



This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلًا.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
DES
Communications Téléphoniques
à grande distance

1. Liste des délégués au Comité Consultatif International.
2. Procès-verbal de la séance plénière d'ouverture (Paris, 22 juin 1925).
3. Avis du Comité Consultatif International concernant les questions d'organisation générale.
4. Avis du Comité Consultatif International concernant la Spécification des câbles téléphoniques internationaux, les appareils et méthodes de mesures pour l'entretien des circuits internationaux.
5. Avis du Comité Consultatif International concernant la protection des lignes téléphoniques contre l'action perturbatrice des installations d'énergie.
6. Avis du Comité Consultatif International concernant les questions d'exploitation.
7. Procès-verbal de la séance plénière de clôture (Paris, 29 juin 1925).
8. Procès-verbal de la troisième réunion de la Commission permanente (Paris, 29 juin 1925).

PARIS
(22 JUIN-29 JUIN 1925)

COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL

DES

Communications Téléphoniques à grande distance

1. Liste des délégués au Comité Consultatif International.
2. Procès-verbal de la séance plénière d'ouverture (Paris, 22 juin 1925).
3. Avis du Comité Consultatif International concernant les questions d'organisation générale.
4. Avis du Comité Consultatif International concernant la Spécification des câbles téléphoniques internationaux, les appareils et méthodes de mesures pour l'entretien des circuits internationaux.
5. Avis du Comité Consultatif International concernant la protection des lignes téléphoniques contre l'action perturbatrice des installations d'énergie.
6. Avis du Comité Consultatif International concernant les questions d'exploitation.
7. Procès-verbal de la séance plénière de clôture (Paris, 29 juin 1925).
8. Procès-verbal de la troisième réunion de la Commission permanente (Paris, 29 juin 1925).

PARIS

(22 JUIN-29 JUIN 1925)



COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL

DES

Communications téléphoniques à grande distance

2^e Réunion plénière (Paris, 22-29 juin 1925)

Liste des Délégués des Administrations adhérentes

Allemagne :

- M. le Docteur-Ingénieur CRAEMER, Conseiller ministériel, Chef de Section au ministère des Postes.
- M. le Professeur Docteur BREISIG, Conseiller ministériel.
- M. BRAUNS, Conseiller ministériel.
- M. STEGMANN, Conseiller ministériel.
- M. DOHMEN, Conseiller supérieur des Postes.
- M. HÖPFNER, Conseiller supérieur des Postes.
- M. WIEHL, Conseiller des Postes.

Autriche :

- M. E. SCHWANZARA, Conseiller ministériel, Ingénieur.
- M. le Docteur Hugo ZEISEL, Conseiller ministériel.

Belgique :

- M. J. DETHIUX, Ingénieur en chef des Téléphones, Directeur d'administration.
- M. BOCQUET, Ingénieur en chef des Téléphones, Inspecteur de Direction.
- M. FOSSION, Chef de division.

Danemark :

- M. S.-P. MADSEN, Ingénieur des Télégraphes et Téléphones.

Espagne :

- M. A. NIETO, Chef de l'Exploitation télégraphique.

Esthonie :

- M. G. JALLAJAS, Ingénieur électricien, Directeur général des Postes et Télégraphes.

Finlande :

(Non représentée).

France :

- M. MILON, Ingénieur en chef, Directeur de l'Exploitation téléphonique au ministère des Postes et Télégraphes.
- M. POMEY, Inspecteur général, Directeur de l'Ecole supérieure et du Service d'études et recherches techniques des Postes et Télégraphes.
- M. DROUET, Ingénieur en chef, Directeur des Services téléphoniques de Paris.
- M. ROCHAS, Ingénieur en chef, Directeur des Services techniques de la région de Paris (*Extra-Muros*).
- M. GELLÉE, Chef de bureau de la Direction de l'Exploitation téléphonique.
- M. LANGE, Ingénieur des Télégraphes.

Grande-Bretagne :

- M. le Colonel PURVES, Ingénieur en chef du Post Office britannique.
- M. F.-H.-G. GRANT, Chef de division, Secrétaire des Postes, Télégraphes et Téléphones du Post Office.
- M. A.-B. HART, Ingénieur du Post Office.
- M. C. ROBINSON, Ingénieur du Post Office.
- M. H.-C. TRAYFOOT, Inspecteur du Trafic du Post Office.
- M. S.-C. BARTHOLOMEW, Ingénieur du Post Office.
- M. B.-J. STEVENSON, Ingénieur du Post Office.

Hongrie :

- M. le Sous-Secrétaire d'Etat F. KOL, chef de la Division des Télégraphes et Téléphones.
- M. l'Ingénieur supérieur Ivan TOMITS, Chef de la Section électrique de la Station des expériences.

Italie :

- M. Cesare ALBANESE, Chef de division à l'Institut supérieur postal, télégraphique et téléphonique.

Lettonie :

- M. A. AUZIN, Ingénieur électricien, Directeur général des Postes et Télégraphes.

Lithuanie :

- M. Gaëtan DORKEVITCH, Ingénieur-Conseil.

Luxembourg :

- M. Léon KLEIN, Inspecteur des Télégraphes.

Norvège :

- M. T. ENGSET, Secrétaire général à l'administration des Télégraphes.
- M. S. ABILD, Ingénieur en chef des Télégraphes.

Pays-Bas :

- M. S.-J.-J.-H. VAN EMBDEN, Inspecteur général des Téléphones.
- M. Jhr.-W.-M. DE BRAUW, Ingénieur en chef des Télégraphes.
- M. E.-F. PETRITSCH, Ingénieur des Télégraphes.
- M. R. SANTING, Chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

Pologne :

- M. JACHIMSKI, Ingénieur de la construction télégraphique à la Direction générale des Postes et Télégraphes de Varsovie.
- M. ZUCHMANTOWITZ, Ingénieur en chef de la construction télégraphique et téléphonique à la Direction de Varsovie.

Serbes-Croates-Slovènes :

- M. GEORGEVITCH, Directeur des Télégraphes et Téléphones.
- M. POPOVITCH, Chef du service téléphonique au ministère des Postes et Télégraphes.

Suède :

- M. Paul-Johan-Wilhelm HALLGREN, Chef de la division des lignes à la Direction générale des Télégraphes de Suède.
- M. Anders LIGNELL, Directeur des Téléphones de Stockholm.
- M. Arvid-Viktor-Abraham HOLMGREN, Directeur de bureau à la Direction générale des Télégraphes.
- M. Sven BACKELIN, Contrôleur principal des Téléphones de Stockholm.

Suisse :

- M. A. MURI, Chef de la division technique à la Direction générale des Télégraphes suisses.
- M. J. FORRER, Chef de la section des essais électrotechniques et du contrôle du matériel.
- M. MOECKLI, Chef de la section pour la Téléphonie.

Tchécoslovaquie :

- M. S. CHOCHOLIN, Conseiller ministériel, Ingénieur.
- M. François SCHNEIDER, Conseiller de construction, Ingénieur.

Délégués de la Conférence internationale des grands réseaux d'énergie électrique à haute tension

- M. BRYLINSKI, Délégué général du syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique.
- M. OTTO MEYER, Directeur de l'électricité de Strasbourg.
- M. TRIBOT-LASPIÈRE, Secrétaire général de la Conférence internationale des grands réseaux électriques à très haute tension.

★ ★

Délégués de l'Union internationale des Chemins de fer

- M. DE VILLENEUVE, Ingénieur en chef adjoint du service du matériel et de la traction à la Compagnie des chemins de fer du Midi (France).
- M. GILLES, Ingénieur principal du service électrique de la voie à la Compagnie des chemins de fer du Midi (France).
- M. Théodore MULLER, Ingénieur adjoint à l'Ingénieur en chef de la voie des chemins de fer fédéraux suisses (Suisse).
- M. Romualdo REGNONI, Ingénieur des chemins de fer italiens de l'Etat (Italie).
- M. Alfredo MICARELLI, Ingénieur des chemins de fer italiens de l'Etat (Italie).

★ ★

Liste des experts de l'Industrie de construction de matériel téléphonique

Allemagne :

- M. le Directeur LÜSCHEN, de la Maison Siemens et Halske.
- M. le Directeur-Docteur SCHÜRER, de la Maison Felten et Guillaume.
- M. le Docteur JORDAN, de l'Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft.
- MM. les Ingénieurs en chef KUFFMULLER et POHLMANN, de la Maison Siemens et Halske.

Belgique :

- M. RONLET, Ingénieur à la Société anonyme des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi.

France :

- M. VIARD, Ingénieur en chef de la Société « Lignes télégraphiques et téléphoniques ».
- M. LEDUC, Ingénieur, Chef du service des transmissions à la Société « Lignes télégraphiques et téléphoniques ».

- M. CAHEN, Ingénieur en chef des Télégraphes, Directeur de la Société d'études pour Liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance.
- M. CORDIER, Ingénieur de la Compagnie des lignes téléphoniques terrestres et sous-marines « Télétermar ».

Grande-Bretagne :

- M. F. GILL, Esq., O. B. E.
- M. P.-E. ERIKSON, Esq.,
- M. S.-M. CATTERSON, Esq.
de l'International Western Electric C^o.
- M. H.-T. WERREN Esq. et M. H.-C. HANNAM-CLARK, représentant la General Electric Company.
- M. le Capitaine P. DUNSHEATH, représentant des Hentley's telegraph Works, Londres.

Hongrie :

- M. Joseph HOLLOS, Ingénieur consultatif de la Société anonyme réunie de lampes à incandescence et d'électricité, de la Société Felten et Guillaume et de la Société hongroise d'électricité Siemens-Schuckert.
- M. Béla HALASZ, Ingénieur, Directeur de la Société anonyme réunie de lampes à incandescence et d'électricité.

Italie :

- M. l'Ingénieur Louis EMANUELI, de la Société Italiana Reti Telefoniche Interurbane.

Tchécoslovaquie :

- M. le Docteur KONSTANTINOWSKY, de la Société anonyme de câblerie à Bratislava-Presbourg.
- M. Hugo SONNENFELD, Ingénieur, Fondateur de la Société anonyme de câblerie à Bratislava-Presbourg.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

Procès-verbal de la séance plénière d'ouverture (22 juin 1925)

M. MILON. — Je suis heureux de pouvoir souhaiter la bienvenue pour la seconde fois à Paris aux membres du Comité Consultatif International et je suis particulièrement fier, comme chef de la délégation française, de pouvoir souligner le caractère de parfaite cordialité dans lequel se sont tenues les précédentes réunions du Comité Consultatif.

La date d'ouverture de cette session a dû être fixée un peu plus tardivement que celle de l'année dernière, d'abord parce qu'il y a eu un travail considérable pour le Secrétariat pour préparer les documents nécessaires et ensuite parce que nous voulions pouvoir présenter au Comité l'opinion de la Conférence Internationale des grands réseaux électriques à haute tension sur la question des perturbations apportées aux lignes téléphoniques.

Il se trouve que notre Congrès a lieu en même temps que l'Exposition des Arts Décoratifs et ceux d'entre nous qui s'intéressent aux questions artistiques se réjouiront peut-être de pouvoir y consacrer les loisirs que leur laisseront nos travaux.

Je veux souhaiter particulièrement la bienvenue aux représentants des deux nouvelles nations qui font maintenant partie du Comité Consultatif International : la Lithuanie et l'Esthonie. Je regrette, par contre, l'absence de la Roumanie qui n'est pas représentée cette année et j'espère que ce n'est qu'une absence momentanée.

Avant de vous prier de désigner votre président pour la session actuelle, je voudrais vous rendre compte de l'activité de la Commission permanente dans l'intervalle qui a séparé les deux sessions. Le programme des travaux de la Commission permanente pour 1924-1925 était le suivant :

Etablissement d'un programme unique et cohérent de travaux de construction de lignes internationales à réaliser immédiatement ou à long terme ;

Etablissement d'une carte schématique des lignes (aériennes ou en câbles) à construire au cours des années 1925-1926 en Europe ;

Etablissement d'un cahier des charges type pour les câbles téléphoniques internationaux européens et leurs accessoires (bobines pupin et relais amplificateurs) ;

Choix des méthodes et des appareils de mesures nécessaires pour la surveillance et l'entretien des lignes et des installations téléphoniques ;

Examen de diverses méthodes de mesures d'efficacité des appareils d'abonnés et d'équivalent de transmission des divers organes d'une communication téléphonique ;

Choix d'une unité de transmission ;

Mesures à prendre pour protéger les lignes téléphoniques internationales contre l'influence perturbatrice des installations d'énergie à courant fort ou à haute tension ;

Détermination des limites admissibles pour les tensions induites et les bruits induits sur les circuits internationaux ;

Etude des méthodes rapides d'exploitation des circuits téléphoniques internationaux et, en particulier, de l'opportunité de la préparation télégraphique des communications téléphoniques internationales ;

Etablissement de bases de calcul rationnelles et uniformes pour les taxes téléphoniques internationales ;

Question du trafic minimum à assurer aux pays de transit.

La Commission permanente réunie à Paris pour la deuxième fois, du 24 novembre au 1^{er} décembre 1924, a pris connaissance des rapports présentés par MM. les rapporteurs sur ces diverses questions et a rédigé diverses propositions ou projets d'avis qu'elle a soumis à l'approbation du Comité Consultatif International et qui constituent la base principale du programme des travaux de la deuxième réunion plénière du Comité.

En outre, la Commission permanente a jugé utile de mettre à l'étude, dès le 1^{er} décembre 1924, les questions supplémentaires suivantes :

Choix de la valeur uniforme à donner à l'impédance réelle ou apparente (mesurée à travers des transformateurs convenablement adaptés) des circuits internationaux ;

Détermination des valeurs maxima dont on peut exiger la garantie pour le crosstalk mesuré entre deux circuits quelconques sur des sections de câble comprises entre deux relais téléphoniques successifs distants l'un de l'autre de plus de cent kilomètres ;

Normalisation (standardisation) de la graduation du dispositif de réglage de l'amplification des relais téléphoniques ;

Choix d'une fréquence unique pour les courants de signalisation harmonique ;

Choix d'une fréquence unique pour les courants de mesures ;

Publication d'une nomenclature des circuits internationaux existant actuellement en Europe ;

Publication d'une statistique du trafic téléphonique international ;

Etablissement de la carte des câbles téléphoniques internationaux existants ou projetés ;

Publication d'un vocabulaire des expressions, notations et symboles de la technique téléphonique, en plusieurs langues.

Ces différents documents sont, dès maintenant, imprimés ou en cours d'impression ; des exemplaires en ont été remis ou en seront remis très prochainement aux différentes Administrations des Téléphones adhérant au Comité, et d'autres exemplaires seront mis en vente à l'usage du public ou de tout organe officiel ou privé que ces documents sont susceptibles d'intéresser.

Messieurs, je voudrais maintenant vous demander de vouloir bien désigner le président de cette session et ensuite nous fixerons l'ordre du jour ainsi que la séparation du Comité en sous-commissions.

M. le Colonel PURVES. — Nous avons en Angleterre une locution qui dit : « When you a good thing, stick to it », c'est-à-dire : « quand vous avez une bonne chose, tenez-vous-y ». Dans le temps, nous avons eu un excellent président, débonnaire et charmant, et je propose que M. Milon soit invité à nous continuer ses offices.

M. MILON. — Je remercie du fond du cœur le Colonel Purves des paroles très aimables prononcées à mon égard. Je suis heureux de la confiance qu'il me témoigne et de l'approbation des membres du Comité. Si la tâche du président est quelquefois difficile à cause de la complexité des questions traitées, elle est toujours très facile en raison de la courtoisie qui préside aux réunions du Comité.

Je vais vous proposer alors, conformément à l'usage, de désigner des sous-commissions pour l'étude des diverses questions qui sont mises à l'ordre du jour, questions dont je viens de vous donner lecture.

Etant donnée l'importance que prendront encore à cette session les discussions relatives à la question des perturbations apportées aux lignes téléphoniques en présence, à partir de demain, des délégués de l'Union internationale des Chemins de fer et des délégués de la Conférence internationale des grands réseaux électriques, je proposerai pour cette fois encore qu'une sous-commission spéciale s'occupe de cette question. Les deux autres sous-commissions s'occuperont respectivement des questions de transmission et des questions de trafic et d'administration générale.

M. VALENSI donne lecture du programme des travaux du Comité et fait connaître que l'après-midi de ce même jour (22 juin) aura lieu à 14 heures, la première séance de la sous-commission de protection des lignes; à cette séance, les délégués électriciens ne participeront pas afin de permettre aux délégués des différentes administrations des Téléphones de se mettre d'accord préalablement sur une doctrine commune en cette matière.

Dans l'après-midi du jeudi 25 juin, il n'y a pas de séance de travail, cet après-midi étant réservé à des excursions et visites d'usines. Deux excursions vous sont offertes : la pre-

mière consiste à visiter les nouvelles installations électriques des chemins de fer français de Paris à Orléans ; le programme de cette excursion est en gros le suivant : visite de la sous-station de Chevilly qui transforme du courant alternatif en courant continu pour l'alimentation sous 1.500 volts des fils de contact ; visite des postes de sectionnement commandés automatiquement à distance ; parcours à bord d'une automotrice et retour à Paris en auto-car vers 19 heures.

La deuxième excursion consiste à visiter l'usine de fabrication des câbles téléphoniques à grande distance de la Société « Lignes télégraphiques et téléphoniques ». Cette usine se trouve à Conflans-Sainte-Honorine. Nous avons reçu une invitation officielle de ladite Société à participer à cette visite ; la lettre d'invitation précise que cette visite doit être « réservée aux membres du Comité Consultatif qui sont fonctionnaires des différentes administrations d'Etat représentées à condition que ces fonctionnaires soient en activité de service et n'aient aucune participation de conseils ou de direction dans l'industrie des câbles téléphoniques ou de leurs accessoires ».

Je prie chaque délégué de bien vouloir indiquer laquelle de ces visites a sa préférence.

Tout à l'heure, pendant la suspension de séance, on distribuera à ceux des membres du Comité qui n'ont pas apporté ces documents avec eux, le dossier de la Commission permanente (Paris, 1^{er} décembre 1924), c'est-à-dire le texte de toutes les propositions et projets d'avis que la Commission permanente soumet aujourd'hui à l'approbation officielle du Comité. Ce dossier constitue, en somme, le texte sur lequel nous travaillerons au cours de cette session.

La séance est suspendue.

M. LE PRÉSIDENT. — Je vais vous indiquer la composition des sous-commissions :

PREMIÈRE SOUS-COMMISSION

Mesures à prendre pour protéger les lignes téléphoniques contre les influences perturbatrices d'installations d'énergie à courant fort ou à haute tension.

Allemagne :

- M. le Docteur BREISIG, Conseiller ministériel.
- M. BRAUNS, Conseiller ministériel.

Autriche :

- M. SCHWANZARA, Conseiller ministériel, Ingénieur.

Belgique :

- M. BOCQUET, Ingénieur en chef des Téléphones, Inspecteur de direction.

Espagne :

- M. NIETO, Chef de l'Exploitation télégraphique.

Danemark :

- M. MADSEN, Directeur général des Télégraphes et Téléphones, Ingénieur.

Esthonie :

- M. JALLAJAS, Directeur général des Postes et des Télégraphes, Ingénieur électricien.

France :

- M. MILON, Directeur de l'Exploitation téléphonique, Ingénieur en chef.
- M. POMEY, Inspecteur général, Directeur du service d'études et recherches techniques, Ingénieur en chef.
- M. ROCHAS, Directeur des services techniques de la région de Paris (*extra-muros*), Ingénieur en chef.

Grande-Bretagne :

- M. le Colonel PURVES, Ingénieur en chef du Post Office britannique.
- M. BARTHOLOMEW, Ingénieur du Post Office britannique.

Hongrie :

- M. le Sous-Secrétaire d'Etat KOL, Chef de la Division des Télégraphes et Téléphones.
- M. l'Ingénieur supérieur TOMITS, Chef de la Section électrique de la station des expériences.

Italie :

- M. ALBANESE, Chef de Division à l'Institut supérieur postal, télégraphique et téléphonique.

Lettonie :

M. AUZIN, Directeur général des Postes et Télégraphes, Ingénieur électricien.

Luxembourg :

M. KLEIN, Inspecteur des Télégraphes.

Norvège :

M. ENGSET, Secrétaire général à l'administration des Télégraphes.

M. ABILD, Ingénieur en chef des Télégraphes.

Pays-Bas :

M. DE BRAUW, Ingénieur en chef des Télégraphes.

M. PETRITSCH, Ingénieur des Télégraphes.

Pologne :

M. JACHIMSKI, Ingénieur de la construction télégraphique à la Direction générale des Postes et Télégraphes de Varsovie.

Serbes, Croates et Slovènes :

M. POPOVITCH, Chef du service téléphonique.

Suède :

M. HALLGREN, Chef de la division des lignes de la Direction générale des Télégraphes de Suède.

M. HOLMGREN, Directeur de bureau à la Direction générale des Télégraphes.

Suisse :

M. MURI, Chef de la division technique à la Direction générale des Télégraphes suisses.

M. FORRER, Chef de la section des essais électrotechniques et du contrôle du matériel.

Tchécoslovaquie :

M. SCHNEIDER, Conseiller de construction, Ingénieur.

La première sous-commission se réunira chaque après-midi à 14 heures (jeudi excepté).

DEUXIÈME SOUS-COMMISSION

Transmission (cahiers des charges pour la fourniture des lignes et de leurs accessoires.

Allemagne :

M. le Docteur BREISIG, Conseiller ministériel

M. STEGMANN, Conseiller ministériel de Munich.

M. HÖPFNER, Conseiller supérieur des Postes.

M. DOHMEN, Conseiller supérieur des Postes.

Autriche :

M. SCHWANZARA, Conseiller ministériel, Ingénieur.

Belgique :

M. DETHIUX, Ingénieur en chef des Téléphones, Directeur d'administration.

M. BOCQUET, Ingénieur en chef des Téléphones, Directeur de direction.

Danemark :

M. MADSEN, Directeur général, Ingénieur.

Espagne :

M. NIETO, Chef de l'Exploitation télégraphique.

Esthonie :

M. JALLAJAS, Directeur général, Ingénieur électricien.

France :

M. POMEY, Inspecteur général, Directeur du service d'études et de recherches techniques, Ingénieur en chef.

M. DROUET, Directeur des services téléphoniques de Paris, Ingénieur en chef.

M. LANGE, Ingénieur des Télégraphes.

Grande-Bretagne :

M. le Colonel PURVES, Ingénieur en chef du Post Office britannique.

M. HART, Ingénieur du Post Office britannique.

M. ROBINSON, Ingénieur du Post Office.

Hongrie :

M. l'Ingénieur supérieur IVAN TOMITS, Chef de la section électrique de la Station des expériences.

Italie :

M. Cesare ALBANESE, Chef de Division à l'Institut supérieur postal, télégraphique et téléphonique.

Lettonie :

M. AUZIN, Directeur général, ingénieur électricien à la direction générale des Postes et Télégraphes.

Luxembourg :

M. KLEIN, Inspecteur des Télégraphes.

Norvège :

M. ENGSET, Secrétaire général à l'administration des Télégraphes.

M. ABILD, Ingénieur en chef des Télégraphes.

Pays-Bas :

- M. DE BRAUW, Ingénieur en chef des Télégraphes.
- M. PETRITSCH, Ingénieur en chef des Télégraphes.

Pologne :

- M. ZUCHMANTOWICZ, Ingénieur en chef de la construction télégraphique et téléphonique à la Direction de Varsovie.

Serbes, Croates et Slovènes :

- M. POPOVITCH, Chef du service téléphonique au ministère des Postes et des Télégraphes.

Suède :

- M. HALLGREN, Chef de la division des lignes à la direction générale des Télégraphes de Suède.
- M. HOLMGREN, Directeur de bureau à la direction générale des Télégraphes.

Suisse :

- M. MURI, Chef de la division technique à la direction générale des Télégraphes suisses.
- M. FORRER, Chef de la section des essais électrotechniques et du contrôle du matériel.

Tchécoslovaquie :

- M. CHOCHOLIN, Ingénieur, Conseiller ministériel.
- M. SCHNEIDER, Conseiller de construction, Ingénieur.

La deuxième sous-commission se réunira chaque matin à dix heures.

TROISIÈME SOUS-COMMISSION

Traffic. — Exploitation et administration générale

Allemagne :

- M. le Docteur CRAEMER, Conseiller ministériel, Chef de section au ministère des Postes.
- M. STEGMANN, Conseiller ministériel.
- M. HÖPFNER, Conseiller supérieur des Postes.
- M. WIEHL, Conseiller des Postes.

Autriche :

- M. le Docteur Hugo ZEISEL, Conseiller ministériel.

Belgique :

- M. DETHIUX, Ingénieur en chef des Téléphones, Directeur d'administration.
- M. FOSSION, Chef de division.

Espagne :

M. NIETO, Chef de l'Exploitation télégraphique.

Danemark :

M. MADSEN, Directeur général, Ingénieur des Télégraphes et Téléphones.

Esthonie :

M. JALLAJAS, Directeur général, Ingénieur électricien à la Direction des Postes et Télégraphes.

France :

M. MILON, Ingénieur en chef, Directeur de l'Exploitation téléphonique au ministère des Postes et Télégraphes.

M. DRÔUET, Ingénieur en chef, Directeur des Services téléphoniques de Paris.

M. GELLEE, Chef de bureau à la Direction de l'Exploitation téléphonique.

Grande-Bretagne :

M. le Colonel PURVES, Ingénieur en chef du Post Office britannique.

M. GRANT, Chef de division, secrétariat des Postes, Télégraphes et Téléphones du Post Office.

M. TRAYFOOT, Inspecteur du trafic du Post Office.

Hongrie :

M. le Sous-Secrétaire d'Etat KOL, Chef de la division des Télégraphes et Téléphones.

Italie :

M. ALBANESE, Chef de division à l'Institut supérieur postal télégraphique et téléphonique.

Lettonie :

M. AUZIN, Directeur général, Ingénieur électricien à la direction générale des Postes et Télégraphes.

Lithuanie :

M. DOBKEVITCH, Ingénieur-Conseil.

Luxembourg :

M. KLEIN, Inspecteur des Télégraphes.

Norvège :

M. ENGSET, Secrétaire général à l'administration des Télégraphes.

M. ABILD, Ingénieur en chef des Télégraphes.

Pays-Bas :

M. VAN EMBDEN, Inspecteur général des Téléphones.

M. SANTING, Chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

Pologne :

- M. JACHIMSKI, Ingénieur de la construction télégraphique à la direction générale des Postes et Télégraphes de Varsovie.
M. ZUCHMANTOWICZ, Ingénieur en chef de la construction télégraphique et téléphonique à la Direction de Varsovie.

Serbes, Croates et Slovènes :

- M. GEORGIEWITCH, Directeur des Télégraphes et Téléphones.

Suède :

- M. HALLGREN, Chef de la division des lignes à la direction générale des Télégraphes de Suède.
M. LIGNELL, Directeur des Téléphones de Stockholm.
M. BACKELIN, Contrôleur principal des Téléphones de Stockholm.

Suisse :

- M. MURI, Chef de la division technique à la direction générale des Télégraphes suisses.
M. MOECKLI, Chef de la section pour la Téléphonie.

Tchécoslovaquie :

- M. CHOCHOLIN, Ingénieur, Conseiller ministériel.

La troisième sous-commission se réunira chaque après-midi à 16 heures, sauf jeudi, à cause des excursions.

M. VALENSI. — La séance plénière de clôture aura lieu lundi matin, 29 juin, à 10 heures, sous la présidence de M. Chaumet, Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Lundi après-midi aura lieu la troisième réunion de la Commission permanente.

Mardi matin, une sous-commission se réunira pour préparer un vocabulaire des expressions de la technique téléphonique qui sera publié pour la première fois en allemand, anglais, suédois, français et, éventuellement, en esperanto, si le Comité estime qu'il y a lieu de le faire.

Pour rédiger ce vocabulaire, il serait bon que tous les ingénieurs qui s'occupent de la technique téléphonique pussent apporter leur contribution et, par suite, les ingénieurs de l'industrie privée seront invités à collaborer à ce travail avec les ingénieurs des administrations des Téléphones.

M. LE PRÉSIDENT. — La séance plénière est terminée.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

AVIS
du Comité Consultatif International
des communications téléphoniques à grande distance

- I. — Questions d'organisation générale.
 - II. — Spécification des câbles téléphoniques internationaux.
Appareils et méthodes de mesures pour l'entretien des
circuits internationaux.
 - III. — Protection des lignes téléphoniques contre l'action
perturbatrice des installations d'énergie.
 - IV. — Questions d'exploitation:
-

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

I. — Questions d'organisation générale

Avis du Comité Consultatif International relatifs aux questions d'organisation générale

Part contributive de la Pologne aux dépenses du Comité Consultatif International (1)

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que l'Etat polonais a éprouvé au cours de l'année 1925 de grandes difficultés financières et monétaires qui semblent d'ailleurs devoir rapidement s'atténuer, et sur la proposition de la Commission permanente de Paris (1^{er} décembre 1924);

Emet l'avis :

1° que l'administration des Téléphones de la République polonaise soit rangée, à titre provisoire pour 1925, dans la 3^e classe pour ce qui concerne sa part contributive aux dépenses entraînées par le fonctionnement du secrétariat ;

2° qu'il soit demandé à cette administration si l'amélioration de la situation financière de la Pologne permet de la ranger pour 1926 dans une classe supérieure.

Recommandation d'ordre général (2)

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que la langue française qui est la langue généralement employée dans les réunions du Comité Consultatif International et de la Commission Permanente, n'est pas parlée et comprise avec une égale facilité par tous les délégués,

(1) Cet avis modifie le tableau de répartition des dépenses du C. C. I., qui figure à la page 17 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924.

(2) Cet avis complète l'avis relatif à la langue officielle utilisée dans les réunions du C. C. I., qui figure à la page 18 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924.

Emet l'avis :

Qu'au cours des réunions du Comité Consultatif International et de la Commission Permanente tout délégué ayant la parole soit prié de s'exprimer lentement et distinctement, en se tenant debout et en marquant des temps d'arrêt fréquents de manière à permettre à tous ses collègues de résumer sa pensée et, au besoin, de traduire sa communication.

Collaboration technique entre la Commission Consultative et Technique des Communications et du Transit de la Société des Nations et le Comité Consultatif International.

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Ayant reçu du président de la Commission Consultative et Technique des Communications et du Transit de la Société des Nations une communication tendant à organiser une collaboration pratique et directe entre cette Commission et le Comité Consultatif International pour l'examen des questions d'intérêt commun, étant donné que la Société des Nations est amenée elle-même à envisager la création d'un organisme concernant la téléphonie internationale, et désire, d'autre part, éviter tout double emploi ;

Considérant :

1° que le Comité Consultatif International est actuellement un organisme non officiel groupant périodiquement des techniciens des différentes Administrations téléphoniques adhérentes n'ayant pas pouvoir de décision et ne formulant que des avis et qu'il ne semble pas, par suite, devoir être placé sous l'autorité de la Société des Nations ;

2° qu'il est, par contre, désirable d'établir une collaboration technique avec la Commission Consultative et Technique des Communications et du Transit de la Société des Nations,

Emet l'avis :

Qu'il y a lieu, dès maintenant, d'adresser à cette Commission tous les avis formulés à ce jour par le Comité Consultatif International ainsi que le compte rendu de tous les travaux déjà effectués et de lui envoyer régulièrement à l'avenir tous documents de ce genre.

II. — Spécification des câbles téléphoniques internationaux

Appareils et méthodes de mesures pour l'entretien des circuits internationaux

Avis du Comité Consultatif International

relatifs à la spécification de câbles internationaux et aux appareils et méthodes de mesures pour l'entretien des circuits internationaux.

INTRODUCTION

Après examen des communications reçues des diverses Administrations, le Comité Consultatif International a jugé désirable de rédiger des règles et spécifications relatives à la spécification des câbles internationaux et aux méthodes et appareils de mesures pour l'entretien des circuits internationaux. Il a essayé de rédiger des règles et spécifications de façon à assurer un degré d'uniformité suffisant dans les méthodes tout en laissant les diverses administrations libres autant que possible de procéder suivant leurs méthodes propres.

PREMIERE PARTIE

Cette première partie groupe des avis et indications qui complètent, précisent ou modifient suivant le cas les avis émis par le Comité Consultatif International dans sa session du 29 avril au 4 mai 1924. Ils sont réunis sous les trois titres suivants :

- I. — *Choix d'une unité de transmission.*
- II. — *Questions diverses concernant l'exploitation des circuits internationaux.*
- III. — *Mesure de l'efficacité des appareils d'abonnés et des équivalents de transmission des circuits d'abonnés.*

I. — *Choir d'une unité de transmission* ⁽¹⁾

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Qu'il est désirable d'avoir une unité de transmission unique non seulement en Europe mais aussi pour le monde entier et qu'un tel résultat ne saurait être atteint qu'après avoir entendu en particulier l'exposé fait par les experts américains eux-mêmes de leur manière de voir sur cette question,

Emet l'avis :

1° Qu'aucune décision définitive ne doit être prise en ce qui concerne le choix d'une unité de transmission avant la réunion prochaine d'une sous-commission spéciale à laquelle des experts américains seront invités ;

2° Qu'en attendant, il y a lieu de continuer à se conformer à l'opinion générale qui s'est manifestée à la Conférence des Techniciens tenue à Paris en 1910 et d'exprimer dans les cahiers des charges les données de transmission en unités naturelles (b).

II. — *Questions diverses concernant l'exploitation des circuits internationaux.*

a) *Manière d'exprimer la fréquence*

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Qu'il est désirable d'adopter une manière uniforme d'exprimer la fréquence et de choisir entre l'expression de la fréquence en périodes par seconde et l'expression de la pulsation ou vitesse angulaire en radians par seconde ;

Que le premier mode présente l'avantage de donner une représentation physique plus nette que le deuxième,

(1) Cet avis remplace l'avis *Etalon de transmission*, page 25 de la brochure verte du C. C. I., Paris 1924.

A cette question se rapporte également l'annexe X ci-jointe, qui contient les rapports présentés par M. le colonel Purves et par M. le docteur Breisig à la Commission permanente du C. C. I. (session de novembre 1924).

Emet l'avis :

Que tout étant bien considéré, il est préférable d'exprimer la fréquence en périodes par seconde dans le langage courant.

b) *Fréquence des courants de signalisation* ⁽¹⁾

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que pour la commodité des relations internationales, il est désirable d'adopter une fréquence unique de signalisation ;

Que cette fréquence doit être assez élevée pour que les courants de signalisation puissent être transmis dans des conditions normales par les relais amplificateurs ;

Que des essais faits en divers pays avec des courants d'une fréquence de 500 périodes par seconde ont donné des résultats satisfaisants ;

Que l'effet perturbateur du crosstalk dû aux courants d'une fréquence de 500 p. s. est en général inférieur à celui du crosstalk dû à des courants de fréquences plus élevées ;

Qu'en vue de faciliter le réglage des dispositifs de réception des appels, il est en outre souhaitable, en l'état actuel de la technique, de moduler ou d'interrompre à basse fréquence le courant de fréquence musicale,

Emet l'avis :

Que pour les circuits assurant des relations internationales et à titre provisoire, il soit fait choix d'un courant de signalisation à la fréquence de 500 p. s. modulé ou interrompu suivant une fréquence comprise entre 15 et 25 périodes par seconde.

c) *Choix d'une fréquence unique pour les mesures courantes*

Après lecture des rapports des délégations allemande et britannique et après avoir pris l'avis des délégués des diverses

(1) Cet avis remplace le paragraphe 2° de l'avis *Transmission des appels sur les lignes aériennes et les câbles*, p. 21 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924.

administrations, la sous-commission propose d'émettre l'avis suivant :

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Qu'il est désirable d'avoir pour les mesures ordinaires un courant d'une fréquence-déterminée et toujours la même ;

Que cette fréquence doit être aussi voisine que possible de la fréquence moyenne des sons articulés ;

Qu'il a été admis jusqu'ici, à titre provisoire, que cette fréquence serait de 800 p. s. et que l'expérience acquise avec des courants de fréquence différente paraît encore insuffisante pour qu'on puisse envisager une modification de l'état de choses actuel,

Emet l'avis :

Qu'à titre provisoire des courants d'une fréquence de 800 p. s. soient encore employés dans les mesures ordinaires ;

Que les diverses administrations soient invitées à poursuivre les recherches qu'elles ont entreprises sur cette question et à faire connaître ultérieurement leur opinion.

d) *Relais amplificateurs*

1° *Caractéristique d'amplification* (1).

Le Comité Consultatif International émet l'avis que les relais amplificateurs doivent assurer une reproduction fidèle de la parole, c'est-à-dire transmettre les courants téléphoniques de telle sorte que l'affaiblissement résultant total de la communication téléphonique entre bureaux extrêmes ne diffère pas de plus de $b=1$ pour deux fréquences quelconques comprises dans les intervalles de fréquence définis ci-dessous :

Circuits téléphoniques à 2 fils : 300 à 2.000 p. s.

Circuits téléphoniques à 4 fils (moyennement chargés-medium heavy) : 300 à 2.200 p. s.

Circuits téléphoniques à 4 fils (faiblement chargés-extra light) : 300 à 2.500 p. s.

(1) Cet avis remplace l'avis *Caractéristiques des relais amplificateurs*, p. 33 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924.

Pour atteindre ce résultat on pourra à volonté soit employer des amplificateurs amplifiant dans la même proportion toutes les fréquences de ces intervalles et associés au besoin à des dispositifs correcteurs indépendants, soit utiliser des amplificateurs construits de manière à effectuer par eux-mêmes la correction désirée.

2° Dispositif de réglage de l'amplification.

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Qu'il serait désirable qu'un procédé de réglage uniforme soit appliqué au réglage du gain de tous les relais téléphoniques;

Que toutefois de l'avis général la question n'est pas encore suffisamment au point pour permettre de s'en tenir dès maintenant à une solution unique,

Emet l'avis :

Que les constructeurs de matériel téléphonique les plus importants des différents pays se mettent en rapport les uns avec les autres en vue d'aboutir à un accord sur cette question et communiquent leurs propositions au Comité Consultatif International ;

Que d'ailleurs, si cette normalisation intéresse au premier chef la construction des appareils, elle demeure nettement distincte de la question des méthodes d'exploitation et d'entretien qui pourrait être fixée ultérieurement.

e) *Entretien des circuits internationaux. — Station directrice*

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Qu'en ce qui concerne l'entretien des circuits internationaux, il sera nécessaire de procéder à l'élaboration d'un ensemble d'essais systématiques permettant une localisation rapide des dérangements et de régler les questions de détail se rapportant à chaque groupe de circuits, mais que toutefois des règles générales peuvent être recommandées pour servir de base à de tels systèmes d'essais,

Emet l'avis :

Qu'une des stations terminales de chaque groupe de circuits, nommée station directrice pour ce groupe de circuits à la suite d'accords intervenus entre les administrations intéressées, soit chargée de diriger l'entretien. Cette station sera responsable des points suivants :

1° Etablir un programme d'essais de vérification en liaison avec toutes les autres stations intéressées;

2° Conserver les rapports sur ces essais et s'assurer qu'ils sont faits suivant la procédure établie ;

3° Surveiller la localisation des dérangements.

L'administration qui possède la section de ligne sur laquelle se trouve le dérangement sera responsable de la relève de ce dérangement. Il sera rendu compte à la station directrice de la cause du dérangement et de l'heure à laquelle il aura été relevé. La station directrice conservera trace de tous les dérangements.

4° Donner des instructions au sujet de la position du cadran des appareils de réglage de l'amplification. On ne devra pas changer ce réglage sans avoir reçu l'autorisation de la station directrice ;

5° La station directrice sera responsable du maintien de l'efficacité de transmission nominale de chacun des circuits et de l'organisation d'un système d'essais tel que les périodes pendant lesquelles le circuit sera hors de service par suite des essais soient réduites au minimum.

*f) Valeur uniforme à donner à l'impédance
des circuits internationaux*

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que pour plusieurs raisons d'ordre général, il est désirable de ramener à une valeur uniforme les impédances de tous les circuits internationaux mesurées à partir d'une station de relais ou d'un des bureaux téléphoniques extrêmes par une adaptation convenable des transformateurs de raccordement ;

Que cette impédance doit être choisie de façon à éviter autant que possible les pertes par réflexion aux extrémités des circuits à longue distance, c'est-à-dire que sa valeur doit être aussi voisine que possible de celle des circuits locaux auxquels ces circuits sont en général reliés ;

Qu'il résulte d'essais effectués en divers pays que les valeurs de l'impédance des circuits locaux varient sensiblement avec la fréquence du courant de mesure, avec la longueur de ces circuits et avec la nature des appareils d'abonnés ;

Que, malgré l'absence de renseignements tout à fait précis, il est néanmoins possible d'attribuer provisoirement à cette impédance type une valeur moyenne suffisamment approchée pour les besoins de la pratique et qui, dans de nombreux cas, a déjà donné des résultats satisfaisants ;

Que ce choix, d'ailleurs sujet à révision, constituera par lui-même une base d'expérience pour l'avenir,

Emet l'avis :

Que la valeur à donner à l'impédance apparente des circuits internationaux (vue à travers les transformateurs terminaux et mesurée ou calculée à une fréquence de 800 p. s.) soit provisoirement fixée à 800 ohms $\pm$ 12 p. 100, c'est-à-dire demeure comprise entre 700 et 900 ohms.

g) *Crosstalk*. ⁽¹⁾

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que des règles précises ont été spécifiées dans l'annexe 3 pour les valeurs maxima de garantie du crosstalk entre deux circuits quelconques dans une section de câble comprise entre deux relais téléphoniques successifs ;

Que toutefois, les valeurs indiquées sont seulement les limites supérieures et s'appliquent à des câbles comportant en général, non seulement des circuits internationaux, mais aussi des circuits interurbains intérieurs ;

Que les communications internationales ne sauraient être

(1) Cet avis ainsi que les règles données dans l'annexe 2 remplacent l'avis *Crosstalk*, p. 30 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924.

écoulées dans de bonnes conditions que sur des circuits aussi affranchis que possible de l'influence perturbatrice des circuits voisins;

Emet l'avis :

Que dans les câbles assurant simultanément un trafic local et un trafic international, les quartes pour lesquelles les mesures de crosstalk auront donné les valeurs les plus faibles soient affectées aux communications internationales.

III. — *Mesures de l'efficacité des appareils d'abonnés et des équivalents de transmission des circuits d'abonnés.*

Le Comité Consultatif International estime qu'il serait désirable d'avoir pour la transmission téléphonique un appareil de référence invariable servant d'étalon absolu pour l'essai des appareils d'abonnés.

Après avoir examiné plusieurs propositions relatives à un tel appareil de référence, il pense toutefois qu'on ne peut pas proposer d'appareil déterminé à l'heure actuelle; il recommande d'inviter les administrations à continuer l'essai de leurs appareils suivant les méthodes qu'elles emploient actuellement, jusqu'à ce qu'un système bien défini ait pu être établi.

Le Comité Consultatif International estime aussi qu'il ne sera possible de recommander une méthode déterminée pour l'essai de l'installation complète d'un abonné depuis le bureau téléphonique local jusqu'au bureau privé qu'après une étude plus complète de la question.

A titre d'indication quelques méthodes sont néanmoins énumérées ci-dessous et développées dans les annexes VII, VIII et IX :

1° Essais des appareils d'abonnés avant mise en service.

Le Comité Consultatif International donne comme exemple d'un système qui a fourni des résultats satisfaisants pendant plusieurs années les méthodes britanniques dont les détails sont publiés dans l'*Instruction Technique* n° VIII du Post Office britannique (1^{re} partie, Sections VI à VIII).

L'essai le plus important au point de vue international est la comparaison des appareils à essayer avec un appareil étalon.

cet essai étant fait à l'aide de la parole. Des détails sur les méthodes employées pour étalonner et entretenir les étalons sont donnés dans le *British Post Office Research Report*, n° 3668 (annexe n° VII ci-jointe).

