Les câbles téléphoniques Paris, Villecresnes, Sainte-Assise : résultats d'exploration (1922-1924) et enseignements à en tirer pour la technique des câbles à longue distance

Autor(en): **Cahen, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **3 (1925)**

Heft 5

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-873911

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Jahrgang / Année / Anno III

№ 5

Bern, den / Berne, le / Berna, il 1. X. 1925

Technische Mitteilungen

der schweizerischen Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique — Bollettino Tecnico

de l'Administration des Télégraphes et des Téléphones suisses

dell' Amministrazione dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Herausgegeben im Auftrage der Obertelegraphendirektion

Publié par ordre de la Direction Générale des Télégraphes

Pubblicato per ordine della Direzione Generale dei Telegrafi

Les câbles téléphoniques Paris, Villecresnes, Sainte-Assise.

Résultats d'exploitation (1922—1924) et enseignements à en tirer pour la technique des câbles à longue distance.

Note de la Rédaction: Dans le N° 3 du Bulletin, l'auteur de l'excellente étude sur les „Câbles aériens" a demandé aux fonctionnaires préposés au service de construction de prendre position pour ou contre les idées émises dans son travail. Cette demande nous a valu quelques réponses, que nous nous proposons de publier successivement. L'exposé ci-après, qui est un extrait de la „Revue générale de l'Electricité" du 22 novembre 1924, nous a été adressé par la „Société d'études pour liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance", dont le siège se trouve à Paris.

I. *Introduction.* — Dans une précédente étude, publiée en 1922 dans la „Revue générale de l'Electricité", nous avons indiqué les caractéristiques électriques et mécaniques du câble téléphonique et télégraphique posé entre Paris, Villecresnes et Sainte-Assise, pour le compte de la Compagnie Radio-France, par la Société d'Etudes pour Liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance (S. E. L. T.). En montrant que les résultats obtenus étaient satisfaisants, nous ajoutions qu'il serait néanmoins prématuré de formuler des conclusions définitives avant qu'une exploitation un peu prolongée eût permis de juger de la valeur du câble, de sa robustesse et de la constance de ses caractéristiques électriques.

Il paraîtra peut-être intéressant aux lecteurs de cette Revue, de savoir si, après deux années d'exploitation, les conclusions précédemment formulées doivent être maintenues: la réponse à cette question est l'objet du présent article.

II. *Caractéristiques mécaniques.* — Rappelons qu'une des nouveautés de cette ligne en France consistait dans l'emploi du câble aérien suspendu à un fil porteur; sur les 50 km de longueur totale, le câble est aérien sur une distance d'environ 30 km. On sait que ce mode de construction est très discuté en France et à l'étranger. Tandis que les Etats-Unis en font largement usage même pour les câbles les plus longs et les plus importants, tels que ceux qui relient New-York à Chicago, les administrations européennes ont presque unanimement préféré la pose souterraine, qui leur semble assurer davantage la sécurité.

Nous devons dire que l'expérience faite sur le câble aérien qui nous occupe a été, au point de vue de la sécurité, absolument favorable.

Bien que le tracé traverse des régions boisées où la chasse est active, pas une fois le câble n'a été percé, comme on pouvait le craindre, par une balle perdue. Quant aux intempéries, la ligne a montré une invulnérabilité parfaite à leur endroit et, cependant, elle traverse sur une distance de 15 km environ un plateau dénudé et sa direction générale nord-sud l'expose pleinement aux vents les plus violents, ceux d'ouest. Une preuve éclatante de la robustesse de ce genre de lignes a été donnée à l'automne de l'année 1923. A cette date (on s'en souvient peut-être), un cyclone d'une rare violence a éclaté dans la région de Lieusaint; il a dévasté les récoltes, occasionné de nombreuses chutes d'arbres, fauché littéralement sur 600 m la grande ligne téléphonique en fils nus établie le long de la voie ferrée de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Cependant, le câble aérien, quoique passant dans le centre du cyclone, n'a pas été touché. Un arbre assez gros s'est abattu sur le câble porteur, et n'a occasionné qu'un léger fléchissement des poteaux voisins sans rupture ni du câble porteur, ni de l'enveloppe de plomb du câble proprement dit; aucune communication n'a été interrompue et la ligne a pu être redressée sans aucun incident.

