

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 نقلاً

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 TÉLÉPHONIQUE (C. C. I. F.)

# XVe ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

PARIS, 26-30 JUILLET 1949

# TOME II

**PROTECTION** 

# COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE (C. C. I. F.)

# XV<sup>e</sup> ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

PARIS, 26-30 JUILLET 1949

# TOME II

**PROTECTION** 



# TABLE DES MATIÈRES DU TOME II DU LIVRE JAUNE DU C.C.I.F.

#### PREMIÈRE PARTIE

# Avis du C.C.I.F. relatifs a la protection des lignes téléphoniques

|                       | Chapitre I. — Protection des lignes téléphoniques contre les perturbations  | _     |
|-----------------------|---|-------|
| 4                     | Notes & La danie Alama Lima Adidula anima & manda distance  | Pages |
| Avis nº 1. —          | Mise à la terre d'une ligne téléphonique à grande distance en câble   | 5     |
| Avis nº 2. —          | Raccordement au réseau téléphonique public de liaisons téléphoniques associées à des installations à haute tension                          | . 6   |
| Avis nº 3. —          | Principe de protection  | 8     |
| Avis nº 4. —          | Caractéristiques principales des organes de protection  | 8     |
| Note I. —             | Caractéristiques principales des organes de protection  | 9     |
| Avis nº 5. —          | Psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux   | 11    |
| Avis nº 6. —          | Clauses essentielles provisoires d'un cahier des charges-types pour la fourniture d'un psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux  | 14    |
| Avis nº 7. —          | Calcul des tensions longitudinales induites en cas de court-<br>circuit affectant les lignes industrielles                                  | . 16  |
| Avis nº 8. —          | Transposition des lignes électriques industrielles  | .17   |
| Chapi                 | tre II. — Protection des câbles téléphoniques contre la corrosion   |       |
| Avis nº 9. —          | Etudes concernant l'électrolyse des enveloppes de câbles téléphoniques et coopération avec les autres Organismes intéressés dans ces études | 18    |
| Avis nº 10. —         | Recommandations concernant la protection des câbles souterrains contre la corrosion   | 19    |
| Chapitre              | III. — Constitution des enveloppes des câbles téléphoniques   |       |
| Avis nº 11. —         | Elasticité des enveloppes de câbles   | 20    |
| Note II (a)<br>placés | nnexée à l'avis nº 4). — Tableaux des dispositifs de protection sur les installations téléphoniques de divers pays 21                       | à 42  |

### DEUXIÈME PARTIE

#### DOCUMENTATION DIVERSE

|     | Dispositifs facilitant la maintenance des lignes de télécommunication   | Page |
|-----|---|------|
| 1º  | Emploi de gaz sous pression dans les câbles   | 43   |
| 20  | Dispositifs de vérification permanente de l'isolement   | 4:   |
|     | A. — Dispositif utilisé par l'Administration danoise des téléphones   | 4.5  |
|     | B. — Dispositif utilisé aux Etats-Unis d'Amérique par l'American<br>Telephone and Telegraph Company   | 48   |
|     | C. — Dispositif utilisé par l'Administration française des téléphones dans le réseau des câbles à grande distance   | 48   |
|     | D. — Dispositifs utilisés par l'Administration britannique des téléphones   | 49   |
|     | E. — Dispositifs de vérification permanente de l'isolement utilisés par l'Administration suédoise des téléphones  | 53   |
| 30  | Mesures de protection contre les coups de foudre  | 56   |
| 4º  | Dispositifs pour déceler la présence de gaz toxiques dans les chambres de tirage des câbles   | 58   |
|     | A. — Essais pour reconnaître la présence, dans les chambres de tirage des câbles téléphoniques, d'un gaz quelconque susceptible soit d'entrer dans la constitution d'un mélange explosif, soit d'asphyxier les ouvriers qui travaillent dans ces chambres | 58   |
|     | B. — Précautions à prendre lors des travaux effectués dans les chambres de tirage. Eclairage des chambres pendant les travaux   | .59  |
|     | Appendice I. — Description et mode d'emploi de l'indicateur d'oxyde de carbone à chlorure de palladium.   | 63   |
|     | Appendice II. — Note sur la description et l'emploi des appareils dits « osmomètres » utilisés par les Services téléphoniques de Paris  | 66   |
| :   | Appendice III. — Ventilation statique des chambres de tirage des câbles téléphoniques souterrains   | 68   |
| 5º  | Dispositions permettant de diminuer la désagrégation intercristalline des câbles  | 75   |
| Int | DEV ALPHARÉTIQUE DU TOME II DU LIVRE JAINE DU C.C.I.F.  | 77   |

#### PREMIÈRE PARTIE

### AVIS DU C.C.I.F. RELATIFS A LA PROTECTION DES LIGNES TÉLÉPHONIQUES

#### CHAPITRE PREMIER

# PROTECTION DES LIGNES TÉLÉPHONIQUES CONTRE LES PERTURBATIONS

Avis nº 1. (Ancien Avis nº 15. — Livre Blanc, tome II bis, pages 33-34).

Mise à la terre d'une ligne téléphonique à grande distance en câble

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

qu'en l'état actuel de la technique, on est arrivé à construire les câbles de telle façon que les capacités des divers circuits par rapport à l'enveloppe soient très exactement équilibrées, particulièrement en ce qui conçerne les couches intérieures;

que cet équilibrage des capacités suffit lorsqu'il s'agit de circuits dépourvus de toute mise à la terre;

qu'en revanche, chaque mise à la terre, même avec une symétrie apparente, risque de faire entrer en jeu les dyssymétries d'inductance et de résistance de chacun des circuits sur lesquels on effectue cette mise à la terre;

que la rigidité diélectrique entre les conducteurs d'un câble est notablement plus petite que celle qui existe entre ces conducteurs et l'enveloppe, et que, par suite, la mise à la terre de certains de ces conducteurs créerait un danger de rupture du diélectrique séparant les conducteurs quand le câble est soumis à une induction importante;

que, lorsqu'un câble chargé est soumis à une force électromotrice induite élevée, la présence de mises à la terre permettrait le passage de courants dont l'intensité pourrait dépasser dans certains cas la limite admissible pour la bonne conservation des qualités magnétiques des bobines de charge,

Emet, à l'unanimité, l'avis

1º qu'il est recommandable de n'effectuer aucune mise à la terre en un point quelconque d'une ligne à grande distance en câble;

2º qu'en règle générale, il est recommandable de n'effectuer aucune mise à la terre en un point quelconque d'une installation (téléphonique ou télégraphique) reliée métalliquement à une ligne à grande distance en câble;

3º que, toutefois, si, pour des raisons spéciales, on est amené à effectuer la mise à la terre d'une installation directement reliée aux conducteurs d'un câble, il y a lieu de prendre les précautions suivantes:

- a) La mise à la terre doit être faite de manière à ne pas troubler la symétrie des circuits par rapport à la terre et par rapport aux circuits voisins;
- b) La tension de claquage de l'ensemble de tous les autres conducteurs du câble, par rapport aux conducteurs du circuit relié à la terre, doit être notablement supérieure à la tension la plus forte qui, par suite de l'induction des lignes d'énergie voisines, pourrait exister entre ces conducteurs et ceux du circuit relié à la terre;
- c) Lorsque l'installation reliée au câble est une installation télégraphique, il y a lieu, en outre, de se conformer aux recommandations du Comité Consultatif International Téléphonique au sujet des conditions de coexistence de la téléphonie et de la télégraphie. (Livre Jaune du C.C.I.F. Tome III).

\* \*

Avis nº 2. (Ancien Avis nº 16. — Livre Blanc, tome II bis, pages 34-36).

Raccordement au réseau téléphonique public de liaisons téléphoniques associées à des installations à haute tension

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

que les distributeurs d'énergie électrique ont besoin de raccorder, à des lignes placées sur les appuis ou dans les câbles du réseau téléphonique public, les liaisons à courants porteurs empruntant des conducteurs à haute tension, ou les lignes téléphoniques ordinaires placées sur les appuis de lignes à haute tension;

que, si l'on veut admettre ces liaisons, il y a lieu de prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter, d'une manière absolue, les conséquences dangereuses qui résulteraient d'un accident affectant les dispositifs de couplage;

que l'expérience acquise dans certains pays a justement permis de dégager quelles doivent être les précautions à prendre,

Emet, à l'unanimité, l'avis

qu'au point de vue technique, il paraît possible d'admettre ces raccordements, à condition que les installations répondent aux prescriptions indiquées ci-dessous :

(Ces prescriptions comportent deux parties, l'une concernant le cas des lignes téléphoniques établies sur appuis communs avec des lignes à haute tension; l'autre, le cas de liaisons à courants porteurs de haute fréquence sur des lignes à haute tension.)

- I. Conditions à remplir dans le cas de raccordement d'une ligne téléphonique  $L_1$  placée sur les appuis ou dans les câbles du réseau public avec une ligne téléphonique ordinaire  $L_2$  établie sur les appuis d'une ligne à haute tension.
- a) Les dispositifs de couplage entre les deux lignes téléphoniques  $L_1$  et  $L_2$  doivent répondre aux meilleures règles de la technique.
- b) Dans le cas d'un contact entre les conducteurs de la ligne à haute tension et les fils de la ligne  $L_2$ , la possibilité d'une propagation de la haute tension sur les fils de la ligne téléphonique  $L_1$  doit être exclue d'une manière absolue par l'ensemble des dispositifs de couplage (comprenant en général un transformateur de protection et des parafoudres fusibles d'une puissance suffisante);
- c) En aucun cas, même lorsque se produit le contact accidentel envisagé ci-dessus, la tension qui peut se manifester sur la ligne  $L_{\scriptscriptstyle 1}$  ne doit dépasser 250 volts ;
- d) Toutes les liaisons avec la terre à effectuer sur l'ensemble des dispositifs de couplage doivent être établies conformément aux règles usuelles en vigueur dans chaque pays et concernant les mises à la terre pour la protection des installations électriques à haute tension;
- e) En ce qui concerne l'exploitation, l'entrepreneur des lignes privées doit assumer la responsabilité du conditionnement régulier de l'ensemble de l'installation et de son entretien permanent conformément aux prescriptions énumérées ci-dessus.
- II. Conditions à remplir dans le cas de raccordement d'une ligne téléphonique  $L_1$  placée sur les appuis ou dans les câbles du réseau public et d'une liaison téléphonique  $L_2$  constituée par des courants porteurs de haute fréquence se propageant sur une ligne à haute tension.
- a) Les dispositifs de couplage entre les deux lignes téléphoniques  $L_1$  et  $L_2$  doivent répondre aux meilleures règles de la technique;
- b) Dans tous les cas, même si un claquage se produit dans le dispositif de couplage entre la ligne à haute tension et les appareils de téléphonie à haute fréquence, la possibilité d'une propagation de la haute tension sur la ligne  $L_1$ , doit être exclue d'une façon absolue;
- c) En aucun cas, même dans l'hypothèse du claquage envisagé ci-dessus, la tension qui peut se manifester sur la ligne L<sub>1</sub> ne doit excéder 250 volts.

Pour tenir compte de la valeur élevée des tensions utilisées dans l'installation même de la téléphonie à haute fréquence (par exemple, tension de plaque), on doit intercaler entre cette installation et la ligne  $L_2$  un transformateur de protection qui puisse supporter sans détérioration une tension au moins égale au triple de la tension maximum qui peut se produire dans les conditions normales d'exploitation de l'installation téléphonique à haute fréquence;

- d) Toutes les liaisons avec la terre à effectuer sur l'ensemble des dispositifs de couplage doivent être établies conformément aux règles usuelles en vigueur dans chaque pays et concernant les mises à la terre pour la protection des installations à haute tension;
- e) En ce qui concerne l'exploitation, l'entrepreneur des lignes privées doit assumer la responsabilité du conditionnement régulier de l'ensemble de

l'installation et de son entretien permanent conformément aux prescriptions énumérées ci-dessus.

Remarque. — Le C.C.I.F. étudie l'opportunité de modifier ou de compléter le texte de cet avis.

\* \*

Avis nº 3. (Ancien Avis nº 17, modifié. — Livre Blanc, Tome II bis, pages 36 à 37).

#### Principe de protection

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant -

que les organes de protection que l'on peut disposer sur les circuits constituent des points faibles, et peuvent être la source de dérangements, et qu'il importe de réduire leur nombre,

Emet, à l'unanimité, l'avis

que le principe de la protection doit être tout d'abord de choisir judicieusement les données de construction des lignes et installations ainsi que leurs conditions d'établissement et qu'on ne doit assigner aux organes de protection qu'un rôle complémentaire;

qu'une ligne téléphonique quelconque (circuit interurbain ou ligne d'abonné) entièrement en câble, et ne comportant aucune mise à la terre directe ou n'étant pas raccordée à des installations mises à la terre, ne devrait en règle générale comporter aucun organe de protection.

\* \*

Avis nº 4. (Ancien Avis nº 19. — Livre Blanc, Tome II bis, pages 38-61).

Caractéristiques principales des organes de protection

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

qu'il y a lieu de pouvoir disposer de données précises et bien définies pour faciliter la comparaison entre les diverses réalisations du même organe de protection,

Emet, à l'unanimité, l'avis

que pour déterminer les caractéristiques principales des organes de protection, on doit suivre les recommandations contenues dans la Note 1 ci-après, intitulée : « Caractéristiques principales des organes de protection ».

Remarque. — En se basant sur les indications de cette note, les Administrations et Exploitations privées téléphoniques adhérant au C.C.I.F., ont communiqué les renseignements contenus dans la Note II intitulée : « Tableau des dispositifs de protection placés sur les installations téléphoniques de divers

pays, pour protéger le personnel et les installations contre les dangers éventuels dus aux lignes d'énergie ou aux décharges atmosphériques ». (Voir ci-après, pages 21 à 42).

#### NOTE I

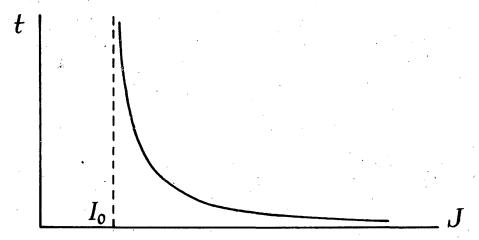
#### Caractéristiques principales des organes de protection

La présente note contient l'énumération des caractéristiques de construction ou de fonctionnement des organes de protection qui paraissent devoir être considérées lorsque l'on veut comparer entre eux différents types d'organes. Lorsque cela a paru utile, on a indiqué le principe d'une méthode de mesure permettant de déterminer ces caractéristiques. En outre, pour certaines de ces caractéristiques, on a proposé une définition précise.

Dans cette note, on n'a envisagé que l'étude des types d'organes de protection. En fait, les déterminations indiquées doivent être effectuées sur plusieurs échantillons du même type et comparées entre elles. Lorsqu'il s'agit de s'assurer que des échantillons sont conformes à un modèle, on peut évidemment employer des méthodes simplifiées.

