

Aussi la BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE-INDUSTRIELLE, qui comprend les ouvrages de tous nos professeurs les plus éminents, est-elle destinée à répandre les germes les plus utiles ; les services qu'elle a déjà rendus sont la meilleure garantie de ceux qu'elle est appelée à rendre.

26645

Son 525/13

RAPPORT

FAIT A L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SUR LES

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

DE M. SIEMENS (de Berlin).

(Commissaires : MM. REGNAULT, SEGUIER ; — M. POULLET, rapporteur.)

(Onide - Serravallo - Holberg)

« Le télégraphe que M. Siemens présente à l'Académie est du genre des télégraphes alphabétiques, c'est-à-dire que les mouvements produits par le courant de la pile ont pour objet de signaler à la station plus ou moins éloignée qui reçoit la dépêche les lettres successives qui en composent les mots.

« Avant les perfectionnements considérables introduits par M. Siemens, les télégraphes de cette espèce étaient, en général, établis dans les conditions suivantes :

« Deux fils de métal joignent les deux stations qui doivent correspondre, par exemple, entre Paris et Berlin ; ils sont isolés avec soin, ne communiquent électriquement ni entre eux ni avec le sol, soit qu'on les ait suspendus en l'air en les soutenant par des poteaux espacés de cinquante mètres en cinquante mètres, soit qu'on les ait enfouis sous terre après les avoir enveloppés d'un enduit non conducteur presque inaltérable, comme la gutta-percha convenablement préparée.

« Si, à Berlin, une pile est disposée ayant son pôle positif en communication avec l'un de ces fils et son pôle négatif avec l'autre, cela ne suffit pas pour que le courant s'établisse ; car, à Paris, le circuit reste *ouvert*, puisque les extrémités des deux fils ne communiquent pas entre elles. Mais si, à Paris, l'on *ferme* le circuit en joignant les deux fils ou en les réunissant par un arc conducteur quelconque, le courant s'établit à l'instant, le fluide électrique circule d'une manière permanente, avec la vitesse qui lui est propre, dans toute l'étendue des fils et dans tous les appareils qui les réunissent à l'une et à l'autre de leurs extrémités.

« On dit alors que le fluide vient de Berlin à Paris par le fil qui communique avec le pôle positif de la pile, et qu'il retourne de Paris à Berlin par le fil qui communique avec son pôle négatif.

« Cependant il faut bien se garder de prendre à la lettre ces expressions d'aller, de retour et de circulation, qui sont reçues dans la science ; elles ne veulent pas dire que le fluide électrique circule en effet ou qu'il éprouve un mouvement de translation analogue à celui du liquide qui se meut dans un tube, ou à celui du gaz, qui va du gazomètre au bec d'éclairage ; elles signifient seulement que le fluide électrique fait sentir ses effets sur les différents points du circuit.

« Quand le son va frapper un écho et revient à son origine, on peut dire aussi qu'il a un mouvement d'aller et de retour ou un mouvement de circulation, et l'on sait bien cependant qu'en réalité ce n'est pas l'air lui-même qui se transporte depuis le point où il est ébranlé jusqu'à la surface qui fait l'écho, et depuis cette surface jusqu'au point primitif du départ ; au lieu de se transporter, l'air vibre, et ce sont ces vibrations qui se transmettent successivement, et de proche en proche, avec une certaine vitesse ; c'est donc le mouvement qui va et qui revient, qui se transmet et qui circule, et non pas le fluide lui-même, ou, en général, le milieu dans lequel le mouvement s'accomplit.

« C'est là ce qu'il faut entendre quand on parle de la transmission de l'électricité, comme quand on parle de la transmission du son ou de la lumière.

« Le courant électrique circule donc de Berlin à Paris et de Paris à Berlin sous la condition : 1^o que la pile donne de l'électricité ; 2^o que les fils soient bien isolés ; 3^o que le circuit reste exactement fermé sur tous les points de son trajet sans offrir nulle part la moindre solution de continuité.