2° Essais des appareils d'abonnés et des lignes après installation.

Des méthodes non encore consacrées par l'expérience mais semblant dès maintenant devoir donner de bons résultats pour faire cet essai sont indiquées :

a : Dans le *Post Office Electrical Engineer's Journal*, Vol. 17, part. 2, July 1924, page 135 (annexe n° VIII ci-jointe).

b : Dans un memorandum daté du 24 septembre qui a été préparé par l'International Western Electric Co (annexe n° IX ci-jointe).

Le Comité Consultatif International estime qu'il est désirable que chaque appareil d'abonné employé en liaison avec des circuits internationaux soit essayé une fois par an. La méthode définitive qui doit être suivie dans cet essai sera déterminée par les administrations qui ont été chargées de ce travail.

DEUXIEME PARTIE

Spécification des câbles internationaux

Des règles et spécifications sont rassemblées dans les annexes I à V qui traitent respectivement des questions suivantes :

Annexe I. — Clauses essentielles d'un cahier des charges type d'une application générale pour la fourniture des longueurs de fabrication des câbles téléphoniques internationaux à paires combinables (quartes).

Annexe II. — Clauses essentielles d'un cahier des charges type d'une application générale pour la fourniture des bobines de charge pour câbles téléphoniques internationaux.

Annexe III. — Clauses essentielles d'un cahier des charges type pour sections de câbles chargés internationaux comprises entre relais téléphoniques.

Annexe IV. — Clauses essentielles d'un cahier des charges type pour la fourniture de relais téléphoniques pour circuits à 2 fils.

Annexe V. — Clauses essentielles d'un cahier des charges type pour la fourniture de relais téléphoniques pour circuits à 4 fils.

Le Comité Consultatif International estime nécessaire de faire au sujet de ces annexes les remarques préliminaires suivantes :

a) Le Comité Consultatif International constate qu'il n'a pas été possible de rédiger un cahier des charges type d'un caractère général pour les systèmes entiers de câbles de grande longueur avec relais téléphoniques. Il fait d'ailleurs observer :

Que les conditions auxquelles sont soumis les longs circuits internationaux ont été formulées dans les rapports de la première conférence du Comité Consultatif International tenue à Paris en 1924.

Que l'efficacité d'un câble à grande distance (comprenant plusieurs stations de relais téléphoniques) dépend dans une large mesure de questions de détail de construction et de la disposition générale du système.

b) Le Comité Consultatif International propose de recommander à une administration, qui préférerait laisser le projet d'un câble entier y compris plusieurs stations de relais téléphoniques entre les mains d'un fournisseur au lieu d'avoir un service d'ingénieurs spécialisés et d'assumer la responsabilité qui résulte de l'acceptation des différentes portions du système séparément, de discuter en détail avec ce fournisseur pour obtenir des renseignements nécessaires concernant les dispositions, arrangements, etc... et de demander toutes les garanties voulues pour que les conditions spécifiées dans les cahiers des charges partiels ci-joints soient dûment remplies. Au préalable, cette administration devrait donner au fournisseur des renseignements sur les circuits qui seront nécessaires et sur le trafic prévu.

c) Certaines administrations font figurer dans leurs propositions concernant les spécifications des câbles souterrains des

détails sur les méthodes de fabrication, de pose, etc. Celles-ci ne sont pas comprises dans les spécifications types indiquées dans les annexes I à V, car le Comité Consultatif International estime qu'il est préférable de laisser les différentes administrations libres du choix de leurs méthodes pour tout ce qui se rapporte à la fabrication et à la pose des câbles, sous la réserve que les circuits réalisés satisferont aux conditions imposées par les cahiers des charges correspondants.

Il faut reconnaître à cet égard que si les conditions électriques sont spécifiées, il n'est généralement pas nécessaire de prescrire aussi les détails de fabrication. Le Comité Consultatif International considère d'ailleurs que l'on obtiendra souvent de meilleurs câbles en laissant aux fabricants le soin de régler les détails de fabrication.

d) Il est spécifié dans l'annexe I que lorsque les procédés de fabrication ne permettent pas de réaliser directement avec une approximation suffisante l'égalité des capacités des différentes sections de pupinisation comprises entre deux relais téléphoniques successifs, cette égalité devrait être obtenue d'une façon aussi parfaite que possible par une distribution convenable des longueurs de fabrication dans ces sections de pupinisation.

e) Des règles précises ont été spécifiées dans l'annexe II au sujet de l'espacement des bobines de câbles. Si par suite de circonstances locales un espacement régulier de ces bobines ne peut être observé, les dispositions spéciales adoptées dans ce cas devront être telles qu'il n'en résulte aucune répercussion fâcheuse.

f) Pour les essais de rigidité diélectrique faits sur les câbles en usine, certaines administrations préfèrent à la durée d'application de deux secondes spécifiée dans l'annexe I, une durée de deux minutes. Le Comité Consultatif International ne voit aucune objection à cette dernière manière de procéder.

TROISIEME PARTIE

Méthodes et appareils de mesures pour l'entretien des circuits internationaux

Pour assurer une coopération satisfaisante entre les administrations intéressées à l'entretien d'un même circuit, le Comité Consultatif International donne sous cette rubrique une liste des essais qui doivent être exécutés sur les circuits internationaux et une description des appareils et des méthodes opératoires correspondants. La localisation des défauts et la mise en état des lignes ne font pas partie du présent rapport; les appareils décrits pour l'entretien suffisent à déterminer la position des défauts mais il sera en outre nécessaire de rédiger des instructions détaillées en vue d'assurer une bonne exécution pratique des essais.

Une liste des essais périodiques fait l'objet du premier chapitre; un deuxième chapitre est consacré aux méthodes et appareils pour essais périodiques. Enfin une annexe (annexe VI) donne une description des appareils servant à effectuer les mesures de transmission.

LISTE DES ESSAIS PÉRIODIQUES

I. — Aux stations terminales : Mesures effectuées sur les circuits.

- | | |
|--|--------------|
| 1° Résistance d'isolement | chaque mois. |
| 2° Résistance des conducteurs... | chaque mois. |
| 3° Mesures de transmission entre
extrémités | chaque mois. |
| 4° Essai de signalisation entre
extrémités | chaque jour. |
| 5° Essai de conversation entre
extrémités | chaque jour. |

II. — Aux stations de relais téléphoniques : Mesures effectuées sur les circuits.

- | | |
|----------------------------------|--------------|
| 1° Résistance d'isolement | chaque mois. |
| 2° Résistance des conducteurs... | chaque mois. |

- 3° Mesure de l'impédance des circuits chaque année.
- 4° Détermination du point d'amorçage des oscillations (singing point) chaque mois.
- 5° Mesures de transmission entre stations de relais téléphoniques successifs et entre stations terminales et stations adjacentes chaque année.
- 6° Détermination du niveau de transmission (transmission level) chaque année.

III. — *Aux stations de relais téléphoniques : Essais effectués sur les relais téléphoniques.*

- 1° Vérification des tensions des batteries et des intensités des courants chaque jour.
- 2° Mesure de l'amplification donnée par les relais téléphoniques à une fréquence déterminée chaque semaine.
- 3° Mesure de l'amplification des relais téléphoniques dans une bande de fréquences... deux fois par an.
- 4° Essai pour le rejet des tubes à vide quand ce sera nécessaire.
- 5° Essai des appareils de signalisation chaque mois.
- 6° Détermination du point d'amorçage des oscillations des relais téléphoniques (singing point) quatre fois par an.
- 7° Etalonnage des relais téléphoniques deux fois par an.

IV. — *Essais divers* (faits en cas de nécessité).

1° Essai de cross-talk.

2° Mesure des perturbations sur les circuits téléphoniques.

APPAREILS EMPLOYÉS POUR LES ESSAIS PÉRIODIQUES

I (1°) et II (1°). — *Résistance d'isolement.*

Le Comité Consultatif International ne désire pas spécifier le type d'instrument qui doit être employé pour ces essais. Cet appareil devra cependant remplir les conditions suivantes :

1° Il sera apériodique afin de permettre des lectures rapides.

2° Il devra permettre la mesure de la résistance d'isolement à ± 10 p. 100 près.

3° Il ne devra pas nécessiter une différence de potentiel supérieure à 600 volts.

4° Il devra donner une déviation constante sur un circuit ayant de la capacité, même si on utilise une source de courant de mesure entraînée manuellement.

5° Il sera muni d'un dispositif permettant d'éviter une décharge brusque du circuit après l'essai, afin de ne pas détériorer les bobines de charge.

I (2°) II (2°). — *Résistance des conducteurs.*

Le Comité Consultatif International ne désire pas spécifier le type d'appareil qui doit être employé pour cet essai. Cet appareil devra être exact à 0,1 p. 100 près et pouvoir être manipulé rapidement.

I (3°). — *Mesures de transmission entre extrémités.*

Cet essai est fait en vue de vérifier que le rendement de la transmission du circuit en essai est égal à la valeur nominale. Un essai de ce genre devra être effectué régulièrement chaque mois. Cet essai est également fait lorsque l'audition téléphonique est faible. Si le résultat de la mesure indique que le circuit a un rendement inférieur à la valeur nominale, on effectue une détermination du niveau de transmission (voir II, 6°) afin de localiser le défaut.

Le principe de la mesure consiste à appliquer une tension

ou un courant alternatif de valeur connue à l'extrémité de départ du circuit, et à mesurer la tension ou le courant correspondant à l'autre extrémité du circuit. Ces essais exigent essentiellement un générateur capable de produire du courant alternatif de fréquence audible, et des appareils de mesure pour comparer la tension au départ et à l'arrivée.

Ces appareils devront remplir les conditions suivantes :

Générateur. — Le générateur sera de préférence un oscillateur employant des tubes à vide; il devra pouvoir délivrer une puissance d'au moins deux dixièmes (0,2) de watt. La forme de l'onde devra être pratiquement sinusoïdale. Pour faire les essais II (3°) et III (3°) il est nécessaire que la puissance délivrée pour toutes les fréquences audibles reste approximativement constante. Pour faire les essais I (3°), II (5°), III (2°) et III (7°) la fréquence sera maintenue constante et égale à 800 p. s.

La fréquence ne devra pas varier d'une manière appréciable avec la puissance fournie, ni être influencée par les variations de tension des batteries se produisant dans la pratique courante.

Appareils de mesure. — 1° L'impédance des appareils de mesure placés aux deux extrémités du circuit essayé devra être adaptée à celle de ce circuit.

2° Le résultat des essais sera exprimé en unité absolues (b) et les appareils seront gradués de façon que les lectures puissent être faites directement en ces unités.

3° Les câbles artificiels et autres organes servant à indiquer les équivalents de transmission du circuit essayé devront permettre des lectures à $b = 0,05$ près. L'instrument de mesure permettra d'apprécier avec précision une différence de $b = 0,05$.

4° Les instruments servant à mesurer la tension reçue devront fournir des indications visuelles.

5° Dans les limites de fréquence de 700 p. s. à 1100 p. s. les appareils devront permettre de lire la valeur des équivalents de transmission avec une précision de $b = \pm 0,05$ (voir aussi l'essai II (6°) à ce sujet).

Dans les limites de fréquence de 300 à 700 p. s. et de

1100 p. s. à 2400 p. s., les appareils devront permettre de lire la valeur des équivalents de transmission avec une précision de $b = \pm 0,2$.

6° Les appareils seront susceptibles de mesurer les équivalents de transmission variant de $b = 0$ à $b = 5$ (voir aussi l'essai n° II (6°) à ce sujet).

Un dispositif pratique pour faire ces essais est représenté dans le schéma joint à l'annexe VI.

La figure 1 montre la disposition générale de l'appareil; la figure 2 indique le mode d'emploi de cet appareil pour les essais III (2°) et III (7°) et la figure 3 le mode d'emploi de cet appareil pour les essais I (3°) et II (5°).

Une description générale de l'appareil et de la façon de faire les mesures est donnée dans l'annexe VI.

7° Pour les circuits internationaux ne comprenant pas plus de 2 relais téléphoniques et n'étant pas destinés à être raccordés à d'autres circuits munis eux-mêmes de relais téléphoniques, on pourra utiliser des appareils de mesure basés sur des comparaisons auditives et dont la précision sera au plus de $b = 0,1$.

II (5°). — *Mesures de transmission entre stations de relais téléphoniques successives et entre stations terminales et stations adjacentes.*

Le but de cet essai est de vérifier le rendement du circuit au point de vue transmission entre stations de relais téléphoniques adjacentes, ou entre une station terminale et les stations de relais téléphoniques adjacentes.

Un essai devra être fait régulièrement chaque année sur chaque circuit afin de vérifier s'il se produit des changements dans l'efficacité de transmission du circuit dus, par exemple, à des changements dans l'inductance des bobines de charge. Cet essai peut être fait aussi lorsque l'audition est faible, ce qui peut provenir d'un dérangement dans le circuit.

L'essai est exécuté de la même façon et avec les mêmes appareils que dans le cas de l'essai n° I (3°).

III (2°). — *Mesure de l'amplification donnée par les relais téléphoniques à une fréquence déterminée.*

Le but de cet essai est de vérifier le fonctionnement des relais téléphoniques lorsque le réglage de l'amplification se trouve avoir la valeur normale de service.

Si le gain obtenu est inférieur à la valeur spécifiée, on fera un essai destiné à vérifier le fonctionnement du ou des tubes à vide intéressés (essai n° IV).

L'essai en question est normalement exécuté chaque semaine et lorsque la localisation des fautes qui peuvent provenir du non fonctionnement d'un relais téléphonique l'exige.

Les appareils employés pour cet essai peuvent être semblables en principe aux appareils employés dans les deux essais précédents, n° I (3°) et II (5°), le circuit essayé étant remplacé par deux sections de câble artificiel d'affaiblissement convenable placées de part et d'autre du relais téléphonique. L'impédance caractéristique du câble artificiel doit être égale à l'impédance des relais téléphoniques et des dispositifs d'équilibrage correspondants qui doivent être connectés au relais téléphonique. Comme on dispose des deux extrémités, on peut comparer directement les tensions au départ et à l'arrivée.

La figure 2 du diagramme joint à l'annexe VI se rapporte à cet essai :

Essai III (3°). — Mesure de l'amplification des relais téléphoniques dans une bande de fréquences.

Cet essai a pour but de déterminer la caractéristique d'amplification d'un relais en fonction de la fréquence.

Cet essai consiste dans la détermination du gain donné par un relais téléphonique lorsque le réglage de l'amplification de ce relais est normal; il est exécuté à des fréquences comprises dans la bande des fréquences pour lesquelles le relais téléphonique a un bon rendement et à des fréquences dépassant légèrement cette bande. Les mesures doivent être faites avec des fréquences successives ne différant pas l'une de l'autre de plus de 200 périodes par seconde.

La méthode employée pour cet essai est la même que celle qui correspond à l'essai n° III (2°).

La puissance au départ devra être constante pour toutes les fréquences.

Essai III (7°). — Etalonnage des relais téléphoniques.

Le but de cet essai est de vérifier les valeurs de l'amplification donnée par un relais téléphonique à une fréquence invariable déterminée pour les différents réglages de l'amplification.

On s'assure ainsi que le relais fonctionne d'une façon efficace; en outre, les résultats obtenus de cette manière servent à interpréter l'essai de « point d'amorçage des oscillations ».

La méthode employée pour ces mesures est la même que pour l'essai n° III (2°), la puissance et la fréquence au départ étant maintenues à des valeurs constantes pendant toutes les mesures.

Essai II (6°). — Détermination du niveau de transmission (transmission level).

Le but de cet essai est de s'assurer que tous les relais téléphoniques en circuit fonctionnent d'une façon correcte, et que l'affaiblissement introduit par le circuit ou les appareils en circuit a une valeur normale. L'essai permet aussi de s'assurer que les niveaux de transmission aux divers points du circuit se trouvent entre les valeurs maximum et minimum spécifiées.

Les résultats de ces essais périodiques sont enregistrés et constituent un document indiquant la valeur normale des divers niveaux de transmission lorsque le circuit est en état de service normal.

En plus de ces essais périodiques, l'essai II (6°) est aussi exécuté pour localiser la position d'un défaut lorsque l'essai de transmission entre extrémités [I (3°)] a montré que le rendement de la transmission sur le circuit est en dessous de la valeur normale.

La figure 4 indique une disposition pratique pour faire cet essai. L'appareil employé est, à quelques légères modifications

près, le même que pour les essais I (3°), II (5°), III (2°), III (3°) et III (7°).

Les appareils devront être conformes aux conditions imposées précédemment et, de plus, la valeur de l'impédance de l'appareil en dérivation sur la ligne (mesurée à une fréquence de 800 p. s.) ne devra pas être inférieure à 5000 ohms.

Essai I (4°). — Essai de signalisation entre extrémités.

Cet essai devra être fait journellement par les téléphonistes afin de s'assurer que les signaux d'appel sont reçus d'une façon correcte dans les deux directions.

Cet essai est fait en abaissant la clef d'appel du circuit du cordon de la manière ordinaire.

Essai I (5°). — Essai de conversation entre extrémités.

Cet essai devra être fait journellement par les téléphonistes aussitôt après les essais de signalisation. Les téléphonistes s'assureront en échangeant quelques mots que le circuit est en état d'assurer une bonne transmission commerciale, spécialement au point de vue du volume de la parole et de l'absence de bruit sur le circuit.

Essai II (3°). — Mesure de l'impédance des circuits.

Cet essai consiste à mesurer l'impédance des circuits pour toute la bande des fréquences qui sont transmises d'une façon efficace par les relais téléphoniques. Son but est de savoir si, dans l'impédance des circuits, se sont produits des changements susceptibles d'influencer l'exactitude de l'équilibrage duplex du relais ou de produire des réflexions.

Les impédances peuvent être mesurées à l'aide de l'une quelconque des méthodes connues pour les mesures basées sur l'emploi des courants alternatifs.

L'extrémité du circuit essayé devra être terminée par une impédance approximativement égale à l'impédance caractéristique de ce circuit. Les mesures devront être faites avec et sans les transformateurs normalement en service sur le circuit considéré, et à des fréquences successives différant l'une de l'autre de 40 périodes par seconde. La différence de

potentiel entre fils à l'extrémité de départ sera approximativement de 2 volts.

Les résultats de mesures seront, pour chaque fréquence, exprimés par les valeurs respectives en ohms des deux composantes de l'impédance : résistance et réactance (positive ou négative).

Essai II (4°). — Détermination du point d'amorçage des oscillations d'un circuit (singing point)

Le but de cet essai est de s'assurer qu'il ne s'est pas produit de variation appréciable entre le circuit et son dispositif d'équilibrage.

Cet essai peut être fait soit à l'aide des relais téléphoniques normalement en service, soit en employant un relais spécialement adapté à cet essai. Cette dernière méthode donne des résultats plus exacts et sera adoptée chaque fois que l'importance de l'installation justifiera son emploi.

Pour exécuter ces essais, on doit d'abord demander aux deux stations de relais côté est et côté ouest de boucler le circuit qui va être mesuré, sur une impédance approximativement égale à celle de ce circuit. Cette condition sera réalisée aux stations terminales à l'aide d'un rhéostat ayant la valeur voulue, sauf dans le cas où l'on possède une impédance spécialement affectée à cet usage.

Dans le cas d'une terminaison dans une station de relais téléphoniques, on emploiera un relais dans l'état de service normal, mais en ramenant le cadran de réglage de l'amplification à zéro.

Si l'on désire déterminer le point d'amorçage des oscillations sur le circuit côté est, une fiche de court-circuit sera placée dans le jack du circuit extérieur côté ouest. Ceci change le transformateur différentiel du côté ouest en un transformateur de couplage entre les tubes à vide et de telle sorte que la mesure donnera l'amplification d'un relais téléphonique réversible à deux étages. Les deux potentiomètres réglant l'amplification seront tournés ensemble jusqu'à ce que les oscillations s'amorcent, ce que l'on saura en écoutant sur le circuit d'écoute de contrôle. On réduira alors l'amplification plot par

plot, alternativement sur les deux potentiomètres, jusqu'à ce que les oscillations cessent. Cet essai sera ensuite répété en interchangeant la position des fiches de court-circuit et de circuit ouvert.

Le point d'amorçage des oscillations sera caractérisé par la somme des amplifications correspondant aux positions des potentiomètres de réglage dans l'essai qui aura donné les valeurs les plus basses. On ajoutera à ce nombre 0,7 unités absolues (*b*), pour tenir compte de l'action amplificatrice du transformateur ouest, agissant comme transformateur de couplage entre les tubes à vide successifs, au lieu d'agir comme transformateur différentiel.

Les amplifications représentées par la somme des valeurs correspondant à la position des potentiomètres seront déduites des résultats de l'essai III (7°) pour l'étalonnage des relais téléphoniques.

Lorsqu'un relais téléphonique spécial est employé pour cet essai, une clef remplace les fiches, mais la méthode est tout à fait analogue.

Une deuxième méthode décrite ci-après peut être utilisée pour déterminer la plus grande amplification que peut fournir un relais téléphonique sans devenir la source d'oscillations entretenues (singing point).

Le circuit et le dispositif d'équilibrage correspondant à une même direction sont normalement reliés aux bornes correspondantes du relais. Le circuit et le dispositif d'équilibrage de l'autre direction sont remplacés par deux résistances dont l'une a une valeur fixe (1000 ohms) et dont l'autre *R* est réglable. L'amplification des deux amplificateurs est réglée à sa valeur maximum. On diminue alors la résistance variable *R* jusqu'à ce que le relais devienne la source d'oscillations entretenues. La valeur limite du quotient $\frac{R}{1.000}$ obtenue de cette manière est en relation définie avec l'amplification maximum possible. C'est pourquoi il est possible de graduer directement la résistance variable *R* en unités d'amplification (*b*).

Les résultats des essais effectués lors de l'établissement du circuit seront conservés ; les essais suivants ne devront pas

donner des valeurs s'écartant de ces premiers résultats de plus de $b = 0,2$.

Dans le cas où ce chiffre serait dépassé, on fera une mesure de l'impédance du circuit extérieur et du dispositif d'équilibrage.

Essai III (1°). — Vérification des tensions des batteries et des intensités des courants

Le but de cet essai est de s'assurer que les tensions des batteries restent entre des limites telles que l'amplification des relais téléphoniques ne varie pas au delà des limites permises.

Essai III (4°). — Essai pour le rejet des tubes à vide

Cet essai a pour but de déterminer si un dérangement dans un relais téléphonique, indiqué par des mesures d'amplification, est dû à un changement dans les caractéristiques du tube à vide. Il consiste dans l'exécution des opérations suivantes :

On applique à l'entrée de l'amplificateur une tension convenable, fixée dans chaque cas pour les types de relais et de lampe utilisés. Puis on donne aux tensions des batteries de plaques et de filaments les valeurs extrêmes tolérables et l'on vérifie si le degré de l'amplification correspondante à la valeur voulue (également spécifiée au préalable pour chaque sorte d'appareil) et s'il ne se produit aucune variation apparente du courant continu du circuit de plaque, c'est-à-dire s'il n'y a pas détection. Quand ces conditions ne sont pas remplies, le tube à vide doit être rejeté.

Essai III (7°). — Détermination du point d'amorçage des oscillations des relais téléphoniques (singing point)

Cet essai a pour but de s'assurer de la conservation de l'équilibrage d'un relais téléphonique.

Cet essai est fait d'une manière analogue à l'essai II (4°), avec cette différence que des résistances non réactives seront substituées respectivement au circuit extérieur et au dispositif d'équilibrage. Il ne devra pas se produire d'amorçage d'oscillations dans le relais téléphonique lorsque le réglage de l'ampli-

fication sur chaque moitié du relais téléphonique correspondra à l'amplification maximum.

IV. — *Essais divers* (exécutés en cas de nécessité)

1° *Définition et mesure du cross-talk.* — Le cross-talk entre deux circuits se définit en assimilant le réseau d'impédances de couplage qui relie les bornes d'entrée du circuit perturbateur aux bornes de sortie du circuit perturbé à une ligne de transmission hétérogène, de même rendement énergétique et d'impédances caractéristiques terminales Z_1 et Z_2 égales respectivement à l'impédance réelle du circuit perturbateur vu de ses bornes d'entrée et à celle du circuit perturbé vu de ses bornes de sortie.

L'intensité du cross-talk correspondant à une fréquence donnée est mesurée par le coefficient d'affaiblissement b ou l'exponentielle correspondante e^{-b} de cette ligne équivalente.

Dans le cas particulier où sont égales entre elles les deux impédances terminales Z_1 et Z_2 et aussi l'impédance R sur laquelle est bouclé le circuit perturbé, le nombre fractionnaire e^{-b} est égal au rapport de l'intensité i extraite du circuit perturbé à l'intensité I fournie au circuit perturbateur. La mesure du cross-talk se réduit alors à la mesure directe de ce rapport.

Quand ces conditions ne sont pas satisfaites, la valeur vraie du cross-talk se déduit de la mesure directe de $\frac{i}{I}$ ou de celle du rapport de i à la tension appliquée U , par l'une ou l'autre des formules :

$$e^{-b} = \frac{i}{I} \cdot \frac{R + Z_2}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{Z_1 Z_2}} = \frac{i}{U} \frac{R + Z_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}.$$

Pour l'exécution de la mesure proprement dite, les extrémités des circuits perturbateur et perturbé autres que celles sur lesquelles se font l'alimentation et l'écoute seront fermées sur l'impédance caractéristique correspondante. On alimentera au moyen d'un même générateur le circuit perturbateur et un potentiomètre, ligne artificielle, ou tout autre appareil permettant d'affaiblir la puissance alternative dans les proportions connues, ce dernier pouvant être soit disposé en série,

ou en parallèle avec la ligne, soit substitué à celle-ci. Un même écouteur sera branché successivement à l'extrémité du circuit perturbé et à celle dudit appareil qui sera réglé jusqu'à égalité de son et par suite de courant, dans les deux positions d'écoute.

La valeur du rapport $\frac{i}{I}$ dans la disposition série, ou du rapport $\frac{i}{U}$ dans la disposition parallèle, résultera du réglage de l'appareil affaiblisseur et permettra de calculer dans tous les cas e^{-b} .

Il pourra être commode enfin d'adapter les impédances Z_1 , Z_2 , R , les unes aux autres au moyen de transformateurs appropriés, pourvu que ceux-ci aient un rendement assez élevé et soient assez bien équilibrés pour ne pas modifier les résultats de la mesure.

Lorsqu'il s'agira d'essais à la voix, on admettra par convention les mêmes modes opératoires et formules de corrections que ci-dessus, la valeur du cross-talk se déduisant des lectures sur les appareils de la même façon que si l'égalité de son avait été obtenue avec un son pur. Les éléments intervenant dans la mesure et comportant adaptation seront alors réglés aux valeurs correspondantes à la pulsation 5.000.

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant toutefois :

Qu'il est désirable de rendre comparables entre eux les essais de cross-talk exécutés à la voix mais que dans l'état actuel de la technique le résultat des mesures n'est pas encore suffisamment indépendant du mode opératoire utilisé dans chaque cas,

Emet l'avis :

Que les diverses administrations soient invitées à poursuivre l'étude des procédés de mesure et des conditions à imposer aux appareils en vue de permettre une interprétation précise des essais à la voix.

2° *Mesure des perturbations sur les circuits téléphoniques.*

— Le but de cet essai est d'obtenir une mesure des perturbations sur les circuits téléphoniques avec un certain système

d'unités bien défini. Le Comité Consultatif International estime que le choix de la méthode à employer pour cet essai doit être remis à plus tard lorsque les recherches effectuées dans ce sens auront abouti à des résultats plus complets.

Trois méthodes ont été examinées :

a) Comparaison du bruit dû aux perturbations avec le bruit d'une source de son étalon affaibli dans une proportion connue.

b) Mesure de la différence de potentiel correspondant à la fraction des perturbations qui se trouve dans la bande des fréquences audibles.

c) Mesure de la réduction de l'intelligibilité produite par les perturbations.

Les méthodes a) et b) sont détaillées dans le rapport intitulé « Limites des tensions induites sur les circuits téléphoniques ».

La méthode c) donne une mesure véritable de l'effet des perturbations mais l'essai est très long à faire et les résultats dépendent jusqu'à un certain point de facteurs individuels.

Parmi les questions mentionnées ci-dessus, il en est quelques-unes que le Comité Consultatif International propose aux différentes administrations de mettre à l'étude. Ce sont plus particulièrement les suivantes :

1° Normalisation de la graduation du dispositif de réglage de l'amplification des relais. -

2° Modification éventuelle à apporter à la décision provisoire relative à la fréquence unique des courants de mesure.

3° Précisions à apporter au procédé de mesure à la voix du cross-talk.

ANNEXE I

Clauses essentielles d'un cahier des charges type d'une application générale pour la fourniture des longueurs de fabrication des câbles téléphoniques internationaux à paires combinables (Quartés).

GÉNÉRALITÉS. — Le présent cahier des charges règle les conditions électriques auxquelles doivent satisfaire les longueurs de fabrication des câbles téléphoniques à grande distance sous plomb

et isolés au papier et à l'air sec. Ces conditions sont spécifiées afin d'assurer que les câbles permettront :

- 1° L'utilisation des circuits fantômes;
- 2° La charge des circuits réels et fantômes;
- 3° L'obtention d'un bon rendement dans les communications à longue distance avec relais téléphoniques.

Ces conditions ne s'appliquent pas :

1° Aux câbles dont les conducteurs ont moins de huit dixièmes (0,8) de millimètre (approximativement 16 (16) par mille).

2° Aux groupes de conducteurs d'un même calibre comprenant moins de dix (10) quarts.

3° Quand le nombre total des circuits spécifiés est tel que l'arrangement des conducteurs dans le câble est nécessairement dissymétrique, ou tel que des conducteurs de calibres différents se trouvent placés dans une même couche.

Certaines des conditions les plus essentielles relatives aux matières premières sont également spécifiées.

Matières premières

CONDUCTEURS DE CUIVRE. — Chaque conducteur consistera en un fil de cuivre pur, recuit, étiré avec régularité, cylindrique, de qualité et de résistance homogènes, sans gerçures ou autres défauts et ayant une conductivité au moins égale à celle qui a été spécifiée par la Commission Electrotechnique Internationale (Berlin 1913), soit un cinquante-huitième ($1/58$) d'ohm pour un (1) mètre de fil de cuivre recuit standard ayant un (1) millimètre carré de section à la température de vingt (20) degrés centigrade.

Pour faire la correction de température, le coefficient de température spécifié par la même Commission sera admis, à savoir trois cent quatre-vingt-treize centmillièmes (0,00393) par degré centigrade pour le coefficient de température à masse constante du cuivre recuit standard à une température de vingt (20) degrés centigrade.

Le diamètre des fils employés ne devra pas varier de plus de un et demi (1,5) pour cent en plus ou en moins du diamètre nominal.

SOUDURES FAITES EN COURS DE FABRICATION. — Lorsqu'il est nécessaire de souder des conducteurs dans le cours de la fabrication, on emploiera une méthode remplissant les conditions suivantes :

La résistance à la traction d'une section de conducteur comprenant la soudure sera au moins égale à quatre-vingt dix (90) pour cent de la résistance d'une section adjacente de même longueur et ne comprenant pas de soudure.

La résistance électrique d'une section de conducteur ne dépassant pas quinze (15) centimètres de long (approximativement

6 pouces) et comprenant la soudure, ne devra pas dépasser de plus de cinq (5) pour cent la résistance d'une section adjacente de même longueur et ne comprenant pas de soudure. Aucune soudure ne doit comporter de torsade. Les substances employées dans la soudure ne devront pas contenir d'acide. Les soudures seront brisées avec un alliage à l'argent.

PAPIER EMPLOYÉ POUR L'ISOLEMENT. — Le papier employé pour l'isolement sera homogène, d'épaisseur uniforme, en fibres longues et autant que possible exempt de particules métalliques et autres substances nuisibles.

Un échantillon de papier pris sur le câble terminé et ayant été exposé à l'atmosphère pendant une heure, devra avoir une résistance à la rupture au moins égale au poids de quatre (4) kilomètres (approximativement 2,5 milles) de papier de mêmes dimensions et de même composition.

MATIÈRES EMPLOYÉES POUR L'ENVELOPPE ET POUR L'ARMATURE DES CABLES. — Les conditions auxquelles ces matières doivent satisfaire seront spécifiées séparément pour chaque câble particulier.

Caractéristiques électriques

RÉSISTANCE DES CONDUCTEURS. — La résistance d'un conducteur quelconque dans une longueur de fabrication mesurée en courant continu, ne devra pas dépasser de plus de quatre (4) pour cent la valeur calculée pour un conducteur rectiligne ayant le diamètre nominal du conducteur considéré.

La résistance moyenne pour tous les fils d'un groupe de conducteurs d'un calibre donné ne devra pas dépasser la valeur nominale définie ci-dessus de plus de un (1) pour cent.

On tiendra compte de l'effet de l'augmentation de longueur due au câblage sur la valeur maxima et la valeur moyenne de la résistance, de la façon suivante :

Diamètre total en millimètres de la couche extérieure formée de conducteurs du calibre considéré	Tolérance pour l'augmentation de longueur due au câblage
En dessous de 30	1,0 p. 100
30 à 40	1,6 —
40 à 50	2,5 —
50 à 60	3,7 —
60 à 70	5,0 —
70 à 80	7,0 —

La différence de résistance en courant continu entre deux conducteurs d'une même paire prise dans une longueur de câble quelconque ne devra pas dépasser de plus de un (1) pour cent la résistance en boucle de cette paire.

RÉSISTANCE D'ISOLEMENT. — Dans une longueur de câble, la résistance d'isolement mesurée entre un conducteur et tous les autres conducteurs réunis ensemble, connectés à l'enveloppe et à la terre, ne devra pas être inférieure à dix mille (10.000) mégohms par kilomètre de câble (approximativement 6.200 mégohms par mille), la différence de potentiel employée étant d'au moins cent (100) volts et d'au plus six cents (600) volts. La lecture se fera après une électrification d'une minute, la température étant au moins égale à quinze (15) degrés centigrade (approximativement 60° F).

RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE. — Sur demande spéciale, les câbles auront une disposition telle que l'isolant d'une longueur quelconque de câble sera capable de supporter sans rupture une différence de potentiel spécifiée dans chaque cas particulier, mais ne dépassant pas deux mille (2.000) volts efficace, appliqués pendant au moins deux (2) secondes entre tous les conducteurs en parallèle et l'enveloppe mise à la terre. L'essai se fera avec du courant alternatif à cinquante (50) périodes par seconde.

La valeur de la tension d'essai ne devra pas dépasser de plus de dix (10) pour cent la valeur maximum de la tension sinusoïdale ayant la même valeur efficace.

CAPACITÉ MUTUELLE EN COURANT ALTERNATIF. — La capacité mutuelle d'une paire est la capacité mesurée entre les deux conducteurs de cette paire, tous les autres conducteurs du câble étant reliés entre eux et à l'enveloppe de plomb.

La capacité mutuelle d'un circuit fantôme est la capacité mesurée entre les deux paires d'une quarte, chaque paire étant court-circuitée, tous les autres conducteurs du câble étant reliés entre eux et à l'enveloppe de plomb.

L'essai sera fait en courant alternatif à la température ambiante. On n'apportera pas de correction pour la température. Dans le cas de désaccord, les résultats obtenus avec un courant alternatif ayant une fréquence de 800 pps (pulsation 5.000) et à une température d'au moins quinze (15) degrés centigrade (approximativement 60° F) seront considérés comme définitifs.

Dans chaque longueur de câble, la moyenne des capacités mutuelles de toutes les paires de même calibre sera soumise aux conditions imposées par les administrations intéressées; une tolérance sera toutefois admise : plus ou moins cinq (± 5) pour cent pour quatre-vingt-dix (90) pour cent des longueurs de fabrication et plus ou moins huit (± 8) pour cent (100) pour cent des longueurs de fabrication.

Dans chaque longueur de câble, la moyenne des capacités mutuelles des circuits fantômes de chaque groupe d'un même calibre, ne différera pas de plus ou moins cinq (5) pour cent de la valeur que l'on obtient en multipliant par le facteur cent soixante-

deux centièmes (1,62) la valeur moyenne des capacités des paires de ce groupe.

La capacité mutuelle de chaque circuit réel et de chaque circuit fantôme sera mesurée sur au moins dix (10) pour cent du nombre total des longueurs de fabrication.

L'écart de capacité d'un circuit réel ou d'un circuit fantôme sur une longueur quelconque de câble ne devra pas dépasser les valeurs suivantes dans un groupe de conducteurs de calibre donné :

Moyenne	4 p. 100
Maximum.....	12 1/2 p. 100

On entend par écart de capacité, la différence entre la capacité d'un circuit quelconque d'un groupe et la capacité moyenne de tous les circuits analogues de ce groupe dans une même longueur de fabrication. Cet écart sera exprimé sous forme de pourcentage de cette valeur moyenne.

Mesure destinée à égaliser autant que possible les capacités des sections de pupinisation entre deux relais téléphoniques.

Pour chaque groupe de circuits réels du câble, les capacités moyennes des différentes sections de pupinisation comprises entre deux stations de relais téléphoniques consécutives ne doivent pas différer de plus de ± 2 p. 100 de la valeur moyenne de la capacité prise pour le groupe de circuits considéré pour l'ensemble des sections de pupinisation. Dans le cas où une pareille régularité ne pourrait être obtenue directement par les procédés de fabrication, s'il y a des écarts supérieurs aux limites indiquées, il est recommandé de distribuer les longueurs de fabrication dans chaque section comprise entre deux relais téléphoniques successifs de façon que les capacités des différentes sections de pupinisation satisfassent à la condition mentionnée ci-dessus.

CONSTANTE DE PERDITANCE. — La perdittance moyenne des circuits réels et fantômes sera déterminée sur un petit pourcentage des longueurs de fabrication, avec un courant alternatif ayant une fréquence de 800 pps (pulsation 5.000).

La constante moyenne de perdittance pour chaque type de circuit et pour toute longueur de fabrication à l'essai ne devra pas dépasser vingt-cinq (25). Cette constante est prise égale au rapport de la conductance moyenne à la capacité moyenne mesurée en courant alternatif.

Sa valeur peut être également exprimée par le rapport

$$\frac{G}{\omega C} = \frac{\text{perdittance}}{\text{capacitance}}$$

qui ne doit pas dépasser 0,005.

DÉSÉQUILIBRE DE CAPACITÉ. — Les déséquilibres de capacité mesurée en courant alternatif ayant une fréquence d'environ 800 pps

(5.000 radians par seconde), sur des câbles de deux cent trente (230) mètres de long (approximativement 750 pieds), ne dépasseront pas les valeurs indiquées ci-dessous, chaque groupe de circuit d'un même diamètre étant envisagé séparément :

	Limites pour les déséquilibres de capacité en micro-microfarads, pour des longueurs de 230 mètres	
	Moyenne	Maximum
Réel à réel.....	40	150
Fantôme à réel.....	150	750
Fantôme à fantôme entre quartes adjacentes dans une même couche, ou entre quartes placées soit dans la première couche, soit au centre.	80	300
Réel à la terre.....	150	720

Dans le cas des câbles destinés à fonctionner avec des circuits à quatre fils, les déséquilibres moyens de capacité entre les circuits d'une direction et les circuits analogues dans la direction opposée, seront mesurés sur une ou plusieurs longueurs de fabrication, et le déséquilibre moyen pour une longueur de fabrication de deux cent trente (230) mètres ne devra pas dépasser trois (3) micro-microfarads.

Dans toute longueur de câble autre que deux cent trente (230) mètres et pour chaque calibre, les déséquilibres de capacité mesurés en courant alternatif ne devront pas dépasser les valeurs obtenues en multipliant les chiffres donnés dans le tableau précédent, se rapportant aux longueurs de deux cent trente (230) mètres, par la racine carrée du rapport entre la longueur en question et deux cent trente (230) mètres.

Cette règle ne s'applique pas pour des longueurs de moins de cent (100) mètres (approximativement 110 yards), auquel cas on emploie les valeurs relatives à des longueurs de fabrication de cent (100) mètres, calculées par les règles précédentes.

NOTE. — Les limites pour les déséquilibres de capacité pour les longueurs de câble de un dixième (0,1) de mille (approximativement 161 mètres) obtenues par l'application de la règle précédente ont les valeurs approximatives suivantes :

	Limites approximatives pour les déséquilibres de capacité en micro-microfarads pour des longueurs de 0,1 mille	
	Moyenne	Maximum
Réel à réel	33	125
Fantôme à réel.....	125	625
Fantôme à fantôme.....	67	250
Réel à la terre.....	125	600

Les limites spécifiées ci-dessus sont établies d'après les définitions suivantes des déséquilibres de capacité.

Le déséquilibre de capacité entre un circuit fantôme et l'un quelconque de ses deux circuits réels, est le déséquilibre de capacité qui serait produit ou corrigé, suivant le cas, par l'introduction d'une capacité entre l'un des fils de la paire en question et l'enveloppe du câble.

Certaines administrations définissent ce déséquilibre de capacité comme le déséquilibre qui serait produit ou corrigé, suivant le cas, par l'introduction d'une capacité entre l'un des fils d'une paire et un des fils de l'autre paire. En ce cas, les limites de déséquilibre en micro-microfarads sont celles données ci-dessus divisées par deux (2).

Le déséquilibre de capacité entre les circuits réels d'une quarte est le déséquilibre qui serait produit ou corrigé, suivant le cas, par l'introduction d'une capacité entre un fil d'une paire et un fil de l'autre paire de la quarte.

Le déséquilibre de capacité entre deux circuits fantômes est le déséquilibre qui serait produit ou corrigé, suivant le cas, par l'introduction d'une capacité entre une paire d'une quarte et une paire de l'autre quarte.

Le déséquilibre à la terre d'un circuit réel est la différence entre les capacités directes des deux fils de cette paire et les conducteurs de toutes les autres quartes du câble réunies ensemble et à l'enveloppe mise à la terre.

ANNEXE II

Clauses essentielles d'un cahier des charges type d'une application générale pour la fourniture des bobines de charge pour câbles téléphoniques internationaux.

Les bobines de charge devront convenir pour la charge des deux circuits réels et du circuit fantôme. Les bobines employées seront assemblées de façon à former une unité de charge, telle que l'introduction de cette unité dans une quarte charge les deux circuits réels et le circuit fantôme. Les conditions électriques spécifiées ci-après s'appliquent aux circuits réels et fantôme d'une telle unité de charge.

Les matières magnétiques employées seront du type poudre de fer comprimée ou de quelque autre matière ayant des caractéristiques également satisfaisantes.

BOITES POUR LES BOBINES. — Les bobines seront placées dans des boîtes de protection convenables, qui seront scellées hermétique-

ment. Les boîtes devront être étanches et pouvoir être enterrées dans un sol humide sans subir de détérioration.

Un dispositif permettant la connexion facile des unités de charge au câble principal sera prévu.

STABILITÉ MAGNÉTIQUE. — La stabilité magnétique de la matière dont sont faits les noyaux doit être telle que la variation maximum de l'inductance d'une bobine soit de plus ou moins deux et demi ($2\frac{1}{2}$) pour cent après passage dans l'enroulement correspondant à un fil d'un courant continu d'une intensité d'une valeur quelconque comprise entre 0 et deux (2) ampères. La mesure sera faite cinq (5) minutes après le début du passage du courant. Cet essai rend les bobines inutilisables et ne doit être appliqué qu'à des bobines échantillons.

INDUCTANCE. — La valeur de l'inductance mesurée avec un courant de un milliampère à une fréquence de 800 p. s. (plus exactement à la pulsation 5.000) devra être égale aux valeurs spécifiées pour les circuits réels et fantômes, avec une tolérance de plus ou moins deux (± 2) pour cent.