#### I. - Fusibles

- a) Description. Matière et dimensions du fil fusible ; forme et, éventuellement, remplissage du logement du fil ; éventuellement, particularités de fonctionnement.
- b)  ${\it Dispositions\ ext\'erieures.}$  Mode de fixation et de prise du courant ; encombrement...
  - c) Résistance électrique.
- d) Caractéristique de fonctionnement. Il est possible de construire une courbe caractéristique représentant, en fonction du courant J parcourant le fusible (courant



continu ou alternatif) la durée t nécessaire du passage du courant pour que le fusible fonde. Cette courbe est asymptotique, d'une part à la droite  $t\!=\!0$ , d'autre part à une droite parallèle à l'axe des temps. Soit alors  $I_0$  l'abscisse de cette droite ; on convient d'adopter la valeur  $I_0$  comme valeur du courant de fonctionnement du fusible (voir la figure ci-dessus).

e) Capacité calorifique. — On convient de désigner sous le nom de « capacité calorifique d'un fusible » la valeur maximum de l'énergie qui peut être absorbée presque instantanément par le fusible sans provoquer sa fusion. Dans la pratique, il suffit de déterminer cette valeur à  $\pm$  10% près. Pour cette détermination, on procède par décharges répétées d'une batterie de condensateurs à travers le fusible ; si C représente la capacité de la batterie de condensateurs, V la tension de charge

de cette batterie, l'énergie absorbée par le fusible est égale à 1/2 CV2, si les pertes dans les autres parties du circuit de décharge sont négligeables. Il convient donc d'établir ce circuit en fil assez gros et d'éviter les mauvais contacts.

On peut s'assurer que les pertes dans le circuit de décharge sont négligeables, soit en faisant varier la capacité et la tension de la batterie, soit en faisant l'essai simultanément sur plusieurs fusibles : il doit être indifférent, pour la valeur de la capacité calorifique par fusible, que ces fusibles soient groupés en série ou en parallèle.

Etant donné que, lors d'un orage, plusieurs décharges atmosphériques peuvent se suivre l'une l'autre presque immédiatement et que, par conséquent, la chaleur peut s'accumuler à l'intérieur du fusible, on convient de procéder par séries de dix décharges au moins, espacées de dix secondes l'une de l'autre.

f) Tension sous laquelle on peut couper le courant — Lorsqu'on relie les bornes du fusible à une source (ou à un réseau) de courant continu de tension élevée et de grande puissance, on peut redouter que la fusion du fil du fusible soit suivie de la formation d'un arc. Pour s'assurer de l'absence de l'entretien d'un arc dans la cartouche du fusible, sous une tension donnée, on peut procéder de la manière suivante : on dispose en série avec le fusible soit un disjoncteur, soit même un autre fusible qui ne sont susceptibles de couper le courant qu'après une durée de passage supérieure à celle qui suffit pour le fusible étudié. Ainsi, le fonctionnement de ce disjoncteur ou la fusion du fusible de gros calibre sont l'indice de l'entretien d'un arc dans le fusible de petit calibre. En général, la réalisation de cet essai exige l'emploide moyens qui ne se trouvent pas dans les laboratoires de téléphonie.

#### II. — Bobines thermiques

Toutes les caractéristiques indiquées au sujet des fusibles, sauf peut-être la capacité calorifique, sont également à prendre en considération dans le cas des bobines thermiques, ou de tout autre dispositif jouant le même rôle.

Toutefois, un grand intérêt s'attache à relever avec assez d'exactitude la courbe

caractéristique définie en d et la tension définie en f ci-dessus.

Il convient, en outre, de noter si la bobine est construite de manière à pouvoir être régénérée, soit automatiquement, soit à la suite d'une intervention. On doit alors essayer de déterminer le nombre de fois que la bobine peut être utilisée.

#### III. — Parafoudres

- a) Description. Nature, forme et disposition des électrodes et de leur mode de liaison avec l'extérieur ; nature et pression de l'atmosphère baignant les électrodes.
- b) Dispositions extérieures. Mode de fixation et de prise du courant ; encombrement.
  - c) Isolement.
- d) Tension de fonctionnement. Si l'on applique aux bornes du parafoudre une tension continue dont on élève graduellement la valeur, on peut noter la valeur au-dessus de laquelle se produit l'amorçage du parafoudre ; l'indice de cet amorçage est le passage d'un courant qu'on peut observer au moyen d'un instrument de mesure.

On convient de désigner la tension ainsi définie comme la « tension d'amorçage du parafoudre ». Certains types de parafoudres se prêtent à la détermination d'une courbe caractéristique reliant la valeur de la tension continue aux bornes du parafoudre à l'intensité du courant qui le traverse. Cette courbe présente, en général, plusieurs parties correspondant en particulier au fonctionnement en régime d'effluves, et au fonctionnement en régime d'arc. Il est utile de déterminer (peut-être à  $\pm$  20 % près) les valeurs de l'intensité du courant pour lesquelles peut se produire le changement de régime.

On doit éviter l'échauffement du parafoudre dans le relevé de la caractéristique : aussi, dans le cas d'intensités élevées, il faut réduire la durée de passage du courant

et espacer les déterminations successives.

D'ailleurs, il peut être intéressant d'observer comment varie la tension aux bornes du parafoudre quand on prolonge le passage du courant. De même, il peut être intéressant d'observer comment varie la tension d'amorçage à la suite de débit plus ou moins prolongé à travers le parafoudre.

Un parafoudre peut présenter, par rapport au sens de la tension, une dyssymétrie

de fonctionnement ; en pareil cas, la caractéristique qui vient d'être définie n'est pas la même si on change le sens de la tension appliquée. Il convient d'examiner ce point.

Remarque. — En utilisant le courant alternatif, on peut procéder à une détermination rapide de la tension d'amorçage et vérifier la symétrie de fonctionnement du parafoudre en employant l'oscillographe pour l'observation du passage et de la forme du courant dans le parafoudre.

Pour les déterminations précédemment décrites, il est nécessaire de disposer

d'une source dont la tension ne présente pas d'harmoniques.

e) Robustesse. — Il y a lieu de déterminer les durées pendant lesquelles le parafoudre supporte sans détériorations, et sans variation importante de sa tension d'amorçage après refroidissement, le passage de courants de diverses intensités dont les valeurs peuvent être échelonnées depuis 0,1 A jusqu'à la valeur de l'intensité de fonctionnement du fusible auquel le parafoudre doit être normalement associé.

Etant donné qu'en pratique un courant d'une intensité quelconque et supérieure à  $I_0$  sera interrompu dans un temps déterminé (selon la courbe caractéristique), il convient de s'assurer que l'appareil supporte un grand nombre de fois le passage de courants d'intensité quelconque pendant la durée nécessaire à assurer la fusion du fusible auquel il est normalement associé.

Ces essais peuvent se faire en utilisant à volonté le courant continu ou le courant

alternatif.

Remarque. — Les caractéristiques principales des organes de protection font l'objet d'une étude encore poursuivie par le C.C.I.F.

#### NOTE II

Tableau des dispositifs de protection placés sur les installations téléphoniques de divers pays pour protéger le personnel et les installations contre les dangers éventuels dus aux lignes d'énergie ou aux décharges atmosphériques

(Ce tableau est reproduit à la fin de la  $1^{\text{re}}$  Partie du présent ouvrage, pages 21 à 42).

Avis nº 5. (avis nouveau).

Psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

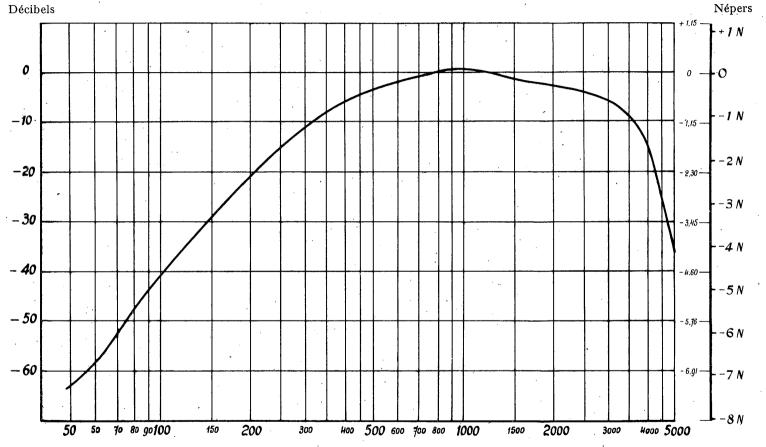
LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

que, depuis que le psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux a été spécifié (Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles, Edition de Roma 1937, revisée à Oslo 1938), des progrès considérables ont été faits dans la construction des appareils téléphoniques d'abonnés, notamment en ce qui concerne l'uniformité de l'efficacité en fonction de la fréquence,

que le « Joint Subcommittee on development and research of the Edison Electric Institute and the Bell Telephone System » (Engineering report nº 45 \*) a procédé à de nombreux essais pour tracer la courbe à prescrire pour le réseau filtrant du psophomètre afin de tenir compte des qualités améliorées des appareils téléphoniques d'abonnés,





Courbe caractéristique du réseau filtrant du psophomètre utilisé pour les mesures faites aux bornes d'un circuit interurbain du service téléphonique commercial

que de nombreuses expériences et mesures faites au cours des dernières années ont montré que les qualités électro-acoustiques des appareils téléphoniques d'abonné utilisés en Europe sont très semblables à celles des appareils américains et que, par suite, il n'y a pas lieu de recommencer en Europe des essais semblables aux essais précités du Joint Subcommittee,

#### Emet, à l'unanimité, l'avis

que, les poids attribués aux diverses fréquences dans le réseau filtrant du psophomètre utilisé pour les mesures faites aux bornes d'un circuit interurbain du service téléphonique commercial doivent être ceux du tableau ci-après (voir également la courbe ci-contre).

Tableau des poids pour le réseau filtrant du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

| Fréquences     | Expression I     | ogarithmique | des poids     |
|----------------|------------------|--------------|---------------|
| en p/s         | en népers        |              | en décibels   |
| 50             | <b></b> 7,25     |              | - 63,0        |
| 100            | <b>4,7</b> 2     |              | -41,0         |
| 150            | 3,34             | 1 .          | -29,0         |
| 200            | $-2,\!42$        |              | -21,0         |
| 300            | $-1,\!22$        |              | -10,6         |
| 400            | -0,72            |              | - 6,3         |
| 500            | -0.41            |              | - 3,6         |
| 600            | -0.23            | i            | - 2,0         |
| 800            | 0,00             |              | 0,0           |
| 1 000          | +0.11            |              | + 1,0         |
| 1 500          | -0.15            |              | -1,3          |
| 2 000          | 0,34             |              | -3,0          |
| 2 500          | -0.48            |              | - 4,2         |
| 3 000          | -0.64            |              | - 5;6         |
| 3 500          | -0.98            |              | -8.5          |
| 4 000<br>5 000 | $-1,73 \\ -4,14$ |              | -15,0 $-36,0$ |

#### Tolérances admissibles

```
Les tolérances admissibles sont:
               50 à 200 p/s
                                             \pm 3 décibels ou \pm 0,35 néper
              200 à 400 p/s
                                             \pm 2 décibels ou \pm 0,23 néper
                     800 p/s
              400 à
                                             \pm 1 décibel ou \pm 0,12 néper
                     800 p/s
                                                0 décibel ou
                                                                       néper
                                             \pm 1 décibel ou \pm 0,12 néper
              800 à 3000 p/s
             3000 à 3500 p/s
                                             \pm 2 décibels ou \pm 0,23 néper
             3500 à 5000 p/s
                                             \pm 5 décibels ou \pm 0,58 néper
```

Remarque. — Le C.C.I.F. étudie l'opportunité de substituer à ce tableau des tolérances admissibles le tableau suivant :

<sup>\*</sup> La traduction en français de ce rapport a fait l'objet du document « C.C.I.F. 1947/1948 – 1° C.R. – Document n° 2 ».

Avis no 6. (Avis nouveau).

Clauses essentielles provisoires d'un cahier des charges-type pour la fourniture d'un psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Emet, à l'unanimité, l'avis

qu'il est recommandable que les psophomètres pour circuits téléphoniques commerciaux répondent aux conditions suivantes, qui reproduisent, modifient ou complètent celles qui ont été indiquées dans les « Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles (Edition de Roma, 1937, révisée à Oslo en 1938) ».

1. Instrument de mesure. — L'instrument indicateur doit être gradué de telle façon qu'il donne par lecture directe la valeur exacte de la tension quand on applique à l'entrée du psophomètre une tension à 800 p/s.

Lorsque la tension appliquée comprend un certain nombre de composantes de fréquences différentes, la lecture faite sur l'instrument indicateur doit être égale à la racine carrée de la somme des carrés des lectures correspondant aux composantes individuelles appliquées séparément. Cette loi d'addition quadratique peut être vérifiée en appliquant simultanément deux tensions sinusoïdales de fréquences bien distinctes, non en relation harmonique entre elles et donnant (quand chacune est appliquée séparément) la même déviation de l'aiguille de l'instrument de mesure ; on affaiblit également ces deux tensions de manière à retrouver encore cette même déviation quand elles sont appliquées ensemble. L'affaiblissement ainsi introduit doit être égal à 0,34 néper ou 3 décibels avec une tolérance de  $\pm$ 0,05 néper ou  $\pm$ 0,5 décibel.

La caractéristique dynamique de l'instrument de mesure devra être telle qu'un bruit dont la durée est de l'ordre de 0,15 à 0,25 seconde produise la même déviation qu'un bruit continu, tandis que des bruits de plus courte durée produiront des déviations proportionnellement plus petites. Cette durée de l'ordre de 0,2 seconde est celle qui semble nécessaire pour que l'oreille apprécie complètement le bruit.

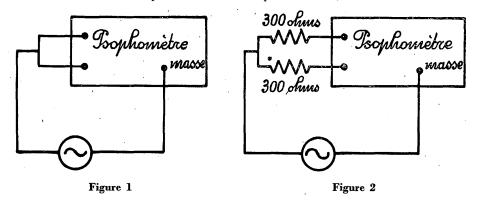
2. Impédance d'entrée. — L'impédance d'entrée du psophomètre doit être aussi grande que possible, et au moins égale à 6000 ohms dans toute la bande des fréquences de 15 à 5000 p/s.

L'impédance existant entre les deux bornes d'entrée reliées entre elles et la masse du psophomètre doit être aussi élevée que possible à toutes les fréquences comprises entre 15 et  $5000~\rm p/s$ . En particulier, pour la fréquence de  $800~\rm p/s$ , elle doit être supérieure à  $200~000~\rm ohms$ .

- 3. Sensibilité. Le psophomètre doit permettre de faire une lecture nette dès qu'on applique à ses bornes d'entrée une tension à 800 p/s au moins égale à 0,05 millivolt. Il doit également permettre la lecture directe des tensions au moins jusqu'à 100 millivolts à la fréquence 800 p/s sans utilisation de dispositifs potentiomètrique extérieurs.
- 4. Linéarité. Dans tout l'intervalle de mesure de l'instrument indicateur et dans toutes les conditions d'emploi del 'appareil pour chacune des sensibilités

et pour chacune des fréquences, les valeurs lues sur l'instrument indicateur doivent être proportionnelles à l'amplitude de la tension appliquée.

- 5. Symétrie. La symétrie du psophomètre par rapport à la masse doit être telle que :
  - 1º L'application entre les bornes d'entrées mises en court-circuit et la masse (fig. 1) d'une tension de 200 volts à 50 p/s ou d'une tension de 30 volts à 300 p/s, ou d'une tension de 10 volts à 800 p/s ne donne pas une lecture supérieure à 0,05 millivolt;
  - 2º L'application entre le point milieu d'une résistance de 600 ohms branchée aux bornes d'entrée et la masse (fig. 2) d'une des tensions définies ci-dessus ne donne pas une lecture supérieure à 0,05 millivolt.



Remarque. — Ces valeurs de tension sont indiquées à titre provisoire. Il y aura lieu de voir si elles conviennent pour le psophomètre ayant le nouveau réseau filtrant conforme à l'avis nº 5 ci-dessus.

6. Indifférence aux champs extérieurs. — L'appareil doit être indifférent à l'égard des champs extérieurs magnétique et électrique, même quand on l'utilise au voisinage d'une installation industrielle. A cet égard, il faut noter que les champs extérieurs pourraient exercer leur action à l'intérieur de l'appareil, soit en aval, soit en amont du réducteur de tension (potentiomètre), et que par suite, suivant le cas, les effets de ces champs dépendent ou ne dépendent pas de la position du réducteur de tension.