« S'il arrive que les fils communiquent électriquement entre eux ; si, par exemple, on les réunit par un fil fin de métal, par un filet d'eau ou d'humidité, ou, en général, par un arc conducteur, cet arc conducteur devient à l'instant le siège d'un courant dérivé qui affaiblit dans une certaine proportion le courant dévolu à la portion restante du circuit.

« Ce qui arrive pour une seule dérivation arrive pour un nombre quelconque, et l'on conçoit que si les poteaux où s'attachent les fils ne leur donnent pas un isolement parfait, il en résulte autant de courants dérivés que de poteaux, c'est-à-dire vingt par kilomètre, et qu'alors les piles les plus énergiques deviennent bientôt insuffisantes pour faire passer un courant efficace dans une ligne télégraphique d'une étendue considérable.

« La théorie permet de calculer les intensités du courant dans les diverses portions d'un circuit ainsi ramifié de la manière la plus

complète, pourvu que l'on connaisse tous les éléments de ces ramifications.

« La théorie avait pareillement indiqué un moyen doublement économique d'établir un circuit entre deux points très éloignés, comme Berlin et Paris. Ce moyen consiste à remplacer l'un des fils par la terre elle-même. Supposons en effet qu'il n'y ait qu'un seul fil de métal étendu entre ces deux points, et qu'à Paris son extrémité communique au sol par une large plaque de métal plongeant dans la Seine, ou seulement dans l'eau d'un puits, qu'à Berlin le pôle négatif de la pile communique aussi à l'eau d'un puits, et, par suite, aux eaux de la Sprée; on comprend qu'à l'instant où le pôle positif touchera l'extrémité du fil, le courant viendra, comme tout à l'heure, de Berlin à Paris par le fil de métal; mais qu'au lieu de retourner de Paris à Berlin par le second fil qui n'existe plus, il s'en retournera par les eaux de la Seine, de la mer du Nord, de l'Elbe et de la Sprée, et de plus, par toutes les portions du sol dont la conductibilité est suffisante pour lui livrer passage. On dit alors que la terre fait partie du circuit, et l'on réalise ainsi une double économie en ce que l'on évite la dépense d'un second fil et en ce que la terre, à raison de l'énorme section qu'elle offre au courant, lui oppose bien moins de résistance que le deuxième fil dont elle tient la place. »

« Ajoutons un mot sur les signes télégraphiques.

« Le courant qui passe d'une manière continue dans un circuit formé par deux fils ou par un seul fil et la terre, ne produisant qu'un effet constant et uniforme, est peu propre à donner les signes essentiellement variés qui sont indispensables à l'expression de la pensée. Il est donc nécessaire de tirer du courant des effets différents et de combiner entre eux ces effets jusqu'à ce que l'on obtienne enfin autant de signes qu'il en faut pour reproduire tout ce que les langues humaines peuvent exprimer. On y parvient d'une manière très simple en interrompant le courant pour le rétablir ensuite, et en disposant les choses pour que ces alternatives donnent naissance à un mouvement de va-et-vient plus ou moins rapide; pour cela, on introduit dans le circuit un électro-aimant qui devient aimant pendant que le courant passe, et qui cesse de l'être aussitôt que le courant cesse. Pendant qu'il est aimant, il attire son armature, et dès que le courant cesse il y a un ressort qui la rappelle; ainsi l'armature oscille ou vibre en quelque sorte entre l'action du ressort et celle de l'électro-aimant. Ces vibrations peuvent se faire avec une rapidité presque incroyable, car il est très facile de construire des appareils qui en exécutent plusieurs centaines dans une seconde, et assurément l'on parviendrait sans peine à décupler ce nombre. Mais,

comme on le voit, il y a là une condition essentielle à remplir, c'est un rapport nécessaire entre la vivacité du ressort qui rappelle l'armature et la puissance attractive de l'aimant qui l'entraîne en sens contraire, puissance qui dépend elle-même de plusieurs données, et surtout de l'intensité du courant.