RÉSISTANCE EFFECTIVE. — La résistance effective des circuits réels et fantômes mesurée avec un courant de un (1) milliampère à une fréquence de 800 p. s. (plus exactement à la pulsation 5.000), ne devra pas dépasser cent cinquante (150) ohms par henry de l'inductance spécifiée.

CROSSTALK. — Le crosstalk pour les bobines de charge en boîte sera mesuré avec un courant alternatif ayant une fréquence de 800 p. s. (plus exactement à la pulsation 5.000) et une intensité qui ne sera pas inférieure à cinq (5) milliampères, ou bien au moyen de la parole. Cet essai sera fait dans les conditions suivantes : les circuits réels seront terminés par des résistances non réactives de mille deux cents (1.200) ohms et les circuits fantômes seront terminés par des résistances non réactives de huit cents (800) ohms. Les bornes d'entrée du circuit à essayer et les bornes d'entrée du dispositif de comparaison seront reliées en parallèle et connectées à la source de courant. Dans la formule de correction correspondant à ce montage, on prendra pour les valeurs de Z_1 et de Z_2 suivant le cas 1.200 ohms ou 800 ohms.

En cas de désaccord, les essais à la voix seront considérés comme décisifs.

Les valeurs maxima de l'exposant d'affaiblissement correspondant au crosstalk exprimé en unités absolues ne devront en aucun cas être inférieures aux valeurs données ci-dessous :

	[b]
Réel à réel dans une unité de charge.....	9
Réel à fantôme dans une unité de charge.....	8
Fantôme à fantôme.....	9

RÉSISTANCE D'ISOLEMENT. — La résistance d'isolement mesurée entre un enroulement quelconque d'une unité de charge et tous les autres enroulements de ligne (pris dans la même unité de charge et dans toutes autres unités de charge) et la boîte, ne sera pas inférieure à dix mille (10.000) mégohms. Cet essai sera fait sous une différence de potentiel qui ne sera pas inférieure à cent (100) volts et ne sera pas supérieure à cinq cents (500) volts, la température n'étant pas inférieure à quinze (15) degrés centigrade (approximativement 60° F.).

RIGIDITÉ ÉLECTRIQUE. — L'isolant entre deux enroulements de ligne quelconques sera capable de supporter sans rupture une différence de potentiel d'une valeur efficace ne dépassant pas cinq cents (500) volts. Cet essai sera fait avec un courant alternatif à une fréquence qui ne sera pas inférieure à cinquante (50) périodes par seconde, la différence de potentiel étant appliquée d'une façon instantanée.

L'isolant entre un enroulement de ligne quelconque et la boîte sera en outre capable de supporter sans rupture une différence de potentiel d'une valeur efficace quelconque ne dépassant pas 2.000 volts et appliqué pendant 2 minutes.

La valeur maximum de la tension d'essai ne devra jamais dépasser de plus de dix (10) pour cent la valeur maximum de la tension sinusoïdale ayant la même valeur efficace.

ANNEXE III

Clauses essentielles d'un cahier des charges type pour les sections de câbles chargés internationaux comprises entre relais téléphoniques.

GÉNÉRALITÉS. — Le présent cahier des charges règle les principales conditions électriques auxquelles doivent satisfaire, après pose, les sections de câbles chargés comprises entre relais téléphoniques, en supposant que les longueurs de câble de fabrication et que les bobines de charge répondent aux cahiers des charges correspondants.

Les clauses de ce cahier des charges ont été rédigées en vue de permettre l'utilisation des circuits fantômes dans ces câbles et d'obtenir un bon rendement dans les communications à longue distance avec relais téléphonique pour circuits à deux fils ou à quatre fils.

Les clauses ci-dessous s'appliquent aussi bien aux circuits à quatre fils qu'aux circuits à deux fils, sauf indication contraire dans le texte.

DÉSÉQUILIBRE DE RÉSISTANCE. — Dans une section de câble quelconque entre relais téléphoniques, la différence des résistances des deux conducteurs d'une paire quelconque, mesurée en courant continu, ne devra pas dépasser six (6) ohms pour des conducteurs d'un diamètre maximum de un (1) millimètre ou quatre (4) ohms pour des conducteurs de diamètre supérieur.

RÉSISTANCE D'ISOLEMET. — La résistance d'isolement mesurée à l'extrémité du câble, sans faire intervenir le câblage à l'intérieur du bureau téléphonique, et prise entre un conducteur quelconque d'une part et tous les autres conducteurs réunis ensemble et connectés à l'enveloppe et à la terre d'autre part, ne devra pas être inférieure à cinq mille (5.000) mégohms par kilomètre de câble, cette résistance d'isolement étant mesurée avec une différence de potentiel d'au moins 100 volts et d'au plus 600 volts et les lectures étant faites après une électrification d'une minute.

EQUILIBRAGE DE L'IMPÉDANCE. — L'équivalence entre l'impédance Z_{et} d'un circuit quelconque réel ou fantôme et l'impédance Z_{eq} du dispositif d'équilibrage correspondant déduit de la mesure des constantes moyennes de ce circuit devra satisfaire aux conditions suivantes : après avoir déterminé par des mesures directes les composantes réelles et imaginaires des impédances Z_{et} et Z_{eq} on exprime la différence des composantes réelles et la différence des composantes imaginaires en pour cent d_r et d_i de l'impédance Z_{eq} du réseau d'équilibrage, et, si on prend d_r et d_i comme coordonnées cartésiennes d'un point, ce point devra, pour tous les circuits et pour une fréquence quelconque comprise entre 300 et 2.200 p. s., être situé à l'intérieur d'un cercle ayant un rayon de $\frac{18}{100}$. En outre, les points correspondants à 90 p. 100 des circuits et à toutes les fréquences précédentes devront tomber à l'intérieur d'un cercle ayant un rayon de $\frac{15}{100}$.

MÉTHODE DE CHARGE ET FRÉQUENCE CRITIQUE DE COUPURE. — A titre d'exemple, deux méthodes sont décrites ci-dessous sous les titres : Méthode n° 1 et Méthode n° 2. Elles sont également satisfaisantes au point de vue international.

Lorsqu'on applique l'une de ces deux méthodes à une section de câble comprenant des relais téléphoniques, on doit adopter toutes les conditions stipulées pour cette méthode. Il n'y a pas d'objections à appliquer les deux méthodes dans des sections adjacentes de câbles avec relais téléphoniques, à condition toutefois que, quel que soit le circuit, un tronçon de câble compris entre deux relais téléphoniques adjacents soit équipé suivant une méthode unique.

Les conditions relatives à la méthode n° 1 sont données aux paragraphes I, II, III, IV et V.

Les conditions relatives à la méthode n° 2 sont données aux paragraphes VI, VII, VIII, IX et X.

Méthode n° 1

I. — *Distance entre bobines de charge.* — La distance nominale d'espacement entre les bobines de charge d'une section de câble quelconque, comprise entre relais téléphoniques successifs, sera égale à mille huit cent trente (1.830) mètres, avec une approximation de plus ou moins deux (± 2) pour cent.

La distance réelle entre deux bobines de charge successives quelconques, mesurée le long d'une section de câble quelconque comprise entre deux relais successifs, peut différer au maximum de plus ou moins dix (± 10) mètres de la distance nominale d'espacement.

II. — *Inductance des bobines de charge.* — Les unités de charge employées sur des circuits qui ne sont pas prévus pour des longueurs dépassant sept cents (700) kilomètres, auront une inductance nominale de cent soixante-dix-sept (177) millihenrys pour les circuits réels, et soixante-trois (63) millihenrys pour les circuits fantômes (on peut employer aussi cent sept (107) millihenrys pour les unités de charge des circuits fantômes). La limite de sept cents kilomètres peut être étendue à mille (1.000) kilomètres, dans le cas des circuits à 4 fils, si toutefois ceci ne produit pas de courants d'écho nuisibles.

Dans le cas de circuits prévus pour des longueurs dépassant sept cents (700) kilomètres, exception faite pour le cas du paragraphe précédent, les unités de charge devront avoir une inductance de quarante-quatre (44) millihenrys pour les circuits réels et vingt-cinq (25) millihenrys pour les circuits fantômes.

III. — *Fréquence critique de coupure.* — Les fréquences critiques de coupures pour les différents systèmes de charge appliqués aux circuits réels et fantômes seront déterminées à l'aide de la formule suivante :

$$\omega_c = \frac{2}{\sqrt{LC}},$$

où ω_c = Pulsation correspondant à la fréquence critique de coupure et exprimée en radians par seconde.

L = Inductance par bobine exprimée en henrys.

C = Capacité mutuelle des circuits du câble entre bobines de charge, exprimée en farads.

La fréquence critique de coupure et la pulsation correspondante

ont approximativement les valeurs nominales données dans le tableau ci-dessous :

	RÉEL		FANTÔME	
	Radians	Périodes par seconde	Radians	Périodes par seconde
<i>Circuits ayant moins de 700 km. de long :</i>				
Avec 177 m. h. réel et 63 m. h. fantôme...	18.000	2.900	23.600	3.600
Avec 177 m. h. réel et 107 m. h. fantôme..	18.000	2.900	18.000	2.900
<i>Circuits ayant plus de 700 km. de long :</i>				
Avec 44 m. h. réel et 25 m. h. fantôme...	36.000	5.800	37.400	6.000

IV. — *Impédance.* — L'impédance caractéristique des circuits réels et fantômes, chargés suivant la méthode exposée précédemment et calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}},$$

où Z_0 = impédance caractéristique, L et C étant les constantes qu'on a déjà rencontrées dans la détermination du point critique de coupure, aura les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

	IMPÉDANCE EN OHMS	
	Réel	Fantôme
<i>Circuits de moins de 700 km. de long :</i>		
Avec 177 m. h. réel et 63 m. h. fantôme.....	1.590	740
Avec 177 m. h. réel et 107 m. h. fantôme.....	1.590	970
<i>Circuits de plus de 700 km. de long :</i>		
Avec 44 m. h. réel et 25 m. h. fantôme.....	790	470

V. — *Constante d'affaiblissement.* — La constante d'affaiblissement moyenne pour tous les circuits d'un type pris dans une section quelconque comprise entre relais successifs ne devra pas dépasser les valeurs données dans les tableaux qui suivent, si la méthode de charge est en accord avec les règles qui ont été données précédemment.

La constante d'affaiblissement sera mesurée sur les sections comprises entre relais téléphoniques. On ramènera cette mesure au cas où le relais téléphonique se trouve au milieu d'une section de pupinisation. S'il n'en est pas ainsi, on complètera le circuit au moyen d'un câble artificiel convenable. Les corrections nécessaires seront faites sur les mesures ainsi obtenues.

Le tableau suivant donne les valeurs de l'affaiblissement pour les circuits chargés avec des bobines de 177 m. h. sur les circuits

réels, et 63 m. h. sur les circuits fantômes lorsque l'espacement nominal est de 1.830 mètres.

Valeur de la capacité mutuelle moyenne :

Pour les circuits réels du câble..... 0,0385 microfarad par km.

Pour les circuits fantômes du câble. 0,0625 microfarad par km.

Diamètre des conducteurs	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 800 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
0,9 mm.	0,0217	0,0228
1,3 mm.	0,0121	0,0125

	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 1.900 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
0,9 mm.	0,0250	0,0245
1,3 mm.	0,0164	0,0147

Le tableau suivant donne les valeurs de l'affaiblissement pour les circuits chargés avec des bobines de 177 m. h. sur les circuits réels et 107 m. h. sur les circuits fantômes, l'espacement étant de 1.830 mètres.

Valeur de la capacité mutuelle moyenne :

Pour les circuits réels du câble..... 0,0385 microfarad par km.

Pour les circuits fantômes du câble. 0,0625 microfarad par km.

Diamètre des conducteurs	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 800 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
0,9 mm.	0,0214	0,0177
1,3 mm.	0,0119	0,0099

	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 1.900 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
0,9 mm.	0,0251	0,0202
1,3 mm.	0,0159	0,0127

Le tableau suivant donne les valeurs de l'affaiblissement pour les circuits chargés avec des bobines de 44 m. h. pour les circuits réels et 25 m. h. sur les circuits fantômes, l'espacement étant de 1.830 mètres.

Valeur de la capacité mutuelle moyenne :

Pour les circuits réels du câble..... 0,0385 microfarad par km.
 Pour les circuits fantômes du câble. 0,0625 microfarad par km.

Diamètre des conducteurs	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 800 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
0,9 mm.	0,0390	0,0328
0,9 mm.	Valeur maximum de l'atténuation moyenne par kilomètre à 1.900 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
0,9 mm.	0,0410	0,0339

Méthode n° 2

VI. — *Distance entre bobines de charge.* — Pour des câbles composés de fil de neuf dixièmes (0,9) de millimètre de diamètre (et possédant une capacité mutuelle moyenne de 0,0335 microfarad par kilomètre pour les circuits réels et de 0,054 microfarad par kilomètre pour les circuits fantômes) et pour ceux composés de fil de quatorze dixièmes (1,4) de millimètre de diamètre (possédant une capacité mutuelle de 0,0355 microfarad par kilomètre pour les circuits réels et 0,057 microfarad pour les circuits fantômes) la distance nominale d'espacement des bobines de charge doit être de deux mille (2.000) mètres à ± 2 p. 100 près.

Dans une section de câble quelconque comprise entre deux relais téléphoniques successifs, la distance réelle entre deux bobines de charge successives quelconques (mesurée le long du câble) ne doit pas différer de la distance nominale d'espacement de plus ou moins dix (± 10) mètres.

VI. — *Inductance des bobines de charge.* — Les unités de charge employées sur des circuits qui ne sont pas prévus pour des longueurs dépassant sept cents (700) kilomètres auront une inductance nominale de deux cents (200) millihenrys pour les circuits réels et soixante-dix (70) millihenrys pour les circuits fantômes dans le cas des fils de neuf dixièmes (0,9) de millimètre; et de cent quatre-vingt-dix (190) millihenrys pour le circuit réel et soixante-dix (70) millihenrys pour le circuit fantôme dans le cas des fils de quatorze dixièmes (1,4) de millimètre. La limite de sept cents (700) kilomètres peut être étendue à mille (1.000) kilomètres dans le cas des circuits à quatre fils, si toutefois ceci ne produit pas de courant d'écho nuisibles.

Dans le cas de circuits prévus pour des longueurs dépassant sept cents (700) kilomètres, exception faite pour le cas du paragraphe

précédent, les unités de charge auront une inductance nominale de cinquante (50) millihenrys pour les circuits réels et de vingt (20) millihenrys pour les circuits fantômes.

VIII. — *Fréquence critique de coupure.* — Les valeurs de la fréquence critique de coupure et de la pulsation correspondante calculées à l'aide de la formule précédente, sont données approximativement dans le tableau suivant :

Circuits ayant moins de 700 km. de long.	RÉEL		FANTÔME	
	Radians	Périodes	Radians	Périodes
Fils de 0,9 ^{mm} de diam. (200 m. h. réel, 70 m. h. fantôme).....	17.300	2.750	23.000	3.670
Fils de 1,4 de diam. (190 m. h. réel, 70 m. h. fantôme).....	17.200	2.740	22.100	3.520
Circuits de plus de 700 km. de long.				
Fils de 0,9 ^{mm} de diam. (50 m. h. réel, 20 m. h. fantôme).....	33.500	5.340	43.000	6.840

IX. — *Impédance.* — L'impédance caractéristique calculée à l'aide de la formule donnée précédemment, aura les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

Circuits de moins de 700 km. de long.	IMPÉDANCE EN OHMS	
	Réel	Fantôme
Fils de 0,9 mm. de diamètre (200 m. h. réel, 70 m. h. fantôme).....	1.730	805
Fils de 1,4 mm. de diamètre (190 m. h. réel, 70 m. h. fantôme).....	1.630	775
Circuits de plus de 700 km. de long.		
Fils de 0,9 mm. de diamètre (50 m. h. réel, 20 m. h. fantôme).....	855	440

X. — *Affaiblissement.* — Le tableau suivant indique les valeurs de l'affaiblissement :

1° D'un circuit de neuf dixièmes (0,9) de millimètre de diamètre (chargé avec des bobines de 200 millihenrys sur le circuit réel et 70 millihenrys sur le circuit fantôme, espacées de 2.000 mètres et ayant une capacité mutuelle moyenne pour le circuit réel égale à 0,0335 microfarad par kilomètre, et pour le circuit fantôme à 0,054 microfarad par kilomètre.

2° D'un circuit de quatorze dixièmes (1,4) de millimètre (chargé avec des bobines de 190 millihenrys pour le circuit réel, et 70 millihenrys pour le circuit fantôme espacées de 2.000 mètres et ayant une capacité mutuelle moyenne pour le circuit réel égale à 0,0355

microfarad par kilomètre, et pour le circuit fantôme 0,0585 microfarad par kilomètre.

Diamètre des conducteurs	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 800 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
0,9 mm.	0,0197	0,0210
1,4 mm.	0,0097	0,0101
	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 1.900 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
0,9 mm.	0,0236	0,0234
1,4 mm.	0,0133	0,0131

Le tableau suivant donne les valeurs de l'affaiblissement pour des circuits de neuf dixièmes (0,9) de millimètre de diamètre, chargés avec des bobines de 50 millihenrys pour le circuit réel et de 20 millihenrys pour le circuit fantôme, la distance normale d'espace-ment étant de 2.000 mètres, et ayant une capacité mutuelle moyenne de 0,0335 microfarads par kilomètre pour le circuit réel et de 0,054 microfarads par kilomètre pour le circuit fantôme.

Diamètre des conducteurs	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 800 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
0,9 mm.	0,0307	0,0350
	Valeur maximum de l'affaiblissement moyen par kilomètre à 1.900 périodes par seconde	
	Réel	Fantôme
0,9 mm.	0,0308	0,0353

CROSSTALK. — Les tableaux ci-dessous donnent le crosstalk maximum tolérable entre des circuits quelconques répondant aux spécifications précédentes, et mesuré dans une section de câble comprise entre relais téléphoniques successifs. Ces valeurs sont celles qui seraient mesurées à partir des extrémités du câble et ne font intervenir que le crosstalk produit par le câble et par les bobines de charge. Ces chiffres ne tiennent pas compte du crosstalk provenant des organes de protection des transformateurs terminaux, du

câblage et de l'équipement supplémentaire de la station de relais téléphoniques et du bâtiment où les câbles se terminent.

Les valeurs de crosstalk seront déterminées par un essai à la voix, ou en utilisant une onde sonore complexe dans laquelle la distribution de l'énergie se rapproche de celle de la parole (en cas de désaccord, les essais à la voix seront considérés comme décisifs).

Pour ces mesures, les circuits perturbateurs et perturbés seront terminés par des impédances correspondant respectivement aux impédances du circuit perturbateur et du circuit perturbé.

Les valeurs limites de l'affaiblissement correspondant au crosstalk exprimé en unités absolues (*b*) doivent être au moins égales aux valeurs suivantes :

Crosstalk dans les circuits à deux fils, mesuré en plaçant la source de courant et l'appareil de mesure à la même extrémité.

	<i>b</i>
Réel à réel d'une même quarte.....	7,5
Fantôme à réel d'une même quarte.....	
Fantôme à fantôme	
Fantôme à paire de quartes différentes.....	
Paire à paire de quartes différentes.....	

Crosstalk dans les circuits à quatre fils, mesuré en plaçant la source de courant et l'appareil de mesure à la même extrémité.

	<i>b</i>
Réel à réel.....	9
Fantôme à réel	
Fantôme à fantôme	

Crosstalk dans les circuits à quatre fils, mesuré en plaçant la source de courant et l'appareil de mesure à deux extrémités opposées.

	<i>b</i>
Réel à réel.....	7,5
Fantôme à réel d'une même quarte.....	
Fantôme à fantôme	
Fantôme à paire de quartes différentes.....	
Paire à paire de quartes différentes.....	

ANNEXE IV

Clauses essentielles d'un cahier des charges type pour la fourniture des relais téléphoniques pour circuits à deux fils.

GÉNÉRALITÉS. — Le présent cahier des charges règle les conditions électriques les plus importantes concernant les qualités essentielles des relais téléphoniques pris en usine. Il ne règle pas les conditions relatives aux relais téléphoniques après installation.

TYPE. — Les relais téléphoniques devront être du type à deux tubes à vide utilisant des dispositifs d'équilibrage. Ils devront amplifier la transmission dans les deux sens sans introduire de distortion appréciable dans la bande des fréquences pour lesquelles les circuits du câble doivent avoir un bon rendement, et pour la puissance d'entrée maximum que l'on peut avoir en pratique.

EQUILIBRAGE. — Le relais téléphonique ne devra pas « siffler », c'est-à-dire que des oscillations ne doivent pas s'amorcer pour l'amplification maximum, lorsque les bornes circuit extérieur et dispositif d'équilibrage correspondant à une même direction sont fermées sur des résistances non réactives, ayant une valeur égale à l'impédance d'entrée spécifiée pour le relais; les bornes circuit extérieur et dispositif d'équilibrage pour l'autre direction étant respectivement laissées en circuit ouvert et court-circuitées ou vice versa.

AMPLIFICATION. — Il sera prévu un dispositif permettant de régler l'amplification du relais téléphonique, de préférence par degrés ne dépassant pas $b = 0,02$.

L'amplification du relais téléphonique dans la bande des fréquences pour lesquelles le câble a un bon rendement, devra être approximativement uniforme pour tous les réglages du relais.

Les circuits et l'appareillage du relais téléphonique seront étudiés de telle sorte que, dans l'état normal d'entretien des sources de puissance, les variations de la tension de ces sources et de l'intensité du courant qu'elles débitent produisent seulement une variation moyenne de l'amplification du relais en service ne dépassant pas $b = 0,05$.

IMPÉDANCE. — L'impédance du relais téléphonique mesurée à partir des bornes d'entrée sera approximativement égale à celle du circuit sur lequel ce relais est supposé être en service. Des transformateurs terminaux convenables seront introduits si nécessaire, pour amener l'impédance du circuit à être égale à celle du relais lorsque ce dernier doit être employé sur des circuits ayant une impédance différente de celle pour laquelle il a été étudié.

ECOUTE DE CONTRÔLE. — On devra prévoir un dispositif qui permette d'écouter sur les circuits avec un poste d'opérateur dans une direction quelconque ou dans les deux directions, et de parler sur les circuits quand cela est nécessaire.

Lorsque l'écoute de contrôle se fait sur un circuit de transit les pertes introduites par le dispositif d'écoute ne devront pas dépasser $b = 0,03$.

CROSSTALK. — Lorsque les relais téléphoniques sont installés les uns à côté des autres ou les uns au-dessus des autres, et que le courant est fourni par des batteries d'accumulateurs, ainsi que cela a lieu en pratique, le crosstalk entre relais, mesuré entre bornes de sortie, ne devra pas être inférieur à $b = 8$, étant entendu que pour ces mesures les relais seront connectés à des impédances d'une valeur égale à celle de l'impédance uniforme fixée pour les circuits internationaux.

ANNEXE V

Clauses essentielles d'un cahier des charges type pour la fourniture des relais téléphoniques pour circuits à quatre fils.

GÉNÉRALITÉS. — Le présent cahier des charges règle les conditions électriques les plus importantes concernant les questions essentielles des relais téléphoniques, pris en usine. Il ne règle pas les conditions relatives aux relais téléphoniques après installation.

TYPE. — Les relais téléphoniques devront être d'un type comportant des tubes à vide, et amplifier dans une seule direction sans affecter d'une manière appréciable la qualité de la transmission pour toutes les fréquences comprises entre les fréquences limites pour lesquelles les circuits associés aux relais doivent présenter un bon rendement, et pour la puissance à l'entrée maximum que l'on peut rencontrer en pratique.

AMPLIFICATION. — Il sera prévu un dispositif permettant de régler l'amplification des relais téléphoniques, de préférence par degrés ne dépassant pas $b = 0,1$. Dans le cas de circuits très longs, il peut être nécessaire de prévoir un réglage par degrés ne dépassant pas $b = 0,03$.

L'amplification produite par les relais devra augmenter avec la fréquence, dans les limites des fréquences pour lesquelles le circuit devra présenter un bon rendement, de façon à compenser la distorsion introduite par les sections de circuits comprises entre relais successifs.

La forme générale de la courbe caractéristique de l'amplification en fonction de la fréquence devra se conserver pour les différents réglages des relais téléphoniques. Lorsque les relais téléphoniques doivent être employés sur des circuits ayant une impédance autre que celle pour laquelle ils ont été prévus, des transformateurs convenables seront, si c'est nécessaire, intercalés aux extrémités des circuits, de façon à ramener l'impédance des circuits à une valeur qui convienne aux relais téléphoniques.

ECOUTE DE CONTRÔLE. — On devra prévoir un dispositif qui permette d'écouter sur les circuits avec un poste d'opérateur dans une direction quelconque ou dans les deux directions, et de parler sur ces circuits lorsque cela est nécessaire.

Lorsqu'on fera l'écoute de contrôle sur un circuit de transit, les pertes dues au circuit d'écoute ne devront pas dépasser $b = 0,03$.

CROSSTALK. — Lorsque les relais téléphoniques sont installés les uns à côté des autres ou les uns au-dessus des autres, et que le courant est fourni par des batteries d'accumulateurs, ainsi que cela a lieu en pratique, le crosstalk entre relais, mesuré entre bornes de sortie, ne devra pas être inférieur à $b = 8$, étant entendu que pour ces mesures les relais seront connectés à des impédances d'une valeur égale à celle de l'impédance uniforme fixée pour les circuits internationaux.

ANNEXE VI

Description des appareils servant à effectuer les mesures de transmission.

On trouvera ci-après la description d'une méthode type utilisée pour effectuer les mesures de transmission dont il est question ci-dessus; cette description n'entre pas dans le détail des appareils qui peuvent différer sur plusieurs points.

La figure 1 représente l'ensemble du dispositif. Un oscillateur G produisant des courants de fréquence audible est relié à une section de câble artificiel C_a à travers une résistance régulatrice P, un transformateur protégé et équilibré T et un milliampèremètre A. Ce câble a pour but : 1° de rendre l'impédance de l'extrémité transmettrice approximativement égale à celle de la ligne; 2° de réduire le courant dans une proportion convenable de sorte que le milliampèremètre A puisse mesurer un courant plus considérable que celui qui est envoyé réellement sur la ligne en essais. De cette manière, on peut utiliser un type robuste d'appareil pour mesurer le courant et, en même temps, on peut effectuer des mesures plus pré-

cises que si le courant appliqué à la ligne en essais était mesuré directement. On a reconnu que le rapport de réduction 5/1 était commode.

Un commutateur S permet de raccorder l'oscillateur et l'instrument de mesure alternativement soit avec une extrémité du câble artificiel C_1 , soit avec une extrémité du circuit en essai. Chaque circuit se trouve normalement fermé sur une résistance Z_0 approximativement égale à l'impédance caractéristique de la ligne. Le volt-mètre doit être un appareil à lampes à trois électrodes du type normalement admis et possédant une impédance élevée par rapport à celle de la ligne. On établit la communication avec la ligne en essai au moyen des jacks représentés sur la figure.

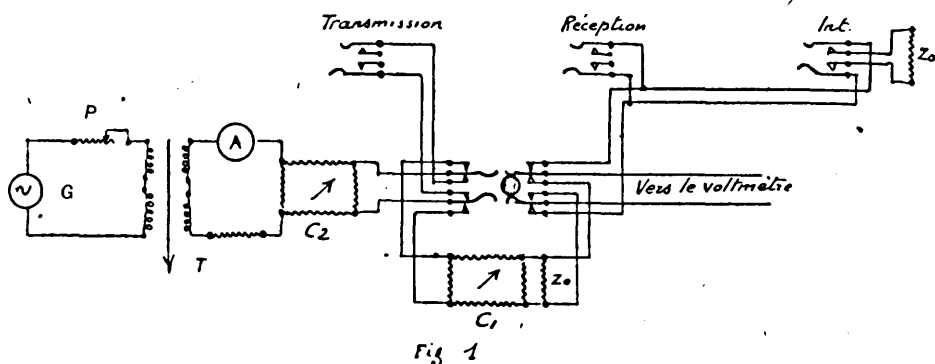


Fig 1

La figure 2 montre comment on utilise l'appareil pour mesurer l'amplification fournie par un relais.

Le relais téléphonique R est monté entre des sections déterminées de câble artificiel. Les deux extrémités du circuit ainsi constitué sont respectivement reliées, à l'aide de fiches, aux jacks « transmission » et « réception ».

On règle à une valeur convenable l'intensité du courant envoyé dans le circuit et on fait varier la longueur du câble C_1 jusqu'à ce que la déviation du volt-mètre soit la même dans les deux positions du commutateur.

L'équivalent de transmission du circuit constitué par le relais R et les sections de câble artificiel est alors égal à la longueur du câble C_1 indiquée.

On en déduit facilement la valeur de l'amplification fournie par le relais R.

La figure 3 montre comment on utilise l'appareil pour mesurer l'équivalent total de transmission d'une ligne. A l'extrémité transmettrice, on laisse le commutateur dans la position indiquée et on règle le courant jusqu'à ce qu'il atteigne une valeur convenable.

A l'extrémité réceptrice, la ligne en essais est reliée au jack

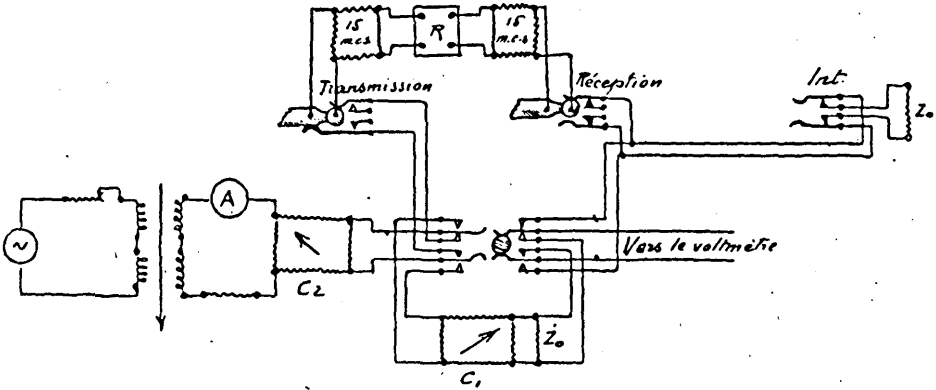


FIG. 2. — Mesure de l'amplification ou gain d'un relais téléphonique.

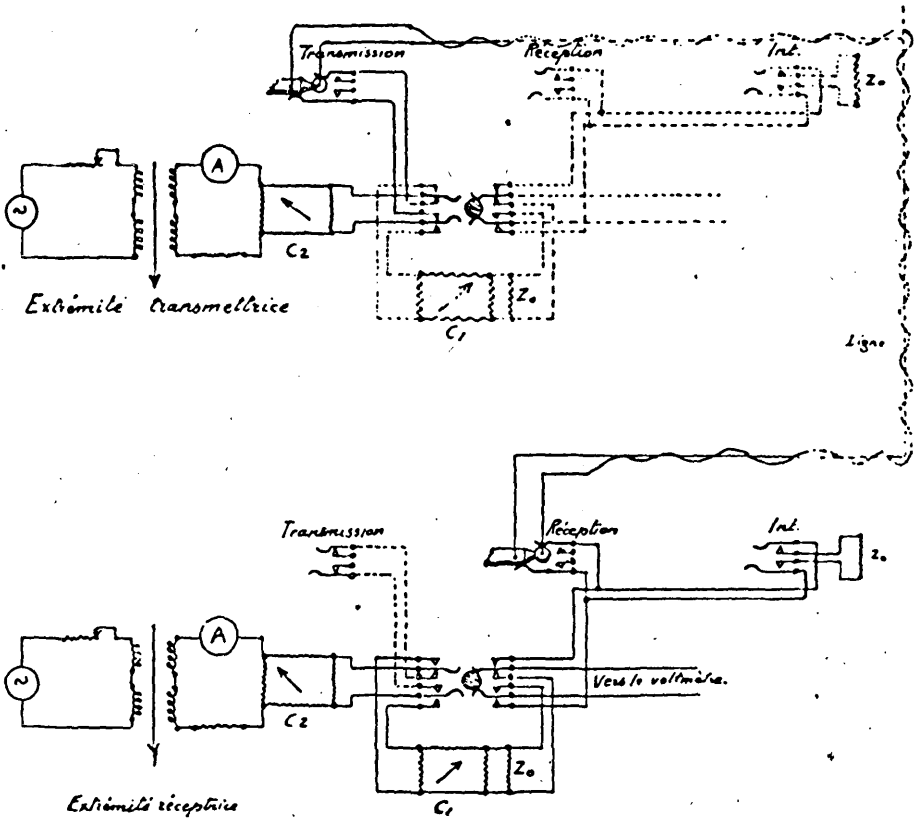


FIG. 3. — Mesure de l'équivalent total de transmission d'une ligne.

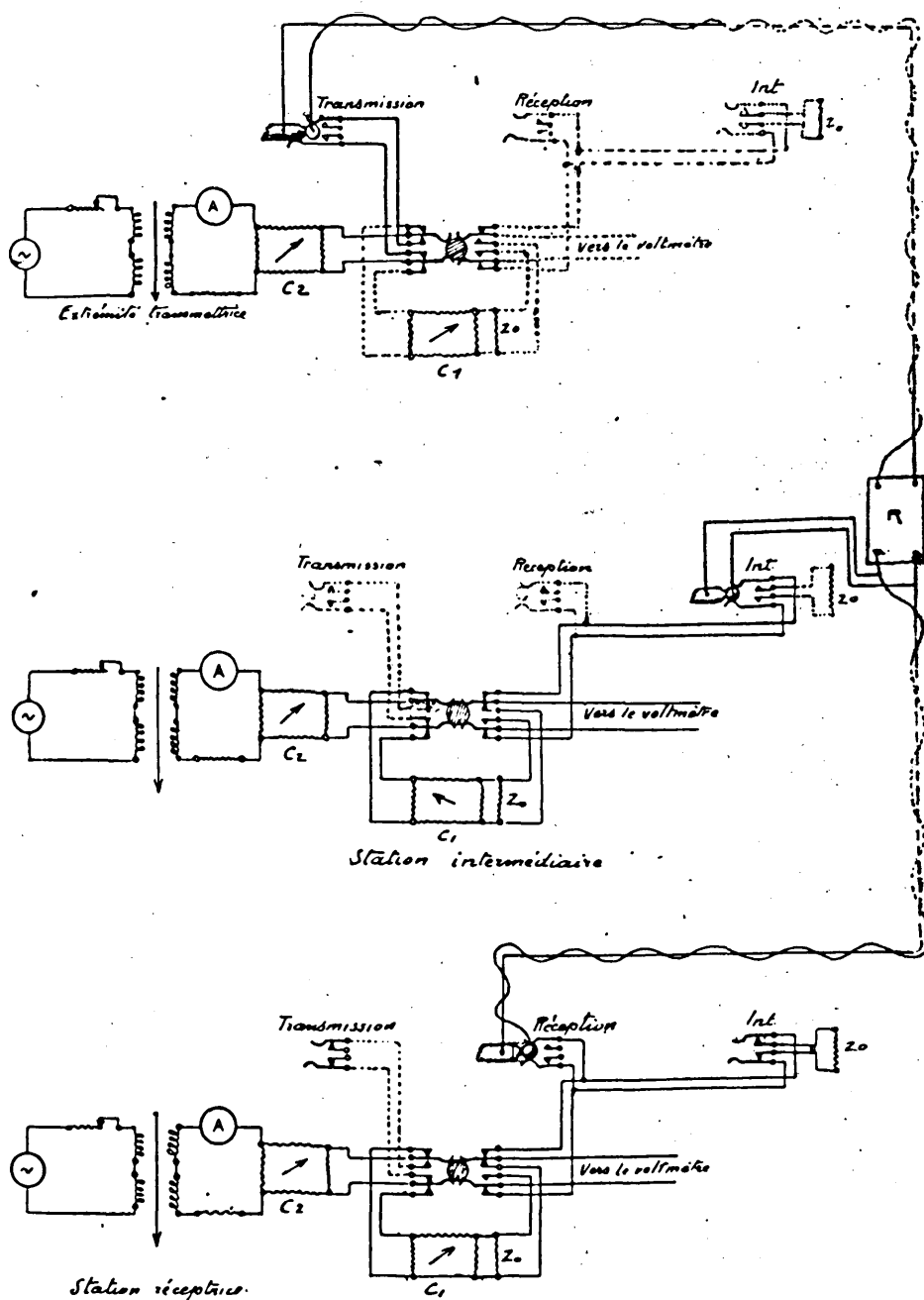


FIG. 4. — Détermination du niveau de transmission.

« réception ». On règle le courant envoyé dans le câble artificiel C_2 , jusqu'à ce qu'il atteigne la même valeur que le courant envoyé à l'extrémité transmettrice. On réalise alors l'équilibre comme ci-dessus, en manœuvrant le commutateur et en faisant varier la longueur du câble C_1 . La longueur résultante de C_1 indique l'équivalent de transmission de la ligne soumise aux essais.

La figure 4 montre comment on utilise l'appareil pour mesurer le « niveau de transmission ». L'agencement des extrémités transmettrice et réceptrice est semblable à celui qui est représenté sur la figure 3; on procède aux mesures de la même manière.

Aux stations intermédiaires, on relie la ligne au jack « int. » comme l'indique la figure. On réalise l'équilibre de la même manière qu'à la station réceptrice. La valeur indiquée pour le câble C_1 indique le niveau de transmission cherché. La tension qui correspond à ce niveau de transmission peut être plus élevée que la tension appliquée à l'extrémité transmettrice; c'est pourquoi le câble C_1 est réglé à zéro et le câble C_2 réglable : ce dernier est étalonné de telle façon qu'on puisse lire directement en unités de transmission les différences de niveaux de transmission.

De ce qui précède, il résulte clairement qu'il est essentiel que tous les circuits possèdent sensiblement la même impédance si l'on veut obtenir des résultats précis avec cette méthode de mesures.

ANNEXE VII

Post Office britannique. Service des recherches techniques.

RAPPORT N° 3668.

Remarques sur les essais de transmission des microphones et récepteurs téléphoniques (Renseignements spéciaux relatifs au choix et à la conservation des étalons).

Les méthodes adoptées par le Post Office britannique, pour assurer l'efficacité de transmission des appareils téléphoniques en dépôt dans les magasins, sont décrites dans l'*Instruction technique N° VIII* (1^{re} partie). Les renseignements ci-après se rapportent aux méthodes appliquées par le Service des Recherches techniques du Post Office.

GÉNÉRALITÉS

Les derniers essais auxquels sont soumis les appareils téléphoniques doivent être effectués d'après la méthode de comparaison auditive; les méthodes, décrites ci-après, servant pour ces essais sont le fruit de plusieurs années d'expérience. Sauf pour les me-

sures peu importantes, on devra toujours faire intervenir 3 opérateurs désignés ici par les lettres A, B et C. Ils causeront à tour de rôle dans les conditions suivantes :

A avec B, B avec C, C avec A, A avec C, C avec B et B avec A.

Cette série de mesures auditives constitue un « groupe de six comparaisons » ; c'est l'unité, au point de vue des mesures de transmission dont il s'agit. Suivant les besoins, on peut reprendre une ou plusieurs fois la série des comparaisons auditives à l'aide des mêmes opérateurs ou à l'aide d'opérateurs différents.

On a constaté qu'il est nécessaire de procéder aux essais d'une manière déterminée (en prévoyant des temps d'arrêt) si l'on veut poursuivre les comparaisons pendant tout un jour. Une série de six comparaisons consécutives exige de 20 à 30 minutes; un intervalle de 30 minutes sépare deux séries de six comparaisons. Pendant l'un des 6 essais (par exemple quand A parle à B) c'est toujours A qui parle et B qui écoute; alors, l'opérateur C effectue les différentes manœuvres sur le câble standard réglable et prend note des résultats des comparaisons auditives effectuées.

CIRCUIT STANDARD

A moins que l'essai n'exige, par sa nature, qu'il en soit autrement, toutes les comparaisons auditives sont faites à l'aide du « circuit standard ». Dans la pratique, ce circuit standard comprend un câble étalon dont les constantes sont sensiblement égales à celles du « câble standard », à savoir :

$R = 88$ ohms; $C = 0,054$ microfarad; $L = 0,001$ henry, $G = 1$ microhm, par mile (1.609 m.) de boucle. On se sert d'une longueur minimum de 30 miles, et l'on peut, à volonté, ajouter une petite longueur de câble artificiel soit au circuit en essai, soit au circuit de référence.

MONTAGE DU DISPOSITIF DE MESURES

Ce montage doit être l'objet de précautions particulières. Les détails donnés à ce sujet dans l'instruction technique n° VIII (vol. 1) sont identiques à ceux dont tient compte le Service des recherches techniques, à quelques légères modifications près.

1° On relie, aux ressorts de contact des relais-commutateurs, l'appareil étalon; l'appareil à essayer est par suite celui qui se trouve normalement en circuit.

2° La personne qui écoute signale son appréciation en appuyant sur l'un des trois boutons marqués: *meilleur*, *égalité*, *pire*; le fonctionnement de l'un quelconque des boutons annule le signal précédent et allume une lampe sous les yeux de l'opérateur chargé de noter les résultats de la comparaison; à chaque bouton de signalisation correspond évidemment une lampe différente. Pour per-

mettre aux opérateurs de communiquer entre eux, on a installé un circuit spécial auquel ils ont recours si besoin est.

3° A l'aide d'une clé d'inversion, on peut passer de la position « essai » à la position « référence (ou étalon) » à l'insu de l'opérateur qui écoute; les lampes de signalisation se trouvent inversées du même coup. Le rôle de cette clé est très important, car elle empêche les opérateurs de donner une appréciation de parti pris; c'est important même lorsque la différence des sons perçus est telle que l'opérateur puisse s'apercevoir de la substitution, car la personne qui écoute ne doit pas être influencée par les appréciations qu'elle a signalées précédemment.

Toutes les manœuvres de commutation mettent en jeu des relais ou électro-aimants munis de contacts en platine spécialement préparés sous une pression relativement forte. Ces relais sont renfermés dans des boîtes scellées qui les protègent contre la poussière; les ressorts de contact traversent les parois des boîtes et sont fixés à des bornes extérieures.

DÉTAILS DES MESURES

Les mesures de transmission se rapportent au rendement acoustique (volume des sons), à la résistance, à la netteté, au brûlage (friture), au tassement de la grenaille, à l'effet local, suivant le cas.

1° *Rendement acoustique (volume)*. — Pour effectuer cet essai, on répète les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 plusieurs fois de suite, d'abord dans l'appareil à essayer, puis dans l'appareil étalon. Ces sons sont faciles à émettre; on a reconnu qu'ils étaient satisfaisants et suffisamment symboliques dans la pratique. Les sons émis par les opérateurs ont un volume légèrement supérieur à celui qui correspond à ceux émis au cours d'une conversation téléphonique ordinaire, et cela pour répondre aux conditions qui se présentent pendant une conversation écoutée sur une ligne à longue distance.

La méthode de réalisation de l'équilibre est indiquée ci-après :

Nous avons vu que les 30 miles de câbles standard peuvent être reliés à l'un ou l'autre des deux circuits, et qu'on peut encore ajouter une faible longueur variable en série avec les trente miles de câble standard. Supposons qu'au début de l'essai, il y ait par exemple 30 m. c. s. sur le circuit étalon pour une position des relais commutateurs et (30 + 3) milles sur le circuit comprenant l'appareil à essayer, pour l'autre position des relais. Après trois écoutes successives sur chacun des circuits, l'opérateur signalera, par exemple : *pire*; on peut raccorder les 3 m. c. s. au circuit étalon et recevoir le signal : *meilleur*. On diminue alors la longueur variable du câble artificiel et on répète l'opération (mais jamais d'une manière connue d'avance) jusqu'à ce que l'opérateur signale *égalité* entre deux valeurs voisines. Les deux valeurs limites ainsi trouvées (suivant le cas elles diffèrent de 1 à 4 ou 5 m. c. s.), l'une

correspondant à *meilleur* et l'autre à *pire*, sont contrôlées et l'on admet que la valeur moyenne entre les extrêmes représente l'*égalité vraie*. Le but consiste à opérer entre ces valeurs limites qui sont déterminées d'une façon précise au moyen d'un double contrôle. Il est parfois nécessaire de ne pas tenir compte des résultats des toutes premières écoutes (peut-être même de la série des essais effectués par les opérateurs A et B), si les appareils en essais ne deviennent stables qu'après un certain temps de mise en service. Il arrive aussi qu'on trouve des résultats absolument fantaisistes; il importe alors de les contrôler soigneusement.