Le psophomètre doit être blindé ainsi que les caisses contenant les sources d'alimentation; les diverses connexions extérieures doivent être réalisées avec des conducteurs câblés et cuirassés. Il est désirable de prévoir des bornes pour mettre à la terre toutes les parties de l'appareil et leurs caisses pendant l'utilisation du psophomètre.

Remarque. — A titre d'exemple, l'Administration britannique des téléphones effectue les essais suivants:

1° On produit un champ magnétique de 0,01 oersted (champ alternatif de 300 p/s) au moyen d'une bobine carrée dont les dimensions sont :

côté du noyau, 40 pouces (101 cm)

section transversale au plus égale à 1 pouce carré (environ 6,5 cm<sup>2</sup>) comportant n spires et parcourue par un courant d'intensité I ampère tel que n I = 0.84. On place le psophomètre à essayer au centre de cette

bobine et on règle sa sensibilité à la valeur pour laquelle on a la déviation maximum de l'aiguille de l'instrument de mesure pour une tension appliquée de 0,2 millivolt. Dans ces conditions, le champ magnétique ne doit pas produire une déviation supérieure à 0,05 millivolt.

- 2º On donne ensuite au champ magnétique une valeur de 0,05 oersted, ce qui correspond à n I = 4,2. Dans ces conditions, pour toute sensibilité du psophomètre autre que celle mentionnée sous 1º, l'aiguille de l'instrument de mesure ne doit pas pouvoir atteindre l'élongation maximum. L'ordre de grandeur du nombre de spires de la bobine utilisée jusqu'ici était de 12, parce qu'on disposait d'un générateur de type ancien, capable de fournir un courant de 0,35 ampère. Afin d'éviter la nécessité d'un amplificateur, et la dépense correspondante, il est recommandé d'employer à l'avenir une bobine comportant environ 500 spires, le courant d'intensité appropriée étant fourni par un oscillateur à grande impédance de sortie.
- 7. Règlage. Quand l'amplification n'est pas stable, on doit prévoir un dispositif de règlage approprié, afin de maintenir le gain de l'amplificateur à la valeur voulue, avec une erreur inférieure à  $\pm 5\%$ .
- 8. Réalisation pratique. Aucun inconvénient ne doit être éprouvé dans la pratique par suite de microphonicité ou sous l'effet de vibrations mécaniques.

Les caractéristiques du psophomètre doivent être aussi stables que possible dans les conditions pratiques d'emploi, c'est-à-dire en dépit du transport, des variations de température, etc.

L'appareil doit être transportable et son poids aussi réduit que le permettent les conditions indiquées ci-dessus.

Avis no 7. (Avis nouveau).

Calcul des tensions longitudinales induites au cas de court-circuit affectant les lignes industrielles

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

que pour la détermination par le calcul des forces électromotrices longitudinales induites sur les lignes téléphoniques, dues à un court-circuit affectant une ligne industrielle voisine, les « Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles (Edition de Roma, 1937, révisée à Oslo, 1938) », définissent un courant inducteur représentant une fraction de l'ordre de 7/10 de l'intensité du courant résiduel s'écoulant par la terre;

qu'il est possible de rendre plus logique (mais ni plus ni moins sévère) le texte des « Directives », en supprimant ce coefficient de 7/10, mais en modifiant corrélativement la valeur de la limite admissible pour la force électromotrice longitudinale induite,

Emet, à l'unanimité, l'avis

que dans la prochaine édition des Directives, il conviendrait de faire subir au texte actuel les modifications résultant:

- 1º de la suppression du coefficient 0,7 affecté au courant de court-circuit lors du calcul des tensions induites en cas de court-circuit (alinéa 230 du texte actuel des « Directives »);
- 2º de l'élévation corrélative (de 300 à 430 volts) de la limite admissible pour la force électromotrice longitudinale induite sur une ligne téléphonique en fils nus aériens ou sur des circuits en câble munis de parafoudres ou dont le montage inférieur comporte une mise à la terre directe, due à un court-circuit produit sur une ligne industrielle voisine (alinéas 58 et 233-234 du texte actuel des « Directives »);

que, toutefois, si le résultat d'études nouvelles le justifiait, des valeurs différentes de cette valeur admissible pourraient être adoptées.

Avis nº 8. (Avis nouveau).

Transpositions des lignes électriques industrielles

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

qu'il est indiqué dans les « Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles (Edition de Roma, 1937, revisée à Oslo, 1938, alinéa 20) » que l'équilibrage nécessaire des tensions et des courants des harmoniques d'une ligne électrique industrielle peut être généralement obtenu par des transpositions appropriées ;

que, dans l'alinéa 21 du même texte, sont indiquées des valeurs que la longueur d'une période complète de transposition ne devrait pas dépasser, en règle générale;

qu'il est apparu, au cours d'études du problème, que la multiplication des transpositions des lignes électriques industrielles n'était pas nécessaire pour obtenir le résultat cherché, mais qu'elle pouvait, notamment dans le cas des lignes à très haute tension, présenter des inconvénients (élévation des frais d'installation, ou diminution de la stabilité de la ligne);

que, d'ailleurs, le propre intérêt des exploitants de ces lignes les conduit à étudier et à adopter les dispositions les plus judicieuses et à déterminer le nombre convenable des transpositions à réaliser;

Emet, à l'unanimité l'avis,

qu'il convient de remplacer, dans les «Directives », le texte des alinéas 21 et 22 par la seule indication : «Ce résultat peut être généralement obtenu par des transpositions appropriées ».

#### CHAPITRE II

### PROTECTION DES CABLES TÉLÉPHONIQUES CONTRE LA CORROSION

Avis nº 9. (Ancien Avis nº 1. — Livre blanc, tome II bis, pages 62-63).

Etudes concernant l'électrolyse des enveloppes de câbles téléphoniques et coopération avec les autres organismes intéressés dans ces études

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant,

que la recherche des défauts sur les câbles souterrains et la réparation de ces défauts peuvent entraîner des frais importants; que les interruptions de service susceptibles d'être provoquées par la présence de ces défauts doivent être évitées avec le plus grand soin; que, même après une réparation faite aussi bien que possible, la qualité du câble peut être diminuée et sa durée normale peut être réduite,

Emet, à l'unanimité, l'avis

qu'il est désirable, dans l'intérêt de la téléphonie à grande distance, de recueillir toute documentation utile et d'entreprendre toutes études utiles pour combattre les effets de l'électrolyse due au retour des courants de traction électrique.

Considérant, d'autre part,

que certaines mesures appropriées prises lors de l'établissement ou dans l'entretien des câbles téléphoniques peuvent réduire l'importance des effets de l'électrolyse, et que le moyen le plus efficace d'éviter les dommages est certainement de diminuer l'importance de leur cause, c'est-à-dire d'empêcher que des différences de potentiel excessives puissent s'établir entre les conducteurs de retour du courant de traction et les enveloppes de plomb des câbles;

que ce résultat peut être obtenu moyennant l'observation de certaines règles techniques lors de l'établissement des lignes de traction, moyennant une adaptation convenable du réseau d'alimentation et du réseau de circulation des courants de retour aux conditions d'exploitation de ces lignes et moyennant un soin particulier pris dans l'entretien de ce réseau;

que, cependant, pour pouvoir définir avec une précision suffisante ces diverses précautions, il est nécessaire de tenir compte des conditions générales d'exploitation des réseaux de traction;

que, d'autre part, l'adoption des précautions convenables à prendre pour chaque cas particulier dans l'entretien des câbles téléphoniques suppose souvent une connaissance suffisante des conditions d'exploitation des lignes de traction voisines;

que, de plus, les intérêts des Administrations et Exploitations privées téléphoniques ne diffèrent pas, en l'espèce, des intérêts d'autres Administrations,

Emet, à l'unanimité, l'avis

qu'il est désirable que l'étude des mesures de protection contre les courants vagabonds soit poursuivie par le C.C.I.F. en collaboration avec les Organismes Internationaux représentant officiellement les divers intérêts en jeu, comme l'Union Internationale des Transports publics, l'Union Internationale du Gaz, I'Union Internationale des Chemins de fer, l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques.

qu'il est recommandable que chaque Administration ou Exploitation privée téléphonique, tout en appliquant à ses réseaux souterrains les mesures susceptibles d'augmenter leur sécurité quant aux risques de dommages causés par l'électrolyse, entre en collaboration tant avec les autres Administrations de réseaux de traction électrique qu'avec les autres Administrations intéressées (eau, gaz, distribution électrique...) pour rechercher en commun, dans chaque cas particulier, les meilleures conditions d'établissement, d'entretien et de surveillance des réseaux et pour prendre de concert toutes dispositions utiles.

Recommandations concernant la protection des câbles souterrains contre la corrosion

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

Avis no 10. (Avis nouveau).

qu'un projet de recommandations concernant les mesures à prendre pour la protection des câbles contre la corrosion due aux actions chimiques, a été établi en 1927, mais que les études effectuées depuis cette date ont permis de lui apporter des modifications et surtout des compléments importants;

que d'ailleurs, il a été reconnu que la plupart des dispositions permettant de combattre la corrosion chimique, sont d'application beaucoup plus générale et concernent pratiquement tous les genres de corrosion,

Emet, à l'unanimité, l'avis

que lors de l'établissement de leurs lignes de câbles, les Administrations et Exploitations privées téléphoniques ont intérêt à s'inspirer du texte des « Recommandations concernant la protection des câbles souterrains contre la corrosion, Paris 1949 ».

#### CHAPITRE III

#### CONSTITUTION DES ENVELOPPES DES CABLES TÉLÉPHONIQUES

Avis nº 11. (Ancien avis nº 2. — Livre Blanc, tome II bis, page 110).

Elasticité des enveloppes de câbles

LE COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉPHONIQUE,

Considérant

que l'élasticité des enveloppes des câbles, comme en général leurs diverses propriétés mécaniques et chimiques, dépend principalement de leur composition chimique et de leur structure;

qu'à l'heure actuelle on dispose d'une large gamme d'alliages présentant des qualités élastiques variées;

que, suivant le mode de pose et les conditions d'installation des câbles, il peut être avantageux de rechercher la prédominance de certaines qualités;

que quelques mesures de surveillance de la fabrication et de vérification des câbles, lors de leur réception, semblent assurer la garantie que l'enveloppe aura les qualités propres de l'alliage spécifié dans le cahier des charges,

Emet, à l'unanimité, l'avis

qu'il y a intérêt à indiquer, dans un cahier des charges pour la fourniture d'un câble, la constitution de l'alliage ou des alliages qui doivent être utilisés, le choix étant déterminé de telle manière que le câble possède les qualités les plus convenables à l'usage qui doit en être fait;

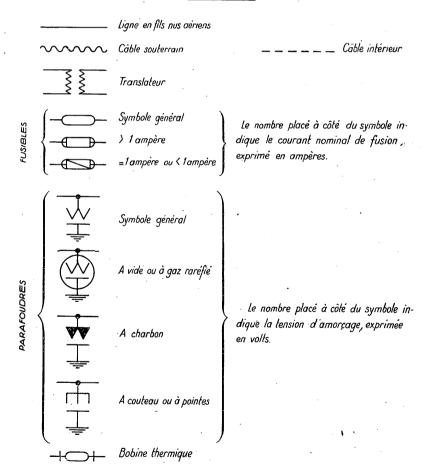
qu'il est recommandable de s'assurer que les méthodes de fabrication garantissent au métal un traitement thermique approprié et régulier, et évitent la formation, sur l'enveloppe, de sections longitudinales insuffisamment résistantes au point de vue mécanique;

qu'il est également recommandable de s'assurer, en cours de réception, d'une part, que sur toute la longueur de l'enveloppe, la teneur des constituants est conforme aux stipulations du cahier des charges; d'autre part, que toutes les sections de l'enveloppe sont de composition et de structure homogènes.

#### NOTE II

Tableau des dispositifs de protection placés sur les installations téléphoniques de divers pays pour protéger le personnel et les installations contre les dangers éventuels dus aux lignes d'énergie ou aux décharges atmosphériques

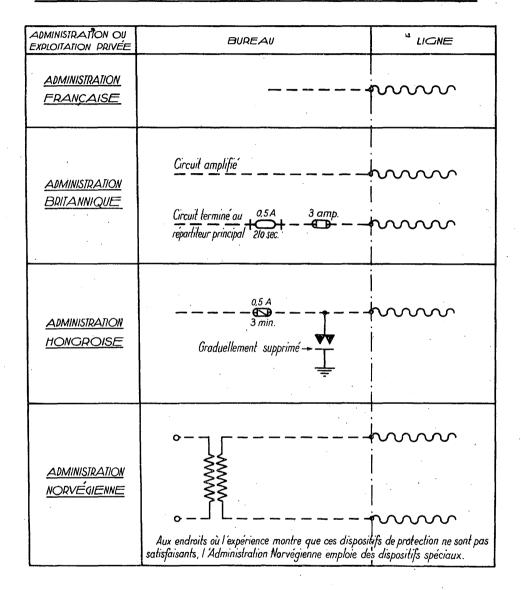
#### LÉGENDE



# 1. CIRCUIT INTERURBAIN EN CÂBLE SOUTERRAIN

| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVÉE     | BUREAU CENTRAL   | LIGNE  |
|--|--|--|
| AMERICAN TELEPHONE, AND TELEGRAPH COMPANY    | à charbon dans le cas où le<br>à être soumis à des forces<br>nergie ou par des orages r<br>dues à la foudre . Cette pro<br>de longs câbles souterrains | Câbles, bobines Pupin translateurs eprouvés à 1800 v. efficaces, 50 p/s par rapport à la terre u bureau central la protection par parafoudres câble, d'après son emplacement, est exposé électromotrices induites par des lignes d'énagnétiques, ou à des forces électromotrices atique est très générale, surtout dans le cas traversant la campagne, sauf qu'on n'assonarbon aux conducteurs des paires coaxiales. |
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>AUTRICHIENNE</u> | **************************************   |  |
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>BELGE</u>        | **************************************   |  |

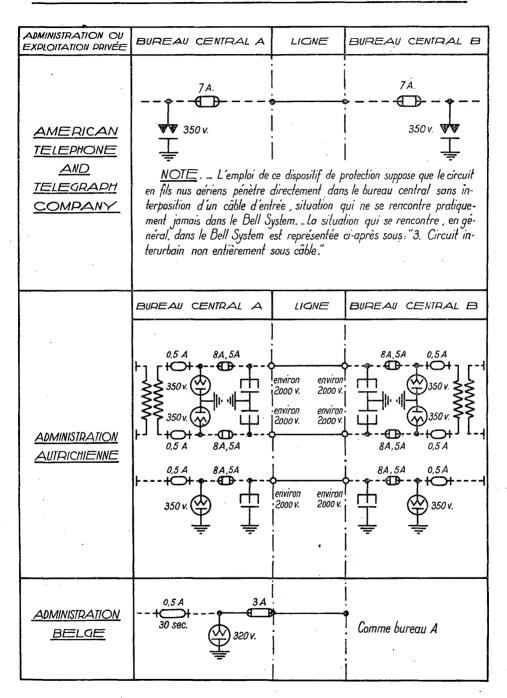
### 1 (suite). CIRCUIT INTERURBAIN EN CÂBLE SOUTERRAIN



### 1 (suite). CIRCUIT INTERURBAIN EN CÂBLE SOUTERRAIN

| ·  |        |       |
|--|--------|-------|
| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVEE   | BUREAU | LIGNE |
| <u>ADMINISTRATION</u><br>NÉERLANDAISE      |        |       |
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>PORTUGAISE</u> |        | •     |
| ADMINISTRATION<br>TCHÉCOSLOVAQUE           |        | ~~~   |
| ADMINISTRATION  DE L'U.R.S.S.              |        | ~~~   |