Les auteurs étrangers ont insisté sur les phénomènes de cristallisation du plomb qui se produiraient à la longue, notamment aux endroits où des efforts mécaniques s'exercent. Pour juger de la valeur de la ligne à ce point de vue, il est certain qu'une période de deux ans est peut-être encore un peu courte. Du moins peut-on dire que, pendant cette periode, la ligne s'est bien comportée. Il y a eu en tout deux réparations à faire en ligne courante sur le câble aérien.

Ajoutons que la réparation d'un câble aérien est à coup sûr plus rapide et plus facile que celle d'un câble souterrain.

Est-ce à dire que nous préconiserions, à la suite de cette expérience, la généralisation de l'emploi des câbles aériens? Nullement. Il faut reconnaître que nous nous trouvons ici en présence d'un problème assez différent de celui que les administrations se posent en général pour les transmissions à longue

distance; il s'agit, en effet, d'un câble renfermant relativement peu de conducteurs, ayant par suite un poids et un volume réduits. Or, plus les dimensions augmentent, plus l'avantage économique de la solution aérienne diminue; on est forcé de rapprocher les appuis ou de faire usage de poteaux métalliques ou en ciment armé, les dimensions du câble porteur augmentent, tandis que le prix de la pose d'un câble enterré est assez peu affecté par les dimensions de ce câble. Le problème technique devient aussi plus délicat, et l'on peut craindre que le plomb ne soit amené à subir plus d'efforts.

Enfin, le câble aérien se met à la température de l'atmosphère, température variable d'un jour et d'une heure à l'autre: la résistance de la ligne varie et, par suite, son impédance; cet inconvénient est spécialement grave pour les câbles munis de relais, car, aux stations amplificatrices, on est conduit à placer des impédances représentant aussi parfaitement que possible celles de la ligne. Il y a donc un grand intérêt à ce que celle-ci ne varie pas et soit soustraite à l'influence de la température.

Nous pensons donc que l'Administration française a agi sagement en adoptant pour les longs câbles la solution souterraine. Mais il y aurait néanmoins, pensons-nous, intérêt à ne pas proscrire la solution aérienne pour les câbles secondaires auxquels le nombre limité de fils donnera des dimensions restreintes et sur les circuits desquels il ne sera pas en général intercalé de relais amplificateurs. Une application particulièrement intéressante concerne les communications à établir le long des voies ferrées électrifiées, notamment celles des services des chemins de fer eux-mêmes. Si, en effet, comme il est possible, l'usage de câbles dans ce cas doit être souvent nécessaire, il sera préférable, pour les soustraire à l'électrolyse produite par les courants continus de traction, de les placer non pas en terre, mais sur des appuis offrant un isolement pratiquement suffisant. Le câble aérien paraît donc susceptible d'applications intéressantes et il est très satisfaisant de constater les résultats encourageants donnés à leur sujet par la ligne de Sainte-Assise.

III. *Caractéristiques électriques.*

A. *Communications télégraphiques et téléphoniques simultanées.* — Le câble Paris—Sainte-Assise n'était pas moins intéressant au point de vue électrique qu'au point de vue mécanique, et peut-être, insuffisamment renseignés en 1921 sur les difficultés rencontrées en d'autres pays, n'avons-nous pas assez insisté sur l'importance véritable des résultats obtenus.