Le nombre de séries de six comparaisons varie suivant le degré de précision jugé nécessaire, mais, quand on vérifie les étalons, ce nombre n'est jamais inférieur à deux; de plus, on se sert alors de deux étalons primaires différents.

Toutes les fois que la chose est possible, on emploie aussi bien dans le circuit renfermant l'appareil à essayer que dans le circuit étalon les mêmes organes constitutifs, en vue d'éviter les erreurs imputables au manque d'homogénéité entre des organes semblables et aussi afin d'éviter des étalonnages superflus. Sauf lorsqu'on s'en sert pour parler, les microphones sont toujours remplacés par des résistances de 50 ohms dans le but d'uniformiser les conditions : l'efficacité d'un récepteur téléphonique dépend en effet du microphone auquel il est associé. L'emploi de ces résistances diminue aussi l'effet des bruits parasites venant du dehors.

On se sert d'organes étalonnés uniquement lorsque c'est essentiel; par exemple, pour vérifier les récepteurs téléphoniques, on utilise à l'extrémité transmettrice un microphone du type standard, mais non étalonné.

2° Résistance des microphones. — Cette résistance s'obtient en mesurant la différence de potentiel aux bornes du microphone ainsi que le courant qui le traverse lorsqu'on compte 1, 2, 3, 4, 5, dans l'appareil à essayer. D'ordinaire, on procède à la mesure de la résistance dès que l'essai de rendement acoustique (volume) est terminé. Etant donnée l'importance des variations de la résistance suivant les différents rendements acoustiques, la mesure de la résistance s'effectue en causant d'une façon normale; le volume de la voix des opérateurs ne doit jamais être inférieur à celui qu'il a dans une conversation téléphonique normale. On se sert d'un instrument de mesures apériodique Weston (modèle n° 1). La condition limite de résistance des microphones à batterie centrale est au maximum de 80 ohms lorsqu'ils sont parcourus par un courant de 0,025, le diaphragme faisant un angle de 25° avec la verticale. Pour cet essai, il faut ajouter une résistance supplémentaire à la ligne locale. En outre, on effectue habituellement les mesures sur une ligne locale ayant une résistance de 300 ohms, le diaphragme du microphone étant tantôt rigoureusement vertical, tantôt incliné de 25° vers l'horizontale.

3° *Netteté (articulation)*. — Comme fruit d'une longue expérience on a adopté aujourd'hui la méthode de mesures suivantes :

On a préparé un grand nombre de listes composées de monosyllabes. (Ces listes sont complétées de jour en jour). Chacune des listes renferme 25 syllabes qui reproduisent les sons que l'on rencontre, dans des proportions convenables, dans la langue anglaise usuelle. Lorsqu'on l'a jugé nécessaire, on a remplacé certains sons par d'autres qui sont d'une transmission à peu près aussi difficile. A ce point de vue, les listes sont pratiquement équivalentes; elles renferment surtout des mots qui se retrouvent aussi fréquemment dans le langage courant et qui présentent la même difficulté de transmission; mais pour plus de précision, on se servira de deux (ou de quatre, etc.) listes. Chaque syllabe est composée d'une voyelle comprise entre deux consonnes. On peut décomposer tous les mots du langage courant en syllabes de ce genre, en ajoutant au vocabulaire une consonne imaginaire qui ne se prononce pas.

Les sons ont été choisis d'après ceux que l'on rencontre en lisant les articles publiés dans les grands quotidiens.

L'expérience s'effectue ainsi : un opérateur lit lentement une liste de monosyllabes et l'opérateur qui écoute note par écrit ce qu'il a entendu. La comparaison entre le pourcentage des sons reçus correctement sur le circuit étalon et sur le circuit en essai, donne une mesure de la netteté. Jusqu'ici on n'a pu faire cette mesure que par comparaison. Avec les opérateurs qui procèdent à ces essais, une bonne moyenne correspond à 60 p. 100 environ.

4° *Brûlage (friture), tassement et effet local*. — On n'effectue pas de mesures spécifiques du brûlage, du tassement, et de l'effet local; on procède par comparaison avec un appareil étalon. Le tassement se signale au cours des mesures du rendement acoustique par des écarts dans les résultats correspondant à l'égalité; en parlant plus bas que d'ordinaire, le défaut est encore plus sensible. On procède aux mesures sur un circuit local de résistance nulle, en faisant varier la position du microphone entre la verticale et une inclinaison de 25 degrés.

CHOIX ET CONSERVATION DES ÉTALONS.

Choix des microphones. — Jusqu'ici les seuls microphones utilisés comme étalons sont du type « Western Electric » à batterie centrale (n° 4001); ceux qui sont actuellement en usage ont été prélevés parmi les appareils livrés à la suite d'une commande ordinaire de microphones; ils servent à étalonner tous les étalons secondaires. Lorsqu'on a besoin de nouveaux étalons, on prend un certain nombre de microphones qu'on vérifie au point de vue du brûlage, du tassement et de l'effet local. Ces essais se font sur une ligne locale de résistance nulle. Après cet essai, on étalonne le microphone au point de vue de l'efficacité acoustique (volume)

et on ne l'utilise plus jamais sur une ligne locale ayant une résistance inférieure à 300 ohms. Lorsqu'on soumet les microphones étalons aux mesures de transmission, leur diaphragme doit toujours occuper une position verticale. Avant de parler, chaque opérateur frappe avec un crayon sur le boîtier du microphone étalon. On procède ensuite à l'essai de transmission sur une ligne locale, dans la forme habituelle. Si le microphone à essayer n'est pas *pire* que l'étalon de plus de 3 m. c. s. et s'il est jugé satisfaisant lors des essais de résistance, il est monté définitivement sur un socle de poste d'abonné, c'est-à-dire muni d'un cordon et fixé au pied du socle à l'aide des vis prévues à cet effet; un cordonnet dont les deux bouts sont pris sous un cachet de cire entoure l'ensemble. Ce microphone est soumis à nouveau à des essais de rendement acoustique à peu près tous les mois pendant 9 mois; si pendant ce laps de temps il n'accuse aucune variation ou aucun défaut, il est comparé finalement à deux étalons primaires et classé parmi les microphones-étalons.

CONSERVATION DES MICROPHONES-ÉTALONS.

Le Service des recherches techniques conserve 60 microphones-étalons (trois groupes *a*, *b* et *c* de 20 étalons chacun). En outre, il possède 25 microphones-étalons américains (Western Electric Co, n° 229) qui sont comparés aux autres chaque année.

Chaque groupe de vingt microphones est divisé en trois sous-groupes comprenant respectivement 6 étalons primaires, 6 étalons secondaires et 8 étalons de travail; les primaires servent surtout à étalonner les secondaires et ceux-ci servent à calibrer les étalons employés par les autres services du Post Office britannique ou par les administrations étrangères, ainsi que les étalons de travail. A leur tour, ces derniers sont utilisés toutes les fois qu'on a besoin de se rapporter à un microphone-étalon, par exemple, pour vérifier la qualité des appareils livrés par les fournisseurs.

Reétalonnage périodique. — Les microphones du groupe le plus ancien (groupe *a*) sont étalonnés de nouveau tous les trois mois; c'est une occasion pour réviser l'étalonnage réel, en mettant à profit la comparaison qui est faite avec plusieurs étalons pour procéder à un réglage minutieux de la valeur pratique de chaque microphone-étalon de ce groupe. Puis, chaque étalon secondaire est comparé à chacun des étalons primaires, ce qui permet de contrôler l'efficacité de ces derniers; ainsi, l'efficacité moyenne des six secondaires est mesurée six fois par rapport aux six étalons primaires. Sauf erreurs opératoires, la plus légère différence constatée entre les valeurs moyennes et la valeur moyenne de ces moyennes est une preuve que le chiffre trouvé primitivement pour l'étalon primaire intéressé est erroné. Les efficacités des primaires sont alors réajustées pour amener les moyennes à égalité.

On modifie d'après les nouvelles valeurs trouvées pour les primaires, les efficacités des divers étalons secondaires.

Enfin, chacun des étalons de travail est comparé à deux étalons secondaires. On prépare un tableau qui indique les variations moyennes de l'efficacité des étalons depuis l'étalonnage précédent. La variation moyenne totale des 20 microphones doit, pratiquement, être nulle; s'il en est autrement, on ajoute un même nombre à la valeur de chacun d'eux pour ramener la moyenne à zéro.

La variation moyenne définitive de chaque groupe (primaires, secondaires, étalons de travail) doit être peu importante; elle doit être de l'ordre de 0,3 m. c. s. au maximum. Dans la pratique, on a constaté qu'il en était réellement ainsi. D'ordinaire, des écarts plus accentués sont dus aux variations anormales d'un seul microphone; il en est alors tenu compte. On procède périodiquement au contrôle des valeurs des étalons, afin d'éviter que des erreurs ne s'ajoutent dans le même sens.

Les groupes *b* et *c* sont aussi vieux l'un que l'autre; le premier est traité exactement comme le groupe *a*; quant au groupe *c*, il ne sert jamais pour les mesures courantes; il est conservé comme groupe de contrôle, pour vérifier s'il se produit une variation quelconque (due au vieillissement) entre les étalons dont on se sert et ceux dont on ne se sert pas. Les microphones du groupe *c* sont réétalonnés tous les six mois.

Le groupe *d* (composé des 25 étalons américains) n'est pas subdivisé en sous-groupes; il est utilisé en totalité pour établir des comparaisons avec les microphones du groupe *a*.

Une fois l'an, les groupes de microphones sont comparés entre eux comme suit :

groupe *a* avec le groupe *b*

—	<i>a</i>	—	<i>c</i>
—	<i>b</i>	—	<i>c</i>
—	<i>a</i>	—	<i>d</i>

On procède à ces comparaisons dans le seul but de vérifier les efficacités relatives des différents groupes. On ne tient pas compte des efficacités des microphones et l'on se contente de comparer les appareils de la manière suivante : *a*₁ avec *b*₁; *a*₂ avec *b*₂; *a*₃ avec *b*₃, et ainsi de suite.

RÉCEPTEURS TÉLÉPHONIQUES

Choix des récepteurs. — Ce choix s'effectue comme pour les microphones. On remplace le couvercle habituel par un couvercle sans rainure. Après un essai préliminaire, on enduit d'une légère couche de vernis à la gomme-laque l'intérieur du boîtier, les électros, etc., et on laisse sécher complètement. Cette opération immobilise définitivement les particules de limaille ou les petits

grains de poussière. On attache le cordon souple et l'on scelle le couvercle.

Il n'est procédé à aucun essai spécial de netteté, mais pendant les opérations relatives au choix, on vérifie la netteté de l'audition; tout récepteur inférieur à l'étalon à ce point de vue, est rejeté.

Conservation des récepteurs. — Jusqu'ici, en raison de ce que les récepteurs risquent moins de varier que les microphones, on s'est borné à conserver 20 récepteurs-étalons seulement; ils sont subdivisés en trois sous-groupes comme les microphones, et étalonnés à nouveau tous les six mois.

Emmagasinage des étalons. — Lorsqu'ils ne servent pas, tous les étalons sont conservés dans un local fermé où la température ne descend jamais au-dessous de 60° F.

ANNEXE VIII

Méthode relative à la mesure du rendement de transmission des appareils téléphoniques d'abonnés, faite à partir du bureau central.

par A.-J. ALDRIDGE A. C. G. I. et A. HUDSON B. Sc.

Les mesures de transmission d'un genre ou d'un autre, soit sous forme d'essai employant la parole, soit sous forme de mesures pures en courant alternatif, deviennent de plus en plus précises et exactes. Deux portions du système téléphonique n'ont cependant pas reçu jusqu'à maintenant l'attention qu'on aurait dû leur donner. Toutes deux sont très importantes, à savoir l'abonné lui-même et le transmetteur placé dans ses locaux.

Le rendement du transmetteur est déterminé avant que celui-ci soit mis en stock, mais ensuite, à moins de réclamation, on ne fait plus d'autre essai. Il est bien connu que beaucoup d'abonnés sont loin de parler correctement dans l'embouchure de leur instrument; ils se placent souvent à quinze centimètres ou même davantage de leur appareil et parlent sans bien articuler. La détérioration du transmetteur ou la façon de parler défectueuse de l'abonné peuvent avoir un effet très sérieux sur le rendement général du service, mais jusqu'à présent on n'a pas eu de méthode pour faire un essai.

Une méthode nouvelle a été imaginée à la section de recherches du Post Office britannique et cette méthode sera sans aucun doute d'intérêt général.

Brièvement, l'opération consiste à mesurer au central téléphonique la tension maximum moyenne envoyée sur la ligne par

l'abonné pendant une conversation quelconque dans laquelle il peut être engagé, et cela à l'insu de cet abonné.

Cette tension est comparée à celle qui est donnée par une personne parlant d'une façon moyenne et employant un appareil

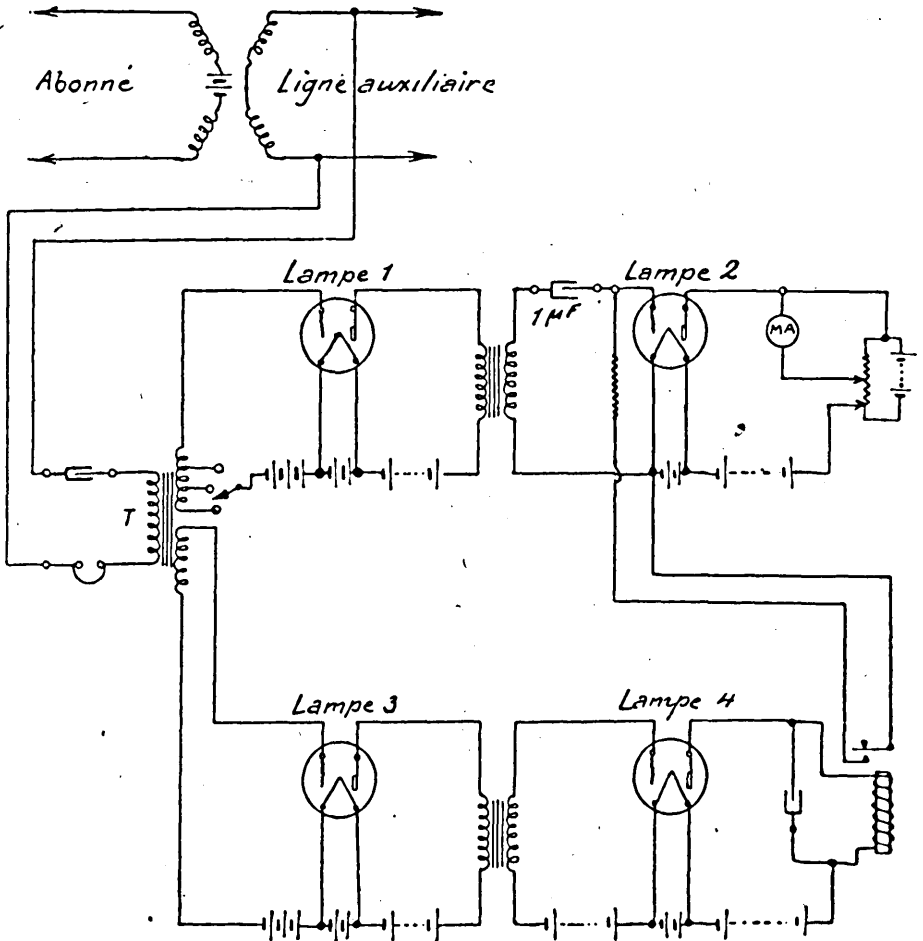


FIG. 1. — Schéma de l'appareil d'essai.

standard. Les lectures peuvent être faites avec un galvanomètre à aiguille quelconque. Celui qu'on a employé était un voltmètre Weston du modèle n° 1. La disposition du circuit est donnée sur le schéma de la figure 1.

On connecte un transformateur d'entrée T, aux bornes de sortie de la ligne auxiliaire. Ce transformateur a deux enroulements, dont l'un possède plusieurs plots de telle façon qu'on peut faire varier la sensibilité du dispositif. La différence de potentiel obtenue

nue aux bornes secondaires de ce transformateur sera amplifiée par le tube à vide n° 1, puis elle est transmise au tube n° 2, qui est du type redresseur, par l'accumulation de charges électriques sur la grille. On mesure les variations du courant de plaque de ce dernier tube à vide. Le courant de plaque normal du tube à vide est compensé, ainsi qu'on l'indique sur le diagramme, ce qui permet l'emploi d'un appareil sensible pour la mesure de la variation de ce courant-plaque due aux variations du potentiel de la grille V. La différence de potentiel aux bornes du deuxième enroulement du transformateur d'entrée est amplifiée par le tube à vide n° 3 et passe de là au tube redresseur n° 4. Ce dernier opère sur la partie courbe de la caractéristique de plaque, et le courant obtenu fait fonctionner un relais à haute résistance du type B. L'amplificateur employé sur ce circuit est tel que le relai sera actionné par la conversation la plus faible qu'on peut avoir dans la pratique. Le fonctionnement du relais B ferme le circuit de fuite du tube à vide n° 2 et produit le redressement.

En conséquence pendant tout le temps que la conversation dure, il se produit un redressement du courant et le galvanomètre dévie. S'il se produit une augmentation brusque dans le volume de la parole, il y aura aussi une augmentation de la déviation, limitée cependant par le fait qu'un condensateur relativement élevé, soit 1 microfarad, doit être chargé avant que l'effet ne se fasse sentir. Aussitôt que cet extra volume de la parole cesse, le condensateur se décharge par la résistance de fuite jusqu'à ce que sa différence de potentiel corresponde à nouveau à la valeur moyenne de la parole.

Les intervalles dans la conversation n'ont pas d'influence, puisque la résistance de fuite n'entre en action que pendant la période où l'on parle; le reste du temps la grille du tube à vide est polarisée par la charge se trouvant sur le condensateur à haut isolement, et la déviation du galvanomètre reste constante.

On a trouvé qu'une conversation téléphonique quelconque donne une déviation qui est pratiquement constante. (Les pertes de transmission entre le transmetteur et le bureau central peuvent être lues à 1 mile de câble standard près). La déviation atteint rapidement sa valeur. De fait, il a été possible de mesurer les pertes entre le transmetteur et le bureau central de chacune des deux moitiés de la connexion locale, à condition que la conversation ne soit pas trop irrégulière, ou que les deux personnes ne parlent pas avec une trop grande différence de force, ce qui ne permettrait pas à la déviation de prendre sa valeur pour chaque personne.

Les courbes de la figure 2 montrent les changements de la déviation correspondant aux différences de rendements à la transmission. Ces courbes ont été obtenues avec un appareil d'expérience et donnent une variation totale de 40 miles de câble standard. Naturellement, la variation totale entre les courbes ex-

trèmes dépend entièrement de la sensibilité du galvanomètre, mais une limite pratique est due aux erreurs de zéro du galvanomètre. Si l'appareil employé est trop sensible, on rencontre des difficultés qui proviennent des changements de la force électromotrice des batteries ou des résistances, ce qui détruit l'équilibre. Les lignes horizontales correspondent aux déviations dues à des

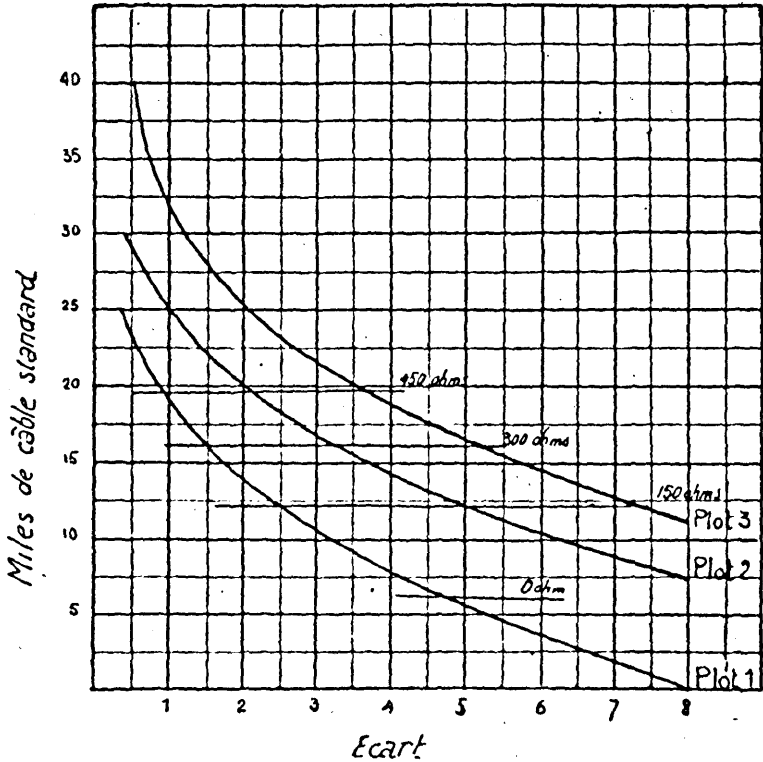


FIG. 2. — Courbes de l'appareil d'essai de transmission.

personnes moyennes parlant dans des appareils standards. De ces lignes et des valeurs réellement obtenues dans la pratique, on peut déduire immédiatement la quantité dont la transmission s'écarte de la valeur qu'elle devrait avoir. Des lampes à basse température ayant un courant de chauffage de 0,06 ampère sont tout à fait satisfaisantes et l'appareil complet, à l'exception des batteries, peut être monté dans une petite boîte transportable.

Cette méthode présente des avantages pour l'essai périodique rapide des transmetteurs et on étudie son emploi dans ce but et aussi pour d'autres usages.

ANNEXE IX

Méthode d'essai des appareils d'abonnés à partir du central téléphonique.

La Western Electric Company procède à la mise au point d'une méthode d'essai des appareils d'abonnés à partir du central téléphonique. Tous les appareils d'essai seront placés au bureau central, à l'exception d'un appareil de comparaison qui sera transporté à l'emplacement du poste d'abonné, et remplacera ce dernier appareil pendant une partie de l'essai.

La méthode consiste essentiellement en une comparaison entre la résistance du microphone à charbon en courant continu, et le courant alternatif fourni par le microphone. Il n'est pas nécessaire de transmettre dans un seul sens, et toutes les mesures se font au bureau central.

En résumé, la méthode d'essai repose sur la mesure, à partir du bureau central, de la résistance en courant continu des transmetteurs d'abonné. Une bande de fréquences est envoyée sur le circuit d'abonné à partir du bureau central et à travers un transformateur placé en série avec un condensateur; cette bande de fréquences est reçue dans un écouteur téléphonique étalon placé au poste d'abonné.

Pour faire l'essai du transmetteur, on influence ce dernier par le son émis par l'écouteur étalon. Celui-ci est couplé au transmetteur à essayer, par l'intermédiaire d'une pièce de couplage, faite de telle façon qu'elle puisse se visser sur le transmetteur à la place de l'embouchure.

L'écouteur est maintenu en place à l'autre extrémité de la pièce de couplage, à l'aide d'un ressort. La résistance du transmetteur est mesurée directement sur l'appareil de mesures au bureau central. Cet appareil de mesures peut être gradué en ohms directement, quelle que soit la longueur de la boucle de l'abonné. Connaissant la relation entre le rendement du transmetteur et sa résistance mesurée en courant continu, lorsqu'il est influencé par un son donné (émis par l'écouteur étalon), on pourra déduire le rendement du transmetteur.

Dans le but de faire l'essai de rendement de l'écouteur de l'abonné, on envisage l'emploi d'une méthode consistant à influencer tout d'abord le transmetteur avec un écouteur étalon et ensuite avec l'écouteur de l'abonné. Le transmetteur influencé par l'écouteur étalon donne un certain nombre d'ohms, pour une certaine tension appliquée depuis le bureau central sur le circuit d'abonné. L'écouteur étalon est remplacé alors par l'écouteur de l'abonné, et la tension sur le circuit d'abonné sera accrue jusqu'à ce que le transmetteur indique la même résistance. Le rapport des

tensions appliquées au circuit d'abonné donnera une mesure de l'efficacité de l'écouteur de l'abonné, un écouteur peu efficace demandant un courant plus intense pour exercer la même influence sur le transmetteur.

ANNEXE X

Choix d'une unité de transmission.

Il a été décidé dans la conférence d'avril 1924 que les longueurs de transmission devraient être exprimées soit en unités absolues (31) soit en miles de câble standard.

Au moment où cette session eut lieu, le Bell System d'Amérique venait d'adopter une unité basée sur les rapports de puissance. Cette unité est appelée provisoirement « Unité de transmission » (TU). Il a paru désirable de prendre cette nouvelle unité en considération dans le présent rapport, car on a fait remarquer qu'elle présente certains avantages techniques, et que le résultat de son adoption produirait l'uniformité des méthodes en Europe et en Amérique.

Comme seconde méthode, on a proposé que les longueurs de transmission soient exprimées par des nombres égaux à 10 fois la valeur de leur mesure en unités absolues. Ces nombres seraient donnés en « Déci ».

De nombreuses communications ont été reçues des administrations européennes, au sujet des avantages relatifs de l'unité absolue comparée au « Déci ». La grande majorité des administrations a été en faveur de l'unité absolue elle-même. Les rapporteurs sont d'accord sur ce point et sont de l'opinion que la proposition d'adoption du « Déci » devrait être abandonnée.

Si cette proposition est adoptée, il reste à choisir entre l'unité absolue (31) et l'unité de transmission (TU). L'opinion des rapporteurs diffère sur ce point. Il a semblé désirable de donner les raisons en faveur de chacun des deux systèmes et de laisser aux différentes administrations le soin de décider, en ce qui concerne l'adoption de l'un des systèmes en question. On donne à la fin de ce rapport une table des facteurs de conversion. Avant d'exposer les raisons en faveur de l'un ou de l'autre des systèmes, on désire faire quelques remarques relatives aux conditions qui seraient le résultat de l'adoption de différentes méthodes par les différentes administrations. La difficulté principale serait rencontrée dans la comparaison des mesures de transmission entre extrémités, les mesures d'amplification et la coordination des rapports et de la littérature technique en général.

En ce qui concerne les niveaux de transmission entre extrémités, on pourrait employer certains facteurs de conversion adoptés. Pour la question du réglage de l'amplification, on pense qu'on ne rencontrerait pas de difficultés sérieuses en admettant que les appareils employés pour régler l'amplification soient calibrés d'une façon uniforme ainsi qu'on l'a recommandé précédemment au paragraphe VI de ce rapport.

Il semble qu'il n'y ait aucune méthode capable de coordonner les résultats et les publications techniques, mais les deux systèmes de mesure sont reliés par une relation linéaire simple qui rend facile les comparaisons mentales, à savoir : la longueur de transmission exprimée en TU est approximativement égale à neuf fois la même longueur exprimée en unités absolues. (Exactement $8,686 b = \text{mesure en TU}$).

Il est clair d'après ce qui précède que, bien qu'il soit très désirable que les méthodes employées soient uniformes, il serait possible de réaliser une coopération suffisante si les deux systèmes venaient à être employés.

Raisons données par M. le docteur F. Breisig en faveur de l'adoption de l'unité absolue pour l'expression des longueurs de transmission.

Je tiens à éclaircir la situation en ce qui concerne la question de l'Unité de Transmission, en disant qu'il n'y a aucune opposition de notre côté en ce qui concerne une extension des idées qui ont eu cours jusqu'à présent sur l'atténuation du courant et de la tension dans le cas des problèmes de transmission de force. Bien que notre opinion soit que dans la majorité des cas, les problèmes peuvent être étudiés en considérant simultanément le courant et la tension, nous reconnaissons que le développement de la téléphonie théorique a mis en lumière des faits qui seraient rendus plus simples s'ils étaient considérés au point de vue de la puissance.

Je désire faire remarquer que j'ai toujours proposé que les systèmes de transmission soient traités comme étant quadri-polaires. Dans ce cas, on donne toujours deux équations linéaires liant la tension et le courant à l'extrémité de départ à la tension et au courant à l'extrémité d'arrivée. Tout problème traité de cette façon, fait intervenir en principe la puissance même si, comme dans bien des cas, il n'est pas nécessaire de l'exprimer effectivement. Nous sommes convaincus qu'à tout point de vue une unité de transmission adaptée aux besoins présents et futurs, doit assurer la possibilité d'être aussi appliquée à l'atténuation de la puissance. Il n'est pas nécessaire que nous nous étendions davantage sur ce sujet, car on reconnaît de part et d'autre que tous les systèmes em-

ployés, et spécialement les systèmes les plus modernes sans distorsion, sont adaptés tout aussi bien à la comparaison des puissances qu'à celle des courants et des tensions.

Tous les systèmes qui ont été proposés, sont de caractère logarithmique. On reconnaît que les méthodes de mesure employant un câble standard ne s'adaptent pas aux procédés modernes, étant donné qu'elles ne sont pas indépendantes de la fréquence. La méthode intermédiaire du mile de câble à 800 périodes n'introduit pas de distorsion, mais conduit à des expressions difficiles à comprendre lorsqu'elle est appliquée à des problèmes faisant intervenir des fréquences variées.

Restent donc le système d'unités appelé βl , et le système d'unités appelé unités de transmission.

Il peut être utile de se souvenir de la signification physique de β : Cette valeur représente le pourcentage de perte du courant ou de la tension entre le commencement et la fin d'une section ayant une longueur unité, à condition que cette unité de longueur soit suffisamment petite, et que le circuit au delà de la section considérée soit d'une longueur suffisante pour que la propagation des ondes ne soit pas affectée par les ondes réfléchies. Dans ce cas 2β est la perte dans la même unité de longueur, exprimée en pourcentage de la puissance. Exactement comme dans le cas des intérêts composés, si nous passons d'une petite unité de longueur à une longueur quelconque, la relation simple indiquée précédemment est changée en la relation suivante :

$$e^{-\beta l} = e^{-b},$$

qui représente le rapport entre les courants ou les tensions, ou bien

$$e^{-2\beta l} = e^{-2b},$$

qui représente le rapport entre la puissance d'entrée et la puissance de sortie.

La valeur irrationnelle $e = 2,7182818$ choisie comme base des logarithmes naturels est justifiée par la formule bien connue :

$$\frac{de^x}{dx} = e^x,$$

ou

$$\frac{d \log_e x}{dx} = \frac{1}{x},$$

alors que toute autre base de logarithme ferait intervenir des coefficients fractionnaires dans les formules, dont la valeur dépendrait de la base choisie arbitrairement.

C'est un fait bien connu que la relation exponentielle est rencontrée très souvent en physique et en mécanique dans les cas où une augmentation donnée de la variable indépendante produit une augmentation ou une diminution d'une fraction donnée de la fonction.

Ce que nous appelons constante d'affaiblissement dans les circuits téléphoniques, s'appelle aussi « décrément » en galvanométrie ou en radio-télégraphie. Personne n'a présenté d'objection jusqu'à présent à l'emploi des logarithmes naturels dans ces derniers cas. La différence dans le cas de la transmission téléphonique est que la variable indépendante est la longueur prise le long de la ligne, alors que dans le premier cas c'est le temps mesuré pendant que le phénomène se produit. Il en résulte qu'on peut en principe appliquer la même définition dans les deux cas.

Adopter une base de logarithmes quelconque autre que e , et des logarithmes quelconques autres que les logarithmes népériens, dans l'étude des problèmes de transmission téléphonique est donc traiter ces derniers problèmes d'une façon exceptionnelle si on compare ce traitement à celui des problèmes du même genre dans d'autres branches de la physique appliquée.

Pour justifier un abandon aussi exceptionnel des méthodes générales, nous pensons qu'il faudrait de meilleures raisons qu'une certaine facilité dans l'emploi de cette nouvelle unité pour les personnes qui ne s'occupent pas de travaux de recherche théorique ou expérimentale.

Il existe la différence suivante entre le système d'unités absolues et le système appliquant les unités de transmission, cette différence étant cependant purement formelle :

βl ou b est l'expression pour l'atténuation du courant ou de la tension, et $2 \beta l$ ou $2 b$ est l'expression correspondante pour la puissance, tandis que dans le système d'unités de transmission, une unité de transmission représente l'atténuation de la puissance dans une longueur donnée et $1/2$ unité de transmission représente l'atténuation du courant ou de la tension.

De plus, la puissance diffère du courant et de la tension par le facteur 2 à un autre point de vue, à savoir celui de la fréquence. Ne serait-il pas logique de définir la fréquence par rapport à la puissance, et de définir la fréquence du courant et de la tension comme étant $1/2$ de la fréquence correspondant à la puissance ? Un tel système pourrait être employé sans difficulté en ce qui concerne les ingénieurs du bureau d'études; il n'y aurait qu'à employer $1/2 f$, lorsque f serait la fréquence correspondant à la puissance.

Raisons données par le colonel Purves en faveur de l'adoption de l'unité de transmission pour l'expression des longueurs de transmission.

Avant d'étudier les raisons particulières en faveur de l'adoption de l'unité de transmission, on doit faire remarquer que l'unité absolue serait conservée pour les calculs dans les cas où cela serait spécialement indiqué. Par exemple, le calcul de la constante de pro-

pagation, en partant des mesures faites avec l'extrémité du circuit ouvert ou fermé, serait probablement fait d'une manière plus commode en employant les unités absolues.

Les raisons données dans la suite ne tendent donc pas à la suppression de l'unité absolue, mais à l'adoption de l'unité de transmission pour l'expression des longueurs de transmission des circuits téléphoniques dans la pratique journalière, et dans beaucoup d'autres cas où il sera considéré plus avantageux de procéder ainsi.

Les raisons ayant conduit à l'adoption de l'unité de transmission en Amérique sont données dans un article publié par R. V. L. Hartley dans le n° de « Electrical Communication » de juillet 1924.

Les raisons en faveur de l'adoption d'une unité basée sur le rapport de la puissance peuvent être résumées ainsi qu'il suit :

1° Dans une ligne de transmission téléphonique, la condition essentielle est la transmission à bon rendement de la puissance. Le rendement d'un circuit sera donc exprimé d'une façon plus logique sous forme d'un rapport de puissance plutôt qu'à l'aide d'une unité basée sur le rapport des courants ou des tensions.

2° On pourra exprimer d'une façon simple la distribution de l'énergie sur une ligne dont l'impédance varie d'un point à un autre, à l'aide des unités de transmission, sans qu'on ait pour cela à ajouter les valeurs particulières de l'impédance.

3° L'effet de l'insertion dans le circuit de transformateurs téléphoniques ou d'autres appareils pourra être exprimé d'une façon simple par l'emploi des unités de transmission.

4° L'efficacité des lignes et des appareils peut être comparée directement indépendamment de leurs impédances.

5° Les pertes à la jonction de lignes de caractéristiques dissimilaires, ou à la jonction entre les lignes et les appareils, peuvent être exprimées directement en unités de puissance. Les « pertes négatives » que l'on rencontre dans certains cas lorsque les pertes sont exprimées en unités correspondant au rapport des courants, ne se rencontrent plus lorsqu'on emploie des unités basées sur le rapport de puissances.

6° Dans le cas d'un système employant une combinaison de téléphonie sur ligne et de radio-téléphonie, il est possible de faire un diagramme des niveaux de transmission de tout le système, par l'emploi des unités de puissance, mais non pas par l'emploi des unités de courant.

7° Le rendement d'un système téléphonique d'une extrémité à l'autre, comprenant la transformation de l'énergie sonore en énergie mécanique ou électrique au départ, et aussi le processus contraire à l'extrémité de réception, peut être exprimé en fonction d'une unité de puissance, mais non pas en fonction d'une unité de courant.

On a présenté l'objection suivante à une unité basée sur le rapport de la puissance :

La fréquence de la puissance est double de celle du courant, et pour être logique, les fréquences employées d'ordinaire devraient être doublées. Cette objection ne nous semble pas être d'ordre pratique. On ne considérerait pas logique de dire que la fréquence d'une distribution d'énergie est doublée quand cette distribution fournit de l'énergie, et revient à une valeur moitié lorsque le circuit est ouvert. Les ingénieurs des systèmes de transmission de force ne rencontrent aucune difficulté à ce sujet, bien qu'ils emploient des unités reposant sur la puissance.

La raison en faveur de l'emploi d'une unité logarithmique à base 10 est que des tables de logarithme à base 10 sont en général plus communes que les tables à base e .

L'unité de transmission est d'une grandeur commode. Sa valeur est approximativement la même que celle du « Déci » et que celle du mille standard à 800 périodes.

La grandeur de l'unité de transmission est telle que les nombres entiers d'unités de transmission représentent approximativement des rapports de puissance simples, qu'on peut déduire les uns des autres. Par exemple :

1 TU représente un rapport de puissance d'environ 1,25 à 1

2 TU représentent un rapport de puissance d'environ 1,6 à 1

Si on se souvient du rapport correspondant à un seul nombre quelconque d'unités de transmission, on peut reconstruire toute la table sans difficulté.

Les TU donnent un moyen simple d'estimer des rapports de puissance. Chaque fois que la valeur en TU est un chiffre rond, le rapport des puissances est aussi un chiffre rond, ainsi :

$$40 \text{ TU} = 10^4$$

$$50 \text{ TU} = 10^5$$

$$70 \text{ TU} = 10^7$$

Elles donnent une méthode simple pour exprimer rapidement des rapports de puissance de grande valeur. Par exemple si l'on dit que la perte de transmission est de 20 TU, ceci suggère immédiatement que le rapport des puissances est $10^2 = 100$ alors que dire que la perte est de 2 unités absolues (b) ne permet pas de se rendre compte sans employer une table, que le rapport des puissances est 54,6.

En dehors des avantages inhérents au système employant l'unité de transmission, on tient à faire remarquer qu'il serait extrêmement désirable de saisir cette opportunité de s'assurer de l'adoption d'une unité qui serait employée dans le monde entier, ce qui permettrait l'emploi d'un langage commun dans la littérature tech-

nique et dans les règlements opératoires élaborés par les ingénieurs de transmission de toutes les administrations, en même temps qu'un type de construction et d'étalonnage commun des appareils de mesure et d'essai. Il est possible d'atteindre ce but immédiatement. Un tel résultat a certainement une valeur qui justifie quelques petits sacrifices. Le Bell System d'Amérique n'a accepté le système d'unité de transmission qu'après avoir reçu d'Europe un appui considérable.

Table des facteurs de conversion

	TU	Unité <i>pl</i>
1 TU	1	0,1151
1 <i>pl</i>	8,686	1

III. — Protection des lignes téléphoniques contre l'action perturbatrice des installations d'énergie

Directives concernant les mesures à prendre pour protéger les lignes téléphoniques contre les influences perturbatrices d'installations d'énergie à courant fort ou à haute tension.

Un projet de rédaction des Directives, préparé par la Commission Permanente du Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance, en décembre 1924, a été communiqué pour avis aux différentes administrations téléphoniques d'Europe, à l'American Telephone and Telegraph Company, aux groupements adhérant à la Conférence Internationale des Grands Réseaux d'Energie Electrique, à l'Union Internationale des Chemins de fer, et aux principaux groupements européens de constructeurs de gros Matériel Electrique.

Après examen des observations, remarques ou propositions d'amendements, formulées au sujet de ce projet de rédaction, le Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance a élaboré les Directives dont le texte suit, avec la collaboration des représentants officiels de la Conférence Internationale des Grands Réseaux d'Energie Electrique, et de l'Union Internationale des Chemins de fer.

Au cours de ces travaux, a été faite la déclaration officielle suivante :

« Le représentant des industriels et les délégués de l'Union Internationale des Chemins de fer croient devoir insister sur le fait que les valeurs numériques indiquées dans les Directives ne s'appliquent qu'au cas des circuits téléphoniques de grande longueur et qu'elles doivent être notablement atténuées

dans l'application aux circuits de caractère plus local. Même dans le cas des grands circuits téléphoniques, ils ne reconnaissent aux données numériques du Titre III qu'une valeur indicative ; ils s'efforceront de se conformer à ces données dans leurs projets futurs, mais ils font remarquer que dans certains cas, l'application des formules des Directives conduirait pour les distances à observer entre lignes téléphoniques et lignes d'énergie, soit à une impossibilité pratique (exemple : le cas des vallées étroites), soit à des dépenses très importantes et hors de proportion, à leur avis, avec le léger risque de danger ou de troubles que les mesures prévues par les Directives se proposeraient d'écarter (exemple : impossibilité de laisser subsister les lignes téléphoniques dans les emprises des chemins de fer où doivent nécessairement être établies les lignes de répartition d'énergie à moyenne tension pour les besoins des chemins de fer et en particulier de la signalisation).

Ils croient donc que les arrêtés techniques qui pourront être pris dans les différents pays en application des présentes Directives devraient comporter de larges exceptions ou tout au moins autoriser des dérogations après l'application d'une procédure simple et expéditive. »

* * *

Dans presque tous les pays qui possèdent un réseau téléphonique à grand développement, on constate que l'exploitation téléphonique souffre des influences perturbatrices de lignes d'énergie voisines. En raison de l'accroissement du développement que prendront encore, sans nul doute, les installations de transport d'énergie électrique et de traction électrique, on doit redouter une diminution constante de la qualité de la transmission téléphonique et une augmentation des dangers auxquels sont exposés le personnel et les installations des services téléphoniques, si des mesures ne sont pas bientôt prises en vue d'obtenir une exploitation téléphonique qui ne soit pas gênée par les installations d'énergie.

Ces mesures sont relatives :

1° Aux lignes téléphoniques (Titre I).

2° Aux lignes et installations d'énergie et de traction (Titre II).

3° Aux rapprochements (parallélismes) de ligne d'énergie et de lignes téléphoniques aériennes (Titre III).

4° Aux rapprochements (parallélismes) de lignes d'énergie et de lignes téléphoniques en câbles (Titre IV) (1).

S'il est relativement facile et hors de discussion de préciser dès maintenant le principe de la plupart des dispositions techniques à adopter, il n'est généralement pas possible de fixer exactement les limites dans lesquelles ces dispositions peuvent être prises. Toute contribution nouvelle à l'étude des phénomènes d'induction et d'influence, comme tout progrès fait dans la construction du matériel téléphonique et industriel, toute modification des conditions habituelles d'exploitation des lignes de communications et des lignes d'énergie, entraîneraient d'ailleurs une revision des chiffres proposés.

Toutefois, il semble utile de donner, dès à présent, pour fixer les idées, quelques précisions numériques sur les limites dans lesquelles doivent jouer les dispositions techniques recommandées pour conserver quelque efficacité. C'est dans cet esprit qu'ont été déterminées les conditions numériques figurant dans le texte des Directives.

D'un autre côté, les Directives ne sauraient être considérées que comme l'expression de l'opinion de la majorité des techniciens participant aux travaux du Comité Consultatif International pour la téléphonie à longue distance, certaines administrations n'acceptant pas toutes les limites numériques proposées. Toutes les questions d'ordre administratif ou économique, et en particulier toutes les questions de réglementation et de législation relatives au problème du voisinage des lignes de communications, échappent à la compétence du Comité et ont été laissées de côté.

En particulier, le Comité s'est abstenu d'entrer dans le détail des règles de procédure que devront suivre dans leurs rapports

(1) Ces mesures ont été étudiées spécialement pour la protection des lignes téléphoniques. D'autres mesures pourront être exigées pour la protection des lignes télégraphiques.

réci-proques les administrations téléphoniques et les services de production ou de distribution d'électricité. Il croit néanmoins pouvoir faire une recommandation très générale.