### 2. CIRCUIT INTERURBAIN EN FILS NUS AÉRIENS



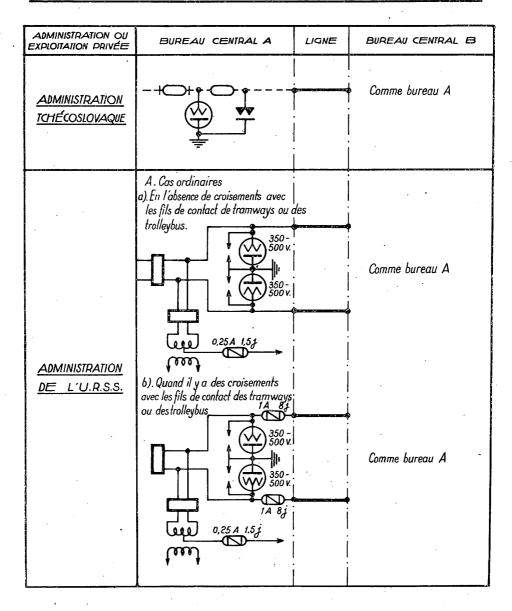
### 2 (suite). CIRCUIT INTERURBAIN EN FILS NUS AÉRIENS

| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVÉE | BUREAU CENTRAL A   | LIGNE                            | BUREAU CENTRAL B  |
|--|--|----------------------------------|---|
| <u>ADMINISTRATION</u><br>FRANCAISE       | 30 sec. 34   |                                  | Comme bureau A  |
| ADMINISTRATION BRITANNIQUE               | 0,5 A, 210 sec. 3 A 500-900 v.   |                                  | Comme bureau A  |
| ADMINISTRATION<br>HONGROISE              | 450-750 v.   |                                  | Comme bureau A  |
| <u>ADMINISTRATION</u><br>NORVÉGIENNE     | 0.5 A<br>45 sec.  350 v.  0.5 A<br>45 sec.  Aux endroits où l'expérience montre que satisfaisants, l'Administration norvégie | ces dispositifi<br>nne emploie d | Comme bureau A  de protection ne sont pas les dispositifs spéciaux. |

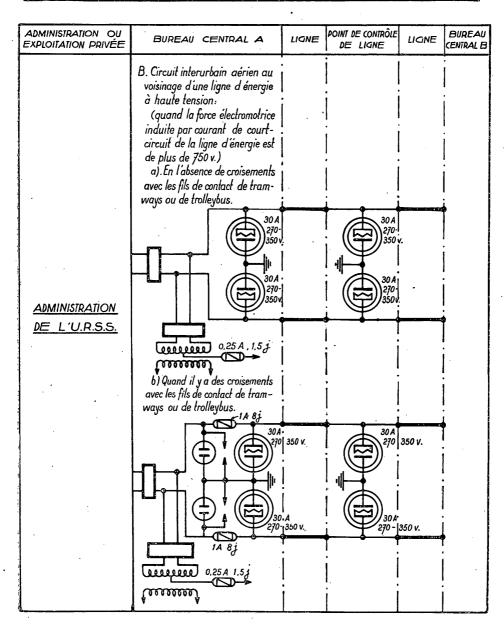
### 2 (suite). CIRCUIT INTERURBAIN EN FILS NUS AÉRIENS

| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVÉE     | BUREAU CENTRAL A   | LIGNE                         | BUREAU CENTRAL B   |
|--|--|-------------------------------|--|
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>NÉERLANDAISE</u> | 0,25 A  18 sec.  à néon 150 - 170 v.  NOTE _ L 'Administration néerle fils nus aériens par des ligne | andaise remp<br>s en câbles s | Comme bureau A  lace de plus en plus les lignes en outerrains. |
| ADMINISTRATION<br>PORTUGAISE                 | a) lignes ordinaires  - + + + + + + + + + + + + + + + + + +  | iques à cour                  | Comme bureau A<br>ants porteurs<br>Comme bureau A              |
| ·  |  | 350                           | ·  |

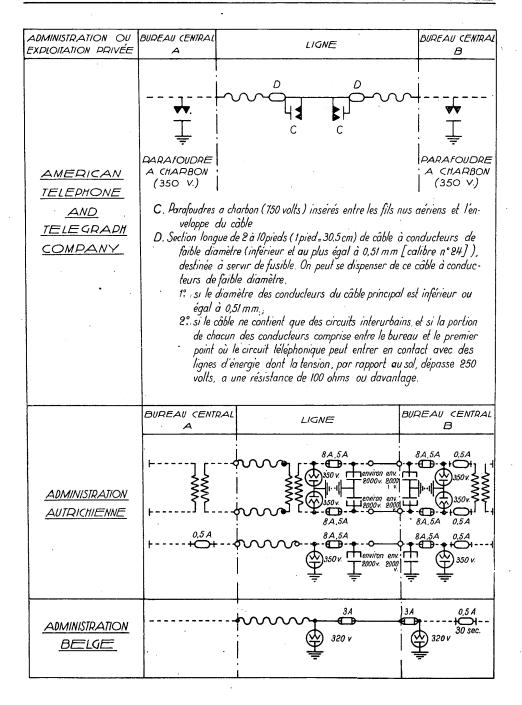
### 2 (suite). CIRCUIT INTERURBAIN EN FILS NUS AÉRIENS.



### 2 (suite et fin). CIRCUIT INTERURBAIN EN FILS NUS AÉRIENS



### 3. CIRCUIT INTERURBAIN NON ENTIÈREMENT SOUS CÂBLE



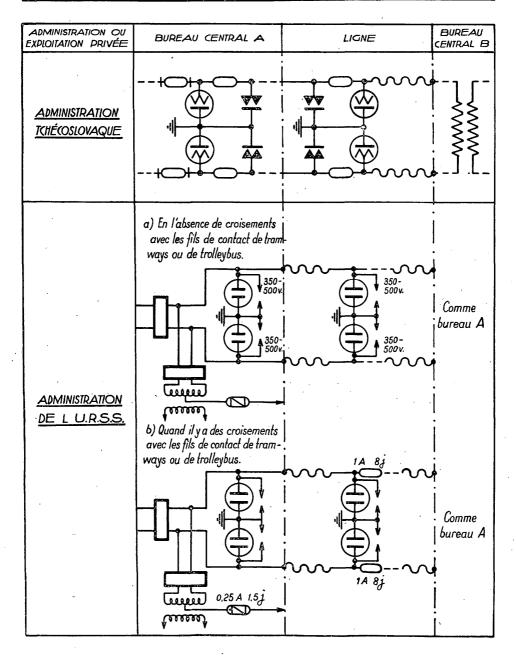
# 3 (suite). CIRCUIT INTERURBAIN NON ENTIÈREMENT SOUS CÂBLE

| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVÉE    | BUREAU CENTRAL A   | UGNE   | BUREAU CENTRAL B  |
|---|--|--|---|
| <u>ADMINISTRATION</u><br>FRANÇAISE          | 30 sec. 400 v.   | 10 A<br>400 V.   | Comme bureau A  |
| <u>ADMINISTRATION</u><br>BRITANNIQUE        | 0,5 A-210 sec. 3 A 500-900 v.   0,5 A-210 sec. 3 A 500-900 v.   0,5 A-210 sec. 3 A 500-900 v.   500-900 v. | portant, utilisé pour la té-<br>léphonie à fréquences voca-  | Comme bureau A  Bobine de fil de cuivre, isolé à la soie, et émaillé, enroulé directement sur un cylindre de laiton relié à la terre.  Comme bureau A |
| ADMINISTRATION<br>HONGROISE                 | Pas d'indications<br>spéciales   | 5 A<br>450 v.<br>(750 v.)  | Pas d'indications<br>spéciales  |
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>NORVÉGIENNE</u> | O.5 A 45 sec.  O.5 A 45 sec.  Aux endroits où l'expérie pas salisfaisants, l'Adminis                       | 350 v. 35 | 0.5 A<br>45 sec.<br>350 v.<br>0.5 A<br>45 sec.<br>positifs de protection ne sont<br>loie des dispositifs spéciaux.                                    |

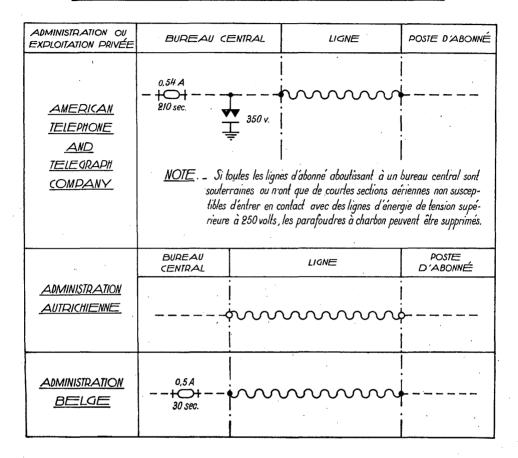
# 3 (suite) . CIRCUIT INTERURBAIN NON ENTIÈREMENT SOUS CÂBLE

| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVÉE | BUREAU CENTRAL<br>A   | LIGNE   | BUREAU CENTRAL<br>B                    |
|--|---|---|--|
| <u>ADMINISTRATION</u><br>NÉERLANDAISE    | 0,25 A<br>15 sec.   | 150-170 v. a néon   | Pas d'indications<br>spéciales         |
|  | NOTE L'Admin<br>lignes en fils nus aérie                                  | stration néerlandaise remplace<br>ns par des lignes en câbles soute                                     | de plus en plus les<br>errains.        |
|  | a) _ Installations téléph<br>0,5 A<br>- + ○ + → - 3 A<br>(*) ▼ 500-800 v. | oniques à batterie locale.  (*) 500-800 v.  | Comme bureau A<br>(sous a) ou sous c)) |
| ADMINISTRATION<br>PORTUGAISE             | b)_Installations téléph   | oniques semi-automatiques  (*)  500-800 v.  | Comme bureau A<br>(sous a) ou sous c)) |
|  | c)-Installations télépi<br>0,5 A<br>- + 10 sec +                          | (*) V 500-800 A   | Comme bureau A<br>(sous a) ou sous c)) |
|  | dangereuses, l'Admin  | ide lignes téléphoniques exposées<br>istration portugaise remplace les<br>afoudres à vide de 350 volts. | à des surtensions<br>parafoudres à     |

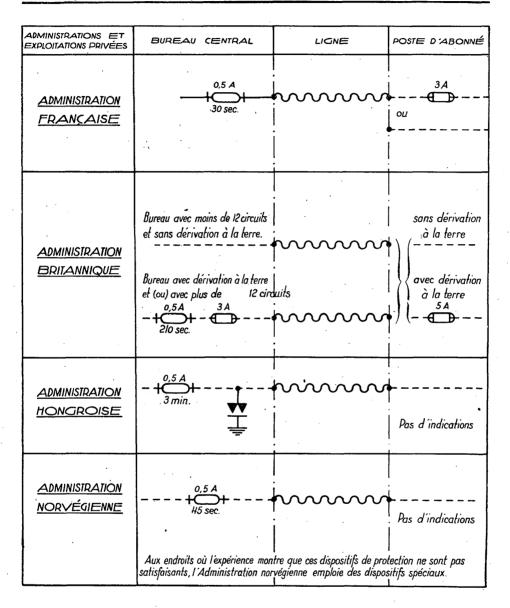
### 3 (suite et fin). CIRCUIT INTERURBAIN NON ENTIÈREMENT SOUS CÂBLE



# 4. LIGNE D'ABONNÉ EN CÂBLE SOUTERRAIN



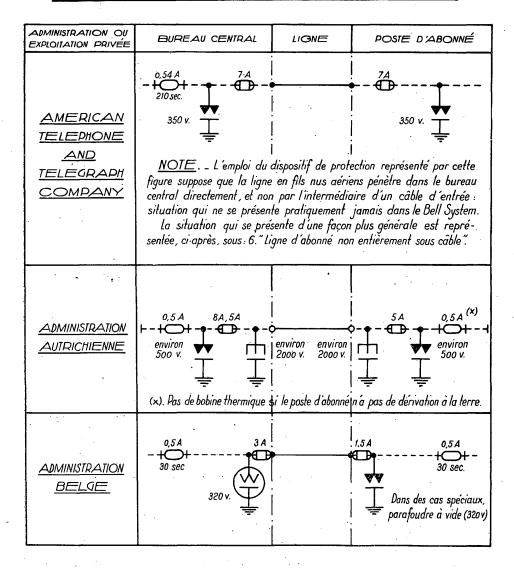
## 4 (suite). LIGNE D'ABONNÉ EN CÂBLE SOUTERRAIN.



# 4 (suite et fin). LIGNE - D'ABONNÉ EN CÂBLE SOUTERRAIN

| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVÉE | BUREAU CENTRAL  | LIGNE                            | POSTE D'ABONNÉ   |
|--|---|----------------------------------|--|
| ADMINISTRATION<br>NÉERLANDAISE           | O,25 A  O,25 A  15 sec.  NOTE . L'Administration placer un dispositif de prote en câble souterrain. | néerlandaise<br>ection sur une l | doute de la necessité de<br>ligne d'abonne entièrement |
|  | a) Installations téléphoniques  0,25 A 30 sec. 3 A 500-800 v.                                       | à batterie loca                  | le   |
| ADMINISTRATION<br>PORTUGAISE             | b) Installations téléphoniques  - 10.5 A 210 sec. 3 A 500-800 v.                                    | semi - automa                    | tiques   |
|  | c) Installations téléphoniques  | automatique                      | s<br>  |
| ADMINISTRATION TCHÉCOSLOVAQUE            | +   |                                  |  |
| ADMINISTRATION DE L'U.R.S.S.             | 0,25 A<br>- + ○ +   |                                  |  |

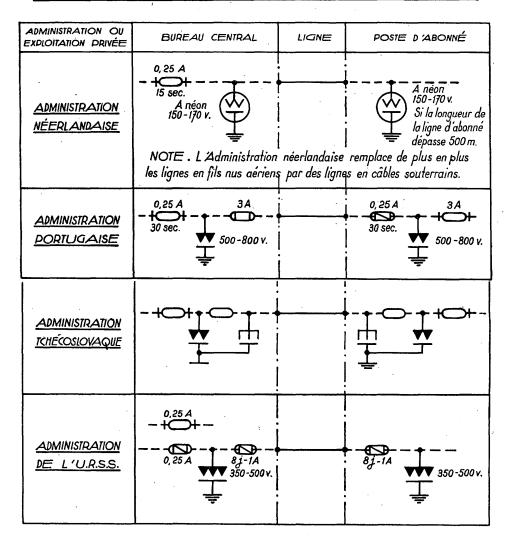
## 5 LIGNE D'ABONNÉ EN FILS NUS AÉRIENS



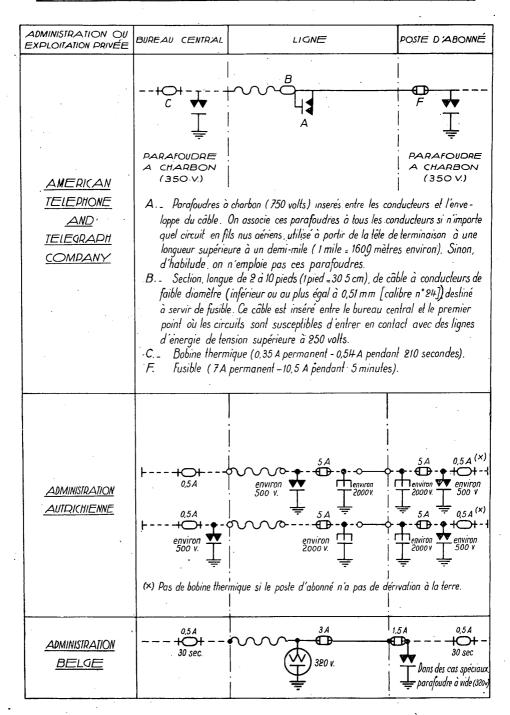
# 5 (suite). LIGNE D'ABONNÉ EN FILS NUS AÉRIENS

|   |  |  | T   |
|---|--|--|---|
| ADMINISTRATIONS OU<br>EXPLOITATIONS PRIVÉES | BUREAU CENTRAL   | LIGNE  | POSTE D'ABONNÉ  |
| <u>ADMINISTRATION</u><br>FRANÇAISE          | 0,5 A 3 A 30 sec. 500 v.  ou 0,5 A 3 A 400 A                 |  | 3 A<br>500 V.<br>□<br>0U<br>3 A<br>#00 V.   |
| ADMINISTRATION<br>BRITANNIQUE               | 0,5 A-210 sec. 3 A<br>500-900 v.                             |  | 5 A   |
| ADMINISTRATION<br>HONGROISE                 | 0.5 A<br>3 min. 450 v.)                                      |  | (a) 5A 0.2 A (b) ou 0.2 A (c) 0.2 A |
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>NORVÉGIENNE</u> | Aux endroits où l'expérienc<br>satisfaisants, l'Administrati | e montre que ces disposit<br>on Norvégienne emploie de | 700 v.  |