« Ce mouvement de va-et-vient une fois obtenu avec la régularité et la vitesse que l'on veut lui donner, il est facile de le transformer en mouvement de rotation et d'avoir ainsi une aiguille parcourant un cadran sur lequel on inscrit ou les lettres de l'alphabet ou d'autres signes conventionnels. Alors il suffit d'arrêter pendant un instant très court, par exemple un tiers ou un quart de seconde, l'aiguille vis-à-vis de la lettre ou du signe que l'on veut faire. Par ces moments d'arrêt, on peut dire en quelque sorte que le courant montre du doigt à celui qui reçoit la dépêche la série des signes dont elle se compose; il n'a plus qu'à les écrire quand le mot est fini, ce qui s'annonce par un signal particulier, ou, s'il veut aller plus vite, les dicter à quelqu'un qui ait la main assez prompte pour écrire aussi vite que parle le télégraphe.

« Dans le système dont il s'agit ici, chaque oscillation simple pourrait correspondre à une lettre du cadran; mais il vaut mieux, en général, disposer les choses pour que l'oscillation double ne fasse passer qu'une lettre; ainsi, s'il y a trente signes sur le cadran, il faudra trente oscillations doubles de l'armature pour que l'aiguille fasse un tour entier. Alors l'aiguille n'est arrêtée un instant qu'à la fin de l'oscillation double, c'est-à-dire pendant que l'armature est sous l'action du ressort et non pas sous l'action attractive de l'électro-aimant.

« Il reste à faire comprendre comment l'opérateur de Berlin qui envoie la dépêche parvient à interrompre le courant avec la vitesse et la régularité convenables, et comment il est sûr d'arrêter l'aiguille de l'autre station, c'est-à-dire de Paris, très exactement sur les lettres qu'il veut signaler. Il a pour cela un *interrupteur*, c'est-à-dire une roue ayant par exemple soixante centimètres de circonférence et divisée en soixante parties égales; ces divisions, formant une surface cylindrique sur la périphérie de la roue, sont alternativement de métal et d'ivoire, c'est-à-dire conductrices et non conductrices. Vis-à-vis de ces dernières, qui sont au nombre de trente, sont reproduits dans le même ordre les trente signes du cadran de Paris qui reçoit la dépêche. Les deux bouts du fil qui doivent se toucher pour compléter le circuit viennent s'appuyer sur la périphérie de l'interrupteur, touchant en même temps l'une des soixante divisions qui s'y trouvent; si c'est une division de métal, le courant passe; si c'est

une division d'ivoire, il ne passe pas. Par conséquent, si l'opérateur fait tourner la roue avec la main pour qu'elle accomplisse une révolution entière en partant d'une division d'ivoire, il est certain que le courant aura passé trente fois et aura été trente fois interrompu, que l'électro-aimant de Paris sera devenu trente fois électro-aimant et aura trente fois cessé de l'être, que l'armature aura fait trente vibrations doubles, et qu'enfin l'aiguille du cadran aura fait un tour entier comme l'interrupteur de Berlin. S'ils étaient d'accord, c'est-à-dire s'ils correspondaient au même signe ou à la même lettre en commençant, ils seront d'accord en finissant ; et rien n'est plus facile, par la correspondance elle-même, que d'établir cet accord et de le vérifier aussi souvent que l'on veut.

« Chaque station doit avoir les deux appareils dont nous venons de parler, l'interrupteur pour envoyer la dépêche, et le cadran pour la recevoir ; on ajoute encore un troisième appareil, le carillon d'alarme, qui n'est introduit dans le circuit que dans les intervalles où la correspondance est suspendue : alors celui qui veut envoyer une dépêche fait sonner le carillon de l'autre station pour appeler au travail les employés qui doivent la recevoir.