Pour tirer le meilleur parti des mesures à prendre pour la protection des lignes téléphoniques, et afin de faciliter leur application pratique, il est désirable que les services téléphoniques ou électriques intéressés apportent la meilleure volonté de collaboration. La communication réciproque, d'une manière systématique et régulière de tous renseignements utiles relatifs aux constructions de lignes existantes ou projetées, aux changements des conditions d'exploitation des installations engagées actuellement ou éventuellement dans les rapprochements, est très recommandable.

TITRE I

Mesures relatives aux lignes et installations téléphoniques

La sensibilité des lignes téléphoniques aux effets d'induction et d'influence exercés par les lignes d'énergie, dépend de leurs conditions d'établissement et d'entretien, ainsi que de la manière dont elles sont équipées. Une symétrie aussi parfaite que possible des circuits, des appareils et des installations est une condition essentielle pour que la protection contre ces effets soit efficace.

Les circuits téléphoniques doivent donc répondre aux conditions suivantes :

a) Tout montage comportant une mise à la terre directe et dissymétrique, ou une dissymétrie par rapport à la terre, ne peut être relié à la ligne que par l'intermédiaire d'un translateur de façon à conserver la symétrie. Dans le cas de lignes pupinisées, il n'est pas admissible de mettre à la terre le point neutre de l'enroulement extérieur d'un translateur sans qu'une résistance soit intercalée.

b) Les deux conducteurs d'un circuit doivent être de même métal et de même section. Il ne saurait être admis que les coupe-circuit intercalés sur les deux fils d'un circuit présentent des résistances différentes. Les connexions fixes ou amo-

vibles se trouvant dans les circuits et installations doivent être établis et entretenus de façon à n'introduire dans les circuits aucune résistance nuisible pour les courants téléphoniques en particulier par mauvais contact.

Il est également essentiel que la perdittance des circuits soit aussi peu différente que possible pour chacun des conducteurs du circuit et aussi petite que possible.

Ces prescriptions s'appliquent encore, sans modifications, à l'ensemble des conducteurs de circuits composant un groupe susceptible d'être combiné.

c) Il y a lieu de rechercher un équilibre aussi parfait que possible par rapport à la terre des constantes électriques des conducteurs des circuits aériens ; on réalise cet équilibre soit au moyen de rotations, soit au moyen de croisements. L'annexe I décrit des méthodes permettant de contrôler l'état d'équilibre des circuits.

A titre d'indication provisoire, on considère que l'équilibre des circuits est suffisant si, mesuré par la méthode de comparaison avec une ligne artificielle d'affaiblissement, il est caractérisé par un affaiblissement au moins égal à $b = 4$, ou si mesuré (voir Annexe I) par la méthode du potentiomètre à grande résistance ou par la méthode du potentiomètre à petite résistance, il est caractérisé par un degré de déséquilibre au plus égal à 4 p. 100.

Des conditions plus rigoureuses seront formulées en ce qui concerne l'équilibre des conducteurs des câbles.

TITRE II

Mesures relatives aux installations à haute tension et aux installations de traction

Les troubles apportés à l'exploitation téléphonique normale par les installations d'énergie, proviennent fréquemment de la présence, dans la courbe du courant ou de la tension de ces installations, d'harmoniques supérieurs de la fréquence fondamentale développés dans les génératrices ou les moteurs.

Loin d'être utile pour les transmissions d'énergie, la pré-

sence de ces harmoniques cause des pertes d'énergie. Pour cette seule raison, ces harmoniques devraient être réduits autant que le permet l'état de la technique.

L'importance des effets perturbateurs de ces harmoniques supérieurs se manifeste principalement dans le cas où les installations d'énergie utilisent la terre comme conducteur de retour, ou même lorsqu'une partie seulement des courants de retour passe par la terre, ou enfin lorsque l'installation d'énergie comporte la mise à la terre du point neutre.

En conséquence, il y a lieu d'amener les entreprises de production et de distribution d'énergie à satisfaire aux conditions suivantes :

a) Toutes les *machines rotatives fixes* faisant partie d'installations à courant alternatif (courant triphasé, courant monophasé avec ligne de retour métallique, courant alternatif pour chemins de fer) doivent donner, tant pour la marche à vide que sous n'importe quelle charge, des courbes de tension pratiquement sinusoïdales, soit entre phases, soit entre phases et point neutre.

Est considérée comme pratiquement sinusoïdale toute forme dont le coefficient de déformation, tel qu'il est défini ci-après, est inférieur à 5 p. 100.

La sinusoïde équivalente à une forme donnée, est celle qui possède la même valeur efficace. Superposée à la forme donnée, elle accuse des différences d'ordonnées. Le maximum de ces différences, rapporté à l'ordonnée maximum de la sinusoïde, est le coefficient de déformation.

Pour les *machines à courant continu*, autres que les commutatrices, l'écart maximum de la courbe de tension, par rapport à la tension moyenne, ne doit pas dépasser 3 p. 100.

b) Pour les *moteurs auxiliaires des locomotives électriques* on cherchera, par tous les dispositifs techniques possibles, à supprimer les harmoniques supérieurs provenant de la commutation et des encoches.

c) Lors de la transformation du courant alternatif ou triphasé en courant continu, au moyen de *commutatrices ou de redresseurs à vapeur de mercure*, il est nécessaire de prendre des mesures spéciales pour réduire, autant qu'il est possible,

l'amplitude des ondes alternatives superposées au courant continu.

d) Le fer des *transformateurs* ne sera pas trop saturé. Le courant à vide des transformateurs ne doit pas dépasser 10 p. 100 du courant en pleine charge, à sa tension normale, tout au moins pour les transformateurs de grande puissance.

e) Dans les installations de traction où le rail est utilisé comme conducteur, on attachera une importance toute spéciale à ce que soit assurée la bonne conductibilité de la ligne de rails.

Dans les installations au-dessus de 250 volts par rapport à la terre, autres que celles de traction, la terre ne devrait pas être utilisée ou mise à contribution comme conducteur.

f) Dans un réseau polyphasé, on doit s'attacher à répartir aussi également que possible la charge entre les différentes phases.

g) Dans les installations à courants triphasés, on pourra mettre le neutre à la terre, à condition de réduire autant qu'il est possible, par des dispositifs spéciaux s'il y a lieu, la circulation par la terre de courants des harmoniques de rang 3 ou multiples de 3.

h) Dans les lignes de courants triphasés et de courants monophasés ne comportant pas de mise directe du neutre à la terre, les installations doivent être pourvues de dispositifs capables, en cas d'une mise à la terre d'un conducteur, de supprimer dans la mesure du possible l'arc produisant des ondes transitoires susceptibles d'occasionner la mise à la terre simultanée d'un deuxième conducteur (bobines de décharge, inductances de prise de terre, interrupteurs automatiques de contact de terre, etc...).

i) Les lignes de courants triphasés et les lignes de courants monophasés doivent être pourvues de rotations ou de croisements sur toute leur longueur : ces transpositions doivent être établies de telle sorte que les tensions entre chacun des conducteurs et la terre soient égales. La longueur d'une période de transposition (tour complet d'hélice) ne sera, en règle générale, pas supérieure à 36 km. quand les conducteurs

seront disposés en triangle ⁽¹⁾, ni supérieure à 18 km. dans le cas de disposition différente des conducteurs.

Pour les lignes de courants monophasés doubles, toujours en parallèle, placées sur les mêmes appuis, et telles que les polarités de l'une par rapport à l'autre sont inversées, les transpositions ne sont pas nécessaires.

j) Les dispositions qui précèdent s'appliqueraient :

a) aux lignes à construire,

b) aux lignes préexistantes qui viennent à subir d'importantes modifications.

Elles ne s'appliquent pas aux lignes préexistantes tant que celles-ci ne subiront pas d'importantes modifications.

TITRE III

Mesures à prendre en cas de rapprochements (parallélismes) entre lignes à courant fort ou à haute tension et lignes téléphoniques aériennes.

Lorsque des lignes d'énergie, à courant fort ou à haute tension, se trouvent dans le voisinage immédiat de circuits téléphoniques, elles exercent sur ces circuits des effets d'induction magnétique ou d'influence électrique.

Ces effets se manifestent par le passage dans les circuits téléphoniques de quantités d'énergie dont la valeur peut être suffisante pour mettre en danger le personnel et les installations, ou simplement pour troubler l'exploitation en engendrant dans les récepteurs téléphoniques des bruits parasites qui couvrent les conversations ou gênent l'audition.

En raison de l'intérêt qui s'attache à ce que soit assurée la plus grande sécurité des communications téléphoniques internationales à grande distance, il paraît désirable :

1° que les administrations téléphoniques obtiennent qu'à l'avenir les projets d'établissement de lignes d'énergie nouvelles

(1) Une disposition en triangle est une disposition telle que la hauteur du triangle est plus grande que la moitié du côté le plus long.

satisfassent à certaines conditions d'éloignement qui éliminent les causes de danger et de troubles d'exploitation. Lorsque les administrations téléphoniques établiront elles-mêmes des lignes nouvelles au voisinage de lignes d'énergie déjà existantes, elles devront satisfaire aux mêmes conditions ;

2° que l'on n'affecte aux besoins de la téléphonie internationale à grande distance, que des circuits non exposés aux dangers et troubles d'exploitation que pourrait occasionner le voisinage de lignes d'énergie déjà installées.

Il est possible de soustraire les lignes téléphoniques aux dangers et aux troubles d'exploitation apportés par la présence de lignes d'énergie, en laissant une distance suffisante entre les conducteurs de cette ligne d'énergie et les conducteurs du circuit téléphonique, et en réduisant autant qu'il est possible la longueur des parallélismes.

Les règles qui suivent ne sont pas imposées :

dans le cas de lignes d'énergie aériennes ou en câbles, dont la tension (potentiel des conducteurs par rapport au sol) ne dépasse pas 1.000 volts dans les conditions normales.

dans le cas de lignes d'énergie en câbles, symétriques, mais non mises à la terre au point neutre.

Il a été reconnu que le voisinage de telles lignes n'est pas susceptible de causer des troubles d'exploitation aux lignes téléphoniques voisines, non plus que de provoquer des accidents dangereux pour le personnel et les installations téléphoniques.

Cependant, les lignes d'énergie en câble, symétriques, mises à la terre au point neutre dont la tension est de 1.000 volts ou plus, sont soumises à la règle 1° c) de la section A.

*SECTION A. — Règles à adopter dans l'examen des projets
de lignes nouvelles, présentant un parallélisme
avec une ligne téléphonique*

En vue de s'assurer que le voisinage des lignes d'énergie, ou de traction électrique à courants alternatifs ne sera pas une source de dangers ou de trouble d'exploitation pour les circuits téléphoniques voisins, il suffit de s'assurer que, dans

les circonstances les plus défavorables, le danger ou le trouble d'exploitation sont éliminés. Dans ce qui suit, seules ces circonstances défavorables sont énumérées.

1° Il y a danger, notamment :

a) lorsque les conducteurs de la ligne téléphonique sont portés, pendant une durée extrêmement courte (de l'ordre de la durée de fermeture d'un interrupteur sur la ligne d'énergie) à un potentiel (par rapport à la terre), supérieur à 300 volts (valeur instantanée), et lorsqu'en outre, l'énergie mise en jeu dans le circuit téléphonique pendant cette surtension est supérieure à 0,02 joule, ce qui correspondrait à la dissipation, dans un des récepteurs connectés à l'extrémité du circuit, d'une énergie supérieure à 0,01 joule.

Il n'y a lieu de prévoir cette cause de danger, et de s'assurer par le calcul que le danger est écarté, que dans le cas de lignes à courants monophasés ou triphasés, qui ne sont pas reliées métalliquement au sol en un de leurs points, et dans le cas de lignes de traction électrique à courants monophasés ou triphasés utilisant le rail comme conducteur de retour.

b) lorsqu'en régime normal de service d'une ligne de traction électrique à courants alternatifs, les conducteurs du circuit téléphonique voisin sont, du fait de l'induction magnétique, soumis à une force électromotrice (tension longitudinale) dont la valeur dépasse 60 volts efficaces.

Dans certaines circonstances exceptionnelles (par exemple lorsque le relief du terrain, la présence d'agglomérations, ne permettent pas l'observation de cette règle), il paraît possible d'accepter que, pour le calcul des projets de lignes, on admette comme valeur de la tension maxima tolérable, le chiffre de 100 volts efficaces, en observant toutefois que, dans ce cas, le circuit téléphonique doit être construit avec une solidité exceptionnelle et faire l'objet d'une surveillance et d'un entretien tout spéciaux. Chaque section de circuit sera séparée métalliquement des autres sections au moyen de transformateurs. Toutefois, ce sectionnement n'aura pas lieu, s'il doit en résulter un affaiblissement excessif de la transmission téléphonique sur le circuit.

Dans l'examen de la question, il y a lieu de considérer ce

qui peut se produire dans chacune des sections comprises entre la voiture locomotrice et les stations d'alimentation qui, de part et d'autre, peuvent alimenter la ligne de contact.

Dans le cas relativement simple d'une ligne de contact sectionnée, dont chaque élément est alimenté par une seule sous-station en un seul point, le cas le plus défavorable qu'il convient d'envisager est celui où le courant maximum est absorbé par deux fortes locomotives se trouvant à l'extrémité du secteur d'alimentation.

Dans le cas où la ligne de contact n'est pas sectionnée et reçoit son alimentation de plusieurs sous-stations, travaillant en parallèle, on ne possède pas encore de données expérimentales suffisantes pour pouvoir calculer, de façon certaine, les effets d'induction produits.

c) lorsque pendant le temps assez court nécessaire pour permettre le fonctionnement du disjoncteur d'une ligne d'énergie normalement mise à la terre au point neutre, ou d'une ligne de traction électrique à courants monophasés ou triphasés, affectées soudainement d'une mise à la terre accidentelle, les conducteurs de la ligne téléphonique sont soumis à une force électromotrice d'induction (tension longitudinale) supérieure à 300 volts efficaces.

Dans l'évaluation de la tension induite par induction magnétique, on fera intervenir la valeur de l'intensité du courant de court-circuit compatible avec les caractéristiques de l'installation d'énergie.

La règle précédente ne saurait être appliquée aux lignes de traction à courants continus. On suppose qu'en raison de leur très courte durée, les mises accidentelles à la terre de la ligne de traction peuvent être considérées comme n'occasionnant aucun danger aux lignes téléphoniques voisines.

2° Un trouble est apporté à l'exploitation téléphonique.

Quand la ligne d'énergie développe, par influence électrique, entre les conducteurs du circuit téléphonique, une tension équivalente (en ce qui concerne l'intensité des bruits qu'elle provoque dans les récepteurs téléphoniques) à une tension alternative de fréquence 800 p. s. (pulsation 5000), supérieure à cinq millivolts.

Dans la prédétermination par le calcul de la tension perturbatrice, on admet l'hypothèse que les harmoniques supérieurs de l'installation d'énergie produisent le même trouble qu'un courant périodique de pulsation 5000, et dont la tension serait égale à $1/50$ de la tension du courant fondamental. Toutefois, si l'on peut constater que l'amplitude de la tension de la résultante des harmoniques est inférieure à cette valeur de $1/50$ de la tension du courant fondamental, on peut effectuer le calcul à partir de la valeur connue de cette amplitude.

La longueur à faire intervenir dans le calcul sera la longueur effective du parallélisme; toutefois, si la ligne téléphonique comporte des rotations ou des croisements, on considérera seulement une longueur au plus égale à une fois et demi celle pour laquelle les effets d'induction sur le circuit téléphonique le plus exposé ne sont pas compensés par ces transpositions. En tout cas, cette longueur ne devra pas excéder 8 kilomètres.

3° La tension perturbatrice causée par l'induction magnétique des harmoniques supérieurs d'installations d'énergie exploitées symétriquement peut être négligée devant celle qui est causée par l'effet d'influence électrique.

En ce qui concerne l'effet d'induction magnétique due aux harmoniques supérieurs d'installations d'énergie dans lesquelles la terre est utilisée ou mise à contribution comme conducteur, on ne possède pas encore de données expérimentales suffisantes pour permettre d'indiquer un mode de calcul sûr. Il en est de même en ce qui concerne l'effet perturbateur des courants d'harmoniques supérieurs qui se produisent dans les chemins de fer à courant continu, avec retour du courant par les rails, car à l'heure actuelle, on ne connaît pas suffisamment la fréquence, l'intensité de ces courants, non plus que les chemins qu'ils prennent dans la terre.

4° Dans la détermination numérique des effets d'influence de lignes triphasées et de lignes monophasées exploitées symétriquement, on adoptera l'hypothèse qu'une phase de ces lignes peut, durant quelque temps, avoir une perte à la terre. Comme un tel état de choses n'est pas possible dans le cas de lignes mises à la terre au point neutre directement ou à tra-

vers une résistance faible, il n'y a pas lieu d'entreprendre le calcul dans ce cas.

5° On trouvera dans les annexes II, III et IV, des indications sur la manière de s'assurer par le calcul que les conditions énumérées ci-dessus sont satisfaites.

6° Dans les annexes II, III et IV, on n'a pas tenu compte :
en ce qui concerne le danger :

des effets d'induction du courant de court-circuit passant par la terre, des installations à haute tension de courants triphasés ou de courants alternatifs monophasés affectées de la mise à la terre accidentelle de deux conducteurs ;

en ce qui concerne les troubles d'exploitation :

des effets d'induction des courants d'harmoniques supérieurs qui, en cas d'une perte à la terre affectant une phase, passent à la terre par la capacité des conducteurs.

des effets d'induction des courants d'harmoniques supérieurs, dans le cas des chemins de fer à courant continu.

On a pas tenu compte, dans l'établissement des formules, du bruit déjà existant dans les circuits téléphoniques et provenant d'installations d'énergie déjà installées, même en parfait état d'entretien. Il est très recommandable, en conséquence, de ne pas s'en tenir strictement aux résultats des calculs pour le choix des distances, mais d'adopter des distances plus grandes dans la plus large mesure compatible avec les intérêts techniques et économiques. Cela est même d'autant plus indiqué qu'il convient de conserver une certaine latitude pour le cas où d'autres parallélismes viendraient s'ajouter ultérieurement à proximité immédiate.

L'emploi, dans les installations de traction électrique, de lignes dites d'équilibre de tension, ou de transformateurs suceurs, constitue pour les circuits téléphoniques une excellente protection contre les dangers et les perturbations. Pour les transformateurs suceurs, l'emploi d'une ligne spéciale de retour doit être préférée à la jonction des transformateurs aux rails. Ces transformateurs ont pour effet de réduire les effets d'induction du courant parcourant la ligne de traction, à une certaine fraction. Pour déterminer les écartements admissibles

des parallélismes, on ne prendra pour base de calcul que cette fraction.

Il est recommandé, toutefois, dans le cas de longues sections, d'observer un écartement d'au moins 100 mètres entre les circuits téléphoniques et la ligne de traction, même si le calcul indiquait des écartements plus petits, car, en cas d'absence ou de fonctionnement défectueux de quelques transformateurs suceurs, ou en cas de défauts dans la ligne d'équilibre de tension, l'effet protecteur de ces dispositifs peut être annulé pendant un certain temps, ou fortement amoindri.

Au cas d'un parallélisme très long, un écartement d'au moins 200 mètres, devrait être observé.

SECTION B. — *Règles relatives aux parallélismes existants*

1° Pour les communications internationales à grande distance, il ne devra pas être fait emploi de circuits téléphoniques dans lesquels, en dépit de leur symétrie suffisante par rapport aux lignes perturbatrices, il sera normalement induit par des installations d'énergie voisines une tension perturbatrice, équivalente (en ce qui concerne l'intensité des bruits qu'elle provoque dans les récepteurs téléphoniques) à une tension alternative de pulsation 5.000, de plus de cinq millivolts.

La partie de cette tension perturbatrice provenant de chacune des sections de la ligne comprises dans les différents pays, ne sera pas supérieure au rapport de la longueur totale de chacune des sections respectives à la longueur totale du circuit. Pour mesurer la tension perturbatrice et le degré de déséquilibre des circuits par rapport aux lignes perturbatrices, on pourra, à volonté, adopter une des méthodes indiquées dans les annexes V et VI.

2° Les circuits téléphoniques qui, d'après le paragraphe 1°), sont susceptibles d'être affectés au trafic international à grande distance, seront surveillés au point de vue de l'intensité du bruit qui se manifeste. A cet objet, il y aura lieu de déterminer et de noter, pour chaque circuit, la tension perturbatrice et le degré de déséquilibre existant à l'état ordinaire.

Il sera procédé de même pour chacune des différentes sections du circuit comprises entre les frontières d'un même pays : si une de ces sections dépasse notablement 150 kilomètres, le sectionnement se fera par longueurs d'environ 150 kilomètres, limite supérieure.

3° Au cas où les bruits s'accroîtraient, il y aura lieu, tout d'abord de déterminer par essais sur les sections successives, sur quelle section se manifeste l'accroissement du bruit ; dans cette détermination, on ne perdra pas de vue que le déséquilibre de la ligne peut provenir d'une section différente de celle où agit la source de la perturbation. La cause du trouble se découvrira par la mesure de la tension perturbatrice et du déséquilibre du circuit par rapport à la ligne influençante.

Une augmentation de la valeur numérique de ce déséquilibre du circuit indiquera que l'état du circuit est devenu moins bon. Au contraire, si le degré de déséquilibre du circuit n'a pas varié, une augmentation de la tension perturbatrice est l'indice d'un changement dans l'état normal de service de la ligne d'énergie.

4° Dans bien des cas, une tension perturbatrice excessive pourra être ramenée à la valeur tolérable pour la longueur de ligne comprise dans le territoire d'un pays déterminé, s'il est possible d'améliorer l'équilibrage soit du circuit téléphonique, soit de la ligne d'énergie, soit même l'équilibrage de l'une et l'autre ligne.

5° En ce qui concerne les rapprochements existants ne répondant pas aux conditions formulées dans la section A, il y a lieu de prévoir la possibilité d'un danger provenant d'effets d'influence et de tensions longitudinales induites. Si on ne parvient pas à supprimer ce danger par l'application de mesures spéciales dans l'installation d'énergie, on pourra dans une certaine limite diminuer le danger des chocs acoustiques par l'emploi de translateurs, de parafoudres à cohéreurs ou à gaz rares, etc...

TITRE IV

Mesures à prendre en cas de rapprochements entre les lignes d'énergie et les câbles téléphoniques

Lorsque la ligne téléphonique se trouve sous câble, les effets d'influence électrique peuvent être considérés comme négligeables.

La considération du danger provoqué par l'induction longitudinale détermine la distance minima à laisser entre la ligne d'énergie et le câble. Cette distance est alors telle que, en règle générale, il ne saurait se développer sur les circuits, par induction magnétique, de tension suffisamment élevée pour troubler la transmission téléphonique.

Si, dans des cas isolés, il n'était pas possible d'observer la distance minima nécessaire, il y aurait lieu de formuler des exigences particulièrement rigoureuses en ce qui concerne l'équilibrage des circuits téléphoniques, ainsi que la résistance disruptive des conducteurs du câble par rapport à l'enveloppe de plomb et celle des installations qui s'y trouvent raccordées.

En raison du petit degré de crosstalk admissible pour les lignes téléphoniques internationales en câbles, la tension perturbatrice tolérable sur les circuits ne doit pas dépasser la valeur équivalant (en ce qui concerne l'intensité des bruits provoqués dans les récepteurs téléphoniques) à une tension alternative de pulsation 5.000 de deux millivolts.

En assurant une symétrie aussi parfaite que possible, des circuits en câble, on peut éliminer ou neutraliser suffisamment les troubles d'exploitation produits par l'induction magnétique.

S'il est vrai que la protection contre les troubles n'exige pas un écartement minimum déterminé, il convient cependant de ne pas installer sur les voies ferrées elles-mêmes, ou dans leur voisinage immédiat, les lignes téléphoniques souterraines destinées aux communications internationales à longue distance.

Lorsqu'on emploie un câble à armure de feuillard de fer,

et que l'on met convenablement à la terre l'enveloppe du câble (y compris l'armure), les courants induits dans l'enveloppe du câble exercent un effet protecteur, réduisant d'environ 40 p. 100 l'induction magnétique de la ligne d'énergie, en cas de court-circuit comme en cas de régime normal de service. Dans ce cas, on doit pour la détermination des chiffres qui expriment le danger, ne faire intervenir dans le calcul que les 60 p. 100 de la valeur du courant de court-circuit ou du courant de traction correspondant à la charge la plus défavorable.

Si les communications souterraines aboutissent à des translateurs et sont dépourvues de paratonnerres entre fils et terre, on considère comme maximum admissible des valeurs exprimant le danger d'induction, en cas de court-circuit, les 60 p. 100 de la valeur de la tension disruptive des conducteurs du câble par rapport à l'enveloppe de plomb, de celle des enroulements des translateurs entre eux ou de celle des enroulements des translateurs par rapport à leur enveloppe métallique.

Les travaux effectués sur les câbles exposés à une induction de court-circuit aussi élevée, et par suite à une induction en régime normal d'exploitation de la ligne de traction, fortement accrue, obligent à prendre des mesures spéciales de sécurité.

ANNEXE I

Détermination de la symétrie des lignes téléphoniques par rapport à la terre.

I. — *Méthode de comparaison avec une ligne artificielle d'affaiblissement.* (Voir schéma 1.) — Entre les fils du circuit à mesurer, on intercale l'enroulement primaire d'un translateur, dont l'enroulement secondaire reste ouvert. Le point milieu de l'enroulement primaire est relié à une des bornes de sortie d'une ligne artificielle ayant un affaiblissement fixe $b = 2$. L'autre borne de sortie de cette ligne est reliée à la terre. Les bornes d'entrée de cette ligne artificielle sont branchées sur un vibreur. Le rôle de cette ligne d'affaiblissement fixe est de maintenir constante la tension utile.

Entre les extrémités de l'enroulement primaire du translateur, s'établit une différence de tension correspondant au degré de déséquilibre du circuit essayé. Un récepteur téléphonique, dont l'im-

pédance doit être égale à l'impédance caractéristique du circuit, est connecté alternativement, soit à la ligne, soit aux extrémités d'un circuit comportant, en plus du vibreur et de la ligne artificielle fixe, une ligne artificielle d'affaiblissement variable. L'essai consiste à régler la valeur de cet affaiblissement variable de telle sorte que dans l'une ou l'autre position on perçoive dans le récepteur téléphonique la même intensité de son.

On caractérise la dissymétrie d'une ligne par rapport à la terre, par la quantité :

$$u_e = \frac{R_a - R_b}{1/2 (R_a + R_b)} = \frac{R_a - R_b}{R}$$

(Voir supplément, équation [1]). Par la méthode indiquée, on mesure la valeur de l'exposant b de l'équation

$$u_e = 2 \cdot 10^{-b}. \quad (\text{Voir supplément, équation [6a]}).$$

On considère que la plus petite valeur de b , qui puisse encore être tolérée, est : $b = 4,0$.

La méthode s'est révélée simple, sûre et facile à mettre en œuvre.

II. — *Méthode de mesure au moyen d'un potentiomètre à faible résistance.* (Voir schéma 2.) — Le milieu de l'enroulement primaire du translateur est relié à travers une résistance de 1.000 ohms, à une des bornes d'un vibreur, dont l'autre borne est à la terre. Un récepteur téléphonique dont l'impédance doit être égale à l'impédance caractéristique du circuit est connecté alternativement soit entre les fils a , b du circuit, soit entre l'extrémité c et le contact mobile d'un potentiomètre $c d$ de petite résistance ($cd = 10$ ohms).

Dans cette seconde position, il doit être intercalé entre le récepteur et le potentiomètre, une impédance égale à l'impédance Z du circuit. L'essai consiste à placer le contact mobile du potentiomètre en un point tel que, dans l'une ou l'autre position, le récepteur téléphonique donne la même intensité de son. Soit alors p p. 100, le rapport du potentiomètre.

On a la relation

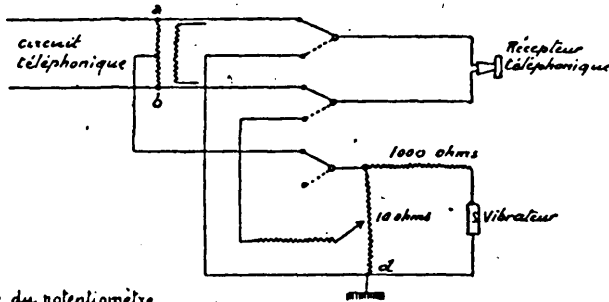
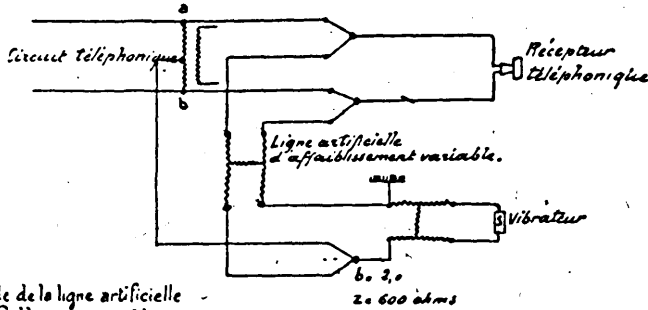
$$u_e = \frac{p}{100}. \quad (\text{Voir supplément, équation [8]}).$$

A la valeur minima admissible ($b = 4$, dans la méthode I), correspond ici une valeur $p = 4$ p. 100 (Voir supplément, équation [9]).

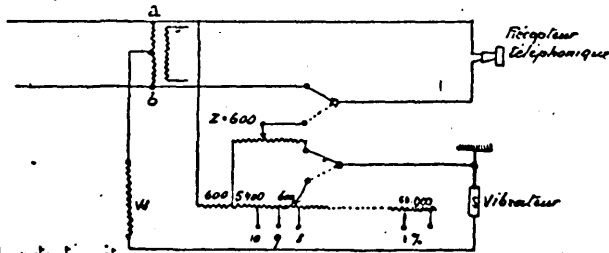
Les qualités et la simplicité de cette méthode sont équivalentes à celles de la méthode décrite au paragraphe I.

III. — *Méthode du potentiomètre à grande résistance* (voir schéma 3). — Comme pour les méthodes décrites aux paragraphes I et II, on applique la tension d'un vibreur entre la terre et le milieu de l'enroulement du translateur sur lequel est fermée la ligne, en intercalant entre le vibreur et le translateur, une résis-

tance ω (de 1.000 ohms, par exemple). Un récepteur téléphonique dont l'impédance doit être égale à l'impédance caractéristique Z du circuit, est connecté alternativement, soit entre les fils a b du circuit, soit en dérivation sur la partie invariable d'un potentiomètre



2. Methode du potentiometre à faible resistance



3. Methode du potentiometre à grande resistance.

à grande résistance. Cette partie invariable est de 600 ohms. Un contact mobile permet de faire varier la résistance totale utile du potentiomètre : celle-ci est au moins de 6.000 ohms. Ce contact mobile est relié à la terre. L'essai consiste encore à rechercher, pour les deux positions du téléphone, l'égalité de son, en choisissant

sant convenablement le point de mise à la terre du potentiomètre. Soit alors p p. 100 le rapport du potentiomètre. On a encore la relation :

$$u_e = \frac{p}{100} \cdot \quad (\text{Voir supplément, équation [10]}).$$

Cette méthode, qui ne le cède en rien aux précédentes quant à la simplicité et la sécurité, présente cependant l'avantage d'employer un appareil de mesure pouvant servir encore, avec le même montage, pour la mesure du degré de déséquilibre d'un circuit téléphonique par rapport à des lignes perturbatrices (voir annexe VI). Pour la mesure actuelle, il suffit de relier aux extrémités du circuit l'enroulement primaire d'une bobine toroïdale, ainsi qu'un vibreur.

SUPPLÉMENT A L'ANNEXE I.

Remarques au sujet de la détermination de la symétrie des lignes téléphoniques, par rapport à la terre

a) DÉFINITIONS. — Soient $\mathcal{R}_a$ et $\mathcal{R}_b$ les impédances entre les conducteurs a et b du circuit et la terre; on définit comme le degré de dissymétrie (déséquilibre) du circuit par rapport à la terre, la quantité :

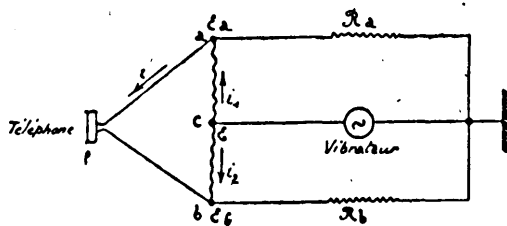
$$[1] \quad u_e = \frac{\mathcal{R}_a - \mathcal{R}_b}{1/2(\mathcal{R}_a + \mathcal{R}_b)}.$$

Si u_e est petit, son expression ne diffère évidemment pas de

$$\frac{\mathcal{R}_a - \mathcal{R}_b}{\mathcal{R}_a} = \frac{\mathcal{R}_a - \mathcal{R}_b}{\mathcal{R}_b}.$$

Dans les développements qui suivent, on supposera toujours u_e assez petit, de sorte que, dans les expressions où $\mathcal{R}_a$ et $\mathcal{R}_b$ ne figurent pas par leur différence, ces deux impédances pourront être remplacées par la moyenne $\mathcal{R}$ de leurs valeurs.

b) PRINCIPE DES MÉTHODES DE MESURE. — Le schéma de principe de la mesure de u_e est le suivant :



Le circuit est bouclé sur une inductance (enroulement primaire d'un translateur toroïdal); le point milieu de cette inductance est

porté à une tension constante $\mathcal{E}$ par un générateur de courants alternatifs (vibrateur), dont une borne est reliée au sol. Pour obtenir la constance de cette tension, avec des charges différentes, on se met en dérivation sur une petite partie seulement d'un potentiomètre, ou on se place en aval d'une résistance suffisamment grande.

Si $\mathcal{R}_a$ et $\mathcal{R}_b$ sont différents, les tensions $\mathcal{E}_a$ et $\mathcal{E}_b$, aux deux extrémités de l'enroulement du translateur sont aussi différentes. Cette différence de tension engendre dans le récepteur téléphonique de mesure (d'impédance φ), un courant i .

$$i = \frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\varphi}.$$

Le récepteur téléphonique est alors branché à la sortie d'une ligne artificielle d'affaiblissement variable alimentée sous la tension $\mathcal{E}$, ou bien encore branché sur le bras d'un potentiomètre aux extrémités duquel est appliquée la même tension $\mathcal{E}$.

L'affaiblissement de la ligne artificielle, ou le rapport du potentiomètre, sont réglés de telle sorte que l'intensité du son dans le récepteur (et par conséquent le courant qui le traverse), aient même valeur que dans le cas précédent.

La valeur b de l'affaiblissement déterminé par le réglage satisfait à l'équation

$$\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b = \mathcal{E} \cdot e^{-b}.$$

Si l'on utilise un potentiomètre, et si le réglage est obtenu pour le rapport p p. 100, on aura :

$$\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b = \frac{p}{100} \mathcal{E}.$$

(Voir les développements suivants). Ces relations permettent le calcul de u_c .

c) THÉORIE. — Pour trouver la relation existant entre u_c et l'affaiblissement b précédemment défini, ou entre u_c et le rapport p p. 100, du potentiomètre, il est nécessaire de calculer $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$.

Soit $\mathcal{L}$ le coefficient de self-induction de chacun des enroulements ac et bc ; si $\mathcal{L}$ représente également leur coefficient d'induction mutuelle, on obtient en négligeant la chute ohmique de tension dans ces enroulements, les relations :

$$[1] \quad \begin{cases} \mathcal{E}_a = \mathcal{E} - j\omega \mathcal{L} (i_1 - i_2) = \mathcal{R}_a (i_1 - i), \\ \mathcal{E}_b = \mathcal{E} - j\omega \mathcal{L} (i_2 - i_1) = \mathcal{R}_b (i_2 + i), \\ \mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b = \varphi i. \end{cases}$$

Si on considère que $\omega \mathcal{L}$ est de beaucoup supérieur à φ ($\mathcal{L} = 10$;

$\omega = 5.000$; $\rho = \sim 500$) (1), que par conséquent, $\frac{1}{\omega L}$ peut être négligé devant $\frac{1}{\rho}$, il vient, pour la solution de ces équations :

$$[2] \quad \begin{cases} \mathcal{E}_a = \mathcal{E} \cdot \frac{2 R_a (\rho + 2 R_b)}{4 R_a R_b + \rho (R_a + R_b)} \\ \mathcal{E}_b = \mathcal{E} \cdot \frac{2 R_b (\rho + 2 R_a)}{4 R_a R_b + \rho (R_a + R_b)} \end{cases}$$

$$[3] \quad \mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b = \mathcal{E} \cdot \frac{2 \rho (R_a - R_b)}{4 R_a R_b + \rho (R_a + R_b)}$$

Pour un petit degré de dissymétrie,

$$R_a = \sim R ; \quad R_b = \sim R.$$

Ainsi :

$$\mathcal{E}_a = \sim \mathcal{E} ; \quad \mathcal{E}_b = \sim \mathcal{E}.$$

$$[4] \quad \mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b = \mathcal{E} \cdot \frac{R_a - R_b}{R} \cdot \frac{\rho}{\rho + 2R} = \mathcal{E}_a \cdot \frac{\rho}{\rho + 2R}$$

Par suite :

$$u_c = \frac{\rho + 2R}{\rho} \cdot \frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}}$$

$\mathcal{E}$ désigne toujours la tension existant au point milieu de l'enroulement du translateur.

Si au lieu d'une bobine d'inductance, on avait utilisé comme bras de proportion deux résistances ordinaires, les tensions $\mathcal{E}_a$ et $\mathcal{E}_b$ seraient plus petites que la tension $\mathcal{E}$, alors que dans le cas actuel $\mathcal{E}$ est compris entre $\mathcal{E}_a$ et $\mathcal{E}_b$. Lorsque le déséquilibre est petit (petites valeurs de u_c), $\mathcal{E}_a$, $\mathcal{E}_b$ et $\mathcal{E}$ diffèrent donc très peu l'un de l'autre. Il est dès lors sans importance d'appliquer pour la mesure de comparaison, directement la tension $\mathcal{E}$ à la ligne d'affaiblissement ou au potentiomètre, ou bien, quand on est branché sur la ligne (voir la méthode du potentiomètre à grande résistance), d'appliquer la tension $\mathcal{E}_a$ ou $\mathcal{E}_b$. Ceci suppose que, de ce fait, la distribution des tensions n'est pas trop modifiée : il n'en est ainsi, à dire vrai, que lorsqu'on substitue à la ligne d'affaiblissement un potentiomètre à grande résistance. On mesure dans chaque cas

$$\frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}}$$

D'après ce qui précède :

$$[5] \quad u_c = \frac{\rho + 2R}{\rho} \cdot \frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}}$$

(1) ($\sim$) veut dire assez peu différent de.

Si ρ était très grand, on aurait donc :

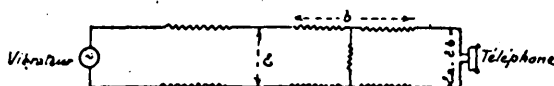
$$u_e = \frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}}.$$

Mais, en pratique, on a pour ρ une valeur à peu près égale à $2R = Z$.
Ainsi :

$$[6] \quad u_e = 2 \frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}}.$$

d) MESURE DU DÉSÉQUILIBRE AU MOYEN D'UNE LIGNE ARTIFICIELLE DE COMPARAISON. — Pour cette mesure, on utilise la relation (voir schéma suivant):

$$\mathcal{E}_e - b = \mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b.$$



En effet, lorsqu'on a obtenu la même intensité de son dans le récepteur, la tension aux bornes de ce récepteur doit avoir la même valeur, que le récepteur soit branché aux bornes de la ligne artificielle ou aux extrémités de l'enroulement du translateur.

La valeur de b correspondant à ce réglage doit donc être diminuée d'environ 0,7 puisque :

$$[6a] \quad u_e = 2 \frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}} = 2e^{-b} = e^{0,7-b} = e^{-(b-0,7)}.$$

e) MESURES DU DÉSÉQUILIBRE, AU MOYEN DU POTENTIOMÈTRE A PETITE RÉSISTANCE. — Si on suppose encore $\rho = 2R = Z$ on ne mesure au moyen d'un potentiomètre à petite résistance (où le récepteur téléphonique est mis en dérivation simplement sur une petite résistance) que la moitié de la valeur de u_e , l'équation [5] étant encore valable dans le cas d'un potentiomètre. Mais si lorsque le récepteur est relié au potentiomètre, on met une résistance égale à Z en série avec le récepteur, la tension appliquée aux bornes du récepteur, quand le rapport du potentiomètre est p p. 100, a justement pour valeur :

$$[7] \quad \mathcal{E} \frac{\rho}{100} \cdot \frac{\rho}{\rho + Z},$$

c'est-à-dire la valeur de $b_a - \mathcal{E}_b$, si le potentiomètre est réglé de telle manière que l'on ait l'égalité des sons. En portant dans l'équation [5] la valeur de

$$\frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}},$$

on a alors :

$$[8] \quad \frac{p}{100} = u_e \cdot \frac{\rho + Z}{\rho + 2eR} = u_e,$$

pour $Z = 2eR$.

Au minimum tolérable de $b = 4$, mesuré par la méthode de la ligne artificielle de comparaison, correspond dans la méthode actuelle, une valeur maxima tolérable égale à $p = 4$ p. 100.

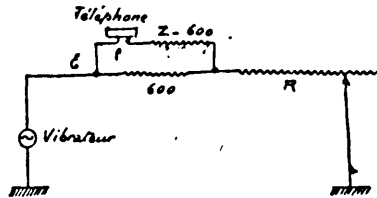
En effet on a :

$$[9] \quad u_e = e^{-(b-0,7)} = \frac{p}{100},$$

ce qui donne :

$$p = 100 e^{-3,3} = 4.$$

f) MESURE DU DÉSÉQUILIBRE AU MOYEN D'UN POTENTIOMÈTRE A GRANDE RÉSISTANCE. — On peut obtenir le même résultat au moyen



d'un potentiomètre à grande résistance qui, pour la mesure, est relié au point a du premier schéma. Ce potentiomètre est établi de telle manière que, lorsqu'il indique le rapport $\frac{p}{100}$, la résistance R (voir schéma suivant; ne pas confondre avec eR), a pour valeur :

$$R = \left(\frac{100}{p} - 1 \right) 600.$$

Si ρ était extrêmement grand, la tension appliquée aux bornes du récepteur serait alors $E \frac{p}{100}$. Dans la réalité, on shunte la résistance fixe de 600 ohms, par une résistance $(\rho + Z - 600)$, (voir schéma suivant); la tension aux extrémités de cette résistance est alors, en supposant R grand, ce qui arrive dans la pratique courante,

$$E \frac{p}{100} = \frac{\rho + Z - 600}{\rho + Z}.$$

La tension aux bornes du récepteur lui-même est :

$$E \frac{p}{100} \cdot \frac{\rho}{\rho + Z}.$$

Le réglage consiste à choisir p , de sorte que cette tension soit égale à $(\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b)$.

Alors on a :

$$[10] \quad u_c = \frac{\rho + 2 \mathcal{R}}{\rho} \cdot \frac{\mathcal{E}_a - \mathcal{E}_b}{\mathcal{E}} = \frac{\rho + 2 \mathcal{R}}{\rho + Z} \frac{p}{100} = \frac{p}{100},$$

si, à nouveau, $Z = 2\mathcal{R}$.

ANNEXE II

Examen des conditions dans lesquelles peut être admis le voisinage de lignes d'énergie à haute tension, à courants alternatifs polyphasés ou monophasés, symétriques, et non reliées métalliquement à la terre en un de leurs points, et de lignes téléphoniques.