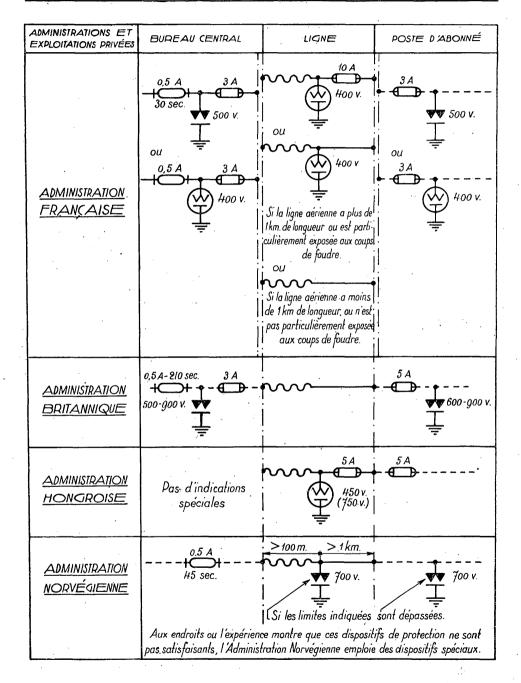
# 5 (suite et fin). LIGNE D'ABONNÉ EN FILS NUS AÉRIENS



## 6. LIGNE D'ABONNÉ NON ENTIÈREMENT SOUS CÂBLE.



## 6 (suite). LIGNE D'ABONNÉ NON ENTIÈREMENT SOUS CÂBLE



# 6 (suite et fin). LIGNE D'ABONNÉ NON ENTIÈREMENT SOUS CÂBLE

|  | <del></del>   | <del></del>   | <del></del>                                      |
|--|---|---|--|
| ADMINISTRATION OU<br>EXPLOITATION PRIVÉE       | BUREAU CENTRAL  | LIGNE   | POSTE D'ABONNÉ                                   |
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>NÉERLANDAISE</u>   |   | A néon<br>150-170 v.<br>istration néerlandaise remp<br>rériens par des lignes en co |  |
| ADMINISTRATION<br>PORTUGAISE                   | 0,25 A<br>30 sec. 3 A<br>500-<br>800v.                    | oniques à batterie locale.  3 A 500- 800 v.  niques semi-automatiques               | 0,25 A<br>3 A 30 sec.<br>500 -<br>800 v          |
|  | 0,5 A<br>210 sec. 3 A<br>500-<br>800 v.                   | 3 A<br>500-<br>800 v.   | 0,25 A<br>30 Sec.<br>500 -<br>800 v.             |
|  | c) Installations télépho                                  | oniques automatiques.  3 A 500- 800 v.  | 3A 30 sec.<br>500 -<br>800 v.                    |
|  | BUREAU CENTRAL  | LIGNE   | POSTE D'ABONNÉ                                   |
| <u>ADMINISTRATION</u><br><u>TCHÉCOSLOVAQUE</u> | +O+   |   |  |
| ADMINISTRATION  DE L'U.R.S.S.                  | 0,25 A 8j - 1A<br>≪ + → + → + → + → → → → → → → → → → → → | 8j - 1A<br>350-600 v.   | 8j - 1A<br>→ → → → → → → → → → → → → → → → → → → |

### DEUXIÈME PARTIE

### **DOCUMENTATION DIVERSE**

### DISPOSITIFS FACILITANT LA MAINTENANCE DES LIGNES DE TÉLÉCOMMUNICATION

### 1. Emploi de gaz sous pression dans les câbles

Renseignements communiqués par l'American Telephone and Telegraph Company

L'introduction (dans le Bell System aux-Etats Unis d'Amérique) de câbles interurbains remplis de gaz sous pression a commencé activement il y a quelque vingt ans, et a maintenant atteint le point où pratiquement 100% des longs câbles interurbains, comprenant à la fois les câbles aériens et souterrains, sont maintenus sous pression de gaz. Quelques-unes des caractéristiques les plus importantes de ce système et quelques-uns des résultats qu'il a permis d'obtenir pour la maintenance sont les suivants:

- 1. Type de gaz utilisé. On emploie exclusivement de l'azote sec, principalement parce qu'en n'importe quel lieu aux Etats-Unis d'Amérique, on peut s'en procurer sans délai, et à bas prix, parce qu'il est produit commercialement en grandes quantités pour des usages variés. On fait des expériences avec l'air sec pour certaines applications spéciales.
- 2. Pression du gaz. On maintient les câbles souterrains et sous-marins sous une pression de 9 livres anglaises par pouce carré (1 livre par pouce carré = 70,3 grammes par centimètre carré); et les câbles aériens sous une pression de 6 livres par pouce carré. La pression plus élevée employée pour les câbles souterrains et sous-marins est destinée à vaincre la pression hydrostatique à laquelle de tels câbles peuvent être soumis à cause de chambres de tirage inondées ou pour des raisons analogues. Une pression plus élevée est admissible dans ce cas parce qu'en raison des variations de température moins étendues qui se produisent il y a moins de chances que dans le cas des câbles aériens pour que cette pression elle-même cause des dommages à l'enveloppe du câble.
- 3. Sectionnement du câble sous pression de gaz. La longueur des sections dans lesquelles un câble est divisé pour l'application de gaz sous pression atteint en moyenne actuellement environ 10 miles (1 mile = 1609 mètres); mais

il y a une tendance à accroître cette longueur, peut-être jusqu'à 25 miles ou davantage. Chacune de ces sections est bouchée à ses deux extrémités pour empêcher l'écoulement de gaz d'une section vers une autre. Dans le cas de câbles ordinaires, les bouchons sont faits sur le chantier en imprégnant l'âme du câble de cire et d'un compound d'asphalte. Dans le cas de câbles à paires coaxiales, des bouchons faits en usine sont nécessaires. Mise à part cette question des bouchons, l'introduction de câbles à paires coaxiales n'a pas modifié d'une façon appréciable la construction du système à gaz sous pression. La raison pour sectionner les câbles d'une telle façon est double :

- a) cela évite d'avoir à remplir à nouveau de gaz une grande longueur de l'enveloppe du câble après que le gaz s'est échappé par une ouverture.
- b) pour la localisation des dérangements, cela empêche un défaut d'en masquer un autre qui peut se produire à peu près au même moment.
- 4. Contacteurs et valves. Des contacteurs, faits pour fonctionner quand la pression tombe à 3 livres par pouce carré en-dessous de la valeur normale et pour envoyer un signal d'alarme sur une paire de conducteurs d'alarme vers un bureau téléphonique adjacent, sont placés à des intervalles d'environ 2 miles. Des valves pour les mesures de la pression sont placées à des intervalles d'environ 3000 pieds (1 pied = 30,48 centimètres). Des mesures de résistance sur la paire de conducteurs d'alarme indiquent l'emplacement de celui des contacteurs qui fonctionne; des mesures de pression faites aux valves voisines de ce contacteur permettent de déterminer le gradient de pression le long de l'enveloppe du câble, et par suite de localiser avec précision le défaut de l'enveloppe. D'ordinaire, on n'a pas à réparer immédiatement de tels défauts. Dans la plupart des cas, la pression du gaz empêchera efficacement l'entrée de l'humidité assez longtemps pour rendre pratique la méthode qui consiste à ne réparer ces défauts que pendant les heures normales de travail, et peut même permettre de différer l'exécution d'un tel travail de toute une fin de semaine.
- 5. Applications spéciales. D'ordinaire, on emploie des bouteilles de gaz pour amener les sections du câble à la pression convenable, et ensuite on les enlève. Il y a eu des cas de défauts sur des câbles sous-marins où on a laissé une bouteille branchée à chaque extrémité jusqu'à ce que le défaut ait été réparé, ce qui permet au câble de rester sec dans les conditions de pression hydrostatique relativement élevée que l'on rencontre dans ce cas, et pendant l'intervalle de temps relativement long nécessaire pour réparer de tels défauts. Cette méthode a quelquefois été appliquée à des câbles qui n'étaient pas normalement maintenus sous pression.

Résultats obtenus. — Les résultats obtenus en maintenant les câbles sous pression dans le Bell System peuvent être mesurés de diverses façons et évalués comme il suit :

1. Le nombre de défauts sur une paire de conducteurs par 100 miles de longueur de câble et par an diminue régulièrement à mesure qu'on maintient sous pression un plus grand nombre de câbles. L'expérience acquise sur une grande partie du réseau des câbles interurbains montre que le fait de passer d'une situation où aucun câble n'est sous pression à une situation où tous les

câbles sont sous pression a eu pour résultat une réduction de 87,5 % dans le nombre de ces défauts.

- 2. Comme le montre l'alinéa 1 ci-dessus, la pression de gaz contribue d'une façon considérable à la sécurité et à la continuité du service. On a dit que, sans l'emploi de gaz sous pression, il n'aurait pas été possible de faire face avec succès aux charges de trafic des années de guerre, et même d'aujourd'hui.
- 3. Les frais de maintenance des câbles sous pression de gaz semblent peu différents des frais de maintenance des câbles qui ne sont pas maintenus sous pression. Les considérations qui tendent à réduire la dépense due au gaz sous pression sont les suivantes :
  - a) Les défauts dans les câbles sans gaz sous pression exigent fréquemment du travail de nuit et des heures supplémentaires pour leur réparation, tandis que le câble sous pression a généralement une réserve de gaz suffisante pour le protéger jusqu'à ce qu'on puisse réparer le défaut pendant les heures normales de travail.
  - b) Avec le gaz sous pression, les défauts dus à la rupture de l'enveloppe du câble sont décelés aussitôt qu'ils se produisent. Sans l'indication et la protection données par la pression de gaz, quelques-unes de ces ruptures seraient un danger pour le service téléphonique et pourraient conduire à des défauts d'une grande étendue sur les paires de conducteurs, dont la réparation demanderait beaucoup plus de temps et de dépenses, et qui, dans beaucoup de cas, conduiraient au remplacement de longueurs de câbles qui autrement auraient pu être réparées.

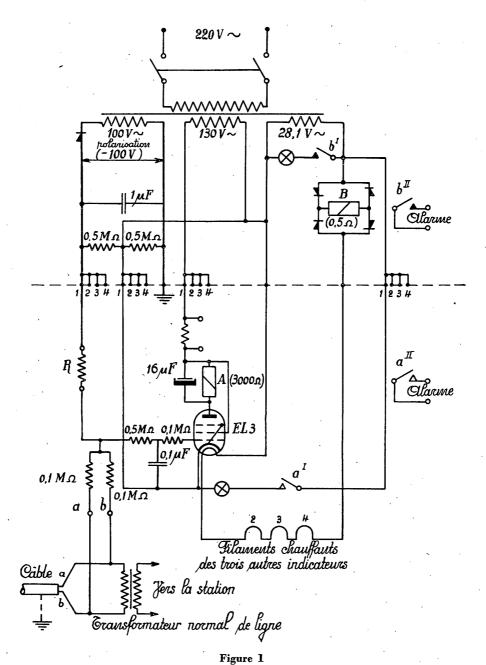
Remarque. — Des indications plus détaillées sont fournies dans l'article : « Gas pressure for telephone cables » par R. G. Giese, American Institute of Electrical Engineers' Technical Paper 47-77, décembre 1946.

### 2. Dispositifs de vérification permanente de l'isolement

### A. — Dispositif utilisé par l'Administration danoise des téléphones

En haut de la figure 1 ci-après est représenté un dispositif d'alimentation auquel on peut relier jusqu'à quatre indicateurs d'isolement proprement dits.

Chacun des quatre indicateurs, dont un est représenté sur la figure 1, se compose d'un tube à vide, dont la grille-écran est alimentée directement sous une tension de 130 volts alternatifs et dont l'anode, à travers un relais A, est également alimentée sous une tension de 130 volts alternatifs. La cathode est polarisée négativement (sous un potentiel de -50 volts environ par rapport à la terre). Si la résistance d'isolement entre les deux conducteurs a et b surveillés et la terre est grande par rapport à la résistance R, la grille du tube sera à un potentiel de -100 volts environ par rapport à la terre et par suite de -50 volts environ par rapport à la cathode. Avec cette tension de polarisation fortement négative, le tube ne laissera passer aucun courant cathodique, et, pour un bon isolement normal des conducteurs, le relais A n'attirera donc pas son armature.



Dispositif de vérification permanente de l'isolement utilisé au Danemark

Si l'isolement des conducteurs est moins élevé, la tension de polarisation de la grille du tube devient moins négative et lorsque la résistance d'isolement aura atteint une valeur voisine de la valeur de la résistance R, il y aura dans le tube un courant anodique qui fera fonctionner le relais A. Si le relais fonctionne un peu « trop tôt », c'est-à-dire pour une résistance d'isolement des conducteurs un peu plus élevée que R, on peut diminuer dans une certaine mesure la résistance de 0,5 mégohm qui fait partie du potentiomètre auquel est appliquée la tension continue de 100 volts (on monte par exemple en dérivation sur cette résistance de 0,5 mégohm une résistance de 2 mégohms environ). On peut ainsi, une fois pour toutes, régler l'indicateur pour qu'il avertisse assez précisément pour la valeur convenable de la résistance d'isolement. Une résistance limiteuse de 0,1 mégohm dans le circuit de grille a pour effet que les courants d'anode et de grille-écran ne dépassent pas une certaine valeur (dans le tube EL3 le courant d'anode est inférieur ou au plus égal à 18 milliampères environ; le relais fonctionne avec un courant de 5 milliampères environ), même si les conducteurs a et b sont mis à la terre directement. Un filtre de grille formé d'une résistance de 0,5 mégohm et d'un condensateur de 0,1 microfarad garantit que des tensions alternatives éventuelles provenant des conducteurs ne produisent pas des alarmes intempestives. Le condensateur électrolytique de 16 microfarads en dérivation sur le relais A absorbe les ondulations du courant dans le relais, dans les éas d'alarme due à un isolement défectueux.