« Tous les télégraphes alphabétiques construits antérieurement à M. Siemens ressemblent à celui que nous venons de décrire ; on peut les caractériser d'une manière générale en disant qu'ils ont nécessairement un interrupteur qui se meut à la main, par celui qui envoie la dépêche ; et que, par suite, celui qui reçoit la dépêche est obligé de se taire et de rester passif jusqu'à ce que son correspondant lui laisse la liberté de parler à son tour. Que si les divers appareils dont on a fait usage présentent entre eux quelques différences, elles ne portent pas sur ces deux points, mais seulement sur le mécanisme qui sert à transformer le mouvement de va-et-vient en mouvement de rotation, ou sur la disposition du cadran, ou sur la forme de l'interrupteur, ou enfin sur le nombre des divisions tant conductrices que non conductrices dont il se compose.

« M. Siemens a considéré sous un tout autre aspect le problème du télégraphe alphabétique, et il est entré dans une voie tout-à-fait nouvelle en se proposant de maintenir à l'opérateur qui reçoit la dépêche, pendant même qu'il la reçoit et qu'il écrit, son action directe et immédiate sur l'opérateur qui la lui envoie, et cela sans avoir recours à un second fil, sans rompre l'accord des cadrans et des appareils et sans amener la moindre perturbation dans la série des signes dont la transmission est commencée.

« La méthode ordinaire refuse absolument cet avantage à celui qui reçoit la dépêche ; car s'il voulait parler pendant qu'on lui

parle, il en résulterait à coup sûr une confusion dont on aurait peine à sortir. S'il voit son appareil se déranger, faire un signe pour un autre et répéter tout autre chose que ce qu'on lui dit, il n'a qu'un seul moyen à sa disposition, c'est de rompre le circuit, c'est-à-dire de couper la parole à son correspondant. Alors, ce n'est qu'après des pourparlers et des pertes de temps considérables que la dépêche peut être reprise.

« Par la méthode de M. Siemens, celui qui reçoit la dépêche peut, au contraire, à chaque instant et sans aucun trouble, parler à celui qui la lui donne, signaler une erreur ou demander la répétition d'un signe mal fait ou mal compris.

« Pour réaliser cet avantage, qui est d'une haute importance, M. Siemens supprime tout-à-fait l'interrupteur dont nous avons parlé, et il dispose son appareil à cadran pour qu'il agisse absolument de la même manière, soit qu'il doive envoyer une dépêche, soit qu'il doive la recevoir. Essayons de faire comprendre ce mécanisme ingénieux qui fonctionne en même temps avec une grande vitesse et avec une régularité parfaite.

« L'armature de l'électro-aimant porte un levier d'environ un décimètre de longueur qui exerce deux actions très différentes.

« Par la première, il fait passer, à chaque vibration double (aller et retour), une dent de la roue sur l'axe de laquelle est montée l'aiguille indicatrice du cadran, et par conséquent il porte cette aiguille d'une lettre à la lettre qui suit.

« Par la seconde action, il rompt le circuit et arrête le courant dont il a lui-même reçu le mouvement; mais il ne l'arrête qu'au moment où il est lui-même arrêté par un buttoir dans son excursion *d'aller*, c'est-à-dire quand l'armature, attirée par l'électro-aimant, est venue aussi près des pôles qu'elle doit le faire : alors le circuit étant rompu, l'armature cesse d'être attirée, et se trouvant immédiatement rappelée par son ressort, le levier accomplit son *retour*. A peine touche-t-il à cette autre limite de son excursion, qu'il complète de nouveau le circuit, rétablit le courant, et à l'instant se trouve de nouveau emporté par l'armature pour accomplir son deuxième aller qui, par la même cause, est suivi d'un deuxième retour. Ces vibrations isochrones s'accompliraient ainsi indéfiniment tant que la pile fournirait un courant de même intensité; puis, elles deviendraient plus lentes quand la pile s'affaiblirait, et enfin elles cesseraient après un temps plus ou moins long quand l'action du courant serait devenue trop faible pour que la force attractive de

l'électro-aimant pût vaincre l'inertie de l'armature, et la tension du ressort qui la retient éloignée des pôles (1).