A. — OBJET DE CETTE ANNEXE. DÉFINITIONS

1° Sous le nom de lignes d'énergie à haute tension, on entend toutes les lignes aériennes d'un même réseau à haute tension reliées entre elles directement, c'est-à-dire sans l'intermédiaire de transformateurs, et qui sont alimentées soit par une seule usine génératrice ou un seul poste de transformation, soit par plusieurs usines génératrices ou postes de transformation, travaillant en parallèle.

2° Dans l'examen des conditions sous lesquelles peuvent être admis des rapprochements, il y a lieu de considérer indépendamment des autres chaque réseau à haute tension indépendant. On ne suppose pas que plusieurs réseaux d'énergie indépendants, voisins d'une même ligne téléphonique, puissent causer simultanément un risque de danger ou un trouble d'exploitation; il y a lieu d'admettre, en effet, qu'un défaut (mise à la terre) affectant la ligne haute tension, tel que celui dont on suppose l'existence pour le calcul des influences perturbatrices, ne se manifeste pas simultanément dans plusieurs réseaux à haute tension ou au moins ne subsiste pas pendant longtemps.

3° Par tension de service, on entend la tension nominale de la ligne à haute tension.

4° Un parallélisme est la situation d'une ligne téléphonique et d'une ligne à haute tension, équidistantes.

5° Un rapprochement oblique est la situation d'une ligne téléphonique et d'une ligne à haute tension, dont la distance varie uniformément entre deux points extrêmes. On assimile une telle situation à un parallélisme où l'écartement serait égal à la moyenne géométrique des distances entre lignes aux points extrêmes (distance maxima et distance minima des deux lignes).

6° Est considérée comme longueur du parallélisme la projection de la ligne téléphonique sur la ligne à haute tension à l'intérieur d'une même section où les distances entre les lignes demeurent assez peu différentes.

7° Le passage de la ligne à haute tension, d'un côté à l'autre de la ligne téléphonique, est désigné sous le nom de croisement. On convient de considérer que le croisement prend fin, de chaque côté de la ligne téléphonique, aux points où la distance à cette ligne est égale à 10 mètres. Les sections adjacentes sont considérées comme des rapprochements.

B. — DANGER

1° Pour apprécier le danger, auquel sont exposées les lignes téléphoniques par les parallélismes ou rapprochements de lignes d'énergie, on considère une zone d'influence s'étendant sur les deux côtés de la ligne téléphonique et délimitée par la ligne et une ligne parallèle, distante de

$$a_1 = \frac{1}{3} \sqrt{E}.$$

La distance a_1 calculée par cette formule est exprimée en mètres lorsque la tension de service E est exprimée en volts.

2° Il n'y a pas de rapprochements dangereux tant que la ligne à haute tension demeure en dehors de cette zone.

3° Par contre, si la ligne à haute tension est située dans cette zone, on doit, en tenant compte des rapprochements que cette même ligne présente déjà dans cette zone, établir les rapprochements projetés de telle sorte que l'énergie électrique mise en jeu dans le circuit téléphonique, et provenant de l'ensemble de tous les rapprochements, ne dépasse pas la valeur de 1/50 joule.

4° a) Pour établir si cette valeur de l'énergie induite est dépassée, on utilise le coefficient caractéristique de l'exposition au danger.

$$\frac{lv^2}{z+2} = f,$$

avec

$$v = \frac{E}{400} \cdot \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} p q r.$$

Dans ces équations,

l représente la longueur du rapprochement, exprimée en km.;

z représente le nombre des fils de la nappe à laquelle appartient le circuit téléphonique;

E représente la tension de service de la ligne à haute tension, exprimée en volts;

- a* représente la distance entre les deux lignes, exprimée en mètres;
b représente la hauteur moyenne au-dessus du sol des conducteurs de la ligne à haute tension, exprimée en mètres;
c représente la hauteur moyenne des conducteurs du circuit téléphonique, exprimée en mètres.

Les facteurs *p*, *q*, *r* permettent de tenir compte de l'effet d'écran (diminution de la tension induite), produit par le voisinage de corps mis à la terre.

On doit poser :

- dans le cas d'un fil de terre tout le long de la ligne
 (fil paratonnerre) $p = 0,75$
 dans le cas d'une rangée d'arbres ininterrompue, à
 proximité immédiate de la ligne haute tension... $q = 0,7$
 dans le cas d'une rangée d'arbres ininterrompue, à
 proximité immédiate du circuit téléphonique.... $r = 0,7$

Dans les deux derniers cas, on suppose que la distance entre les rangées d'arbres et les lignes ne dépasse pas 3 mètres. En l'absence de tels corps à la terre, au voisinage des lignes, on doit attribuer aux facteurs *p*, *q*, *r*, correspondants, la valeur 1.

Dans le cas de lignes à haute tension dont les portées dépassent 120 mètres, on peut en général poser $b = 12$. Sinon on peut en général poser $b = 8$. On peut en général adopter pour valeur de la hauteur des circuits téléphoniques, $c = 6$.

b) Le coefficient caractéristique de l'exposition au danger *f* doit être déterminé à part pour chacune des sections à l'intérieur desquelles les distances entre les lignes demeurent assez peu différentes. Si, à l'intérieur d'une section, les coefficients *p*, *q*, *r* ou *z* viennent à changer, il y a lieu de subdiviser la longueur du rapprochement de manière correspondante, et de déterminer séparément pour chaque partie de la ligne le coefficient caractéristique de l'exposition au danger. Les croisements n'entrent pas en ligne de compte.

c) Le circuit téléphonique doit être considéré comme exposé au danger, lorsque la somme des différents coefficients caractéristiques de l'exposition au danger dépasse 50.

d) Lorsque la ligne à haute tension est mise sous tension au moyen d'un interrupteur pourvu de résistances ou au moyen d'un transformateur de petite puissance ou au moyen d'autres installations capables de supprimer les ondes transitoires, la somme des coefficients d'exposition au danger ne doit pas dépasser 100.

e) Pour le calcul des coefficients caractéristiques de l'exposition au danger dans le cas de lignes à haute tension polyphasées ou monophasées, on peut utiliser la feuille de calculs dont le modèle est donné dans le supplément I.

C. — TROUBLES D'EXPLOITATION

1° Il est admis que même si les effets perturbateurs sont compensés en partie par des rotations ou des croisements de la ligne téléphonique, un rapprochement défavorable peut coïncider avec une section d'une ligne téléphonique dans laquelle le système de transpositions employé n'assure pas une compensation complète des effets d'induction, sans que l'influence des sections adjacentes de la ligne téléphonique annule ou amoindrisse l'effet perturbateur. D'un autre côté, on ne suppose pas qu'une telle circonstance puisse se produire sur deux ou plusieurs sections de la ligne téléphonique, sans que l'effet perturbateur dans une section ne soit amoindri par l'influence qu'exercent les autres sections.

2° Seuls doivent être considérés les rapprochements situés dans une zone qui est délimitée par la ligne téléphonique et une ligne parallèle distante de $a = 4/5 \sqrt{El}$. Les croisements n'entrent pas en ligne de compte.

3° Dans le cas de rapprochements ne satisfaisant pas aux conditions :

$$a = 1/4 \sqrt{El},$$

dans le cas de lignes à haute tension polyphasées :

$$a' = 1/5 \sqrt{El},$$

dans le cas de lignes à haute tension monophasées, on doit redouter une tension perturbatrice supérieure à cinq millivolts. Dans ces expressions, a et a' sont exprimés en mètres quand E est exprimé en volts et l en kilomètres.

Pour l on prendra la longueur effective des rapprochements; dans le cas d'une ligne téléphonique pourvue de transpositions on prendra pour l une longueur au plus égale à une fois et demi celle de la section dans laquelle la compensation complète des effets d'induction n'est pas assurée (c. f. 1). En tous cas, cette longueur ne devra pas excéder 8 kilomètres.

D. — REMARQUE FINALE

Les équations de conditions, qui permettent d'apprécier le danger (B) ou les troubles (C) auxquels sont exposés les circuits téléphoniques, ont été déduites des calculs classiques de l'influence du champ électrique de ligne à haute tension, en se plaçant dans le cas de types de construction usuels, et en négligeant certaines quantités dont l'importance n'est pas essentielle. S'il s'agit de types de construction extraordinaires, ou si dans certains cas particuliers, les hypothèses faites et les approximations obtenues en négligeant certains termes ne paraissent pas acceptables, on peut, pour apprécier le danger ou les troubles auxquels sont exposés les circuits, revenir sur les développements (exposés dans le supplément II), qui conduisent aux équations de conditions.

SUPPLÉMENT I A L'ANNEXE II

Détermination du coefficient caractéristique de l'exposition au danger.

Ligne de E = volts entre et

Ligne téléphonique exposée

Limite de la zone $\alpha_1 = 1/3\sqrt{E} = \dots\dots\dots$ mètres.

[illegible]

SUPPLÉMENT II A L'ANNEXE II

Établissement des formules relatives à l'influence par capacités exercée sur les circuits téléphoniques par les lignes à haute tension, à courants triphasés ou monophasés, symétriques, et non reliées métalliquement à la terre en un de leurs points.

- I. — Etablissement des formules générales.
- II. — Etablissement des formules approchées pour le calcul immédiat, à partir des constantes géométriques des lignes.
- III. — Etablissement des équations de condition, indiquées au chapitre B, paragraphe 1 et 4, de l'annexe II (Exposition au danger).
- IV. — Etablissement de l'équation de condition indiquée au chapitre C, paragraphe 3 de l'annexe II (Troubles d'exploitation).

I. — ETABLISSEMENT DES FORMULES GÉNÉRALES

Pour établir les formules générales, on considère un système comportant les 3 conducteurs de la ligne à haute tension, 1, 2, 3,

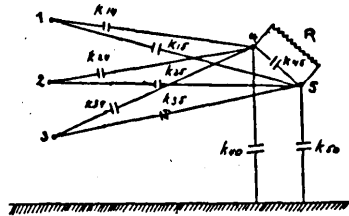


FIG. 1.

les deux conducteurs de la ligne téléphonique 4, 5 et la terre (fig. 1).

Soient V_1, V_2, V_3 les tensions données des conducteurs 1, 2, 3, de la ligne d'énergie, ω la pulsation du courant, V_4 et V_5 les tensions à calculer, des conducteurs 4, 5, de la ligne téléphonique; R étant la résistance des appareils reliant entre eux ces conducteurs téléphoniques, le courant parcourant cette résistance est :

$$I_{45} = \frac{V_4 - V_5}{R}.$$

On admet en outre que l'isolement des conducteurs téléphoniques à calculer des conducteurs 4, 5, de la ligne téléphonique; R étant

Le courant traversant l'appareil R est évidemment :

$$I_{45} = \frac{V_4 - V_5}{R}$$

Une petite transformation conduit à l'expression :

$$[5] \left\{ \begin{aligned} I_{45} = & \frac{j\omega l \left[(c_{14} V_1 + c_{24} V_2 + c_{34} V_3) (c_{45} + c_{55}) - (c_{15} V_1 + c_{25} V_2 + c_{35} V_3) (c_{45} + c_{44}) \right]}{j(c_{44} + 2c_{45} + c_{55}) + R\omega l (c_{45}^2 - c_{44} c_{55})} \end{aligned} \right.$$

Dans tous les cas se rencontrant dans l'exploitation téléphonique, sauf, peut-être, dans le cas de lignes de service placées sur les mêmes appuis que la ligne à haute tension, R est petit par rapport à l'impédance des capacités, et V_4 est à peu près égal à V_5 . Pour simplifier on posera dans la suite $R = 0$. On aura alors $V_4 = V_5$, et I_{45} prendra sa valeur maxima. Les formules deviennent alors :

$$[6] \left\{ \begin{aligned} V_4 = V_5 = & \frac{-[V_1(c_{14} + c_{15}) + V_2(c_{24} + c_{25}) + V_3(c_{34} + c_{35})]}{c_{44} + 2c_{45} + c_{55}} \\ I_{45} = & \frac{-j\omega l \left[(c_{14} V_1 + c_{24} V_2 + c_{34} V_3) (c_{45} + c_{55}) - (c_{15} V_1 + c_{25} V_2 + c_{35} V_3) (c_{45} + c_{44}) \right]}{c_{44} + 2c_{45} + c_{55}} \end{aligned} \right.$$

Dans le calcul des $c_{\mu\nu}$ on suppose que pour la solution du problème d'électrostatique ici proposé, l'action de la terre peut être

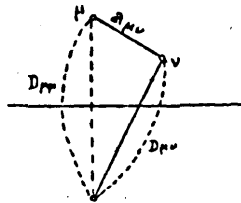


FIG. 2.

remplacée par celle de l'image spéculaire des conducteurs par rapport à la surface du sol; que, de plus, toutes les longueurs des lignes sont grandes devant les dimensions transversales, de telle sorte que l'on puisse appliquer la théorie du potentiel logarithmique. Si on désigne maintenant (fig. 2) par $a_{\mu\nu}$ la distance du conducteur μ au conducteur ν , $a_{\mu\mu}$ le rayon du conducteur μ , $D_{\mu\nu}$ la distance du conducteur ν à l'image spéculaire du conducteur μ , $D_{\mu\mu}$ le double de la hauteur du conducteur μ au-dessus du sol,

(c'est-à-dire la distance de ce conducteur à sa propre image), si on pose enfin (1)

$$[7] \quad d_{\mu\nu} = \text{Ln}^{(1)} \frac{D_{\mu\nu}}{a_{\mu\nu}},$$

et

$$[8] \quad \Delta = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & d_{n3} & \dots & d_{nn} \end{vmatrix}$$

en appelant Δ_{11} , Δ_{12} ,... etc., les déterminants mineurs de Δ , de sorte que

$$\Delta = d_{11} \Delta_{11} + d_{12} \Delta_{12} + d_{13} \Delta_{13} + \dots + d_{1n} \Delta_{1n}$$

on a :

$$[9] \quad c_{\mu\nu} = \frac{1}{18} \frac{\Delta_{\mu\nu}}{\Delta} 10^{-6} \text{ F/km.}$$

L'établissement de la formule [9] se trouve par exemple dans Breisig, *Theoretische Telegraphie*, 2^e édition, § 201, et dans Brauns, *T. u. F. T.* 1919, page 130. Elle repose, on se borne ici à l'indiquer, sur le fait que dans les équations linéaires donnant l'expression des potentiels de chacun des conducteurs, en fonction des charges, les $d_{\mu\nu}$, différences de deux potentiels logarithmiques, sont les facteurs par lesquels sont multipliées les valeurs des charges. Quand ces équations sont résolues par rapport aux charges, les $c_{\mu\nu}$ sont les coefficients qui multiplient la valeur des potentiels; ils sont reliés aux $d_{\mu\nu}$ par le déterminant Δ du système.

Si on porte dans [6] les valeurs données par [9], on obtient :

$$[10] \quad \left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 = - \frac{V_1 (\Delta_{14} + \Delta_{15}) + V_2 (\Delta_{24} + \Delta_{25}) + V_3 (\Delta_{34} + \Delta_{35})}{\Delta_{44} + 2\Delta_{45} + \Delta_{55}} \\ I_{45} = - \frac{j\omega l \left[(\Delta_{44} + \Delta_{45}) (V_1 \Delta_{15} + V_2 \Delta_{25} + V_3 \Delta_{35}) - (\Delta_{35} + \Delta_{45}) (V_1 \Delta_{14} + V_2 \Delta_{24} + V_3 \Delta_{34}) \right]}{18 \cdot 10^6 \cdot \Delta (\Delta_{44} + 2\Delta_{45} + \Delta_{55})} \end{array} \right.$$

Ces équations sont à la base des calculs qui suivent. Il y a lieu de remarquer que, dans l'équation donnant V_1 , la fréquence n'apparaît plus. Cette équation est donc valable pour une forme quelconque de la courbe de tension et aussi, par exemple, pour des ondes transitoires.

(1) Ln signifie : logarithme naturel (ou népérien).

II. — ETABLISSEMENT DES FORMULES APPROCHÉES

a) *Ligne monophasée.* — Dans le cas d'une ligne monophasée, à la tension de service E , les équations [10] se simplifient en raison de l'absence du conducteur 3, et deviennent :

$$[11] \quad \left\{ \begin{array}{l} V_4 = V_5 = - \frac{V_1 (\Delta_{44} + \Delta_{45}) + V_2 (\Delta_{24} + \Delta_{25})}{\Delta_{44} + 2\Delta_{45} + \Delta_{55}} \\ I_{45} = \frac{j\omega l [(\Delta_{44} + \Delta_{45}) (V_1 \Delta_{45} + V_2 \Delta_{25}) - (\Delta_{55} + \Delta_{45}) (V_1 \Delta_{44} + V_2 \Delta_{24})]}{18 \cdot 10^6 \cdot \Delta (\Delta_{44} + 2\Delta_{45} + \Delta_{55})} \end{array} \right.$$

Dans les directives, pour apprécier le degré d'exposition au danger aussi bien que les troubles d'exploitation, on suppose que l'installation à haute tension est affectée d'une mise à la terre d'une phase. Dans ce cas, les effets exercés par la ligne à haute tension, qui se manifesteraient en l'absence de défauts, sont à négliger devant ceux que produit cette mise à la terre. On peut alors pour simplifier le calcul, poser

$$\Delta_{44} = \Delta_{24}, \quad \Delta_{45} = \Delta_{25},$$

c'est-à-dire, admettre, que la ligne à haute tension comporte des transpositions suffisamment rapprochées. Si le conducteur 2 par exemple est affecté d'un court-circuit à la terre, on a alors :

$$[12] \quad V_2 = 0 \quad \text{et} \quad V_1 = E.$$

Alors :

$$[13] \quad \left\{ \begin{array}{l} V_4 = V_5 = - \frac{E (\Delta_{44} + \Delta_{45})}{\Delta_{44} + 2\Delta_{45} + \Delta_{55}} \\ I_{45} = \frac{j\omega l E [\Delta_{45} (\Delta_{44} + \Delta_{45}) - \Delta_{44} (\Delta_{55} + \Delta_{45})]}{18 \cdot 10^6 \cdot \Delta (\Delta_{44} + 2\Delta_{45} + \Delta_{55})} \end{array} \right.$$

Comme, en outre, avec une approximation suffisante $\Delta_{44} = \Delta_{55}$, les équations [13] prennent la forme simple

$$[13a] \quad \left\{ \begin{array}{l} V_4 = V_5 = - \frac{E}{2} \frac{\Delta_{44} + \Delta_{45}}{\Delta_{44} + \Delta_{45}} \\ I_{45} = \frac{j\omega l E}{36 \cdot 10^6} \times \frac{\Delta_{45} - \Delta_{44}}{\Delta} \end{array} \right.$$

Pour simplifier encore, il faut introduire les d au lieu des Δ . Si, dans le calcul numérique des déterminants, on considère que pour les configurations usuelles des lignes, l'ordre de grandeur des d est le suivant :

$$[14] \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{pour } d_{11} d_{22} d_{44} d_{33} & \text{environ 9} \\ d_{45} & \text{environ 4} \\ d_{12} & \text{environ 2,5} \\ d_{14} d_{13} d_{24} d_{23} & \text{environ 0,6 ou moins,} \end{array} \right.$$

et si on néglige les termes petits, on a, ainsi qu'il est établi dans l'additif (c'est-à-dire en posant $d_{11} = d_{22}$; $d_{44} = d_{33}$),

$$\begin{aligned} \Delta &= (d_{11}^2 - d_{12}^2) (d_{44}^2 - d_{45}^2) \\ \Delta_{44} + \Delta_{45} &= (d_{11}^2 - d_{12}^2) (d_{44} - d_{45}) \\ \Delta_{13} + \Delta_{14} &= -(d_{11} - d_{12}) (d_{13} + d_{14}) (d_{44} - d_{45}) \\ \Delta_{13} - \Delta_{14} &= -(d_{11} - d_{12}) (d_{13} - d_{14}) (d_{44} + d_{45}); \end{aligned}$$

d'où on tire :

$$[15] \quad V_4 = V_3 = \frac{E (d_{11} - d_{12}) (d_{13} + d_{14}) (d_{44} - d_{45})}{2 (d_{11}^2 - d_{12}^2) (d_{44} - d_{45})} = \frac{E}{2} \frac{d_{13} + d_{14}}{d_{11} + d_{12}}.$$

$$[16] \quad I_{45} = \frac{j\omega l E (d_{13} - d_{14}) (d_{12} - d_{11}) (d_{44} + d_{45})}{2 \times 18 \cdot 10^6 \cdot (d_{11}^2 - d_{12}^2) (d_{44}^2 - d_{45}^2)} \\ = \frac{j\omega l E}{36 \cdot 10^6} \frac{d_{14} - d_{13}}{(d_{11} + d_{12}) (d_{44} - d_{45})}.$$

Les dénominateurs des expressions [15] et [16], ne dépendent que des dimensions géométriques de la ligne à haute tension et de la ligne téléphonique. Comme ces dimensions ne varient pas considérablement d'une installation à l'autre, et ne figurent que par leur logarithme népérien, on peut remplacer ces dénominateurs par des valeurs numériques déterminées.

Pour

$$a_{11} = 4 \text{ mm.} \quad D_{11} = 2 \times 10 \text{ m.,}$$

on a, par exemple

$$d_{11} = \text{Ln} \frac{20.000}{4} = 8,5$$

et, pour un écartement de 1 m. 5 des deux phases

$$d_{12} = \text{Ln} \frac{20.000}{1.500} = 2,6.$$

En outre, pour

$$d_{44} = 2 \text{ mm.} \quad D_{44} = 2 \times 6 \text{ m.,}$$

et pour un écartement de 30 centimètres des deux fils téléphoniques,

$$d_{44} = \text{Ln} \frac{12.000}{2} = 8,7, \quad d_{45} = \text{Ln} \frac{12.000}{300} = 3,7.$$

Alors

$$d_{11} + d_{12} = 11,1; \quad d_{44} - d_{45} = 5,0.$$

Dans les expressions [15] et [16], ne figurent plus que : d_{14} et d_{15} . Elles peuvent être simplifiées, par le développement en série des logarithmes. On obtient ainsi, en donnant à a, b, c , la signification indiquée dans l'annexe II des directives au paragraphe IV du chapitre B :

$$[17] \left\{ \begin{aligned} d_{14} &= \text{Ln } \frac{D_{14}}{a_{14}} = \frac{1}{2} \text{Ln } \frac{a^2 + (b+c)^2}{a^2 + (b-c)^2} = \frac{1}{2} \text{Ln } \frac{1 + \frac{2bc}{a^2 + b^2 + c^2}}{1 - \frac{2bc}{a^2 + b^2 + c^2}} \\ &= \frac{2bc}{a^2 + b^2 + c^2}, \end{aligned} \right.$$

en négligeant dans le développement en série, les termes d'ordre supérieur. La valeur [17], pour d_{14} , comme aussi pour d_{15} , est alors un peu trop petite. Si on la porte dans [15], et si on ne donne à $d_{11} + d_{12}$, que la valeur 10, par compensation, il vient :

$$[18] \quad V_s = V_a = \frac{E}{5} \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2}.$$

On tire de [16], en posant, dans le dénominateur $d_{14} - d_{15} = 5$, $d_{11} + d_{12} = 11,1$.

$$[18a] \quad I_{15} = 0,5 \omega l E (d_{14} - d_{15}) 10^{-9} \text{ A},$$

(le facteur j est laissé de côté).

Le calcul de $d_{15} - d_{14}$ se fait de la façon la plus simple qui soit en différenciant l'expression [17] de d_{14} , par rapport à a et c .

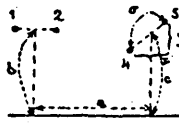


FIG. 3.

Soient x et y les composantes de la largeur σ du circuit téléphonique suivant les directions a et c (voir fig. 3), on a alors :

$$d_{14} - d_{15} = \frac{2b}{(a^2 + b^2 + c^2)^{3/2}} [2acx - y(a^2 + b^2 - c^2)].$$

Comme dans des groupes de quatre fils, chaque position du circuit est possible, on va considérer la position la plus défavorable, pour laquelle :

$$x = \frac{2ac\sigma}{\sqrt{(a^2 + b^2 - c^2)^2 + 4a^2c^2}}; \quad y = \frac{-(a^2 + b^2 - c^2)\sigma}{\sqrt{(a^2 + b^2 - c^2)^2 + 4a^2c^2}}.$$

Dans ce cas :

$$[19] \left\{ \begin{array}{l} d_{14} - d_{15} = \frac{2b\sigma\sqrt{(a^2 + b^2 - c^2)^2 + 4a^2c^2}}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} \\ \text{et} \\ I_{15} = \frac{\omega l E b\sigma\sqrt{(a^2 + b^2 - c^2)^2 + 4a^2c^2}}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} \times 10^{-9}. \end{array} \right.$$

b) *Lignes à courants polyphasés (lignes triphasées).* — Soit E la tension de service :

$$V = \frac{E}{\sqrt{3}},$$

la valeur absolue de la tension des phases; on a dans le cas d'une installation exempte de dérangements :

$$[20] \left\{ \begin{array}{l} V_1 = \frac{V}{2}(1 + j\sqrt{3}); V_2 = \frac{V}{2}(1 - j\sqrt{3}); V_3 = -V. \\ V_1 + V_2 + V_3 = 0. \end{array} \right.$$

En cas de mise accidentelle à la terre du conducteur 3, on a :

$$[21] \left\{ \begin{array}{l} V_1 = \frac{V}{2}(3 + j\sqrt{3}); V_2 = \frac{V}{2}(3 - j\sqrt{3}); V_3 = 0. \\ V_1 + V_2 + V_3 = 3V. \end{array} \right.$$

Si, pour simplifier on admet, dès le début, comme précédemment, que :

$$\Delta_{11} = \Delta_{22} = \Delta_{33}; \Delta_{14} = \Delta_{24} = \Delta_{34}; \Delta_{15} = \Delta_{25} = \Delta_{35}; \Delta_{44} = \Delta_{55},$$

les équations [10] deviennent, dans le cas de la mise à la terre du conducteur 3 :

$$[22] \left\{ \begin{array}{l} V_4 = V_5 = -\frac{V}{2} \frac{(\Delta_{14} + \Delta_{15})(3 + j\sqrt{3}) + (\Delta_{14} + \Delta_{15})(3 - j\sqrt{3})}{2(\Delta_{44} + \Delta_{55})} \\ \quad = \frac{-1,5 V (\Delta_{14} + \Delta_{15})}{\Delta_{44} + \Delta_{55}} \\ I_{15} = j\omega l \frac{V(\Delta_{44} + \Delta_{55})[(\Delta_{15} - \Delta_{14})(3 + j\sqrt{3}) + (\Delta_{15} - \Delta_{14})(3 - j\sqrt{3})]}{18 \cdot 10^6 \cdot \Delta \cdot 2(\Delta_{44} + \Delta_{55})} \\ \quad = \frac{j\omega l V (\Delta_{15} - \Delta_{14})}{12 \cdot 10^6 \Delta} \end{array} \right.$$

Les déterminants intervenant ici sont simplifiés dans l'additif en tenant compte des ordres de grandeurs indiqués en [14]. Pour

compléter [14], on a adopté les valeurs : 9 pour d_{33} ; 2,5 pour d_{12} , d_{22} ; 0,6 pour d_{34} , d_{35} . Le résultat de ces simplifications est :

$$[23] \left\{ \begin{array}{l} \Delta = (d_{11} - d_{12})^2 (d_{11} + 2d_{12}) (d_{44}^2 - d_{45}^2) \\ \Delta_{44} + \Delta_{45} = (d_{11} - d_{12})^2 (d_{11} + 2d_{12}) (d_{44} - d_{45}) \\ \Delta_{13} + \Delta_{14} = (d_{11} - d_{12})^2 (d_{13} + d_{14}) (d_{43} - d_{44}) \\ \Delta_{13} - \Delta_{14} = -(d_{11} - d_{12})^2 (d_{13} - d_{14}) (d_{43} + d_{44}). \end{array} \right.$$

Il vient alors, de [22] et [23] [en laissant de côté (—j)], car on ne cherche que la valeur absolue de I_{45}].

$$[24] \quad \begin{aligned} V_4 = V_5 &= \frac{1,5 V (d_{14} + d_{15})}{d_{11} + 2d_{12}}, \\ I_{45} &= \frac{\omega l V (d_{13} - d_{14})}{12 \cdot 10^9 (d_{11} + 2d_{12}) (d_{44} - d_{45})}. \end{aligned}$$

Il est possible, comme pour les formules relatives au courant monophasé, de donner au dénominateur une valeur numérique uniforme pour les différentes lignes. Les numérateurs ont déjà été calculés en [17] et [19]. Si au lieu de V, on introduit la tension de service

$$E = V \sqrt{3},$$

on a :

$$[25] \quad V_4 = V_5 = \frac{E}{4} \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2},$$

en posant $d_{11} + 2d_{12} = 13,9$.

$$[25] \quad I_{45} = \frac{1,5 \omega l E b c \sqrt{(a^2 + b^2 - c^2)^2 + 4 a^2 c^2}}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} 10^{-9},$$

en posant : $(d_{11} + 2d_{12}) (d_{44} - d_{45}) = 64,3$.

III. — ETABLISSEMENT DES ÉQUATIONS DE CONDITION B, 1 ET 4

Ainsi qu'il est spécifié dans les Directives (Titre III, Section A, paragraphe 1) on admet que la circonstance la plus défavorable qu'il convient d'envisager, pour s'assurer que le voisinage d'une ligne d'énergie dont le point neutre est isolé, ou d'une ligne de traction électrique et d'une ligne téléphonique, ne sera pas une source de danger est la fermeture non simultanée des phases d'un interrupteur, lors de la mise de la ligne sous tension, alors qu'un des conducteurs demeure au potentiel du sol.

Pour qu'il n'y ait pas danger, il faut alors :

ou que les fils téléphoniques ne se trouvent pas portés à une tension supérieure à la tension d'amorçage des parafoudres à vide, disposés entre ces fils et la terre (300 volts), de sorte qu'il ne puisse se produire de chocs acoustiques;

ou, si cette première circonstance se produit, que le condensateur constitué par le circuit téléphonique et la terre ne mette pas en jeu pendant sa décharge une énergie suffisante pour occasionner un choc acoustique dangereux.

Il est possible de déterminer une zone telle qu'à l'extérieur de cette zone, la première condition (tension inférieure à 300 volts) sera toujours réalisée (condition B1). Si une ligne pénètre à l'intérieur de cette zone, c'est la deuxième condition qui devra intervenir pour déterminer l'exposition au danger de la ligne téléphonique (condition B4).

a) *Cas de courants polyphasés.* — On admet qu'en fermant l'interrupteur pour la mise sous tension d'une ligne à haute tension, pendant qu'une phase demeure au potentiel de la terre, on engendrera une onde transitoire dont la tension atteint, par suite des réflexions, le double de la valeur maxima de la tension de service, à savoir 2,8 E. Ainsi, en vertu de [25], et compte tenu de la remarque faite à la fin du chapitre I la tension du circuit téléphonique est portée à

$$V_1 = \frac{0,7 E b c}{a^2 + b^2 + c^2}.$$

REMARQUES. — On vient d'admettre que, après mise sous tension d'une ligne d'énergie, la tension à un moment déterminé atteint le double de la valeur maximum de la tension de service ($2 \times 1,4$); mais cette hypothèse n'est valable que si la section de ligne mise en circuit est courte, et, en même temps située au voisinage immédiat de la source d'énergie électrique. Dans les cas ordinaires, il s'agit de sections de lignes de plus grande longueur. Il faut alors s'attendre à un affaiblissement très sensible de l'onde de tension en raison de l'énorme accroissement de la résistance par suite de l'effet pelliculaire (skin effect). Il paraît donc fondé de partir pour le calcul de la tension induite dans un circuit téléphonique, non pas de la tension exceptionnelle 2,8 E, mais bien, dans les cas normaux, de la valeur moyenne 2,1 E; la formule donnant la tension du circuit téléphonique devient donc :

$$V_1 = \frac{0,525 E b c}{a^2 + b^2 + c^2}.$$

Pour déterminer la limite de la zone définie au paragraphe I du chapitre B de l'annexe II des Directives, il suffit de supposer que a^2 est grand devant b^2 et c^2 .

On a donc :

$$\begin{aligned} V_1 &< 300 \\ 0,525 E b c &< 300 a^2. \end{aligned}$$

Avec $c = 6$ m.; $b = 10$ m. (valeurs moyennes), on trouve pour a :

$$a \geq 0,324 \sqrt{E}.$$

La zone est en chiffres ronds définie par

$$a_1 = \frac{1}{3} \sqrt{E}.$$

L'énergie transmise par influence, au circuit téléphonique de capacité c est :

$$\frac{1}{2} c l . V_1^2.$$

REMARQUES. — a) Pour garantir un degré de sécurité aussi élevé que possible, on pourrait supposer que l'énergie induite sur la ligne téléphonique n'exerce son plein effet qu'à une extrémité seulement de la ligne. Ceci est vrai dans les cas les plus défavorables lorsque le circuit téléphonique n'est pas plus long que le parallélisme; mais dans tous les autres cas, l'onde perturbatrice se subdivise, et, par moitié, se rend vers les deux extrémités du circuit où elle arrive plus ou moins affaiblie, suivant la longueur du chemin parcouru. Il est donc permis de supposer, en moyenne, que seule la moitié de l'énergie induite atteint le récepteur téléphonique. Des expériences ont permis de reconnaître qu'il se produisait des chocs acoustiques dangereux pour le personnel lorsqu'une énergie de 0,01 joule était appliquée aux récepteurs téléphoniques. Donc l'énergie engendrée dans la ligne téléphonique ne doit pas dépasser 0,02 joule.

b) La capacité d'un faisceau de lignes est, d'après des mesures faites sur un seul groupe de circuits, donnée par la formule empirique :

$$\frac{24}{Z+3} \times 10^{-9} \text{ F/km,}$$

Z représentant le nombre des fils de la nappe. Théoriquement elle atteint :

$$\frac{18}{Z+2} \times 10^{-9} \text{ F/km.}$$

L'emploi de cette formule entraînant un certain adoucissement aux clauses relatives aux parallélismes, il paraît légitime de s'en servir dans les calculs.

Il y a lieu de tenir compte des facteurs qui font tomber la valeur de la tension induite (fil paratonnerre, rangée d'arbres). On en tient compte en multipliant l'expression précédemment donnée de la tension induite par deux facteurs plus petits que l'unité, p , q , r , (définis dans l'Annexe II).

En vertu des remarques précédentes,

$$V_4 = \frac{2,1}{4} \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} pqr.$$

Soit v un coefficient défini par

$$v = \frac{E}{400} \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} pqr.$$

On a :

$$V_4 = 210 v,$$

L'énergie qui se manifeste dans le circuit est donc :

$$\frac{1}{2} cl V_4^2 = \frac{9 \times 10^{-9}}{Z + 2} l V_4^2 = \frac{9 \times 10^{-9}}{Z + 2} l \times 210^2 v^2.$$

Elle ne doit pas dépasser 0,02 joule. Alors :

$$\frac{lv^2}{Z + 2} = f < \frac{0,02 \times 10^9}{9 \times 210^2} = 50,4,$$

En un chiffre rond :

$$f < 50,$$

f représentant le coefficient caractéristique de l'exposition au danger.

Comme ce coefficient représente une énergie, on peut, sans plus, additionner les valeurs d'énergie apportées par des rapprochements où les écartements des deux lignes sont différents. On obtient ainsi la condition :

$$\Sigma f \leq 50.$$

REMARQUE. — Sur certaines installations, à haute tension, on utilise pour la mise sous tension, des interrupteurs de sécurité, avec contacts préparatoires, ou d'autres dispositifs qui permettent d'effectuer progressivement la mise sous pleine tension de la section de ligne d'énergie. Dans ce cas, il ne se produit pas d'accroissement de la valeur maximum de la tension, et il convient par suite, dans les formules ci-dessus, de remplacer 2,1 E par 1,4 E.

On obtient dans ces conditions, comme limite du coefficient caractéristique de l'exposition au danger :

$$f \leq 100.$$

a) *Cas de courants monophasés.* — Sont encore valables les mêmes considérations, développées au sujet des courants triphasés. La tension V_1 est — comparer [25] à [18] — pour des écartements égaux, moindre d'environ 20 p. 100. Pour la définition de zone, cela n'a pratiquement aucune importance.

IV. — ÉTABLISSEMENT DE L'ÉQUATION DE CONDITION C 3

Les Directives spécifient dans le Titre III, Section A, paragraphe 2, qu'un trouble est apporté à l'exploitation téléphonique quand la ligne d'énergie développe par influence électrique, entre les conducteurs du circuit téléphonique, une tension équivalente (en ce qui concerne l'intensité des bruits qu'elle provoque dans les récepteurs téléphoniques) à une tension alternative de fréquence 800 (pulsation 5.000), supérieure à cinq millivolts.

Dans la prédétermination par le calcul de la tension perturbatrice, on admet l'hypothèse que les harmoniques supérieurs de l'installation d'énergie produisent le même trouble qu'un courant périodique de pulsation 5.000, et dont la tension serait égale à $1/50$ du courant fondamental.

On suppose (Directives, Titre III, Section A, paragraphe 4), en outre, qu'une phase de la ligne d'énergie peut durant quelque temps avoir une perte à la terre.

On attribue enfin au récepteur placé à l'extrémité de la ligne, une valeur d'environ 600 ohms, c'est-à-dire de l'ordre de l'impédance caractéristique de la ligne, à laquelle l'appareil a été supposé adapté.

a) *Cas des courants polyphasés (courants triphasés).* — Tout d'abord, l'équation [25] peut être simplifiée du fait que $b^2 + c^2$ peut être négligée devant a^2 . Cela est admissible dans la plupart des cas. Il vient alors :

$$I_{10} = \frac{1,5 \omega l E b \sigma}{a^2} \cdot 10^{-9} \text{ A.}$$

Au cas où ce courant passe tout entier dans un appareil terminal, il lui correspond pour une impédance $Z = 600$, une tension de :

$$\frac{9 \omega l E b \sigma}{a^2} \cdot 10^{-7} \text{ V.}$$

En admettant alors que dans la courbe de tension de la ligne d'énergie est contenu un harmonique de pulsation $\omega = 5.000$, avec

une amplitude de $\frac{E}{50}$, on a pour la valeur de la tension perturbatrice exprimée en volts :

$$\frac{9 \times 5.000 \times \frac{E}{50} \times lb\sigma}{a^2} 10^{-7} = \frac{9 E lb\sigma}{a^2} 10^{-5}.$$

D'après les Directives, cette tension perturbatrice doit être plus petite que 5 millivolts. Il s'ensuit que pour :

$$b = 10 \text{ m} \quad \sigma = 0,4 \text{ m},$$

on doit avoir :

$$\frac{El}{a^2} < \frac{500}{9 \times 10 \times 0,4} = 13,8.$$

ou :

$$a > \frac{1}{3,75} \sqrt{El};$$

soit en chiffres ronds :

$$[34] \quad a > \frac{1}{4} \sqrt{El}.$$

C'est là justement la condition C3.

b) *Cas de courants monophasés.* — Comme en vertu de [19] et [25], I_{ω} n'a dans ce cas que les $\frac{2}{3}$ de la valeur qu'il a dans le cas de courants triphasés, la limite définie en [34] peut être fixée à :

$$a \geq \sqrt{\frac{2}{3 \times 13,8}} \sqrt{El} > \frac{1}{4,5} \sqrt{El};$$

soit en chiffres ronds :

$$a \geq \frac{1}{5} \sqrt{El}.$$

ADDITIF AU SUPPLÉMENT II DE L'ANNEXE II

1° Simplification du déterminant du 4^e ordre, dans le cas de courant monophasé.

Les chiffres entre crochets, suivant chacun des produits, sont les valeurs de ces produits quand on attribue aux d les ordres de grandeur indiqués en [14]. Les produits soulignés sont négligés.