Une des particularité du montage est qu'on applique des tensions alternatives non redressées à la grille-écran et à l'anode. Ainsi l'on profite de l'effet de redressement propre au tube, en économisant de cette manière un redresseur anodique spécial. La charge du redresseur de tension de grille est extrêmement faible, et par suite on peut utiliser un redresseur débitant un courant très faible. En cas de défaillance du redresseur de tension de grille, le relais A en avertit. Le courant de chauffage est contrôlé par le relais B, qui surveille à la fois les quatre tubes des indicateurs d'isolement, les filaments de ceux-ci étant reliés en série. Comme les tubes d'indicateur ne présentent un courant cathodique qu'au cas où il se produit des défauts d'isolement, ils peuvent maintenir leur émission électronique pendant un temps très prolongé. Le courant cathodique peut être contrôlé par une résistance en dérivation destinée à cet usage, tout comme la tension engendrée par le redresseur de tension de grille peut être contrôlée avec un milliampèremètre et des boîtes de résistance additionnelles destinées à cet usage.

On peut régler l'indicateur de façon à fonctionner pour différentes résistances d'isolement en remplaçant la résistance R. Des valeurs convenables de R seront de 100 mégohms et au-dessous. On peut éventuellement intercaler deux ou plusieurs indicateurs sur différentes paires de conducteurs du même câble, ces indicateurs fonctionnant chacun pour sa résistance d'isolement, de sorte qu'on soit averti en temps utile du début d'un défaut et de la vitesse de croissance de ce défaut.

Comme il est indiqué sur la figure 1, les conducteurs a et b peuvent être utilisés de la façon ordinaire pour l'exploitation téléphonique. On peut même utiliser le circuit fantôme, pourvu que celui-ci soit commuté à la station par un transformateur de ligne normal. Toutefois, on ne peut pas inclure les conducteurs de circuits téléphoniques, plus ou moins mis à la terre, dans les conducteurs utilisés pour le contrôle.

### B. — Dispositif utilisé aux Etats-Unis d'Amérique par l'American Telephone and Telegraph Company

Le système d'alarme reposant sur l'emploi de gaz sous pression, décrit ci-dessus sous 1°, donne une vérification permanente des conditions susceptibles d'abaisser l'isolement des câbles, et fait qu'on ne juge pas nécessaire aux Etats-Unis d'Amérique d'employer, dans les câbles interurbains, des dispositifs d'alarme indiquant que la résistance d'isolement d'une paire du câble est devenue trop faible. Toutefois, on emploie sur les câbles urbains pour lignes auxiliaires (exchange plant) de tels dispositifs, dont une brève description figure ci-après.

- a) Ce dispositif comprend essentiellement un relais, dont un enroulement est relié à une extrémité à un ou plusieurs conducteurs disponibles (fils pilotes) du câble, et à l'autre extrémité, à travers un réseau réglable formé de résistances, à une batterie mise à la terre. Le relais fonctionne quand le courant qui le traverse atteint une certaine valeur (prédéterminée d'après la valeur particulière d'isolement pour laquelle on désire recevoir une alarme); ce relais à son tour commande un système de relais en chaîne pour donner un signal d'alarme à l'endroit désiré. Dans le cas des petits câbles, ce dispositif est connecté en permanence à des fils pilotes, dont le nombre peut varier de un à huit. Dans le cas d'installations plus importantes, ce dispositif est automatiquement connecté tour à tour à un certain nombre de groupes, comprenant chacun de un à huit fils pilotes, chacun de ces groupes étant essayé environ une fois toutes les dix minutes.
- b) Un dispositif employant un tube à atmosphère gazeuse, fonctionnant en détecteur par la cathode (qui s'amorce quand la résistance d'isolement s'abaisse à une certaine valeur) sert à essayer les lignes d'abonnés, en particulier au point de vue de leur baisse d'isolement par temps humide. Ce n'est pas un dispositif de vérification permanente de l'isolement, mais plutôt un dispositif qui permet d'essayer rapidement les lignes d'abonnés aboutissant à un bureau central donné. A la différence du dispositif de vérification permanente de l'isolement décrit ci-dessus sous (a), ce dispositif d'essai par temps humide est appliqué à des lignes en exploitation, mais avec un montage tel que l'appareil fasse un test d'occupation et franchisse sans s'y arrêter toute ligne d'abonné trouvée occupée.

# C. — Dispositif utilisé par l'Administration française des téléphones dans le réseau des câbles à grande distance

Ce dispositif est destiné à signaler par le déclenchement d'une alarme sonore et lumineuse la baisse de l'isolement d'un câble au-dessous d'une valeur donnée.

Il comprend essentiellement un potentiomètre (1) alimenté par la batterie à haute tension de la station, et une prise réglable qui permet de mettre sous tension le câble (2) par les points milieu des translateurs pour circuits fantômes du côté de la ligne, comme dans les autres dispositifs analogues (voir la figure 2).

Le câble est mis sous tension au travers d'une résistance (3) réglable et de grande valeur (1 à 10 mégohms). Les courants de fuite du câble donnent lieu, dans la résistance (3), à une chute de tension qui est appliquée au condensateur

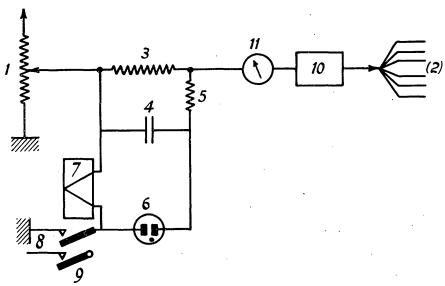


Figure 2

Dispositif de vérification permanente de l'isolement utilisé en France

(4) en série avec la résistance (5), cette résistance (5) ayant pour but de rendre variable la constante de temps de l'ensemble.

Enfin, en dérivation sur le condensateur, un relais (7) et un tube à décharge (6) sont placés en série.

Le relais a un contact de collage et les autres armatures servent à actionner les diverses signalisations.

Le fonctionnement est le suivant : Lorsque le câble est en bon état d'isolement, la tension qui apparaît aux bornes du condensateur (4) est inférieure à la tension d'amorçage du tube à décharge.

Si l'isolement du câble vient à baisser, le courant à travers (3) augmente et la tension aux bornes de (4) augmente. Si cette tension devient supérieure à la tension d'amorçage du tube à décharge, celui-ci s'amorce, et le condensateur (4) se décharge au travers du relais (7) qui fonctionne, prend un collage et actionne la signalisation.

Un dispositif (10) de filtrage réduit les perturbations dues aux tensions industrielles induites, tandis qu'un instrument indicateur (11) renseigne à tout instant sur le courant permanent dans le câble, donc sur son isolement.

### D. — Dispositifs utilisés par l'Administration britannique des téléphones

A l'heure actuelle en Grande-Bretagne on surveille la résistance d'isolement des câbles surtout par des mesures périodiques de maintenance effectuées sur des paires choisies dans ce but, la périodicité de telles mesures dépendant dans chaque cas particulier de la catégorie du câble considéré et du fait qu'il se termine dans une station de répéteurs surveillée (attended station) ou télésurveillée (unattended station). C'est seulement dans quelques cas que l'isolement est surveillé par des dispositifs automatiques.

Les statistiques sur les dérangements de câbles établies pour le réseau de câbles national britannique montrent que, sur l'ensemble des défauts provenant de l'enveloppe du câble, la proportion de ces défauts qui ne sont pas décelés par des procédés techniques et qui affectent l'exploitation est, en général, plutôt élevée, et particulièrement quand les mesures périodiques n'ont pas lieu plus d'une fois par semaine. C'est pourquoi l'Administration britannique examine la possibilité d'étendre l'emploi de dispositifs automatiques de vérification de l'isolement des câbles (automatic cable watchers). On donne ci-après de brèves descriptions des dispositifs de vérification permanente de l'isolement des câbles qui ont été utilisés à titre d'expérience et sur une base limitée, ainsi que les grandes lignes de la spécification d'un dispositif de vérification permanente de l'isolement que l'on espère mettre au point pour être employé d'une façon générale.

On estime que, pour être réellement avantageux, les dispositifs de vérification permanente de l'isolement des câbles doivent vérifier une portion aussi grande que possible de l'aire de la section droite du câble, et en tout cas au moins 10% de cette aire. On s'efforcerait autant que possible d'effectuer ces vérifications sur des circuits fantômes et superfantômes; cependant l'emploi de dispositifs de vérification permanente de l'isolement des câbles signifierait probablement que la signalisation en courant continu serait impossible sur les circuits correspondant à 10% des paires d'un câble.

Dispositif de vérification permanente de l'isolement employé sur des câbles à paires coaxiales. — On utilise en Grande-Bretagne un dispositif de vérification permanente de l'isolement pour surveiller l'isolement de câbles composites à paires coaxiales; ce dispositif est relié à une des paires de service (control pairs), isolées au papier, dans la station directrice extrême.

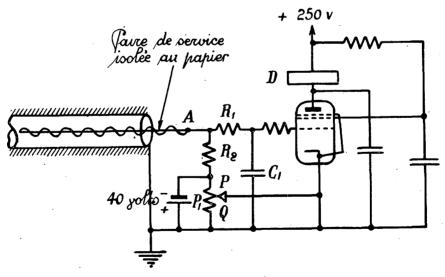


Figure 3

Dispositif de vérification permanente de l'isolement employé en Grande-Bretagne sur des câbles à paires coaxiales

On comprendra le fonctionnement de ce dispositif d'après le schéma de la figure 3. Au début, la paire du câble étant débranchée au point A, on règle le potentiomètre  $P_1$  de telle façon que la tension de polarisation négative produite par le courant qui traverse la partie P de ce potentiomètre réduise le courant d'anode du tube à vide jusqu'à une très faible valeur. Quand la résistance d'isolement du câble baisse, le courant de fuite qui traverse la résistance  $R_2$ , de valeur élevée, produit une tension de polarisation de grille positive qui s'oppose à la tension négative précitée, et si la résistance d'isolement s'abaisse jusqu'à une valeur d'environ 50 mégohms la tension de polarisation résultante appliquée à la grille du tube à vide permettra le passage d'un courant d'anode suffisant pour faire fonctionner le relais D et donner l'alarme.

L'appareil est réglé de façon à distinguer une résistance d'isolement de 50 mégohms, qui produira une alarme, d'une résistance d'isolement de 100 mégohms, qui ne produira pas d'alarme.

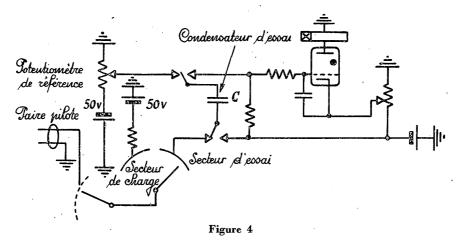
La résistance  $R_1$  et le condensateur  $C_1$  constituent un circuit retardateur, ayant une constante de temps d'environ 2 minutes, qui diminue l'effet de l'induction.

Le fonctionnement du dispositif de vérification permanente de l'isolement lui-même est satisfaisant; mais s'il est appliqué à une paire en câble de très grande longueur, la résistance normale d'isolement de cette paire est malheureusement si faible qu'elle masque les premières phases de l'apparition d'un défaut.

Dispositif de vérification permanente de l'isolement pour câbles à 24 paires de conducteurs pesant 40 livres par mile (diamètre 1,27 mm) exploitées avec des systèmes téléphoniques à courants porteurs. — Il n'y a pas de dispositif de vérification permanente de l'isolement employé d'une façon générale sur les câbles à paires symétriques exploitées avec des systèmes à courants porteurs, mais on a fait des expériences en service sur un type ancien du dispositif de vérification permanente de l'isolement d'un câble à paires coaxiales décrit ci-dessus. Dans ces expériences un long circuit en câble, formé en joignant l'une à la suite de l'autre, dans des stations de répéteurs intermédiaires, des paires disponibles du câble, était relié au dispositif de vérification permanente de l'isolement. Les résultats obtenus, et les limites d'emploi de l'appareil, étaient analogues à ceux que l'on avait obtenus avec le dispositif de vérification permanente de l'isolement d'un câble à paires coaxiales.

Dispositifs de vérification de l'isolement pour câbles contenant des circuits à fréquences vocales. — Il n'y a pas de dispositif de vérification permanente de l'isolement employé d'une façon générale sur les câbles principaux du réseau interurbain contenant des circuits à iréquences vocales, mais un dispositif d'essais systématiques de câbles pour lignes auxiliaires (junction cable routiner) a été employé dans un centre de commutation intermédiaire (tandem switching centre) depuis environ dix ans et a procuré un service sûr.

Le schéma de fonctionnement de ce dispositif d'essais, représenté par la figure 4, est le suivant. Une paire pilote est chargée sous une certaine tension, comme un condensateur, puis on la laisse se décharger pendant un temps prédéterminé, au cours duquel sa tension diminue d'une quantité dépendant de son isolement. La différence entre la tension finale et une tension de référence V



Dispositif d'essais systématiques d'isolement pour câbles auxiliaires employé en Grande-Bretagnie

est utilisée pour charger un petit condensateur C et est ensuite appliquée à la grille d'un petit tube redresseur à atmosphère d'argon et à commande par la gr'ille. Si une tension positive suffisamment élevée a été appliquée à ce condensateur, ce qui correspond à une valeur élevée de la résistance d'isolement du câble, le redresseur fonctionne et le dispositif d'essais systématiques fait un pas pour essayer la paire suivante. Si c'est une tension négative, ou une tension positive mais trop faible, correspondant à une faible valeur de la résistance d'isolement du câble, qui a été prélevée aux bornes du condensateur C, le dispositif d'essais systématiques s'arrête et donne l'alarme.

La durée de décharge (à travers sa propre résistance d'isolement) d'un câble qui a reçu une charge électrique dépend de sa longueur aussi bien que de la valeur de cette résistance d'isolement; aussi a-t-on prévu des dispositions pour permettre, quand on règle l'appareil, de fixer la durée de décharge de chaque paire pilote d'après sa capacité totale, c'est-à-dire en raison directe de sa longueur. On dispose aussi d'autres possibilités, de sorte que le dispositif d'essais systématiques peut rechercher des défauts ayant une résistance, soit de valeur fixe (100 ou 200 mégohms), soit équivalente à une résistance d'isolement de 100 mégohms par mile.

Le système d'exploration (avec sélecteurs à un seul mouvement) utilisé a une capacité suffisante pour permettre d'essayer tour à tour chaque paire sur un total de 196 câbles. Le dispositif d'essais systématiques fonctionne en permanence et l'ensemble de toutes les paires de conducteurs des câbles considérés est essayé environ trois fois par jour.

Spécification sommaire d'appareils automatiques pour l'essai de l'isolement des câbles. — 1° L'appareil devrait être assez sensible et assez indifférent aux effets d'induction provenant de sources extérieures pour permettre de déceler des défauts d'isolement sur un câble au moment où ils commencent à se produire, par exemple un défaut ayant une résistance de 500 mégohms sur un câble qui a une résistance d'isolement moyenne de 10000 mégohms par mile.

- 2º L'appareil devrait essayer en permanence les paires ou les conducteurs choisis dans le câble.
- 3º La longueur de câble essayée devrait être égale à la plus grande des deux valeurs suivantes: environ 10 miles (1 mile = environ 1609 m) ou la longueur d'une section d'amplification.
- 4º Les essais devraient porter sur au moins 10% des paires du câble, par exemple sur douze circuits fantômes ou superfantômes qui devraient être essayés simultanément et indépendamment l'un de l'autre.
  - 5º La tension d'essai ne devrait pas dépasser 120 volts.
- 6º L'appareil devrait être de petites dimensions et d'une forme normalisée convenant à son montage sur le répartiteur principal, ou sur le bâti des têtes de câbles (cable terminating bay), ou à proximité de ces organes.
- 7º L'appareil peut être construit en vue d'essayer, soit l'isolement entre un conducteur et la terre, soit l'isolement entre conducteurs.