« Deux appareils semblables introduits dans le circuit, l'un à Berlin, l'autre à Paris, marcheraient de pair et avec un synchronisme parfait, sauf la vitesse de l'électricité qui peut ici être négligée; et s'ils étaient d'accord au premier instant, c'est-à-dire si les aiguilles correspondaient au même signe, elles feraient des milliers de tours et marcheraient pendant des journées ou des années entières en se trouvant toujours d'accord, c'est-à-dire toujours au même instant vis-à-vis des mêmes signes.

« Aucun opérateur n'est nécessaire; la pile se charge de tout.

« Cependant, jusque là, l'aiguille indicatrice du cadran n'aurait qu'un mouvement régulier et saccadé analogue à celui de l'aiguille à secondes d'une pendule; seulement il serait bien plus rapide, car l'aiguille indicatrice pourrait faire une révolution entière par seconde, ne mettant qu'un trentième de seconde pour passer d'un signe du cadran au signe suivant, ce qui suppose, dans le levier de l'armature, trente vibrations doubles par seconde. Il est vrai que M. Siemens n'essaye ses appareils qu'avec une vitesse moitié de celle-ci, c'est-à-dire un tour en deux secondes, ou une vibration double du levier de l'armature en un quinzième de seconde. Cela ne veut pas dire toutefois que son télégraphe puisse faire quinze signes par seconde ou neuf cents par minute, car l'œil pourrait à peine suivre l'aiguille; d'ailleurs, avec cette vitesse régulière et uniformément saccadée, elle montre tous les signes également, et fait en dernier résultat la même chose que si elle n'en montrait aucun, puisque l'observateur qui la suit ne peut rien distinguer, rien démêler dans ses mouvements; elle fait à peu près comme quelqu'un qui réciterait l'alphabet plusieurs fois de suite, d'une voix parfaitement réglée et monotone, sans faire sentir aucune lettre en particulier; à coup sûr il serait bien impossible de démêler ce qu'il a voulu dire.

(1) En 1843, M. de La Rive augmentait l'action chimique d'un simple élément, en introduisant dans le circuit un électro-aimant dont l'armature, par ses vibrations lentes, déterminait des ruptures successives. En 1846, M. Froment, appliquant le même principe sous une autre forme, faisait vibrer l'armature d'un électro-aimant avec une vitesse assez grande pour produire des sons et même des sons très aigus. (Comptes-rendus, tome XXIV, page 428.) A la même époque, M. Froment employait ces vibrations comme moteur, après avoir ajouté à son appareil un mécanisme qui se réglait à volonté et opérait la rupture du circuit à une période quelconque de l'excursion.

« Il faut donc ajouter quelque chose au mécanisme dont nous venons de parler ; il faut arrêter l'aiguille dans sa course, non pas longtemps, mais pendant une demi-seconde, un tiers de seconde ou peut-être un quart de seconde, suivant la justesse des mouvements de celui qui envoie la dépêche, et le coup d'œil plus ou moins prompt de celui qui la reçoit ; par là l'aiguille montre, choisit, ou, si l'on veut, prononce en quelque sorte les lettres sur lesquelles l'opérateur doit exclusivement porter son attention. Pour obtenir ce résultat, M. Siemens adapte circulairement autour de son cadran autant de touches qu'il porte de signes, et sur chaque touche est répété, en caractère très apparent, le signe auquel elle correspond. En posant le doigt sur une touche, on abaisse une petite tige verticale de un ou deux millimètres de diamètre, qui vient alors barrer le passage à un levier horizontal parallèle à l'aiguille et monté sur son axe. C'est exactement comme si l'on arrêta l'aiguille elle-même ; mais le mécanisme est caché au dessous du cadran pour n'en pas troubler l'aspect, et pour ne pas fatiguer l'attention de l'opérateur. Il ne suffit pas que l'aiguille soit bien fidèlement arrêtée vis-à-vis du signe qu'elle doit indiquer, il importe de plus que le levier moteur, lié à l'armature, dont le même obstacle arrête aussi la vibration, se trouve alors vers le milieu de son retour, c'est-à-dire vers le milieu de l'excursion qu'il fait sous l'influence du ressort qui le rappelle. On comprend, en effet, qu'à cet instant le circuit étant rompu depuis un certain temps, et les effets du courant ayant cessé, il y a moins de chance pour que l'armature contracte une polarité magnétique capable de troubler la marche régulière de l'appareil. Ces conditions sont très habilement remplies par M. Siemens.