Le déterminant du système

$$\Delta = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{14} & d_{15} \\ d_{12} & d_{22} & d_{24} & d_{25} \\ d_{14} & d_{24} & d_{44} & d_{45} \\ d_{15} & d_{25} & d_{45} & d_{55} \end{vmatrix} \quad \text{devient égal à} \quad \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{14} & d_{15} \\ d_{12} & d_{11} & d_{4} & d_{15} \\ d_{14} & d_{14} & d_{44} & d_{45} \\ d_{15} & d_{15} & d_{45} & d_{44} \end{vmatrix}$$

quand on pose :

$$\begin{aligned} d_{11} &= d_{22}, \quad d_{14} = d_{24}, \quad d_{15} = d_{25}, \quad d_{44} = d_{55}, \\ \Delta_{14} &= \begin{vmatrix} d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{14} & d_{14} & d_{45} \\ d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} = \frac{d_{12} d_{14} d_{44} [13,5] + d_{11} d_{45} d_{15} [21,6]}{+ d_{15}^2 d_{14} [0,2] - d_{15}^2 d_{14} [0,2]} \\ &\quad - \frac{d_{11} d_{14} d_{44} [48,6] - d_{12} d_{45} d_{15} [6]}{,} \\ &= (d_{11} - d_{12}) (d_{15} d_{45} - d_{14} d_{44}) = \Delta_{24}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{15} &= - \begin{vmatrix} d_{12} & d_{11} & d_{14} \\ d_{14} & d_{14} & d_{44} \\ d_{15} & d_{15} & d_{45} \end{vmatrix} = + \frac{d_{12}^2 d_{15} [0,2] + d_{11} d_{14} d_{45} [21,6]}{+ d_{12} d_{44} d_{15} [13,5] - d_{12} d_{14} d_{45} [6]} \\ &\quad - \frac{d_{11} d_{44} d_{15} [48,6] - d_{14}^2 d_{15} [0,2]}{,} \\ &= - (d_{11} - d_{12}) (d_{14} d_{45} - d_{15} d_{44}) = \Delta_{25}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{44} &= \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{15} \\ d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} = \frac{d_{11}^2 d_{44} [729] + d_{12} d_{15}^2 [0,9]}{+ d_{12} d_{15}^2 [0,9] - d_{11} d_{15}^2 [3,2]} \\ &\quad - \frac{d_{12}^2 d_{44} [56,2] - d_{11} d_{15}^2 [3,2]}{,} \\ &= d_{44} (d_{11}^2 - d_{12}^2) = \Delta_{35}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{15} &= - \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{14} \\ d_{12} & d_{11} & d_{14} \\ d_{15} & d_{15} & d_{45} \end{vmatrix} = \frac{d_{14} d_{11} d_{15} [3,2] + d_{12}^2 d_{45} [25]}{+ d_{11} d_{14} d_{15} [3,2] - d_{11}^2 d_{45} [324]} \\ &\quad - \frac{d_{12} d_{14} d_{15} [0,9] - d_{14} d_{12} d_{15} [0,9]}{,} \\ &= - d_{45} (d_{11}^2 - d_{12}^2). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= d_{14} \Delta_{14} + d_{24} \Delta_{24} + d_{44} \Delta_{44} + d_{45} \Delta_{45} \\ &= \frac{2 d_{14} (d_{11} - d_{12}) (d_{15} d_{45} - d_{14} d_{44}) [23,4]}{+ d_{44}^2 (d_{11}^2 - d_{12}^2) [6,130] - d_{45}^2 (d_{11}^2 - d_{12}^2) [1212]}. \end{aligned}$$

$$\Delta = (d_{11}^2 - d_{12}^2) (d_{44}^2 - d_{45}^2)$$

$$\Delta_{44} + \Delta_{45} = (d_{11}^2 - d_{12}^2) (d_{44} - d_{45})$$

$$\Delta_{15} + \Delta_{14} = (d_{15} + d_{14}) (d_{12} - d_{11}) (d_{44} - d_{45})$$

$$\Delta_{15} - \Delta_{14} = (d_{15} - d_{14}) (d_{12} - d_{11}) (d_{44} + d_{45}).$$

2° Simplification du déterminant du 5^e ordre dans le cas de lignes à courant triphasé :

Quand on pose :

$$d_{11} = d_{22} = d_{33}, \quad d_{12} = d_{23} = d_{13}, \quad d_{44} = d_{55}, \quad d_{14} = d_{24} = d_{34}, \quad d_{15} = d_{25} = d_{35},$$

on a pour le déterminant du système :

$$\begin{aligned} \Delta &= \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} \\ d_{12} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} \\ d_{13} & d_{23} & d_{33} & d_{34} & d_{35} \\ d_{14} & d_{24} & d_{34} & d_{44} & d_{45} \\ d_{15} & d_{25} & d_{35} & d_{45} & d_{55} \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{12} & d_{14} & d_{15} \\ d_{12} & d_{11} & d_{12} & d_{14} & d_{15} \\ d_{12} & d_{12} & d_{11} & d_{14} & d_{15} \\ d_{14} & d_{14} & d_{14} & d_{44} & d_{45} \\ d_{15} & d_{15} & d_{15} & d_{45} & d_{44} \end{vmatrix} \\ &= 3 d_{14} \Delta_{14} + d_{44} \Delta_{44} + d_{45} \Delta_{45}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{14} &= - \begin{vmatrix} d_{12} & d_{11} & d_{12} & d_{15} \\ d_{12} & d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{14} & d_{14} & d_{14} & d_{45} \\ d_{15} & d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} 0 & d_{11} - d_{12} & d_{12} - d_{11} & 0 \\ d_{12} & d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{14} & d_{14} & d_{14} & d_{45} \\ d_{15} & d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} \\
 &= (d_{11} - d_{12}) \left\{ \begin{vmatrix} d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{14} & d_{14} & d_{45} \\ d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} d_{12} & d_{12} & d_{15} \\ d_{14} & d_{14} & d_{45} \\ d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} \right\} \\
 &= (d_{11} - d_{12}) \left\{ \begin{aligned} &\frac{d_{12} d_{14} d_{44} [13,5] + d_{11} d_{45} d_{15} [21,6]}{+ \frac{d_{15}^2 d_{14} [0,2] - d_{15}^2 d_{14} [0,2]}{- d_{11} d_{14} d_{44} [48,6] - d_{12} d_{45} d_{15} [6]}} \\ &\frac{d_{12} d_{14} d_{44} [13,5] + d_{12} d_{45} d_{15} [6]}{+ \frac{d_{15}^2 d_{14} [0,2] - d_{15}^2 d_{14} [0,2]}{- d_{12} d_{14} d_{44} [13,5] - d_{12} d_{45} d_{15} [6]}} \end{aligned} \right\} \\
 &= (d_{11} - d_{12})^2 (d_{15} d_{45} - d_{14} d_{44})
 \end{aligned}$$

De même :

$$\begin{aligned}
 \Delta_{15} &= (d_{11} - d_{12})^2 (d_{14} d_{45} - d_{15} d_{44}). \\
 \Delta_{44} &= \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{12} & d_{15} \\ d_{12} & d_{11} & d_{12} & d_{15} \\ d_{12} & d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{15} & d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} d_{11} - d_{12} & d_{12} - d_{11} & 0 & 0 \\ d_{12} & d_{11} & d_{12} & d_{15} \\ d_{12} & d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{15} & d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} \\
 &= (d_{11} - d_{12}) \left\{ \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{15} \\ d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} d_{12} & d_{12} & d_{15} \\ d_{12} & d_{11} & d_{15} \\ d_{15} & d_{15} & d_{44} \end{vmatrix} \right\} \\
 &= (d_{11} - d_{12}) \left\{ \begin{aligned} &\frac{d_{11}^2 d_{44} [729] + d_{12} d_{15}^2 [0,9]}{+ \frac{d_{12} d_{15}^2 [0,9] - d_{11} d_{15}^2 [3,2]}{- d_{12}^2 d_{44} [56,2] - d_{11} d_{15}^2 [3,2]}} \\ &\frac{d_{12} d_{11} d_{44} [202,5] + d_{12} d_{15}^2 [0,9]}{+ \frac{d_{12} d_{15}^2 [0,9] - d_{11} d_{15}^2 [3,2]}{- d_{12}^2 d_{44} [56,2] - d_{12} d_{15}^2 [0,9]}} \end{aligned} \right\} \\
 &= (d_{11} - d_{12})^2 d_{44} (d_{11} + 2 d_{12}).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_{45} &= - \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{12} & d_{14} \\ d_{12} & d_{11} & d_{12} & d_{14} \\ d_{12} & d_{12} & d_{11} & d_{14} \\ d_{15} & d_{15} & d_{15} & d_{45} \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} d_{11} - d_{12} & d_{12} - d_{11} & 0 & 0 \\ d_{12} & d_{11} & d_{12} & d_{14} \\ d_{12} & d_{12} & d_{11} & d_{14} \\ d_{15} & d_{15} & d_{15} & d_{45} \end{vmatrix} \\
 &= - (d_{11} - d_{12}) \left\{ \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{14} \\ d_{12} & d_{11} & d_{14} \\ d_{15} & d_{15} & d_{45} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} d_{12} & d_{12} & d_{14} \\ d_{12} & d_{11} & d_{14} \\ d_{15} & d_{15} & d_{45} \end{vmatrix} \right\}
 \end{aligned}$$

$$= -(d_{11} - d_{12}) \left\{ \begin{array}{l} \frac{d_{11}^2 d_{45} [324] + d_{12} d_{14} d_{15} [0,9]}{+ d_{14} d_{12} d_{15} [0,9] - d_{14} d_{11} d_{15} [3,2]} \\ - \frac{d_{12}^2 d_{45} [25] - d_{11} d_{14} d_{15} [3,2]}{d_{12} d_{11} d_{45} [90] + d_{12} d_{14} d_{15} [0,9]} \\ + \frac{d_{14} d_{12} d_{15} [0,9] - d_{14} d_{11} d_{15} [3,2]}{- d_{12}^2 d_{45} [25] - d_{12} d_{14} d_{15} [0,9]} \end{array} \right\}$$

$$= -(d_{11} - d_{12})^2 d_{45} (d_{11} + 2 d_{12}).$$

$$\Delta = \frac{3 d_{14} (d_{11} - d_{12})^2 (d_{15} d_{45} - d_{14} d_{44}) [228]}{+ d_{44} (d_{11} - d_{12})^2 d_{44} (d_{11} + 2 d_{12}) [478.000]} \\ - d_{45} (d_{11} - d_{12})^2 d_{45} (d_{11} + 2 d_{12}) [94.500].$$

$$\Delta = (d_{11} + 2 d_{12}) (d_{11} - d_{12})^2 (d_{44}^2 - d_{45}^2).$$

$$\Delta_{44} + \Delta_{45} = (d_{11} + 2 d_{12}) (d_{11} - d_{12})^2 (d_{44} - d_{45}).$$

$$\Delta_{15} + \Delta_{14} = (d_{11} - d_{12})^2 (d_{15} + d_{14}) (d_{45} - d_{44}).$$

$$\Delta_{15} - \Delta_{14} = -(d_{11} - d_{12})^2 (d_{15} - d_{14}) (d_{45} + d_{44}).$$

ANNEXE III

Examen des conditions dans lesquelles peut être admis le voisinage de lignes d'énergie à haute tension, à courants alternatifs polyphasés ou monophasés, symétriques et mises à la terre au point neutre d'une part, et de lignes téléphoniques d'autre part.

A. — OBJET DE CETTE ANNEXE. DÉFINITIONS

1° Les définitions données au chapitre A de l'annexe II gardent leur acception, dans la limite où aucun changement n'y est apporté dans ce qui suit.

2° La mise à la terre au point neutre est la situation d'une ligne, où le point neutre de l'enroulement des générateurs ou des transformateurs reliés aux conducteurs aériens, est mis à la terre en permanence, en régime normal d'exploitation, sans l'intermédiaire d'une résistance, ou par l'intermédiaire d'une résistance petite, de telle sorte qu'en cas de la mise à la terre accidentelle d'un fil de ligne, la ligne est automatiquement interrompue par le jeu des disjoncteurs.

3° L'induction de court-circuit est l'effet électromagnétique développé sur la ligne téléphonique par un courant de court-circuit sur la ligne à haute tension.

4° Le courant de court-circuit, tel qu'on le considère dans le texte de cette annexe, est le courant effectif permanent, passant par la ligne et la terre, en cas de mise à la terre accidentelle d'un conducteur de la ligne, après que l'onde de choc produit par l'établissement du court-circuit, s'est évanouie. Ce courant doit se calculer en tenant compte de la charge des machines de l'usine génératrice, des tensions et de l'impédance totale de tous les appareils et sections de ligne, compris depuis le générateur jusqu'à l'endroit où l'on suppose que se produit la mise à la terre.

5° On suppose que la mise à la terre accidentelle de la ligne d'énergie se produit à l'extrémité du rapprochement (avec la ligne téléphonique) la plus éloignée de l'usine génératrice (distance mesurée en parcourant la ligne); dans le cas de plusieurs rapprochements, on considère l'extrémité la plus éloignée du rapprochement le plus éloigné.

6° Par tension longitudinale on entend la force électromotrice induite par le champ électromagnétique alternatif du courant de court-circuit dans le circuit constitué par les conducteurs de la ligne téléphonique et la terre.

B. — DANGERS (INDUCTION DE COURT-CIRCUIT)

1° Tout en tenant compte des rapprochements déjà existants, on devra établir les rapprochements projetés de telle sorte que la tension longitudinale induite sur la ligne téléphonique par un courant de court-circuit sur la ligne à haute tension, ne dépasse pas la valeur de 300 volts efficaces.

2° Pour s'assurer que cette valeur ne sera pas dépassée, on utilise le coefficient caractéristique de l'exposition au danger.

$$4.10^{-3} \frac{J_k l \omega}{\sqrt{a}} = g.$$

Dans cette formule :

J_k représente le courant de court-circuit, exprimé en ampères;

l la longueur du rapprochement exprimée en kilomètres;

ω la pulsation du courant de la ligne d'énergie;

a la distance entre les lignes, exprimée en mètres.

3° La formule précédente n'est valable que pour des fréquences basses (environ jusqu'à 60 périodes par seconde).

4° Le coefficient caractéristique g de l'exposition au danger est à calculer séparément pour chacune des sections à l'intérieur de laquelle les distances entre les lignes demeurent assez peu différentes. Il n'est pas tenu compte des croisements. Il n'est pas possible à l'heure actuelle de donner la formule permettant de cal-

culer le coefficient lorsque les distances entre lignes sont supérieures à 1.000 mètres.

5° On doit considérer la ligne téléphonique comme exposée au danger, quand la somme des coefficients caractéristiques de l'exposition au danger devient supérieure à 300 v.

C. — TROUBLES D'EXPLOITATION

La ligne à haute tension (ayant le point neutre à la terre) est interrompue automatiquement, par le jeu des disjoncteurs, lorsqu'elle est affectée d'une mise à la terre accidentelle d'un conducteur. Dès lors, il n'est pas utile de prendre en considération les effets perturbateurs exercés sur les lignes téléphoniques, analogues à ceux qui peuvent se produire lorsque la mise à la terre accidentelle d'un conducteur d'une ligne à haute tension symétrique, dont le neutre est isolé du sol, subsiste un certain temps. D'un autre côté, on ne doit pas craindre de troubles d'exploitation, du fait de lignes à haute tension, mises à la terre au point neutre, exemptes de défauts ou de dérangements, tant que les stipulations du paragraphe *g* du titre II des Directives sont observées, et que, dans les rapprochements, les distances minima d'écartement fixées en considération de l'induction de court-circuit sont respectées.

D. — REMARQUES FINALES

1° L'équation donnant le coefficient caractéristique de l'exposition au danger *g*, repose sur les résultats de mesures d'induction, effectuées sur des lignes à haute tension, reliées à la terre à leurs deux extrémités, et des lignes téléphoniques, à des fréquences comprises entre 15 et 50 périodes par seconde. Les calculs du coefficient d'induction mutuelle *M* de deux circuits mis à la terre, effectués à partir des données expérimentales, ont fait ressortir pour la valeur moyenne de *M*, l'expression

$$M = \frac{4.10^{-3}}{\sqrt{a}} \text{ H/km.}$$

Comme le parcours des courants dans le sol joue un grand rôle dans la détermination de ce coefficient d'induction mutuelle, on peut s'attendre à des valeurs s'écartant de celle qui vient d'être donnée, suivant les conditions géologiques.

2° Dans des câbles téléphoniques dont l'enveloppe de plomb et l'armure sont bien reliées entre elles, d'une section de câble à l'autre, et pourvues de bonnes mises à la terre, l'induction de court-circuit exercée sur les conducteurs du câble est combattue efficacement par le courant induit dans l'enveloppe de plomb et l'armure. On peut dans ce cas calculer la caractéristique de l'expo-

sition au danger g , à partir d'un courant de court-circuit diminué de 40 p. 100 environ de sa valeur.

3° Si la ligne d'énergie à haute tension se trouve sous câble avec une enveloppe de plomb et une armure bien reliées entre elles d'une section de câble à l'autre et pourvues de bonnes mises à la terre, on peut calculer les coefficients caractéristiques de l'exposition au danger g , en partant d'un courant de court-circuit diminué de 50 p. 100 environ de sa valeur, de sorte que dans le cas d'une ligne téléphonique sous câble, on doit ne faire intervenir dans le calcul que les $(100 - 50) (100 - 40) = 30$ p. 100 de la valeur du courant de court-circuit.

4° Si les circuits sous câble sont fermés sur des translateurs, et ne sont pas munis de paratonnerres entre fils et terre, la valeur supérieure admissible du coefficient caractéristique de l'exposition au danger est égale à 60 p. 100 du nombre de volts exprimant la tension disruptive de l'âme du câble par rapport à l'enveloppe de plomb, ou la tension disruptive des enroulements du translateur, l'un par rapport à l'autre ou par rapport à leur enveloppe métallique, ou la tension disruptive des enroulements des bobines Pupin par rapport à leur enveloppe métallique.

ANNEXE IV

Examen des conditions dans lesquelles peut être admis le voisinage de lignes téléphoniques, et de lignes de traction à courants alternatifs monophasés ou polyphasés avec retour par les rails.

A. — OBJET DE CETTE ANNEXE. DÉFINITIONS

1° Les définitions données au chapitre A de l'annexe II gardent leur acception dans la limite où aucun changement n'y est apporté dans ce qui suit.

2° Les chemins de fer à courants alternatifs, monophasés ou polyphasés, dont il est question dans cette annexe, sont les chemins de fer exploités au moyen de courants alternatifs comportant un sectionnement des parcours, dont les effets électriques et électromagnétiques ne sont pas combattus efficacement par l'établissement d'installations spéciales (par exemple, lignes de contre-tension, transformateurs succurs).

3° Par section d'alimentation on entend la section de la ligne de contact (ou, dans le cas d'une ligne de chemin de fer à plusieurs voies, la section des lignes de contact), alimentée en courant de traction par une seule sous-station dans une seule direction.

4° L'induction de court-circuit est l'effet électromagnétique développé sur la ligne téléphonique par un courant de court-circuit sur la ligne de contact.

5° Le courant de court-circuit, tel qu'on le considère dans le texte de cette annexe, est le courant effectif permanent passant par la ligne de contact, en cas de mise à la terre accidentelle de cette ligne de contact, après que l'onde de choc produite par l'établissement de court-circuit, s'est évanouie. Dans le calcul de la valeur de ce courant, on doit supposer que le court-circuit se produit à l'extrémité d'une section d'alimentation. Ce courant doit se calculer en tenant compte de la charge des machines de l'usine électrique qui alimente les sous-stations, des tensions et de l'impédance totale de tous les appareils et sections de ligne compris depuis le générateur jusqu'à l'endroit où l'on suppose que se produit la mise à la terre.

6° L'induction maxima en exploitation normale, est l'effet électromagnétique développé sur la ligne téléphonique lorsque la section d'alimentation se trouve dans les conditions de charge les plus défavorables.

7° On considère comme conditions de charge les plus défavorables celles où le courant maximum est absorbé par deux fortes locomotives se trouvant à l'extrémité du secteur d'alimentation. Dans le cas d'un chemin de fer à plusieurs voies, on prend pour charge la plus défavorable, le produit par 1,5 du courant ainsi défini.

B. — DANGER

a) *Effets d'influence électrique.*

1° S'appliquent sans réserves les dispositions du chapitre B de l'annexe II, en traitant les lignes de traction à courant monophasé comme les lignes à haute tension, à courant monophasé et les lignes de traction à courants polyphasés, comme les lignes à haute tension, à courants polyphasés.

2° Comme hauteur moyenne de la ligne de traction par rapport au sol, et en considération du système de suspension de la ligne de contact (écartement supérieur à la distance normale d'armement des lignes d'énergie), on adoptera pour b la valeur $b = 12$.

3° Chaque section d'alimentation est à considérer séparément. Les conditions auxquelles doivent satisfaire les rapprochements projetés, doivent ainsi être remplies par chaque section d'alimentation, considérée en soi. Il n'est point supposé que les effets d'influence sur la ligne téléphonique dont il est question dans ce chapitre, puissent s'exercer sur plusieurs sections d'alimentation.

b) *Effets d'induction magnétique.*

α) Induction de court-circuit.

1° S'appliquent sans réserves, les dispositions du chapitre B de l'annexe III, relatives aux lignes à haute tension symétriques dont le point neutre est à la terre. En outre, il y a lieu d'appliquer la règle du paragraphe 3° du chapitre B. a. de cette annexe.

2° Dans le calcul des coefficients caractéristiques de l'exposition au danger, on ne doit tenir compte que des 60 p. 100 du courant de court-circuit; on doit, en effet, admettre que les effets d'induction du courant passant dans le fil de contact sont, dans le cas d'un courant de court-circuit, diminués de 40 p. 100 de leur valeur par le courant passant dans les rails, même lorsque les rails ne sont pas reliés les uns aux autres au moyen d'éclisses électriques.

β) Induction maxima, en exploitation normale.

1° S'appliquent sans réserves les dispositions du chapitre B de l'annexe III), relatives aux lignes à haute tension symétriques dont le neutre est à la terre. En outre, il y a lieu d'appliquer la règle du paragraphe 3° du chapitre B. a) de cette annexe.

2° Au lieu du courant de court-circuit (comme dans α), intervient le courant de traction dans les conditions de charge les plus défavorables de la section d'alimentation. Dans le calcul des coefficients caractéristiques de l'exposition au danger, on ne tient compte que des 60 p. 100 de la valeur de ce courant si la ligne des rails est pourvue d'éclisses électriques, et que des 85 p. 100 de la valeur de ce courant dans les autres cas.

3° La ligne téléphonique est considérée comme exposée au danger lorsque la somme des coefficients caractéristiques de l'exposition au danger dépasse 60.

4° D'après le paragraphe 1 b de la section A du titre III des Directives, on peut admettre que cette valeur atteigne 100 si des mesures spéciales de protection sont prises. Parmi ces mesures on peut signaler en particulier : l'emploi de translateurs sur les lignes téléphoniques, les dispositions empêchant de toucher les parties nues des conducteurs, l'établissement et l'entretien particulièrement soignés des conducteurs et installations exposées au danger.

C. — TROUBLES D'EXPLOITATION

1° En ce qui concerne les troubles apportés à l'exploitation téléphonique par les effets d'influence électrique, les dispositions du chapitre C de l'annexe II s'appliquent sans réserves, en traitant les lignes de traction à courant monophasé comme les lignes à haute tension à courant monophasé, et les lignes de traction à courants polyphasés comme les lignes à haute tension à courants polyphasés.

En outre, il y a lieu d'appliquer les règles des paragraphes 2 et 3 du chapitre B. a) de cette annexe.

2° Les troubles d'exploitation apportés par les effets d'induction magnétique des harmoniques supérieurs du courant de traction, pour de longs parallélismes de la ligne de traction et de la ligne téléphonique, ne sont pas en général à craindre si dans les rapprochements, on maintient entre les lignes les écartements pour lesquels la ligne téléphonique n'est plus exposée au danger. Toutefois, il est conseillé de vérifier si, dans les rapprochements est encore satisfaite la condition

$$\alpha > 0,1 J l,$$

condition dont la validité dans le cas général, doit être encore contrôlée par des mesures et des expériences plus complètes. Dans cette formule, α représente la distance entre les lignes, exprimée en mètres; J la valeur maxima du courant de traction dans la section du rapprochement, exprimée en ampères, et l la longueur du rapprochement, sans toutefois que cette valeur dépasse $1\frac{1}{2}$ de la longueur de la plus grande section de la ligne téléphonique, pour laquelle les effets d'induction ne sont pas compensés par les transpositions (voir Annexe II, chapitre C, paragraphes 1 et 3).

Dans les rapprochements où la condition du paragraphe précédent n'est pas remplie, on doit s'attendre à ce que la tension perturbatrice soit supérieure à 5 millivolts.

D. — REMARQUES FINALES

1° Dans les câbles téléphoniques, il ne peut se produire de troubles par influence électrique. On peut éliminer ou réduire suffisamment les troubles produits par induction magnétique en assurant un équilibre aussi parfait que possible des circuits. S'il est vrai que la protection contre les troubles d'exploitation n'exige pas un écartement minimum déterminé, il convient cependant de ne pas installer sur les voies ferrées elles-mêmes ou dans leur voisinage immédiat, les communications téléphoniques internationales à grande distance.

2° Lorsque on emploie un câble à armure de feuillard de fer et que l'on assure une bonne liaison métallique d'une section de câble à l'autre, et une bonne mise à la terre de l'enveloppe du câble (y compris l'armure), les courants induits dans l'enveloppe du câble exercent un effet protecteur, réduisant d'environ 40 p. 100 l'induction magnétique de court-circuit et l'induction en régime normal de service. Dans ce cas, on doit pour, la détermination des coefficients caractéristiques de l'exposition au danger, ne faire intervenir dans le calcul que les 60 p. 100 de la valeur du courant de court-circuit (calculé d'après $Bb \times 2$) ou du courant de traction

correspondant à la charge la plus défavorable (calculé d'après B b § 2).

3° Si les communications souterraines aboutissent à des translateurs, et sont dépourvues de paratonnerre entre fils et terre, on considérera comme maximum admissible des coefficients caractéristiques de l'exposition au danger en cas de court-circuit, les 60 p. 100 du nombre de volts représentant la tension disruptive des conducteurs du câble par rapport à l'enveloppe de plomb, celle des enroulements des translateurs entre eux ou celle des enroulements des translateurs par rapport à leur enveloppe métallique.

Les travaux effectués sur les câbles exposés à une induction de court-circuit aussi élevée, et par suite à une induction en régime normal de service fortement accrue, obligent à prendre des mesures spéciales de sécurité.

4° L'emploi, dans les installations de courants électriques, de lignes de contre-tension et de transformateurs-suceurs, constitue pour les circuits téléphoniques, une excellente protection contre les dangers et les perturbations. Pour les transformateurs-suceurs, l'emploi d'une ligne spéciale de retour doit être préféré à la jonction des transformateurs aux rails. Ces transformateurs ont pour effet de ne laisser subsister qu'une certaine fraction de l'induction exercée par le courant de la ligne de contact. Pour déterminer les écartements admissibles dans les rapprochements, on ne prendra pour base du calcul que cette fraction.

Il est recommandé toutefois, dans le cas de longues sections, d'observer un écartement d'au moins 100 mètres entre les circuits téléphoniques aériens et la ligne de traction, même si le calcul indique des écartements plus petits, car, en cas d'absence ou de fonctionnement défectueux de quelques transformateurs-suceurs, ou en cas de défauts de la ligne de contre-tension, l'effet protecteur de ces dispositifs peut être supprimé pendant de longues périodes ou diminué fortement, dans les limites inadmissibles.

Au cas d'un parallélisme très long, un écartement d'au moins 200 mètres devrait être observé.

ANNEXE V

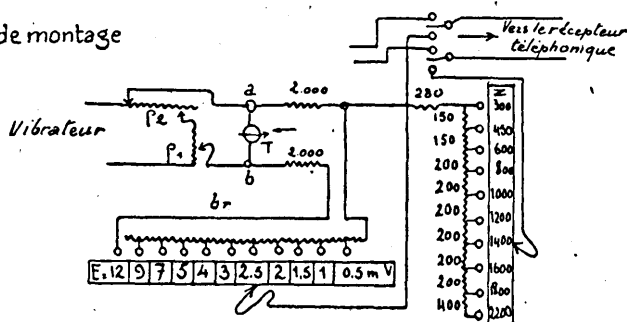
Mesure des tensions perturbatrices induites dans les circuits téléphoniques.

L'intensité du bruit induit, dans un circuit téléphonique, peut se déterminer au moyen de l'appareil pour la mesure des tensions perturbatrices (Geräuschspannungsmesser) de la Maison Siemens et

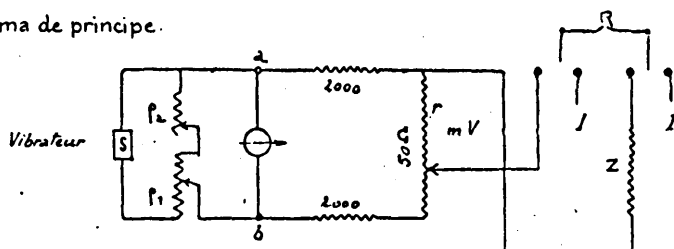
Halske A. G., Berlin, et de l'appareil pour la mesure des bruits induits (noise measuring set) de la Western Electric Company.

I. — *Appareil pour la mesure des tensions perturbatrices de Siemens et Halske* (voir figure). — On compare l'intensité du bruit induit qui se manifeste dans le circuit téléphonique, avec l'intensité du bruit produit par un vibreur (de pulsation $\omega = 5.000$). A l'aide d'un dispositif indicateur, on règle tout d'abord la résistance de charge du vibreur de telle sorte que la lecture au potentiomètre r

a. Schéma de montage



b. Schéma de principe.



Appareil Siemens et Halske pour la mesure des tensions perturbatrices induites dans les circuits téléphoniques.

représente exactement le nombre de millivolts existant entre ses bornes de sortie. Ce réglage effectué, on détermine la position du potentiomètre pour laquelle, un récepteur téléphonique branché entre les bornes de sortie, donne un bruit produisant même impression d'intensité, que lorsque le même récepteur est relié directement au circuit influencé. On obtient de cette manière la valeur de la tension alternative de pulsation 5.000, équivalente à la tension perturbatrice.

L'emploi d'un vibreur dont la fréquence est maintenue constante offre la garantie d'un réglage susceptible d'être reproduit avec sûreté, toujours semblable à lui-même. Des essais faits avec les observateurs les plus divers ont montré qu'il n'y avait aucune difficulté, après un court entraînement et même pour des bruits

de tonalité grave, à déterminer une valeur de la tension alternative de pulsation 5.000 équivalente : les résultats de mesure obtenus par différents observateurs travaillant dans les mêmes conditions, ont présenté une concordance satisfaisante.

La force électromotrice perturbatrice induite dans le circuit, débite sur l'impédance caractéristique Z du circuit, de telle sorte que la tension perturbatrice mesurée aux extrémités du circuit est diminuée en conséquence. Pour obtenir des résultats de mesure comparables entre eux, il faut donc insérer entre le récepteur et les bornes du potentiomètre une résistance affaiblissant dans les mêmes conditions la tension du vibreur.

Les mesures au moyen de cet appareil sont faciles à exécuter et présentent un degré de sécurité relativement élevé.

Il y a intérêt à ce que l'impédance du récepteur téléphonique de mesure soit adaptée à l'impédance caractéristique de la ligne.

II. — *Appareil pour la mesure des bruits perturbateurs de la Western Electric Company* (noise measuring set). — La Western Electric Company utilise pour la mesure des bruits induits sur les circuits une source de bruit artificiel constituée par un vibreur donnant une forme d'onde complexe et comportant des batteries de piles sèches et un interrupteur. La vis de réglage de la lame vibrante est soigneusement scellée de manière à assurer un fonctionnement uniforme. Aux bornes de sortie du vibreur est raccordé un potentiomètre qui sert à régler le volume de bruit produit dans un récepteur téléphonique.

La mesure du bruit, induit sur un circuit téléphonique, consiste à relier alternativement ce récepteur téléphonique soit à la source de bruit artificiel, soit au circuit essayé; on règle le potentiomètre de telle sorte que les bruits obtenus dans le récepteur téléphonique dans les deux cas soient équivalents au point de vue du préjudice causé à l'intelligibilité de la conversation téléphonique (1).

Afin de pouvoir comparer les résultats des mesures effectuées sur des circuits téléphoniques d'impédances différentes, un transformateur de rapport variable est utilisé pour ramener dans tous les cas l'impédance du circuit essayé à la valeur de 600 ohms; le récepteur téléphonique, dont l'impédance est d'environ 200 ohms, est d'une façon permanente en série avec une résistance de 400 ohms qui adapte l'impédance du récepteur à l'impédance du circuit essayé. Le potentiomètre est gradué en « unités de bruit » conventionnelles.

(1) Un opérateur un peu au courant de ces mesures parvient en effet très rapidement à estimer, d'une manière satisfaisante l'effet perturbateur qu'un bruit déterminé est susceptible de produire dans une communication téléphonique.

Cet appareil permet de mesurer soit le bruit induit dans un circuit téléphonique, soit le bruit induit entre les 2 fils du circuit téléphonique et la terre; dans ce dernier cas le rapport de transformation du transformateur variable est égal à l'unité et l'enroulement primaire de ce transformateur, en série avec une résistance de 100.000 ohms, est branché entre les 2 fils du circuit essayé pris en parallèle et la terre.

ANNEXE VI

Détermination du degré de déséquilibre de circuits téléphoniques par rapport aux lignes perturbatrices.

Un circuit téléphonique peut être parfaitement équilibré par rapport à la terre, et cependant, transmettre des bruits très forts, provenant de l'induction de lignes voisines. Il est donc déséquilibré (dissymétrique) par rapport à ces lignes, du fait que les capacités des fils *a* et *b*, par rapport aux lignes perturbatrices, ou les coefficients d'induction mutuelle de ces fils par rapport à ces lignes, ou ces grandeurs simultanément, sont très différentes. Le degré de cette dissymétrie perturbatrice est naturellement altéré, et généralement augmenté, par le déséquilibre du circuit téléphonique par rapport à la terre. Dès lors, l'indication d'un degré de déséquilibre par rapport aux lignes perturbatrices ne pourra servir de terme de comparaison que si le degré de symétrie du circuit par rapport à la terre est déterminé en même temps (voir annexe I).

Le degré de déséquilibre d'un circuit par rapport aux lignes perturbatrices se détermine au moyen d'un appareil spécial (Geräuschunsymmetriemesser) de la Maison Siemens et Halske A. G., Berlin, et de l'appareil pour la mesure des bruits induits (noise measuring set), de la Western Electric Company.

I. — *Appareil de Siemens et Halske pour la mesure du degré de déséquilibre des circuits, par rapport aux lignes perturbatrices* (Geräuschunsymmetriemesser) (voir figure). — La tension perturbatrice induite entre les conducteurs du circuit téléphonique, représente une certaine fraction de la tension perturbatrice induite entre le circuit et la terre. Cette fraction est appelée degré de déséquilibre du circuit par rapport aux lignes perturbatrices (Geräuschunsymmetrie). Dans la mesure de la tension perturbatrice entre le circuit et la terre, l'extrémité opposée du circuit est isolée, de telle sorte que, dans le cas de circuits aériens les déséquilibres de capacités puissent aussi intervenir. A la station de mesure, un des fils du circuit est relié à une extrémité d'un potentiomètre à grande résistance, mis à la terre à l'autre extrémité. Cette extrémité mise

mètre), est choisie de telle sorte que le récepteur téléphonique branché sur le potentiomètre donne un bruit produisant l'impression d'égalité avec le bruit donné par le même récepteur branché directement entre les extrémités des fils du circuit. Le récepteur est branché dans les deux cas sur la même impédance, à savoir l'impédance du circuit téléphonique à étudier ou l'impédance équivalente Z . Par suite, la tension appliquée aux bornes du récepteur est toujours égale à la force électromotrice utile, diminuée de la même chute de tension produite par Z . La mesure donne donc des valeurs susceptibles d'être comparées entre elles dans tous les cas. Le rapport entre la résistance du potentiomètre sur laquelle est placé le récepteur en dérivation (600 ohms fixes), et la résistance totale variable, représente le rapport de la tension perturbatrice entre fils à la tension perturbatrice entre fils et terre, soit, par définition, le degré de déséquilibre du circuit par rapport aux lignes perturbatrices.

La méthode est simple, sûre, et, au point de vue technique, irréprochable. Le même appareil peut, dans les mêmes conditions, être utilisé à la mesure du déséquilibre du circuit par rapport à la terre (voir Annexe I).

II. — *Appareil de la Western Electric Company utilisé pour la mesure du « rapport des bruits perturbateurs »* (Noise Ratio Set). — Afin d'apprécier le déséquilibre d'un circuit téléphonique par rapport aux lignes perturbatrices voisines, la Western Electric Company utilise un appareil dénommé « Noise Ratio Measuring Set » qui permet de chiffrer la valeur relative du bruit induit dans un récepteur branché entre les 2 fils du circuit téléphonique par rapport au bruit induit entre ces 2 fils et la terre (rapport de bruit ou Noise ratio).

Un commutateur permet de brancher l'enroulement primaire d'un transformateur réglable, dont le secondaire est relié à un récepteur téléphonique en série avec une résistance de 400 ohms, soit entre les 2 fils du circuit téléphonique essayé, soit entre ces 2 fils et la terre. Dans ce dernier cas, une ligne artificielle réglable est mise en série avec le primaire du transformateur et l'affaiblissement de cette ligne est réglé de telle sorte, que les bruits perçus dans le récepteur téléphonique dans les deux cas soient équivalents au point de vue du préjudice causé à l'intelligibilité de la conversation téléphonique.

Cette méthode est comparable à la méthode précédente de la Compagnie Siemens et Halske, le potentiomètre étant remplacé par une ligne artificielle d'affaiblissement variable.

Le transformateur réglable permet de ramener, dans la première phase de la mesure, l'impédance du circuit essayé à la valeur

de 300 ohms; la résistance de 400 ohms mise en série avec le récepteur téléphonique sert à adapter l'impédance de ce récepteur à l'impédance de la ligne.

Le rapport de transformation du transformateur variable est dans la deuxième phase de la mesure, lorsqu'il est branché entre les 2 fils du circuit et la terre, égal à l'unité.

Grâce à ces précautions les résultats de mesures effectuées sur des circuits d'impédances différentes sont comparables entre eux.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

IV. — Questions d'exploitation

Avis du Comité Consultatif International concernant les questions d'exploitation.

Tarifs variables suivant les heures de la journée (1)

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que l'application de tarifs variables a donné des résultats satisfaisants et que plusieurs administrations ont manifesté de l'intérêt pour ce genre de tarification,

Emet l'avis :

Qu'un tarif variable comportant deux ou trois échelons et déterminé de même que les heures d'application de ce tarif, d'après les conditions de trafic des pays intéressés, soit institué au moment de la création de nouvelles lignes internationales et appliqué aux lignes déjà en service, mais dans tous les cas dans la mesure seulement où le nombre des circuits disponibles le permet.

Facilités à accorder au public (2)

Préavis.

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que le système d'avis d'appel actuellement usité par la plu-

(1) Cet avis précise l'avis figurant sous le même titre à la page 39 de la brochure verte du C. C. I. (Paris, 1924).

(2) Les avis groupés sous ce titre ont été émis à la suite des propositions que le C. C. I. a mises à l'étude dans sa réunion de Paris 1924 (voir pp. 43 et 50 de la brochure verte).

part des Etats en conformité avec les décisions de la Conférence Internationale de Lisbonne semble offrir au public moins de garanties que le système des préavis en usage aux Etats-Unis et dans les Etats scandinaves,

Emet l'avis :

Que, dans le service international, le système des avis d'appel soit complété dans la plus large mesure possible par celui des préavis permettant au demandeur d'obtenir la communication avec une personne nommément désignée;

Considérant :

Que les préavis donnent lieu, sur les circuits intéressés, à des communications de service pendant lesquelles les circuits ne sauraient rester improductifs et qu'il est légitime que le demandeur rémunère le service spécial que lui assure le préavis,

Emet l'avis :

Que chaque préavis donne lieu à la perception d'une taxe spéciale, la conversation consécutive étant taxée normalement, et que cette taxe spéciale supplémentaire ne dépasse pas le tiers de l'unité de conversation ordinaire entre les localités intéressées;

Considérant :

Que certaines administrations n'admettent pas pour le moment, dans le service intérieur, les communications avec une personne nommément désignée,

Emet l'avis :

Que les Administrations qui n'admettent pas dans leur service intérieur les communications avec une personne nommément désignée auront le droit de refuser les préavis dans le service international.

Communications à heure fixe.

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que la faculté donnée aux abonnés d'obtenir des communications à heure fixe a donné des résultats satisfaisants dans le service intérieur de la Grande-Bretagne, de la Belgique, de la Finlande, de la Tchécoslovaquie, du Danemark, de la Norvège et de la Suède, ainsi que dans les services communs entre ces trois derniers pays,

Emet l'avis :

Que, dans le service international, les communications à heure fixe que la Conférence de Lisbonne n'a admises que de nuit et par abonnement, soient admises aussi de jour quand le nombre de lignes le permettra et soumises, dans ce cas, au maximum, au tarif de l'urgence, ces conversations pouvant être différées de quelques minutes quand l'utilisation des circuits l'exigera.

Demandes de renseignements.

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Qu'il y a intérêt à satisfaire dans la mesure du possible aux demandes de renseignements du public et qu'il est légitime de frapper d'une taxe celles qui nécessitent des conversations de service entre bureaux,

Emet l'avis :

Que certaines demandes de renseignements relatives au service international soient admises, donnant ainsi aux abonnés la faculté de s'informer, sans demande de conversation, si telle ou telle personne dans le rayon d'un autre central est abonnée au téléphone, quand les renseignements de leur propre bureau ne peuvent le leur indiquer; de demander à quelle

personne correspond dans un autre central un numéro d'appel déterminé; de s'informer du nom de la personne qui a demandé leur propre numéro;

Que ces demandes de renseignements soient soumises à une taxe qui ne dépasse pas le tiers de l'unité de conversation ordinaire entre les localités intéressées.

*Préparation télégraphique des communications
téléphoniques (1)*

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que l'expérience a montré que la préparation des communications téléphoniques à grande distance doit comporter des modalités différentes suivant le nombre de circuits desservis par une même opératrice pour atteindre dans chaque cas le meilleur rendement possible,

Emet l'avis :

Que, dans les directions ne comportant qu'un très petit nombre de circuits à grande distance (ne dépassant pas deux ou trois circuits au maximum), il soit recommandé de confier un seul circuit à une même opératrice avec préparation télégraphique si possible ;

Que, dès qu'une opératrice dessert deux circuits avec une même localité, cette opératrice fasse la préparation par télégraphe et plus particulièrement si ces deux circuits peuvent être affectés à l'écoulement du trafic dans un même sens. L'augmentation du rendement horaire de chaque circuit que l'on peut attendre de ce genre d'exploitation étant de plus d'une demi unité taxée ;

Que, lorsque quatre circuits avec une même localité sont répartis entre deux opératrices voisines, la préparation télégraphique soit effectuée par une télégraphiste indépendante

(1) Cet avis complète l'avis *Préparation des communications*, qui figure pp. 40 et 41 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924.

placée entre les deux téléphonistes, cette méthode étant tout particulièrement avantageuse si les quatre circuits peuvent être affectés à l'écoulement du trafic dans un même sens, et pouvant augmenter le rendement horaire de chaque circuit de plus d'une demi unité taxée ;

Que la préparation télégraphique, qui cesse de présenter un intérêt certain quand une même téléphoniste dessert plus de deux circuits, soit employée cependant dans le cas de trois circuits, le rendement horaire de chaque circuit pouvant de ce fait être légèrement augmenté.

Etablissement de statistiques de trafic (1)

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que pour faciliter le contrôle du trafic et fournir les éléments nécessaires à l'amélioration du service, il serait désirable d'établir les statistiques sous une forme standard ;

Que pour permettre l'établissement des projets de travaux, il y aurait intérêt à adopter des règles communes pour la prévision du trafic et à établir pour le trafic entre un pays et les pays avec lesquels il est relié ou se propose d'être relié, des statistiques d'un modèle uniforme,

Emet l'avis :

1° Que chaque administration relève séparément une fois chaque année les données statistiques concernant chaque groupe de circuits internationaux importants et que, provisoirement, ces renseignements soient présentés sous la forme des tableaux 1a, 1b, 2, 3, 4 ci-joints ;

2° Que chaque administration relève à la table de contrôle un jour par trimestre le détail du temps correspondant aux

(1) Cet avis remplace les avis émis sous les titres *Etablissement de statistiques de trafic* et *Statistiques pour l'évaluation du trafic futur* qui figurent aux pp. 42 et 43 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924.

différentes manœuvres exécutées pour l'établissement des communications internationales importantes en faisant ressortir le coefficient d'utilisation du circuit et que les administrations intéressées se communiquent l'une à l'autre les relevés, en utilisant, par exemple, le tableau 5 ci-joint ;

3° Que pour évaluer l'augmentation de trafic probable on admette que la loi de l'accroissement sera la même que pendant les cinq années normales précédentes. Si les durées d'attente, la qualité de l'audition ou les taxes ont été modifiées dans la période de ces cinq années, ou doivent l'être dans la période future envisagée, il faudra en tenir compte dans les évaluations du trafic futur probable et fournir tous renseignements utiles à ce sujet ; si les localités considérées ne sont pas encore en liaison téléphonique, on pourra trouver un élément d'appréciation dans le rapport des trafics téléphonique et télégraphique entre localités du même genre en admettant une proportion analogue pour le futur trafic téléphonique.

Exploitation des circuits internationaux ⁽¹⁾

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que, d'une part, le règlement des comptes téléphoniques entre Etats nécessite un contrôle de la durée des communications à chacune des deux extrémités du circuit et que, d'autre part, l'exploitation par ligne d'ordres des communications à grand trafic et à nombreux circuits rend à peu près impossible tout contrôle efficace des durées à l'extrémité d'arrivée des circuits.

Emet l'avis :

Que, dans l'état actuel du nombre des circuits et de la

(1) Cet avis complète l'avis *Nombre des circuits desservis par une opératrice* qui figure aux pp. 39 et 40 de la brochure verte du C. C. I. Paris, 1924, et répond provisoirement à la question posée par le cinquième alinéa de l'avis *Préparation des communications*, p. 41 de la brochure verte.

réglementation internationale, l'exploitation par ligne d'ordres soit écartée du service international.