# E. — Dispositifs de vérification permanente de l'isolement utilisés par l'Administration suédoise des téléphones

Pour la vérification de l'isolement des conducteurs de câble, on a recours en Suède à des procédés manuels aussi bien qu'à des procédés automatiques. Une description des méthodes utilisées est fournie ci-dessous.

Surveillance manuelle de l'isolement. — A l'origine, on ne se servait que du montage simple représenté sur la figure 5 ci-dessous. A cause des perturbations se produisant dans les câbles utilisés pour le trafic, il est toutefois souvent difficile d'obtenir par cette méthode des valeurs sûres dans un délai raisonnable. Même en ne faisant usage, pour les mesures de maintenance sur les câbles à longue distance, que de galvanomètres à aiguille relativement peu sensibles, on était gêné par les perturbations. Il arrivait même qu'il fallait choisir les heures de nuit pour les mesures à effectuer dans une station de répéteurs à proximité de laquelle se produisaient de forts courants vagabonds provenant d'un réseau de tramways et s'orientant vers l'enveloppe du câble.

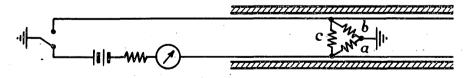


Figure 5

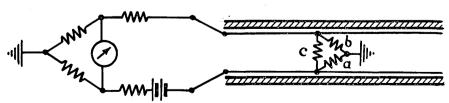
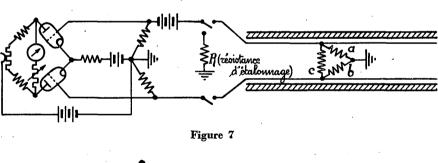


Figure 6

Dans les cas où les mesures de l'isolement nécessitaient l'emploi d'instruments à index lumineux, il devint nécessaire de réduire l'influence des perturbations sur les mesures. Un montage s'adaptant à cette fin fut indiqué par S. Janson: ce montage est reproduit sur la figure 6 ci-contre. Dans le cas, se présentant dans la pratique, où les résistances d'isolement sont grandes par rapport aux autres résistances insérées, le rapport entre la tension de mesure et le courant qui traverse le galvanomètre est : 2 ac/(2a+c), si la batterie de mesure est supposée insérée dans la branche a (notations conformes aux indications de la figure 6).

L'expression obtenue ne contient pas la résistance d'isolement b du fil b. Comme, dans la pratique, c est généralement beaucoup plus grand que a et b, l'expression ci-dessus se simplifie et devient égale à 2 a. Si donc la tension de mesure est divisée par le double de la déviation du galvanomètre, on obtient la même valeur de l'isolement du fil  $\alpha$  que selon la méthode représentée par la figure 5. Cela est suffisamment exact dans les cas pratiques, où l'on ne s'intéresse, naturellement, qu'à l'ordre de grandeur des résistances d'isolement.

Actuellement, on tend de plus en plus à remplacer, par des montages à tubes électroniques, les galvanomètres très sensibles toujours utilisés antérieurement dans les mesures d'isolement importantes effectuées sur les câbles téléphoniques. La figure 7 ci-après montre un tel montage à tubes électroniques utilisé en Suède, dans lequel, comme on le voit, les perturbations sont éliminées. Ce montage ainsi que les instruments de mesure utilisés sont le résultat d'une collaboration réalisée entre l'Administration suédoise des téléphones et la Svenska Elektriska A. B. Philips.



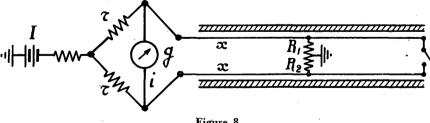


Figure 8

Finalement, il convient de mentionner qu'un montage indiqué par W. Hector (figure 8 ci-dessus) peut être utilisé pour une vérification d'isolement subjective mais très sûre d'après ce qu'indique l'expérience acquise en exploitation. Cette méthode de mesure est basée sur l'hypothèse que le rapport entre les résistances de fuite des deux fils d'une paire de câble téléphonique endommagé par l'humidité s'écarte de plus en plus de la valeur 1 à mesure que l'isolement de la paire est réduit, à condition que cette résistance d'isolement soit encore de l'ordre de grandeur du mégohm ou davantage.

Le principe de cette mesure est le suivant :

Soient :  $R_1$  la résistance d'isolement, à l'endroit d'un défaut, entre le fil 1 d'une paire et la terre,

R<sub>2</sub> la résistance d'isolement, au même endroit, entre le fil 2 de la même paire ét la terre,

x la résistance de chacun de ces fils, comprise entre leur point de connexion au pont et l'emplacement du défaut,

r la résistance des bras de pont,

g la résistance du galvanomètre,

I le courant total entrant dans le pont,

i le courant passant dans le galvanomètre.

On a, en toute rigueur:

$$i = I \frac{(R_2 + x) r - (R_1 + x) r}{2r (R_1 + R_2 + 2x) + g (R_1 + R_2 + 2r + 2x)}$$

Comme 2r et 2x sont très petits devant  $R_1$  et  $R_2$ , il vient plus simplement:

$$i \approx I \; rac{r}{2 \, r + g} \; \cdot \; rac{\mathrm{R_2} - \mathrm{R_1}}{\mathrm{R_2} + \mathrm{R_1}}$$

D'autre part, on peut remarquer que, lorsqu'on utilise toujours la même source, la valeur du courant total I est pratiquement déterminée par la résistance

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

constituée par le groupement en parallèle de R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, car la résistance des autres éléments du montage est petite par rapport à celle des défauts d'isolement.

Une valeur de *i* différente de zéro, constatée par la déviation du galvanomètre *g*, indique que l'isolement de la paire de conducteurs considérée a diminué.

Le montage éliminant les perturbations ne s'adapte pas seulement à la vérification, d'après la méthode de Hector, de l'isolement des câbles, mais il permet même d'y découvrir des détériorations causées par l'humidité, même si l'isolement à l'endroit du défaut est sensiblement plus élevé que l'isolement du câble lorsque celui-ci est en bon état de fonctionnement.

Surveillance automatique de l'isolement. — Cette surveillance s'effectue à l'aide d'indicateurs d'isolement contenant des lampes luminescentes ou des tubes électroniques. Dans les deux cas l'indicateur est connecté à l'une des extrémités du câble avec des fils libres ou avec des circuits superfantômes, lorsqu'il y a peu de réserves disponibles dans le câble. Dans les grandes installations chaque indicateur est vérifié chaque jour à une heure quelconque, non connue du personnel de la station où l'indicateur est installé. Une station avoisinante insère simultanément une résistance entre le sol et les conducteurs du câble connectés à l'indicateur. Pendant ces dernières années, on s'est efforcé d'améliorer la construction des indicateurs de manière à les rendre moins sensibles aux perturbations.

### 3. Mesures de protection contre les coups de foudre

Les dispositions à prendre pour la protection des câbles de télécommunication contre la foudre sont résumées ci-après.

Les dommages causés par la foudre dans certains pays sont une source très importante de dérangements dans les câbles interurbains souterrains. La foudre endommage aussi les câbles interurbains aériens, mais dans ce cas, il est beaucoup plus facile de localiser et de réparer les dérangements que dans le cas des câbles souterrains.

Les dégâts qui résultent des coups de foudre tombant sur les câbles ou dans leur voisinage consistent :

1° en perforations de l'enveloppe, un même coup de foudre étant susceptible de provoquer plusieurs défauts répartis sur de grandes longueurs (plusieurs kilomètres).

2º en écrasements de l'enveloppe (denting) qui, dans le cas des câbles à paires coaxiales, entraînent des déformations de ces paires et, par suite, des modifications localisées de l'impédance caractéristique, d'où résultent des défauts de transmission dont l'influence est particulièrement sensible lorsque ces paires servent à constituer des circuits de télévision. De tels défauts peuvent rendre impropres à la télévision les paires qui en sont affectées.

3º en ruptures ou court-circuit de conducteurs, et détériorations de l'isolant, dues à la production d'arcs électriques à l'intérieur de l'enveloppe.

La gravité de ces dommages justifie donc une étude attentive des dispositions à prendre pour la pose des câbles dans les régions exposées à la foudre, surtout dans le cas de câbles souterrains, lorsque le sol présente une grande résistivité. Dans l'état actuel des recherches, on pourra s'inspirer des indications suivantes:

### 1º Choix du tracé du câble. — Il convient :

- a) de demander aux services météorologiques tous les renseignements qu'ils peuvent fournir sur le nombre de jours d'orages par an (courbes isokérauniques) et sur le nombre moyen de coups de foudre par jour d'orage.
- b) de consulter les études qui ont été faites sur les régions de prédilection de la foudre, les conditions de cette prédilection paraissant dépendre des discontinuités de la constitution géologique du sol ainsi que de l'ionisation de l'air;
- c) de compléter les études de piquetage habituelles, en vue de la pose des câbles interurbains, par des études de la résistivité du sol à diverses profondeurs.

#### 2º Construction du câble.

On pourra augmenter la tension de claquage de l'isolant placé entre l'âme et l'enveloppe du câble. A titre d'indication, il semble que, dans certains cas, pour des câbles terrestres, on ait obtenu des résultats satisfaisants quand la tension de claquage de l'isolant est celle qui correspond à une tension d'essai égale ou supérieure à 2500 volts. Pour des tronçons de câbles posés en des

endroits ou l'exécution de réparations serait difficile (traversées fluviales, marais, ponts, endroits peu accessibles, etc.), il y a intérêt à adopter un isolement plus résistant au claquage (correspondant, par exemple, à une tension d'essai de 10 000 volts) afin que les défauts ne se produisent pas dans ces tronçons, mais plutôt en d'autres parties du câble.

On devra veiller à ce que, aux points spéciaux, tels que épissures, raccordements, etc., la rigidité diélectrique (résistance à la disruption) soit aussi bonne qu'en ligne courante.

### 3º Protections spéciales s'appliquant aux câbles souterrains.

a) On peut augmenter le facteur de protection du câble, par exemple grâce aux procédés suivants qui ont déjà été appliqués dans certains pays :

Augmentation de la conductivité longitudinale de l'enveloppe par l'emploi de fils conducteurs nus placés sous l'enveloppe et à son contact et par l'exclusion de joints isolants;

Division du courant — dû au coup de foudre — entre l'enveloppe et des fils écran enterrés parallèlement au câble et à un niveau convenable, au-dessus de celui-ci.

Il convient toutefois d'observer, au sujet de la constitution même des fils écran, que le cuivre est coûteux et que l'aluminium est exposé à se corroder dans le sol.

b) On peut aussi enfermer l'enveloppe du câble dans une matière isolante (polythène, par exemple) elle-même recouverte d'une chemise en cuivre ondulé.

### 4º Protections spéciales s'appliquant aux câbles aériens.

Il est recommandé de placer sur chaque poteau un fil de terre vertical reliant le câble aérien au sol et interrompu par un tube à décharge électrique ou un éclateur, afin de protéger le poteau et de diminuer la circulation des courants électriques le long du câble.

Dans le cas des câbles sous plomb autoporteurs, il peut y avoir intérêt à établir en plus, tout le long du câble, des liaisons de faible résistance entre l'enveloppe de plomb et l'armure.

#### 5º Conclusion.

Dans les limites économiques admissibles, aucune des méthodes énumérées ci-dessus ne permet de s'affranchir complétement des dommages causés par la foudre dans le cas des câbles particulièrement exposés.

Néanmoins, bien que l'emploi des protections spéciales précitées entraîne une complication notable, il peut être largement justifié dans le cas des câbles importants, notamment des câbles à paires coaxiales.

Remarque. — Des indications utiles sont fournies dans l'article : « Lightning protector of buried telephone toll cables » de E. D. Sunde (Monographie B 1396 des «Bell Telephone System Technical Publications » publiée dans le Volume 24 d'Avril 1945 du « Bell System Technical Journal »).

# 4. Dispositifs pour déceler la présence de gaz toxiques dans les chambres de tirage des câbles

A. — Essais pour reconnaître la présence, dans les chambres de tirage des câbles téléphoniques, d'un gaz quelconque susceptible soit d'entrer dans la constitution d'un mélange explosif, soit d'asphyxier les ouvriers qui travaillent dans ces chambres

Les gaz que l'on rencontre le plus fréquemment dans les chambres de tirage sont de deux natures, toutes deux explosives:

- a) Le grisou (gaz naturel) comportant des proportions relativement grandes de méthane ou d'éthane, ou des deux à la fois, avec en général de petits pourcentages d'azote et d'acide carbonique. Le grisou n'est pas délétère, bien que, s'il existe en grande proportion dans l'atmosphère d'une chambre, il puisse produire l'asphyxie par suite d'une teneur en oxygène inférieure à la normale.
- b) Le gaz d'éclairage (gaz artificiel) que l'on tire du charbon ou des huiles lourdes de pétrole. Il contient une proportion importante d'oxyde de carbone, qui est délétère, avec en général de grands pourcentages d'hydrogène et de méthane. L'acide carbonique, l'azote et l'oxygène y existent en proportions relativement faibles.

Etant donné l'âge de nombreuses conduites de gaz, la difficulté de déceler rapidement l'existence (et de localiser rapidement la position précise) d'une fuite de gaz, l'emploi à la surface des routes et des rues de matériaux imperméables qui empêchent la diffusion du gaz dans l'atmosphère à travers la surface de la chaussée, et enfin les vibrations produites par le trafic croissant des voitures qui provoquent sous la chaussée des déplacements de terrains et la formation de poches où les gaz peuvent s'accumuler, il est très important de disposer d'une méthode permettant de déceler la présence, dans les chambres souterraines des câbles téléphoniques, de gaz susceptibles de provoquer des explosions.

D'après ce qui précède, on voit que le dispositif à utiliser pour déceler la présence de gaz dans les chambres de tirage doit satisfaire aux conditions suivantes :

- a) il doit déceler la présence d'oxyde de carbone (CO) ou d'anhydride carbonique (CO<sup>2</sup>);
  - b) il doit être d'une construction robuste;
  - c) son prix doit être modéré;
- d) sa manipulation doit être facile, afin de pouvoir être utilisé d'une manière générale par tous les ouvriers qui, dans les chambres de tirage des câbles téléphoniques souterrains, ont à effectuer des opérations d'épissurage, soudure, dessèchement, etc.

Comme exemples de dispositifs satisfaisant à ces conditions, on peut citer l'indicateur d'oxyde de carbone à chlorure de palladium décrit dans l'appendice I ci-après \*. L'appendice II ci-après décrit l'appareil désigné « osmomètre »

<sup>\*</sup> On peut citer également divers autres dispositifs utilisés notamment en Suède : le gazoscope de Strache, l'appareil de contrôle de gaz Nellissen, l'appareil de contrôle d'oxyde de carbone Degea.

qui donne une indication instantanée du pourcentage de gaz d'éclairage contenu dans l'atmosphère étudiée. L'odorat renseigne d'ailleurs très bien sur la présence de gaz d'éclairage dans une chambre.

Avant de procéder à un travail quelconque dans une chambre de tirage ou boîte de raccordement, il faut absolument l'inspecter soigneusement pour s'assurer qu'elle ne contient pas de gaz.

Les chambres de tirage sont pourvues de couvercles; en enlevant le couvercle, il faut prendre les plus grandes précautions pour qu'il ne se produise pas d'étincelles à la suite de coups de marteau, de coups de barre, etc. Si, pendant la saison froide, il est nécessaire de faire dégeler le sol autour d'une chambre de tirage, on doit se servir dans ce but d'une solution de sel ou, dans les cas difficiles, de chaux vive. Naturellement, avant d'enlever le couvercle, on doit s'assurer qu'il n'y a pas de feu au voisinage (il est expressément défendu de fumer dans les chambres de tirage ou au voisinage d'une chambre de tirage ou boîte de raccordement ouvertes).