« Celui qui envoie la dépêche n'a donc qu'une seule opération à faire : poser le doigt successivement sur toutes les touches qui correspondent à la série des signes qu'il veut transmettre. Il abaisse une touche, et l'aiguille indicatrice de son appareil, emportée par le mouvement régulier qui l'anime, n'éprouve rien encore ; elle continue sa marche jusqu'à l'instant où elle arrive au signe dont la touche est abaissée ; là elle s'arrête. L'aiguille de l'autre station, mue par la même force et soumise au synchronisme, ne peut pas cependant s'arrêter mathématiquement au même instant, car le levier qui la fait mouvoir, rappelé aussi par son ressort, achève forcément son retour, puisqu'il ne rencontre pas, comme son homologue de la première station, un obstacle matériel qui l'arrête ; il achève donc son retour, et prend la position où, pour sa part, il complète le circuit et rétablit le courant. Cependant, ce qu'il fait là ne peut pas avoir à l'instant même son efficacité, puisque son homo-

logue de la première station est alors retenu en un point où il rompt le circuit. C'est ainsi que l'opérateur qui envoie la dépêche, posant le doigt sur une touche pendant une certaine fraction de seconde, détermine un instant d'arrêt pareil dans l'aiguille de la seconde station ; mais, il faut bien le remarquer, les deux aiguilles ne peuvent pas s'arrêter au même instant : la seconde ne s'arrête qu'après un temps qui équivaut à peu près au quart de la durée d'une vibration complète. Cette circonstance est importante par l'influence qu'elle exerce sur le nombre des signes qui peuvent être transmis dans un temps donné.

« Quand celui qui envoie la dépêche lève le doigt qu'il avait posé sur la première touche pour le porter sur la seconde et faire le deuxième signe, les phénomènes suivants s'accomplissent. Le levier de son appareil, obéissant à l'action du ressort qui le tire, est libre enfin d'achever son retour, et il l'achève en effet. Alors le circuit étant partout fermé, le courant se rétablit ; les armatures des deux stations sont attirées simultanément, et les aiguilles reprennent leur marche concordante jusqu'à l'instant où celle de la première station marque le second signe ; l'aiguille de la seconde station le répète à son tour ; et les mêmes phénomènes se reproduisent jusqu'à la fin de la dépêche.

« Si tout se passe bien, l'opérateur de la seconde station n'a rien autre chose à faire qu'à suivre d'un œil attentif les mouvements de son aiguille indicatrice, et à écrire ou à dicter les signes qu'elle lui a désignés ; si, au contraire, il a un doute, ou s'il est survenu quelque dérangement, il pose le doigt sur une touche ; alors l'aiguille de la première station s'arrête à ce signe, et celui qui envoie la dépêche est prévenu par là que son correspondant veut parler : l'entretien s'engage, les explications s'échangent, et bientôt le travail primitif reprend son cours. On peut dire que c'est une conversation bien ordonnée, entre deux personnes qui veulent s'entendre, chacune ayant une égale liberté de placer son mot à propos.

« L'appareil dont nous venons de donner une idée se suffit à lui-même ; il n'a besoin d'aucun auxiliaire lorsqu'on veut s'en rapporter au manuscrit de l'opérateur, et courir la chance des erreurs qu'il a pu commettre, soit en lisant les mouvements de l'aiguille, soit en écrivant les signes après les avoir lus.