En effet, si on se reporte à la littérature abondante parue en ces derniers temps sur les lignes pupinisées, on constate que l'on a eu les plus grandes peines à se servir simultanément du télégraphe et du téléphone sur les câbles de ce genre. Le plus souvent, on utilise pour le télégraphe des paires spéciales, séparées des autres par un écran électrostatique; les communications n'utilisent presque jamais le retour par la terre, mais sont bifilaires. Or le câble Paris—Saint-Assise comporte simultanément des communications télégraphiques à grande vitesse et des communications téléphoniques, mais il n'est muni d'aucun écran. Le télégraphe, qui fonctionne avec retour par la terre, emprunte en parallèle deux fils qui, en série, servent aux communications téléphoniques. Et cependant aucune interaction gênante, aucun trouble n'a été constaté depuis deux ans; et ceci est d'autant plus intéressant que la S. E. L. T. a abordé cette construction presque au début de son existence et que la construction des bobines Pupin par la Société alsacienne de Constructions mécaniques n'avait pas encore toute la perfection que les nombreux essais expérimentaux poursuivis depuis deux ans lui ont donnée.

Il est vrai que la longueur de 50 km est faible; néanmoins, si l'on se reporte aux expériences tentées par ailleurs, on peut voir que les résultats obtenus sont vraiment intéressants.

B. *Circuits combinés ou fantômes.* — Le programme posé par la Compagnie Radio-France ne prévoyait pas l'usage des circuits fantômes pour augmenter le nombre des communications téléphoniques; il était supposé que ces circuits serviraient au télégraphe, mais l'emploi de la terre comme conducteur de retour permit de doubler le nombre des communications télégraphiques prévues et les besoins du télégraphe se trouvèrent ainsi largement assurés. La S. E. L. T. proposa alors à la Compagnie Radio-France d'équiper un circuit fantôme pour les communications téléphoniques, c'est-à-dire au point de vue électrique, de „charger" le fantôme sur l'ensemble de 4 fils ordinairement appelé quarte (ce qui n'avait pas lieu pour les autres quartes).

La S. E. L. T. fit usage, pour réaliser cette charge (ou pupinisation), d'un système entièrement nouveau: celui des bobines unifilaires.

On sait que, pour les soustraire aux influences électrostatiques ou électromagnétiques des circuits extérieurs, on est conduit à constituer les circuits téléphoniques au moyen de deux fils (et non, comme au début, en utilisant la terre comme conducteur de retour) et que ces deux fils doivent être aussi semblables que possible l'un à l'autre. Or, il est difficile d'empêcher qu'accidentellement un courant ne puisse circuler dyssymétriquement sur les deux fils. Si le circuit renferme des organes modifiables d'une façon durable par le passage d'un courant, ce qui est le cas pour les noyaux ferromagnétiques des bobines de self-induction, l'équilibre nécessaire est rompu entre les propriétés des conducteurs d'aller et de retour et les communications sont troublées.

C'est pourquoi, dès le début de la pupinisation, on avait considéré comme nécessaire d'enrouler sur un même noyau les deux fils d'aller et de retour de façon que toute variation de la magnétisation du fer se répercutât également sur l'inductance des deux enroulements (fig. 1).

Mais cette précaution n'est à prendre que parce qu'on emploie des noyaux en fer; elle deviendrait sans objet si on employait des noyaux en matériaux non magnétiques. Elle deviendrait de moins en moins nécessaire à mesure que les matériaux magnétiques deviendraient de moins en moins sujets aux phénomènes de rémanence.

Les principaux constructeurs de bobines ont depuis longtemps cherché à réduire la rémanence. Au prix d'une diminution de la perméabilité que d'autres progrès techniques rendaient sans inconvénient, ils sont arrivés à des progrès très importants.

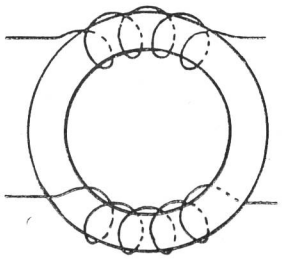

Fig. 1.

Dans ces conditions, la S. E. L. T. a pensé que les variations de self-induction dues à des courants dyssymétriques accidentels deviendraient vraiment trop petites pour occasionner de gros risques. Elle a donc envisagé l'utilisation de bobines unifilaires, chargeant à la fois le circuit fantôme et les circuits réels (fig. 3). Les avantages de ce procédé sont les suivants: il n'y a aucune crainte d'induction entre bobines, puique, aussi bien dans le fonctionnement du circuit fantôme que dans celui des circuits réels, le circuit magnétique de chaque bobine est bien fermé.