Calcul des taxes téléphoniques internationales (1)

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Emet l'avis :

1° Que le tarif des communications téléphoniques internationales doit se composer normalement :

a) De taxes terminales revenant aux administrations d'origine et de destination (administrations terminales) ;

b) de taxes de transit revenant aux administrations intermédiaires s'il en existe (administrations de transit) ;

2° Que, pour la fixation des taxes terminales, chaque pays puisse être divisé en zones, la taxe à l'intérieur d'une même zone étant la même pour un même pays, et calculée d'après la distance entre la zone et la frontière, cette distance étant fixée pour chaque zone par l'administration intéressée, celle-ci étant libre de déterminer la limite de ses zones d'après son propre trafic ou d'après des considérations financières ou autres, des zones différentes pouvant, le cas échéant, être définies dans un même pays pour le trafic échangé avec des pays différents ;

3° Que dans la distance servant au calcul de la taxe, la longueur de toute section sous-marine soit multipliée par un coefficient déterminé par l'administration intéressée en tenant compte des charges annuelles (y compris intérêt, amortissement et entretien) ;

4° Que, dans le cas de pays présentant un relief très accidenté ou une situation géographique particulière, dans lesquels

(1) Cet avis correspond à la proposition de la Grande-Bretagne, mise à l'étude par le C. C. I. dans sa réunion de Paris, 1924 (pp. 43, 51 et 52 de la brochure verte).

le parcours réel des circuits est inévitablement très sinueux, il soit admis que la distance sur laquelle est calculée la taxe peut être notablement supérieure à la distance en ligne droite entre la frontière et le point de la zone considérée qui en est le plus éloigné à vol d'oiseau ;

5° Que, lorsque des communications téléphoniques entre deux administrations empruntent le territoire d'une ou de plusieurs administrations intermédiaires, la taxe appliquée par les pays de transit soit calculée d'après la distance moyenne à vol d'oiseau entre les points d'entrée et de sortie des circuits internationaux, cette distance à vol d'oiseau pouvant être augmentée conformément au paragraphe 3 si l'on emprunte des câbles sous-marins et majorée conformément au paragraphe 4 s'il s'agit d'un pays montagneux ou présentant une configuration particulière ;

6° Que dans tous les cas, les taxes des communications téléphoniques internationales rapportées à l'unité de distance soient calculées dans chaque pays en prenant pour base leur prix de revient majoré d'un pourcentage raisonnable ;

7° Qu'une administration quelconque ait le droit de fixer ses propres taxes terminales ou de transit d'après un tarif inférieur à celui qui résulterait de l'adoption des bases générales de calcul ci-dessus.

Trafic minimum à assurer aux pays de transit (1)

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que, d'une part, les administrations terminales doivent avoir une grande liberté pour demander aux administrations de transit de mettre des circuits à leur disposition et que, d'autre

(1) Ces avis répondent à la question posée par une proposition de la délégation suisse mentionnée dans le procès-verbal de la séance de la Commission permanente du 3 mai 1924 (p. 66 de la brochure verte du C. C. I., Paris, 1924).

part, les administrations de transit doivent pouvoir satisfaire aux demandes de circuits directs sans être retenues par la crainte que le trafic écoulé sur ces circuits ne leur procure pas un revenu suffisant pour faire face aux frais d'établissement et d'entretien des circuits de transit,

Emet l'avis :

Qu'il soit admis qu'une administration à laquelle on demande un circuit pour le trafic de transit ait le droit de demander en retour la garantie d'un revenu minimum ;

Considérant :

Que le trafic que peut écouler un circuit déterminé dépend considérablement de la façon dont il est entretenu et qu'il semble désirable d'intéresser le pays de transit, par un moyen plus efficace que la fixation d'un forfait annuel, au maintien d'un service d'excellente qualité produisant des recettes satisfaisantes, grâce à un entretien en parfait état de la portion de circuit qui est à la charge de ce pays de transit et que ce résultat peut être atteint en intéressant le pays de transit au trafic total écoulé par le circuit, sous la forme d'une participation proportionnelle au nombre de communications échangées, avec un minimum de recettes garanti,

Emet l'avis :

Que ce procédé soit préféré à celui de la location à forfait sans toutefois l'exclure ;

Considérant :

Que l'expérience acquise ne semble pas suffisante pour justifier la fixation, même provisoire, d'une valeur normale du minimum et que le point de vue des pays de transit à ce sujet dépendra, dans une large mesure, des frais d'établissement à l'heure actuelle des circuits demandés ainsi que de la possibilité d'utilisation de fils disponibles,

Emet l'avis :

Que le soin de déterminer ce minimum par des négociations directes soit laissé aux administrations intéressées ;

Considérant :

Que les recettes procurées par un circuit téléphonique dépendent, dans une large mesure, de l'entretien journalier de ce circuit,

Emet l'avis :

Que si l'on garantit un revenu minimum, on convienne également d'effectuer un rabais en cas d'interruptions du circuit dans le pays de transit (de préférence au prorata des interruptions) à moins que ce pays de transit ne s'engage à remplacer le circuit défectueux par un autre circuit en bon état, ce rabais devant tenir compte de toute interruption d'une journée entière, en assimilant à une journée entière l'intervalle de temps compris entre neuf heures du matin et trois heures du soir ;

Considérant :

Que les heures légales des pays intéressés peuvent n'être pas les mêmes,

Emet l'avis :

Que les heures précises du commencement et de la fin de la période d'interruption dont on doit tenir compte (9 heures du matin à 3 heures du soir), de même que tous autres détails relatifs aux rabais pour cause d'interruptions soient fixés par voie d'accords directs entre les pays intéressés.

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Emet l'avis :

Que le minimum garanti ne soit applicable qu'aux lignes affectées par une administration de transit à l'usage exclusif des pays terminaux, l'utilisation partielle des autres lignes étant rémunérée de la manière habituelle au moyen d'une taxe de transit pour chaque communication échangée effectivement sur le circuit.

*Réunion d'études entre surveillantes de bureaux
téléphoniques internationaux*

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Que l'instruction professionnelle du personnel opérateur et surveillant est de toute première importance pour assurer un bon rendement aux circuits dans le service téléphonique international ;

Que les essais faits à cet égard en Grande-Bretagne et en Suisse sous forme de rencontres périodiques de surveillantes ont eu les plus heureux effets en permettant au personnel intéressé d'étudier l'organisation du service et la composition du réseau à l'autre extrémité du circuit, de se mettre en rapport direct et d'aplanir de vive voix les incidents éventuels de service,

Emet l'avis :

Que des rencontres de cette nature aient lieu fréquemment entre surveillantes de bureaux centraux de pays différents chaque fois qu'elles seront justifiées par les circonstances et l'intensité du trafic.

Règlement téléphonique international

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL,

Considérant :

Qu'il entre dans ses attributions de préparer l'organisation de la téléphonie internationale en Europe et, en attendant, d'assurer l'unité de vue dans le service téléphonique international européen ;

Que les dispositions actuelles du règlement télégraphique international concernant le service téléphonique sont insuf-

fisantes et qu'il y a lieu de les modifier et de les compléter considérablement,

Emet l'avis :

Que la Commission Permanente, tout à fait qualifiée à cet effet, doit préparer le plus tôt possible un projet de règlement téléphonique international.

TABLEAU 1 b.

Durée d'occupation en moyenne par heure.

Minutes 60	7	8	9	10	11	12	H	13	e	14	u	15	r	16	e	17	s	18	19	20	21	22	23	Minutes 60
50																								50
40																								40
30																								30
20																								20
10																								10
0																								0

Délais d'attente.

* Séances d'abonnement et communications à heures fixes.
 ** Dans les cases du tableau II on indiquera le nombre des communications ordinaires à l'encre noire et le nombre des communications urgentes à l'encre rouge.

Nombre d'unités de conversation.

[illegible]

²⁾ À l'endroit marqué (2) dans l'en-tête indiquez les dates des jours auxquels les données statistiques ont été relevées. Il est recommandé d'établir, is possible, les statistiques pendant six jours ouvrables consécutifs.

TABLEAU 4.

Nombre de demandes de départ en instance au commencement de chaque heure.

Dates	7	8	9	10	11	12	H	13	e	14	u	15	r	16	e	17	s	18	19	20	21	22	23
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Total pour chaque heure	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Moyennes	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Parmi les demandes en instance on doit compter les séances d'abonnement et les communications à heures fixes à établir pendant l'heure suivante.

Dans les cases des tableaux III et IV on indiquera le nombre des communications ordinaires à l'encre noire et le nombre des communications urgentes à l'encre rouge.

[illegible]

DURÉE de l'attente		du commencement du contrôle à la fin du contrôle		NOMS		de la Surveillante de Section de l'Opératrice contrôlée		DATE ET HEURE	
		d				e		f	

PITULATION			CONTROLE				OBSERVATIONS	
par la différence colonnes		Total des temps indiqués dans les colonnes 10 à 14	Durée indiquée par le calculo-graphie	Différence entre la col. 10 et la col. 16		Nombre d'unités indiquées		Indiquersuccinctementles causes du temps perdu, en retranchant la col. 6 de la col. 7. — Exemple : Défaut de préparation; demandeur ne vient pas; attendu, un au-delà, etc.
7-6 13	9-8 11			en plus 17	en moins 18	par le contrôle 19	sur la fiche 20	

C. C. I. (Paris, 1924).

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

Procès-verbal de la séance plénière de clôture

(22 juin 1925)

La séance est ouverte à 10 h. 15, sous la présidence de M. Milon.

M. MILON. — M. Chaumet, ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes aurait voulu venir présider cette séance de clôture et vous manifester ainsi à nouveau tout l'intérêt qu'il porte à notre œuvre. Il l'a dit à notre banquet en termes excellents et qui venaient du cœur et vous avez pu apprécier toute la bienveillante sympathie qu'il a pour le Comité Consultatif International. Mais, retenu par les devoirs de sa charge, il m'a prié de l'excuser auprès de vous.

Avant de commencer la lecture des procès-verbaux des dernières séances des sous-commissions et des projets d'avis qu'elles ont préparés, je vous demanderai de vouloir bien, pour perpétuer le souvenir de cette réunion, vous prêter à une séance de photographie d'ensemble.

La séance, suspendue pendant quelques minutes, reprend à 10 h. 30.

Lecture est donnée du procès-verbal de la dernière séance de la première sous-commission. Ce procès-verbal est adopté sans modification.

Afin de pouvoir libérer MM. les Délégués de l'Union Internationale des Chemins de fer présents à cette séance, lecture est donnée ensuite des Directives concernant la protection des circuits téléphoniques.

Sur la proposition de M. Muri qui estime inutile de lire tout le texte des Directives, on se borne à la lecture du préambule, jusqu'au Titre I.

M. MILON. — Je m'excuse, pour les raisons que vient d'indiquer M. Muri, de ne pouvoir faire lire le texte complet des

Directives, et a *fortiori* des annexes. Je dois rappeler qu'un grand nombre des points soulevés dans ces Directives ont fait l'objet soit de réserves, soit de demandes de renseignements plus précis.

Il appartiendra à la Commission permanente qui sera constituée tout à l'heure et qui se réunira cet après-midi d'inscrire dans son programme de travaux pour l'année 1925-1926 les points sur lesquels des études plus approfondies sont nécessaires et pour lesquels des rapporteurs seront désignés. Le travail accompli en matière de protection des lignes ne peut pas être considéré comme définitif et sera l'objet d'études continues dans chaque administration.

Je tiens à remercier Messieurs les Délégués de la Conférence Internationale des Grands Réseaux d'Energie électrique et de l'Union Internationale des Chemins de fer pour le précieux concours qu'ils nous ont prêté, et à les assurer de notre volonté de collaboration étroite et continue en ce qui concerne les rapprochements de nos lignes.

Nous allons passer maintenant, si vous voulez bien, aux questions de la deuxième sous-commission : spécification des câbles téléphoniques internationaux et appareils et méthodes de mesures pour l'entretien des circuits internationaux.

M. VALENSI fait observer que le protocole rédigé à Paris du 24 novembre au 1^{er} décembre 1924 sur ce sujet étant un ensemble de propositions formulées par la Commission permanente, il y avait lieu de le transformer en avis nouveaux du Comité Consultatif International; chaque fois qu'un de ces avis nouveaux modifiait ou complétait un avis antérieur, on a mis un renvoi au bas de la page donnant l'indication du passage correspondant à la brochure verte, Paris 1924.

Lecture est donnée de la deuxième partie seulement des avis relatifs à la spécification des câbles internationaux, afin de gagner du temps.

M. MILON précise que si un Délégué en lisant ultérieurement tous les textes avec attention s'apercevait d'une erreur, il pourrait la signaler au Secrétariat et il en sera tenu compte avant la publication de la nouvelle brochure relative au présent Congrès.

M. le Colonel PURVES fait remarquer qu'à la page 2, deuxième alinéa, concernant le choix d'une unité de transmission, il est question de la Conférence des Techniciens de 1910. Bien que n'ayant pas assisté à cette Conférence, il croit qu'elle n'a prescrit aucune règle à ce sujet, mais a simplement manifesté une opinion générale. Pour tenir compte de cette remarque, la rédaction suivante est adoptée : « En attendant, il y a lieu de continuer à se conformer à l'opinion générale qui s'est manifestée à la Conférence des Techniciens, tenue à Paris en 1910, et d'exprimer dans les cahiers des charges les données de transmission en unités naturelles (b) ».

Lecture est ensuite donnée des nouveaux avis concernant les questions d'organisation générale.

Sur la proposition de la Délégation Britannique, le dernier alinéa de la recommandation d'ordre général concernant la langue employée dans les réunions est rédigé de la manière suivante : «..... et en marquant des temps d'arrêt de manière à permettre à tous ses collègues de résumer sa communication et au besoin de faire appel à des interprètes. »

Lecture est ensuite donnée des nouveaux avis concernant les questions d'exploitation.

M. VALENSI fait remarquer qu'à ce document sont annexés les modèles de tableaux statistiques proposés par M. Lignell, et numérotés Ia, Ib, II, III et IV. Ces tableaux remplacent les tableaux 1, 2 et 4 de la brochure verte, Paris 1924.

Le tableau V qui suit est une reproduction exacte du tableau 3 (pp. 46 et 47 de la brochure verte, Paris 1924). Il n'est pas destiné à être envoyé au Secrétariat, mais à être échangé simplement entre administrations correspondantes.

Les nouveaux avis du Comité Consultatif International n'ayant soulevé aucune objection, sont approuvés à l'unanimité et il est décidé de les imprimer et de les distribuer prochainement.

M. MILON. — Il reste maintenant à renouveler pour 1925-1926 les pouvoirs de la Commission permanente.

Aucune proposition de modification de cette Commission permanente n'est parvenue au Secrétariat, ni au Comité.

Y a-t-il des objections à ce que pour 1925-1926, les mêmes administrations continuent à faire partie de la Commission permanente ?

Aucune objection n'étant formulée, les 11 administrations qui constituent la Commission permanente sont invitées à désigner leurs délégués à cette Commission. Bien qu'en principe la Commission permanente soit composée d'un Membre par Délégation, ce Membre pourra se faire assister d'experts. La Commission permanente ainsi constituée doit se réunir le même jour (29 juin 1925, à 15 heures) pour fixer son programme de travaux pour 1925-1926 et examiner plus particulièrement tous les points sur lesquels des réserves ont été faites et qui doivent par suite faire l'objet d'études supplémentaires.

La Commission permanente aura également à désigner des rapporteurs pour étudier les diverses questions du programme ainsi établi et devra fixer le lieu et la date de sa réunion semestrielle prochaine, ainsi que la date de la prochaine session du Comité Consultatif International en 1926.

M. MILON. — Il me reste maintenant simplement à vous remercier pour le travail considérable fourni par chacun de nous au cours de cette réunion. Nous pouvons, je crois, nous féliciter des résultats obtenus dans cette deuxième session du Comité. Evidemment, l'importance d'un travail ne peut pas se juger au poids du papier qui en résulte ; mais néanmoins la besogne matérielle accomplie représente déjà une charge considérable et à ce sujet je ne voudrais pas clore la session sans remercier le Secrétariat, MM. les secrétaires et les dames sténo-dactylographes qui ont participé à ces travaux. Je suis sûr que le Comité sera d'accord avec moi pour leur exprimer ses remerciements.

Les résultats de nos travaux ont été très importants au point de vue des relations internationales, mais je puis ajouter qu'ils seront non moins importants au point de vue du développement de la téléphonie à l'intérieur de chaque pays.

En ce qui concerne la Délégation Française, nous sommes très heureux d'avoir des documents aussi importants, étudiés

par des personnes aussi compétentes en téléphonie, auxquels nous pourrions nous reporter très fréquemment.

Messieurs, j'exprime l'espoir que nous nous retrouverons tous ici en bonne santé l'an prochain. Si des modifications sont apportées à l'organisation du Comité, elles ne changeront, j'espère, ni nos méthodes de travail, ni les sentiments de cordialité et de confiance réciproque avec lesquels nous avons travaillé jusqu'à présent.

M. VAN EMBDEN. — Monsieur le Président, permettez-moi, au nom de tous les Délégués qui sont rassemblés et dont je suis sûr d'être l'interprète, de vous adresser nos remerciements très cordiaux pour la manière sympathique et l'autorité compétente avec lesquelles vous avez bien voulu guider nos travaux.

L'unanimité spontanée avec laquelle vous avez été choisi dans notre première session comme Président vous a déjà prouvé la confiance que nous avons en vous ; cette confiance s'est encore accrue, si possible, pendant cette réunion.

Je remercie en second lieu Monsieur le Secrétaire Général ; il est tout à fait « the right man in the right place ». En dehors de nos réunions, il a été un centre d'informations auquel on ne s'est jamais adressé sans résultat.

Vous avez déjà remercié le Secrétariat, Monsieur le Président ; de notre côté, nous voulons à nouveau le remercier pour la lourde tâche qu'il a accomplie d'une manière tout à fait excellente ; nous avons été surpris de la manière rapide et précise avec laquelle ont été dressés tous les procès-verbaux.

Je vous exprime aussi notre reconnaissance pour la façon dont nous avons été accueillis par ces Messieurs du Secrétariat, et pour les bons soins qu'ils ont prodigués pour rendre notre séjour à Paris le plus agréable possible.

M. VALENSI. — Si j'accepte les paroles trop élogieuses que M. Van Embden a bien voulu prononcer, c'est uniquement pour les transmettre à mes charmants collaborateurs : MM. Chavasse, Collet, Di Pace, Hubert et Lavoignat à qui revient en fait la plus grande part du mérite qu'elles m'attribuent. Pour moi, je garderai seulement la satisfaction d'avoir pu collaborer, pour une modeste part, à la grande œuvre que

nous poursuivons ensemble, et aussi le vif plaisir que j'éprouve chaque fois que je me retrouve parmi vous.

Avant de lever la séance, Messieurs les Chefs de Délégation sont priés de bien vouloir communiquer régulièrement au Secrétariat les compte rendus des essais de téléphonie à grande distance que l'on poursuit actuellement en Europe.

De même il serait désirable de lui faire remettre la liste des nouveaux circuits internationaux au fur et à mesure qu'ils seront mis en service, dans la forme de la nomenclature des circuits publiée par le Comité Consultatif International, afin de tenir à jour ce document.

Il est enfin rappelé que le Comité a recommandé en 1924 de communiquer à la Commission permanente tous les nouveaux projets de câbles : d'une manière succincte lorsqu'ils ne s'écartent pas des spécifications du Comité et au contraire d'une manière très détaillée lorsqu'ils s'en écartent, afin de pouvoir étudier les modifications qui pourraient être éventuellement apportées aux règles proposées aujourd'hui.

La séance est levée à 12 heures.

Procès-verbal de la troisième réunion de la Commission permanente

(29 juin 1925)

La séance est ouverte à 15 heures.

M. VALENSI, Secrétaire Général, donne lecture de la liste des Délégués des onze administrations représentées à la Commission permanente pendant l'année 1925-1926 :

Allemagne	M. le Docteur BREISIG ;
Autriche	M. HEIDER ;
Belgique	M. DETHIOUX ;
France	M. MILON ;
Grande-Bretagne	M. le Colonel PURVES ;
Italie	M. DI PIRRO ;
Pays-Bas	M. VAN EMBDEN ;
Serbes-Croates-Slovènes	M. POPOVITCH ;
Suède	M. HALLGREN ;
Suisse	M. MURI ;
Tchécoslovaquie	M. CHOCHOLIN ;

M. MILON. — Je demande à la Commission de désigner son Président pour l'année 1925-1926. La façon dont il a été procédé jusqu'à présent pour désigner le Président, par acclamation à la séance d'ouverture, pouvait être admise dans les débuts d'un Comité, mais ne doit pas être considérée comme un régime permanent. Le Comité Consultatif International verra son existence confirmée ou transformée ou peut-être même — ce que je n'espère pas — supprimée par la Conférence Télégraphique Universelle. Quoi qu'il en soit, s'il existe encore l'année prochaine, l'existence du Comité sera en quelque sorte rendue officielle, et à partir de ce moment il conviendra d'opérer comme dans tous les organismes de ce genre, en désignant un Comité de direction dont les pouvoirs

seront valables pendant un nombre d'années à déterminer, et qui sera chargé de procéder à l'élection du Président. Cette mesure s'imposera sans doute si notre organisme prend un régime permanent et durable.

. Parmi les questions qui seront à étudier après la réunion de l'Union Télégraphique Universelle une des principales sera précisément la définition et le mode de fonctionnement de ce Comité ou Conseil de Direction.

Pour cette fois, il s'agit simplement de désigner un Président de la Commission permanente pour l'exercice 1925-1926. Si M. le Colonel Purves voulait accepter cette présidence, je crois que nous en serions très heureux.

M. le Colonel PURVES. — Je ne crois pas posséder les qualités nécessaires pour remplir ces fonctions ; d'autre part, étant donné le peu de temps dont il s'agit, je ne pense pas qu'il convienne de changer notre Président ; plus tard on pourra procéder suivant une méthode définitive à déterminer. Enfin il me semble que, pendant quelque temps encore tout au moins la présence du Président à Paris auprès du Secrétariat est très utile.

M. MILON. — Si la Commission insiste et le désire absolument, j'accepterai la présidence de la Commission permanente pour cette année encore, étant entendu que ce régime ne peut durer sous cette forme et qu'une des premières questions à étudier prochainement sera la constitution d'un Conseil de Direction de notre Comité.

Il nous faut maintenant, Messieurs, fixer le programme des travaux de la Commission permanente pour l'année 1925-1926. Le Secrétaire Général va donner lecture de la liste des questions réservées ; il y aura lieu d'examiner si d'autres questions sont à mettre à l'ordre du jour.

M. VALENSI. — Voici en premier lieu les points concernant la protection des circuits téléphoniques contre l'influence perturbatrice des installations d'énergie, qui sont restés en suspens et qui constituent un premier groupe de questions que la Commission permanente pourrait peut-être mettre à l'étude :

1° L'importance des chocs acoustiques est-elle caractérisée par l'énergie mise en jeu ou la charge électrique ?

2° Quelle est la réduction des tensions ou charges d'influence développées sur les fils ou circuits appartenant à une nappe, lorsque l'ensemble des fils de cette nappe est maintenu isolé ou relié à la terre ?

Quelles valeurs doivent être attribuées aux coefficients de capacité ?

3° Etude des phénomènes d'induction magnétique, exercés par les courants des installations industrielles comportant une mise à la terre et des installations de traction électrique en cas de court-circuit, ou en régime normal d'exploitation — Formules valables pour de grands écartements (de l'ordre du kilomètre et écartements supérieurs).

4° Comment peut-on caractériser l'effet perturbateur des harmoniques des machines de traction à courant continu ? Etude des limites tolérables de l'amplitude de ces harmoniques. Mesures à prendre dans les cas de parallélisme entre lignes téléphoniques internationales et lignes de traction à courant continu.

5° Limite tolérable des bruits induits sur les circuits aériens et sur les circuits en câble.

M. le PRÉSIDENT. — En ce qui concerne les questions de perturbation inductive, on se trouve en présence d'une situation qui n'est pas complètement connue, qui peut varier très rapidement suivant les résultats des expériences de chaque administration, et, d'autre part, qui a fait l'objet de réserves d'ordre général des représentants de l'industrie électrique. Toutes ces questions doivent être étudiées par chaque administration ; lorsqu'elle examinera attentivement le texte des Directives, elle pourra indiquer les modifications (adjonctions ou suppressions) qu'elle estime désirable d'apporter à ce texte l'année prochaine.

Par conséquent, en dehors des points spécialement énumérés par M. Valensi, il sera nécessaire d'examiner tous ceux qui seront signalés à l'avenir.

M. VALENSI fait connaître que, dans le même ordre d'idées,

M. le Délégué Italien avait proposé d'inscrire au programme des travaux pour 1925-1926 la question de l'électrolyse.

M. le PRÉSIDENT observe que cette question serait plutôt du ressort d'un Congrès de techniciens, parce qu'elle fait entrer en ligne de compte des phénomènes qui intéressent davantage les exploitants des réseaux urbains que les services de téléphonie internationale. Néanmoins M. le Président ne fait pas d'objection à ce que cette question de l'électrolyse soit mise à l'ordre du jour de la Commission permanente.

M. le Colonel PURVES fait remarquer qu'au Congrès des Techniciens de Budapest, il y eut des discours à ce sujet, mais on s'est borné à une discussion académique sans essayer de faire un règlement qui pourtant serait peut-être fort utile.

M. le PRÉSIDENT demande si tous les Délégués pensent qu'il serait opportun de faire un règlement sur cette question.

M. le Colonel PURVES dit que dans l'avenir elle aura beaucoup d'applications et M. VALENSI précise que l'on doit prévoir des parallélismes assez longs entre câbles téléphoniques internationaux et lignes de traction à courant continu sous haute tension dans lesquels se produira, très vraisemblablement, de l'électrolyse. Bien que les câbles téléphoniques souterrains longent en général les routes, ils pourront également longer les voies ferrées et, comme il y a des courants de retour importants, il y aura certainement des phénomènes d'électrolyse à craindre.

M. le docteur BREISIG dit qu'en Allemagne on a fait des expériences sur les actions chimiques s'exerçant sur l'enveloppe ou l'armure des câbles. Dans certaines contrées allemandes, les eaux étaient chargées de chaux et l'enveloppe de plomb d'un câble téléphonique interurbain fut en peu de temps très endommagée. Il croit que l'étude de cette question pourrait être utile.

A la suite de cet échange de vues, la Commission permanente décide d'inscrire au programme de travaux de 1925-1926 le second groupe de questions suivant :

- a) Protection des câbles contre l'électrolyse ;
- b) Protection des câbles contre les actions chimiques.

Sur la demande de M. MURI une cinquième question est ajoutée au premier groupe de questions mis à l'étude :

Détermination des limites tolérables des bruits induits sur les circuits aériens et sur les circuits en câble.

La Commission permanente désigne les Rapporteurs chargés de l'étude de ces deux premiers groupes de questions :

PREMIER GROUPE. — L'importance des chocs acoustiques est-elle caractérisée par l'énergie mise en jeu, ou la charge électrique ?

Quelle est la réduction des tensions ou charges d'influence, développées sur les fils ou circuits appartenant à une nappe lorsque l'ensemble des fils de cette nappe est maintenu isolé ou relié à la terre ?

Quelles valeurs doivent être attribuées aux coefficients de capacités ?

Etude des phénomènes d'induction magnétique, exercés par les courants des installations industrielles comportant une mise à la terre et des installations de traction électrique en cas de court-circuit, ou en régime normal d'exploitation — Formules variables pour de grands écartements (de l'ordre du kilomètre et écartements supérieurs).

Comment peut-on caractériser l'effet perturbateur des harmoniques des machines de traction à courant continu ? Etude des limites tolérables de l'amplitude de ces harmoniques. Mesures à prendre dans les cas de parallélismes entre lignes téléphoniques internationales et lignes de traction à courant continu.

Limite tolérable des bruits induits sur les circuits aériens et sur les circuits en câble.

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. Brauns; pour l'Italie : M. Di Pirro; pour la Suisse : M. Muri; pour la Suède : M. Holmgren.

DEUXIÈME GROUPE. — Protection des câbles contre l'électrolyse.

Protection des câbles contre les actions chimiques.

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. le Docteur Breisig;

pour la Grande-Bretagne : M. Bartholomew ; pour les Pays-Bas : M. Pétritsch.

Le Secrétaire Général indique ensuite les questions laissées en suspens par la deuxième sous-commission et concernant la spécification des câbles internationaux et les appareils et méthodes de mesure pour l'entretien des circuits internationaux :

TROISIÈME GROUPE. — 1° Normalisation de la graduation du dispositif de réglage de l'amplification des relais.

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. Höpfner ; pour la Grande-Bretagne : M. Hart ; pour la Suède : M. Holmgren.

2° Modification éventuelle à apporter à la décision provisoire relative à la fréquence unique des courants de mesure.

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. le Docteur Breisig ; pour la Grande-Bretagne : M. Hart ; pour la Suède : M. Holmgren.

3° Précisions à apporter au procédé de mesure à la voix du crosstalk.

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. le Docteur Breisig ; pour la Grande-Bretagne : M. Hart ; pour la Suède : M. Holmgren.

4° Détermination d'une méthode d'essai de l'installation complète d'un abonné depuis le bureau téléphonique local.

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. le Docteur Breisig ; pour la Grande-Bretagne : M. Hart ; pour la Suède : M. Holmgren.

M. VALENSI fait observer qu'un certain nombre de communications téléphoniques à grande distance ont été déjà essayées avec succès, mais en consultant les quelques rapports reçus à ce sujet, on remarque que ce qui empêche de mettre dès maintenant des liaisons internationales à grande distance en service commercial c'est le petit nombre de circuits disponibles. Il serait peut-être intéressant d'envisager l'exploitation multiple en haute fréquence de quelques-unes des lignes aériennes internationales existantes de manière à augmenter le nombre des circuits mis à la disposition du public. Peut-être pour-

rait-on dans cet esprit mettre à l'ordre du jour de la Commission permanente la question suivante :

Clauses essentielles d'un cahier des charges-type pour la fourniture d'installations téléphoniques à haute fréquence et pour la fourniture de relais téléphoniques à haute fréquence.

M. le PRÉSIDENT signale qu'il y aurait également intérêt à étudier la question suivante qui est l'application pratique d'un des avis émis en 1924. Il s'agit de l'interconnexion des circuits à quatre fils. La question va bientôt se poser en particulier à Paris, lorsque les nouveaux câbles seront en service : il s'agira d'assurer des communications de transit internationales au moyen de circuits dont un certain nombre seront à quatre fils. A la page 35 de la brochure verte du Comité Consultatif International, Paris 1924, figure l'avis suivant :

1° Que dans le cas où deux circuits à quatre fils devront être reliés entre eux, sans interposition de relais amplificateurs, il y aura lieu, afin d'éviter des pertes de transmission, de recourir à l'emploi de cordons spéciaux établissant la continuité du circuit à quatre fils dans les mêmes conditions que dans les stations intermédiaires de la ligne normale ;

2° Que, dans le cas où deux circuits à quatre fils devront être reliés entre eux, sans interposition de relais amplificateurs, il y aura lieu de faire cette liaison directement par jonction métallique des quatre fils de la première ligne aux quatre fils de la seconde ligne, sans passer par des dispositifs intermédiaires à deux fils.

Des renseignements ont été pris auprès des constructeurs et de quelques administrations sur la façon dont ces interconnexions à quatre fils peuvent être établies. Il semble que la question ne soit pas tout à fait au point, notamment en ce qui concerne l'exploitation commerciale. Il est essentiel que les communications soient établies sans perte de temps et il serait bon de mettre à l'étude les procédés de réalisation pratique des interconnexions de circuits à quatre fils et d'établir les consignes d'exploitation à donner à ce sujet aux téléphonistes dans les bureaux centraux.

M. VALENSI observe, d'autre part, qu'il a été établi des

cahiers des charges-types pour des sections de câble comprises entre stations de relais et aussi pour des longueurs de fabrication des bobines ou des relais ; mais on n'a pas (et à dessein) établi un cahier des charges-type pour la fourniture d'un câble tout entier (y compris les stations de relais) dans le cas où une administration désirerait confier l'ensemble à un fournisseur unique.

La Commission permanente estime-t-elle qu'il y a lieu de préparer également un projet de cahier des charges d'une application générale pour la fourniture d'un câble tout entier avec ses bobines et ses relais ?

M. le PRÉSIDENT suggère que l'on pourrait peut-être, sans faire le cahier des charges-type correspondant, indiquer tout au moins quelles sont les clauses essentielles à prévoir et qui n'existent pas déjà dans les cahiers des charges partiels adoptés par le Comité. Quels devraient être, par exemple, d'un bout à l'autre, l'efficacité de transmission, la déformation, le cross-talk, etc... ? Cette question pourrait à son avis être mise utilement à l'étude.

M. le Colonel PURVES dit qu'en Grande-Bretagne le Post Office ne commande jamais de câbles tout entiers ; mais si d'autres administrations pensent qu'il leur serait utile d'avoir un cahier des charges-type pour une telle fourniture d'ensemble, il est d'accord pour inscrire cette question au programme.

M. MURI demande si, au lieu de s'occuper de la question de la téléphonie multiple par courants porteurs de haute fréquence, qui donnera peut-être un gros travail sans grand résultat et au sujet de laquelle on restera fatalement dans les généralités, il ne vaudrait pas mieux s'occuper de la coexistence des circuits télégraphiques et téléphoniques dans les mêmes câbles.

M. le Colonel PURVES demande s'il est dans l'intention de la Commission permanente d'approfondir les questions qui concernent la télégraphie et notamment si elle se propose d'étudier les appareils télégraphiques.

M. MILON pense que le rôle de la Commission dans cette

matière doit se borner à définir les limites de fréquence et d'intensité dans lesquelles doit se maintenir le télégraphe.

M. VALENSI fait observer qu'il n'est pas désirable en effet que la Commission entre dans le détail des appareils télégraphiques :

Les méthodes d'exploitation télégraphique qui semblent devoir se généraliser à l'avenir pour les circuits télégraphiques en câble consistent à moduler au moyen des appareils télégraphiques ordinaires des courants de fréquences harmoniques ; des transmissions de cette nature sont tout à fait comparables aux communications téléphoniques ordinaires, les salles de transmission télégraphique où se trouvent les appareils télégraphiques jouant le rôle des postes d'abonnés à la disposition desquels on met temporairement un circuit bifilaire. En ce qui concerne ce circuit lui-même, on peut par suite se borner à étudier les limites de fréquence et d'intensité qui devraient être assignées au télégraphe.

M. le Docteur BREISIG pense qu'on pourrait inscrire cette question à l'ordre du jour de la Commission permanente sous le titre suivant : coexistence dans un même câble de circuits téléphoniques et de circuits télégraphiques quant aux questions de fréquence et d'intensité.

Après un nouvel échange de vues sur la téléphonie multiple par courants porteurs de haute fréquence et son application éventuelle à la téléphonie internationale européenne, la Commission est d'avis de laisser de côté cette question, quitte à la reprendre plus tard.

Par contre, sur la demande de la Délégation allemande, la question suivante est mise à l'étude : Etablissement de modèles de consignes et de fiches pour la surveillance et l'entretien des circuits internationaux en câble à grande distance : localisation des dérangements et maintien d'une bonne transmission.

M. VALENSI. — Voici l'intérêt de cette question :

Le Comité a émis l'avis qu'une des stations terminales de chaque groupe de circuits internationaux, nommée station directrice pour ce groupe de circuits à la suite d'accords intervenus entre les Administrations intéressées, soit chargée de

diriger l'entretien de ces circuits. Cette station sera responsable des points suivants :

1° Etablissement d'un programme d'essais de vérification en liaison avec toutes les autres stations intéressées;

2° Conserver les rapports sur ces essais et s'assurer qu'ils sont faits suivant la procédure établie;

3° Surveillance de la localisation des dérangements.

L'Administration qui possède la section de ligne sur laquelle se trouve le dérangement sera responsable de la relève de ce dérangement. Il sera rendu compte à la station directrice de la cause du dérangement et de l'heure à laquelle il aura été relevé. La station directrice conservera trace de tous les dérangements.

4° Donner des instructions au sujet de la position du cadran des appareils de réglage de l'amplification. On ne devra pas changer ce réglage sans avoir reçu l'autorisation de la station directrice;

5° La station directrice sera responsable du maintien de l'efficacité de transmission nominale de chacun des circuits et de l'organisation d'un système d'essais tel que les périodes pendant lesquelles le circuit sera hors de service par suite des essais soient réduites au minimum.

Ce sont là des règles générales dont il y a lieu de préciser et de faciliter l'application pratique. De même que des modèles de cahiers des charges ont été établis pour illustrer la manière d'appliquer les recommandations du C. C. I. relatives à la spécification des câbles internationaux, il y a lieu de préparer, pour l'entretien des circuits internationaux en câbles à grande distance, des modèles de consignes à donner aux bureaux et stations de relais et des modèles de fiches à remplir par ces bureaux et stations de relais pour assurer le bon entretien de ces circuits sous l'autorité des stations directrices dont ils dépendent respectivement.

Finalement le troisième groupe de questions inscrit au programme de travaux de la Commission permanente pour 1925-1926 est le suivant :

QUATRIÈME GROUPE. — 1° Procédés et réalisation des interconnexions entre circuits internationaux à quatre fils et consignes d'exploitation à préparer pour les réaliser :

2° *Clauses essentielles d'un cahier des charges-type pour la fourniture d'un câble téléphonique tout entier entre bureaux extrêmes, y compris les stations de relais téléphoniques dans le cas où ce câble est commandé à un fournisseur unique responsable du fonctionnement de l'ensemble.*

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. Höpfner; pour la Grande-Bretagne : M. Hart; pour la Suède : M. Hallgren.

3° *Coexistence dans un même câble de circuits téléphoniques et de circuits télégraphiques quant aux questions de fréquence et d'intensité.*

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. le Docteur Breisig; pour la Grande-Bretagne : M. Hart; pour la Suède : M. Hallgren.

4° *Etablissement de modèles de consignes et de fiches pour la surveillance et l'entretien des circuits téléphoniques internationaux à grande distance : localisation des dérangements, maintien d'une bonne transmission.*

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. Höpfner; pour la Grande-Bretagne : M. Hart; pour la Suède : M. Hallgren.

En ce qui concerne la correspondance entre le Secrétariat et MM. les rapporteurs désignés par la Délégation Allemande, il est décidé que toutes les lettres seront adressées à M. le Docteur Breisig, avec prière de bien vouloir les transmettre, s'il y a lieu, à M. Brauns ou à M. Höpfner.

Quant au trafic et à l'exploitation, la Commission permanente, après un échange de vues, décide d'inscrire dans son programme de travaux pour l'année 1925-1926, les cinquième, sixième, septième et huitième groupes de questions suivantes:

CINQUIÈME GROUPE. — Code international d'abréviations pour la préparation télégraphique des communications téléphoniques.

Règles générales de la préparation télégraphique des communications téléphoniques.

Rapporteurs : pour la Belgique : M. Bocquet; pour la France : M. Di Pace.

SIXIÈME GROUPE. — Etude des moyens propres à diminuer

les pertes de temps dans les communications téléphoniques internationales dues au retard que mettent les abonnés à répondre à l'appel du bureau interurbain, en vue d'augmenter le rendement horaire des circuits internationaux.

Rapporteurs : pour les Pays-Bas : M. Van Embden; pour la Suisse : M. Moeckli; pour la Suède : M. Lignell.

SEPTIÈME GROUPE. — Etablissement d'un avant-projet de règlement téléphonique international.

Etablissement d'une taxe à la charge du demandeur pour les communications téléphoniques internationales donnant lieu à une non-réponse du demandé, afin de rémunérer l'immobilisation des circuits et les conversations de service.

Rapporteurs : pour l'Allemagne : M. Wiehl; pour la France : M. Gellée; pour la Grande-Bretagne : M. Grant; pour les Pays-Bas : M. Van Embden.

HUITIÈME GROUPE. — Continuation de l'étude relative aux bases de calcul des taxes téléphoniques internationales.

Liste des tarifs internationaux appliqués actuellement aux communications téléphoniques européennes.

Rapporteurs : pour la Grande-Bretagne : M. Grant; pour les Pays-Bas : M. Van Embden.

Après un échange de vues au sujet de ce huitième groupe de questions, M. Van Embden est prié par la Commission permanente de bien vouloir faire établir un nouveau questionnaire faisant suite à celui qu'il a déjà préparé antérieurement et qui a été envoyé aux diverses Administrations du Comité Consultatif International. Ce nouveau questionnaire comprendra en dehors des questions déjà posées et concernant notamment les frais d'établissement des lignes ou des stations de relais, les taux d'amortissement, les dépenses d'entretien ou d'exploitation, la question suivante :

Quels sont les tarifs internationaux actuellement en vigueur dans les relations téléphoniques avec les autres administrations européennes ?

Ce questionnaire sera envoyé par le Secrétariat à toutes les administrations qui ne seront pas tenues d'y répondre.

Le Secrétariat dressera ensuite un tableau comparatif des diverses réponses recueillies.

En ce qui concerne la taxe à appliquer au demandeur pour les communications téléphoniques internationales donnant lieu à une non-réponse du demandé, M. Dethioux demande que l'on distingue les deux cas suivants :

Le cas où l'abonné demandé ne répond pas du tout et le cas où l'abonné demandé répond tardivement.

En ce qui concerne la méthode d'exploitation nouvelle mise en service récemment aux Etats-Unis sous le nom de Dispatch Method, le secrétaire général est chargé de demander à l'American Telegraph and Telephon Co. des renseignements sur cette méthode d'exploitation, ses modalités d'application et les résultats qu'elle a déjà permis d'obtenir.

M. MILON. — Il reste à déterminer la date à laquelle seront convoqués les représentants de l'American Telegraph and Telephone Co. au sujet du choix d'une unité de transmission unique pour le monde entier.

Il faut également envisager le cas où la Conférence télégraphique universelle, qui doit se réunir à Paris le 1^{er} septembre 1925, déciderait de s'occuper du règlement téléphonique.

Après un échange de vues sur ce sujet, il est décidé que l'on demandera à M. le Président de l'American Telegraph and Telephone Cy, de bien vouloir envoyer à Paris des experts pour la question de transmission vers le 15 novembre 1925; trois ou quatre jours après la réunion de la sous-commission spéciale chargée de l'étude de cette question, la Commission permanente commencera, à Paris également, sa session semestrielle normale.

D'autre part, MM. Wiehl, Gellée, Grant, Van Embden qui, tous les quatre, prendront part à la Conférence télégraphique universelle et qui d'ailleurs sont les rapporteurs désignés par la Commission permanente pour l'étude de l'avant-projet de règlement téléphonique, se concerteront pour se réunir à Paris au mois de septembre ou au mois d'octobre prochain, afin de rédiger un rapport commun sur cette question, après avoir pris en considération toutes les observations recueillies sur ce

sujet auprès des diverses administrations européennes par le Secrétariat.

La Commission permanente désigne les membres de la sous-commission spéciale à laquelle prendront part les experts américains, et qui seront chargés de préparer un rapport sur la question suivante :

Choix d'une unité de transmission unique pour le monde entier.

Allemagne	M. le Docteur BREISIG.
Belgique	M. BOCQUET.
Danemark	M. MADSEN.
France	Désignera ultérieurement son délégué.
Grande-Bretagne	M. le Colonel PURVES.
Italie	M. DI PIRRO.
Pays-Bas	M. PETRITSCH.
Suède	Désignera ultérieurement son délégué.
Suisse	M. le Docteur FORRER.

Des représentants de l'industrie privée de construction de matériel téléphonique pourront accompagner Messieurs les délégués à cette sous-commission en qualité d'experts.

M. VALENSI rappelle à Messieurs les rapporteurs, qu'en vue de la prochaine réunion de la Commission permanente, il serait utile d'adresser leurs rapports respectifs au Secrétariat le 15 octobre au plus tard, de manière à laisser au minimum trois semaines pour effectuer la traduction, la rédaction et l'impression de ces rapports, ce qui facilite énormément les conditions du travail en séance.

En ce qui concerne le vocabulaire des expressions de la technique téléphonique, M. MURI estime qu'il est nécessaire de l'établir d'abord en français en faisant suivre, s'il y a lieu, certaines expressions d'une courte définition afin de préciser le sens exact des termes employés. La besogne de tout le monde serait facilitée si un tel texte français était envoyé par le Secrétariat aux administrations en les priant d'indiquer les

termes correspondants dans leurs langues respectives. Cette manière de voir étant adoptée, il est décidé que le Comité technique des Postes et Télégraphes préparera la liste des expressions de la technique téléphonique (avec définitions, symboles et schémas de dessins, s'il y a lieu). Cette liste sera envoyée par le Secrétariat à M. le Docteur Breisig, M. Dethioux, M. le Colonel Purves, M. Hallgren et M. Muri qui seront priés d'indiquer les termes allemands, anglais et suédois correspondants et de faire connaître s'ils approuvent les symboles et schémas de dessins proposés.

La séance est levée à 17 heures.