« Mais, pour éviter jusqu'à la possibilité des erreurs de cette espèce, M. Siemens joint au besoin à son appareil une imprimerie magnétique, qui donne la dépêche aussi bien imprimée qu'elle pourrait l'être par la presse ordinaire. Alors le stationnaire n'a pas à s'en mêler ; il peut se promener pendant que son appareil tra-

vaillie, et s'il revient au bout de quelques minutes, il trouve une bande de papier sur laquelle sont imprimées avec une grande perfection toutes les lettres de la dépêche : elles ne sont pas seulement mises à la suite l'une de l'autre, mais les blancs sont observés avec soin, petits entre les lettres et grands entre les mots. Rien n'empêcherait d'y mettre la ponctuation la plus correcte, si elle devenait nécessaire à l'intelligence du texte ; mais, en général, ce serait perdre un temps précieux à faire des signes inutiles.

« Essayons de donner une idée de cet appareil, qui est très bien conçu et parfaitement exécuté.

« Un axe vertical, en tout semblable à celui qui porte l'aiguille indicatrice du cadran, et recevant un mouvement de rotation par un mécanisme absolument pareil, reçoit à sa partie supérieure trente rayons horizontaux disposés dans le même plan et espacés également. Chacun de ces rayons, vers son extrémité la plus éloignée de l'axe, c'est-à-dire à 4 ou 5 centimètres de distance, porte en relief assez saillant, et sur sa face supérieure, l'une des lettres du cadran ; ces rayons étant flexibles et faisant ressort, il suffira d'en pousser un de bas en haut contre la bande de papier qui se trouve un peu au-dessus, pour qu'il vienne la presser avec plus ou moins de force. Cette bande de papier embrasse, sur un arc d'environ une demi-circonférence, un rouleau à imprimer couvert d'une encre assez ferme. Là où le papier est fortement pressé par le relief de la lettre, il s'imprime nettement ; ailleurs il ne reçoit pas même de taches.

« Mais il reste bien des mouvements à combiner pour remplir fidèlement les deux conditions suivantes, savoir :

« 1^o Pour que le rouleau à imprimer, qui doit être immobile au moment où il imprime, tourne d'une quantité convenable et emporte avec lui le papier pour faire un blanc, aussitôt qu'il a reçu la pression d'une lettre, et un blanc plus grand quand il termine un mot ;

« 2^o Pour que le marteau, qui vient en dessous frapper la lettre, vienne juste au moment où elle s'arrête elle-même pendant peut-être un tiers ou un quart de seconde, pour recevoir le coup.

« Nous avons déjà dit que les rayons qui portent les lettres en relief se meuvent comme l'aiguille du cadran, c'est-à-dire qu'ils forment eux-mêmes une espèce de cadran tournant, de telle sorte que toutes les lettres en relief viennent tour à tour passer au-dessus du marteau, qui est disposé pour agir de bas en haut et toujours au même point. Or, à la station qui envoie la dépêche, l'opérateur, mettant le doigt sur une touche, arrête un instant la lettre en relief de la deuxième station, comme il y arrête l'aiguille du cadran lorsqu'on se sert de l'appareil à cadran ; il ne reste donc qu'à faire

jouer le marteau pendant cet instant très court, pour que l'impression soit accomplie.

« C'est un électro-aimant puissant qui est chargé de cet office ; il est mis en jeu par une pile particulière ou pile auxiliaire, dont le courant n'entre pas dans le circuit télégraphique. Chaque fois que le levier moteur du télégraphe exécute une vibration pour faire passer une des lettres en relief, il établit une communication entre les pôles de la pile auxiliaire, ou, en d'autres termes, il ferme le circuit de l'électro-aimant d'impression, et cependant celui-ci reste inactif, parce qu'il est construit pour obéir plus lentement à l'action de son courant ; mais lorsque le levier moteur s'arrête un instant sous l'action de son ressort, c'est-à-dire à sa limite de retour, afin de répéter le signe que la première station lui fait parvenir, alors l'électro-aimant d'impression reçoit du courant qui le traverse une force assez prolongée pour que sa lourde armature obéisse à l'attraction qu'elle éprouve.