La capacité entre enroulements est très réduite, ce qui diminue fortement la distorsion.

Enfin, un calcul simple montre que à self-induction et à dimensions de noyau égales, les pertes par courant de Foucault et hystérésis sont bien moindres que dans les autres systèmes; ce qui permet soit d'améliorer la transmission, soit de réduire notablement les frais par la diminution des noyaux.

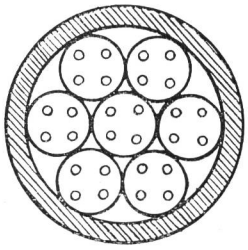

Fig. 2.

Le système valait donc d'être essayé. Il le fut sur une seule quarte (groupe de 4 fils). Il est à remarquer que, sur toute la longueur du câble, on a utilisé la quarte centrale, c'est-à-dire celle qui se trouve rapprochée de toutes les autres utilisées au télégraphe et au téléphone, les différentes quartes formant le câble étant disposées comme il est représenté sur la figure 2. De plus, pendant les essais de réception, cette quarte fut utilisée comme les autres au télégraphe, ce qui aurait pu magnétiser les noyaux. Enfin, les remarques précédemment faites sur la nouveauté du matériel aurait pu expliquer un insuccès.

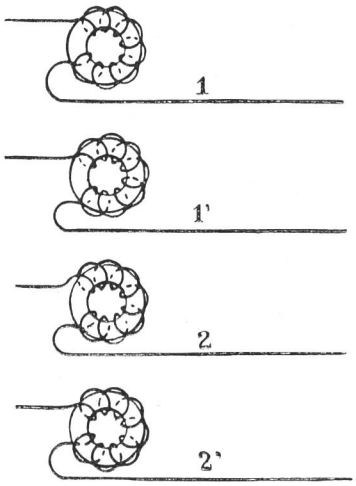

Fig. 3.

Or, depuis 1923, les trois communications téléphoniques sont établies à poste fixe sur cette quarte entre Paris et Villecresnes (25 km) et l'interaction de ces circuits entre eux est pratiquement nulle, de même que l'influence entre eux et les autres communications télégraphiques et téléphoniques. La stabilité des bobines et la durée de leurs propriétés semblent donc avoir été parfaites depuis la pose, c'est-à-dire depuis deux ans.

C. *Transmission.* — Nous ne parlerons que brièvement des qualités de transmission de la ligne pupinisée, car c'est depuis longtemps chose jugée. Bornons-nous à dire que la ligne Paris—Sainte-Assise, longue de 50 km environ, serait très nettement inférieure à celle de Paris-Villecresnes (25 km) si elle n'était pas pupinisée. La charge, cependant assez légère, lui a au contraire donné une supériorité telle sur cette dernière, que les exploitants du bureau de Paris ont tendance par comparaison, à se plaindre des autres lignes en fils souterrains non pupinisés (Paris-Villecresnes), ou en fils aériens et souterrains (ligne de secours de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones).

IV. *Conclusions.* — En résumé, l'expérience faite à Sainte-Assise a jusqu'à présent donné entière satisfaction. Elle permet de penser que l'usage des câbles aériens d'importance secondaire peut se développer; que sur des longueurs de l'ordre de 50 à 100 km, des câbles peuvent sans difficulté assurer simultanément des communications télégraphiques et téléphoniques; enfin, elle a donné un premier soutien expérimental au système des bobines unifilaires.

Ajoutons que la S. E. L. T. exécute en ce moment pour l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones la pose de deux câbles, l'un, d'une longueur de 60 km entre Lyon et Saint-Etienne; l'autre, d'une longueur de 200 km, entre Paris et Le Havre.

L. Cahen,
Ancien ingénieur en chef des Postes, Télégraphes et Téléphones, directeur de la S. E. L. T.