« Dans ce mouvement, elle produit les effets suivants :

« 1° Par un levier un peu long, qui fait corps avec elle, elle donne le coup de marteau à la lettre en relief qui l'attendait ;

« 2° Par un second levier qui agit un peu plus tardivement sur une roue à rochet, elle fait tourner d'un cran le rouleau imprimeur et la bande de papier qui l'entoure : les précautions sont prises pour que le rouleau se déplace aussi dans le sens longitudinal, et puisse imprimer ainsi par les divers points de sa surface ;

« 3° Par un troisième levier, elle vient rompre enfin le circuit de la pile auxiliaire, et anéantir ainsi la puissance qui l'avait attirée ; à l'instant, cette lourde armature, ayant pour cette fois terminé son rôle, reprend elle-même sa place, obéissant à l'action du ressort qui la sollicite, et qui devient alors prédominante ;

« 4° Par un quatrième levier qui ne fonctionne qu'à la fin de chaque mot, l'armature de l'électro-aimant d'impression fait résonner un timbre, et le stationnaire peut apprécier par là si les appareils conservent leur accord ; ce dernier effet résulte d'une disposition ingénieuse : chaque mot se termine par une touche blanche, et celui des trente rayons qui correspond à cette touche ne porte aucun relief ; alors le marteau qui frappe comme s'il devait imprimer, n'éprouvant pas la résistance due à l'épaisseur du relief, fait une course un peu plus longue, et permet à l'armature dont il fait partie de faire elle-même un peu plus de chemin. C'est par cet excès d'amplitude dans le mouvement que le quatrième levier peut arriver jusqu'au timbre à la fin de chaque mot, et n'y arrive pas quand c'est une lettre qui s'imprime.

« Enfin, M. Siemens joint encore aux appareils précédents un appareil nouveau qu'il appelle *transmetteur*, et qui est exclusivement destiné à transmettre les dépêches entre deux stations très éloignées l'une de l'autre. Ce troisième appareil repose encore sur le même principe ; mais, de plus, il présente une application intéressante de la théorie des courants dérivés. Le courant qui circule entre les stations, le courant télégraphique proprement dit, peut être très faible, parce qu'on ne lui demande presque aucun service ; sa seule fonction est d'ouvrir et de fermer le circuit en temps opportun. Alors, les courants des piles de chaque station, passant presque exclusivement dans les appareils à signaux, ont toujours assez de puissance pour les faire marcher ; puis, quand leur rôle est fini, le faible courant télégraphique agit à son tour pour préparer l'appareil à exécuter le signe suivant.

« La commission a examiné, avec un très vif intérêt, les divers appareils de M. Siemens ; elle y a trouvé partout une parfaite intelligence de la théorie, et, en habile observateur, M. Siemens a su tenir compte de tous les phénomènes si complexes qui se manifestent dans les conducteurs et dans les électro-aimants, surtout quand les actions doivent être d'une très courte durée.

« Son système, médiocrement exécuté, donnerait sans doute des résultats très médiocres ; mais bien exécuté, comme il l'est par M. Halske, il nous paraît avoir une incontestable supériorité sur les appareils du même genre, c'est-à-dire sur les appareils alphabétiques ordinaires, en ce que ceux-ci ne fonctionnent pas avec le même degré de sûreté et de précision.

« Quant à la vitesse, nous sommes portés à croire que l'appareil de M. Siemens ne le cède non plus à aucun appareil alphabétique ; nous regardons même comme probable que les perfectionnements ingénieux que M. Siemens a apportés dans la construction des électro-aimants, sont propres à lui assurer de l'avantage, surtout lorsqu'on a soin de ne mettre en rapport que des appareils ayant à peu près la même sensibilité relative et de ne jamais associer deux électro-aimants dont l'un serait vif et l'autre paresseux. En conséquence, nous proposons à l'Académie de décider que le mémoire de M. Siemens et la description de ses appareils seront publiés dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