Si une telle inspection révèle la présence de gaz, aucun travail ne doit être exécuté dans la chambre de tirage ou boîte de raccordement avant que la fuite de gaz soit bouchée par les soins des services du gaz et que la chambre ou la boîte ait été vidée de gaz.

Il est d'ailleurs désirable qu'une surveillance de l'état des ouvrages souterrains soit organisée systématiquement dans les grandes villes, afin que, périodiquement (par exemple chaque trimestre), chaque chambre souterraine soit inspectée préventivement, même si aucun travail ne doit y être effectué à ce moment.

En dehors de ces visites trimestrielles préventives, des visites supplémentaires doivent être naturellement effectuées par ces mêmes équipes de surveillance, lors des signalements de présence de gaz d'éclairage adressés par le personnel. Les rapports dressés alors par ces équipes, consignés au registre de sécurité du réseau, doivent faire l'objet d'une instruction très suivie avec les services de la Voirie et les différentes Sociétés de gaz intéressées. Dès constatation de la présence de gaz d'éclairage, l'ouvrage doit être formellement interdit et la circulation ne doit être autorisée à nouveau qu'après constat contradictoire entre les représentants des Services téléphoniques et les Sociétés de gaz. Les interdictions de circulation et les levées d'interdiction de circulation doivent faire l'objet d'avis aux services intéressés, dès l'établissement du constat.

Enfin, il est désirable que les instructions remises aux ouvriers appelés à travailler dans les chambres de tirage des câbles souterrains prescrivent formellement la cessation de tout travail dès que l'équipe a reconnu à l'odorat (ou par l'emploi d'un détecteur ad hoc) la présence de gaz d'éclairage, le travail ne pouvant être repris qu'après intervention du service compétent et levée de l'interdiction officielle de circulation.

### B. — Précautions à prendre lors des travaux effectués dans les chambres de tirage. Eclairage des chambres pendant les travaux

Lorsqu'une chambre de tirage n'est pas ventilée d'une manière permanente par des dispositifs de ventilation statique judicieusement installés et bien entretenus (voir l'appendice III ci-après), il est utile de la ventiler avant de commencer les travaux, et également de temps en temps au cours des travaux au moyen d'un ventilateur portatif énergique (à moteur ou à main).

Avant d'y pénétrer, on doit laisser la chambre ouverte pendant dix minutes au moins, même après avoir reconnu qu'il n'y avait pas de gaz délétère ou explosif. En même temps, il est bon d'ouvrir les chambres voisines des deux côtés de celle où l'on doit travailler, afin que le courant d'air ainsi provoqué puisse chasser les gaz des canalisations; le couvercle des chambres voisines doit rester enlevé aussi longtemps que l'on travaille dans la chambre intermédiaire.

Avant d'entreprendre dans les chambres de tirage des travaux de longue durée ou nécessitant l'usage de feu (lampes à souder, etc.), il convient de boucher hermétiquement les canalisations non occupées au moyen de tampons étanches (par exemple en béton), si cela n'a pas déjà été fait systématiquement.

Au cours des travaux, il faut se prémunir contre les risques d'une accumulation nouvelle de gaz entre deux essais de détection de la présence de gaz. On doit dans ce but utiliser un appareil donnant un signal visuel ou audible d'alarme lorsque du gaz s'accumule à un degré tel qu'il devient dangereux pour les ouvriers de continuer à travailler.

Diverses formes de lampes de sécurité d'une application générale dans l'exploitation minière ont été essayées à cet effet; toutes ont présenté l'inconvénient que l'ascension de la flamme qui se produit lorsque les conditions deviennent dangereuses ne peut pas être perçue nettement dans une chambre de tirage où existe une autre source de lumière plus puissante, pour l'éclairage même de la chambre au cours des travaux.

Il convient donc d'utiliser un type de lampe semblable à celle des lampes de mineurs, mais d'une construction appropriée et comportant un dispositif d'alarme : en Grande-Bretagne on emploie une lampe comportant un dispositif constitué par un ruban bimétallique en forme de spirale suspendu au-dessus de la flamme. La présence des gaz inflammables fait monter la flamme ; il en résulte que la température du ruban bimétallique augmente et cela ferme un contact de circuit électrique qui allume une lampe rouge (lampe d'alarme). La présence de 1% de gaz d'éclairage est ainsi indiquée après 40 secondes environ. S'il y a manque d'oxygène, les lampes s'éteignent et cela indique qu'il est dangereux pour les ouvriers de travailler. Cette lampe de sécurité à dispositif d'alarme utilisée en Grande-Bretagne s'appelle la lampe Naylor.

En Allemagne on utilise une lampe de sécurité (désignée sous le nom de lampe Fleissner) comportant un miroir prismatique. Elle décèle la présence de mélanges gazeux explosifs par la forme auréolée que prend la flamme et aussi par l'émission d'un bruit caractéristique, qui constitue un signal d'alarme audible. Par contre, si l'on constate dans le miroir prismatique que la flamme baisse ou s'éteint, c'est qu'il existe dans la chambre une teneur en oxygène insuffisante et qu'il y a risque d'asphyxie. Les variations de la flamme s'aperçoivent nettement grâce au miroir prismatique, et le bruit qu'elle émet en cas de présence de gaz explosif est facilement perceptible.

Aux Etats-Unis d'Amérique on emploie une lampe enfermée dans une cage de toile métallique (analogue à la lampe de sécurité des mineurs) pour indiquer un manque d'oxygène ou la présence de grisou ou d'autres gaz combustibles, à l'exception de gaz tels que l'hydrogène et l'acétylène contre lesquels cette lampe est sans effet. On utilise cette lampe sous deux formes, l'une que

l'on descend à l'intérieur de la chambre de tirage, et l'autre qui s'emploie à l'extérieur de la chambre de tirage (dans ce dernier cas on aspire les gaz de la chambre de tirage par pompage à travers un tuyau, en vue des essais). Dans les zones où l'on peut craindre à la fois la présence de grisou et de gaz d'éclairage, on fait d'abord un essai avec un indicateur à chlorure de palladium (voir l'appendice I ci-après); c'est seulement si cet essai n'indique pas la présence d'oxyde de carbone, que l'on effectue un essai avec la lampe de sécurité.

En ce qui concerne l'éclairage des chambres de tirage, il n'est pas douteux que la meilleure méthode pour éviter des explosions est l'éclairage par lampes électriques alimentées à basse tension, en évitant la présence dans la chambre de tout interrupteur ou autre dispositif susceptible de donner naissance à des étincelles ou à des arcs. Il y a lieu d'utiliser des lampes électriques portatives avec réflecteur et corbillon métallique de protection reliées par un câble (par exemple sous caoutchouc) à la batterie d'accumulateurs située en dehors de la chambre de tirage; il est désirable que la prise de courant étanche de la lampe portative soit dans le coffret de la batterie afin qu'il soit impossible, sans dévisser l'ampoule de la lampe, de couper le courant à l'intérieur de la chambre de tirage.

Evidemment cette méthode d'éclairage nécessite un service de charge des accumulateurs (on emploie en général des accumulateurs alcalins légers et d'un entretien facile, bien qu'ils soient plus coûteux que les accumulateurs au plomb); mais cette méthode d'éclairage est la seule qui présente une bonne sécurité surtout si l'on n'est pas absolument certain qu'aucun gaz explosif ou délétère ne peut s'accumuler, même après avoir procédé à un essai qui cependant n'avait pas décelé la présence de tels gaz dans la chambre.

Epissurage, soudure et desséchement des câbles dans les chambres de tirage où il peut y avoir du gaz.

Si l'on n'est pas absolument certain qu'aucun gaz délétère ou explosif ne peut s'accumuler à un moment quelconque au cours des travaux, dans la chambre de tirage, il faut absolument éviter l'introduction d'aucune flamme (feu nu) dans les chambres de tirage, à l'exception des lampes de sécurité avec dispositifs d'alarme précitées.

Dans ce cas, pour épissurer et souder un câble on ne peut avoir recours qu'aux méthodes suivantes:

a) Soudure électrique des conducteurs épissurés \* (si des joints soudés sont nécessaires) et soudure électrique du manchon. Dans ce procédé, l'étain à souder est liquéfié dans un creuset chauffé électriquement et coulé dans un collier chauffé de même et dont la partie évidée donne la forme voulue au manchon de soudure. La génératrice de courant électrique et le transformateur se trouvent naturellement en dehors de la chambre de tirage du câble souterrain ; ne pénètrent dans cette chambre que les conducteurs reliant au collier l'enroulement secondaire du transformateur ; à celui-ci est appliquée une tension primaire de quelques dizaines de volts, de sorte que la tension secondaire est de quelques volts seulement.

<sup>\*</sup> Cette méthode a été brevetée par la Société « Electrische Löt und Schweissgesellschaft ».

b) Epissurage et soudure sans utilisation sur place de lampes à feu nu.

Dans cette méthode, le métal pour la soudure et les fers à souder doivent être chauffés sur la surface du sol et descendus ensuite dans la chambre de tirage. On peut procéder par exemple de la manière suivante :

Les épissures entre les conducteurs des câbles s'effectuent en tordant ensemble les bouts des conducteurs; si l'on a besoin de joints soudés, comme dans le cas des câbles à grande distance, on se sert d'un fer à souder en cuivre chauffé et de soudure à résine intérieure (le fer à souder étant chauffé à l'extérieur de la chambre et n'étant descendu dans la chambre qu'au moment voulu).

Les joints soudés entre le manchon de plomb et l'enveloppe du câble, effectués pour contenir les épissures entre les conducteurs, se font en versant de la substance liquide (soudure à la cuillère) à l'endroit du joint jusqu'à ce que la température du manchon et de l'enveloppe du câble en ce point soit suffisamment accrue; ce faisant, on place une étoffe ou un tampon au-dessous et près du manchon et de l'enveloppe, afin de recueillir la substance liquide et de la ramasser autour du manchon et de l'enveloppe lorsqu'elle se solidifie en refroidissant. Quand on a suffisamment réchauffé ainsi l'endroit du joint soudé, on enlève une grande partie de la substance soudante, puis on verse à nouveau en la rassemblant autour du joint en une masse pâteuse à laquelle on donne finalement la forme d'une collerette à surface lisse. Grâce à ce procédé, il n'y a pas besoin d'employer la flamme d'une lampe à souder, la chaleur nécessaïre étant procurée par la substance soudante liquide que l'on a versée. Mais il faut dans ce cas prendre garde d'avoir une proportion d'étain bien déterminée dans la substance soudante. Si la proportion d'étain est supérieure à 40%, on a de la peine à achever le joint soudé, car il ne s'écoule pas un temps suffisant entre, d'une part, le moment où le plomb commence à se solidifier et à former une masse pâteuse qu'on peut manipuler d'une façon satisfaisante, et d'autre part, le moment où l'alliage se solidifie. Par contre, si la proportion d'étain est inférieure à 38%, le joint soudé ne sera probablement pas tout à fait étanche.

Le dessèchement sur place des extrémités des câbles dans les chambres de tirage où il peut y avoir risque d'accumulation de gaz explosifs présente des difficultés. Certains pays utilisent, pour ce dessèchement de l'épissure, de la paraffine liquide chaude ; dans ce but la paraffine est chauffée au préalable (naturellement en dehors de la chambre de tirage) à 190 degrés centigrade environ.

Mais l'emploi de paraffine peut présenter des inconvénients à cause de la tendance du papier à craquer lorsque des manipulations subséquentes sont nécessaires. En outre, l'emploi de paraffine rend plus difficile la reconnaissance des marques d'identification que comporte le papier isolant des conducteurs du câble. L'emploi de papier fortement coloré susceptible de résister à l'effet décolorant de la paraffine s'est révélé nuisible au point de vue des qualités électriques du câble. Un autre procédé de dessèchement sur place a été mis au point en Grande-Bretagne. Il est basé sur l'emploi d'un gel de silice, substance vitreuse très dure qui ressemble à du sable fin et dont la composition chimique est 100% de silice pure (SiO²); elle est préparée de telle manière qu'elle a une structure physique bien définie; elle est chimiquement inerte; elle absorbe la vapeur d'eau contenue dans l'air dans une proportion de 40% de son propre poids sans augmenter de volume et sans cesser d'avoir une apparence sèche;

on peut ensuite la chauffer pour évaporer la vapeur d'eau, et l'utiliser à nouveau, ce cycle d'opérations pouvant être indéfiniment répété sans que l'efficacité en soit altérée. Cette substance s'emploie sous la forme d'un bandage dont on recouvre l'épissure et que l'on place sous le manchon de plomb. Cette méthode a donné des résultats très prometteurs.

#### APPENDICE I

### Description et mode d'emploi de l'indicateur d'oxyde de carbone à chlorure de palladium

Description. — L'indicateur d'oxyde de carbone à chlorure de palladium, dont l'ensemble est représenté sur la figure 1 ci-après, tandis que les pièces constitutives sont représentées sur la figure 2 ci-après, a été mis au point en vue de déceler de très petites quantités de gaz d'éclairage ou de tout autre gaz contenant de l'oxyde de carbone. L'indicateur proprement dit se compose des parties constitutives suivantes (voir figure 2):

1º le socle;

2º un disque de caoutchouc;

3º une plaque qui repose sur le disque de caoutchouc;

4º un couvercle portant des boutons colorés;

5º une bague de fixation avec des vis qui maintient l'ensemble assemblé;

6º des papiers d'épreuve utilisés pour les essais.

La substance active est une solution de chlorure de palladium dans l'acétone et dans l'eau; elle est contenue dans une petite fiole en verre et on ne doit pas l'employer pour d'autres buts que celui auquel elle est destinée. Cette solution ne s'altère pas si on la conserve de la manière ordinaire. Mais si l'on doute de son efficacité, il faut mettre la fiole au rebut et en prendre une nouvelle.

Dans l'assemblage des diverses pièces constitutives, la réserve du papier d'épreuve est placée sur la base et au-dessous de la plaque (3) précitée; une seule feuille de papier d'épreuve est placée entre cette plaque (3) et le couvercle (4). La bague de fixation (5) assujettit l'ensemble d'une manière à demi-rigide de sorte qu'il est possible de faire tourner le couvercle (4) sans déplacer la feuille de papier d'épreuve qui se trouve dessous. On découvre ainsi, entre les deux boutons colorés du couvercle, un petit cercle de papier blanc que l'on expose à l'atmosphère à étudier.

La présence de gaz d'éclairage (ou de tout autre gaz contenant de l'oxyde de carbone) est décelée par l'assombrissement de la partie exposée du papier d'épreuve.

Si la proportion d'oxyde de carbone dans l'atmosphère étudiée atteint 0,05%, le papier d'épreuve prendra la teinte du bouton coloré le moins foncé.

Si cette proportion atteint 0,1 %, la teinte du papier d'épreuve sera aussi sombre que le bouton coloré le plus foncé.

En faisant tourner le couvercle, on peut effectuer 10 essais successifs avec la même feuille de papier d'épreuve, une nouvelle portion propre de cette feuille étant chaque fois exposée à l'atmosphère étudiée.

Mode d'emploi. — On doit effectuer un essai avec l'indicateur à chlorure de palladium dans tous les cas avant d'entrer dans une chambre de tirage et avant qu'une flamme d'un type quelconque (même celle d'une lampe de sécurité) ne soit approchée d'une chambre de tirage ou d'une boîte de raccordement placée sous la chaussée.

Lorsqu'on procède à un essai en vue de vérifier s'il n'y a pas de gaz dans une chambre de tirage, on doit soulever le couvercle de la chambre suffisamment pour permettre d'introduire l'indicateur à chlorure de palladium dans la chambre jusqu'à un point situé à mi-chemin entre le toit et le plancher, l'indicateur étant soutenu par une ficelle ou par un fil fixé à la poignée.

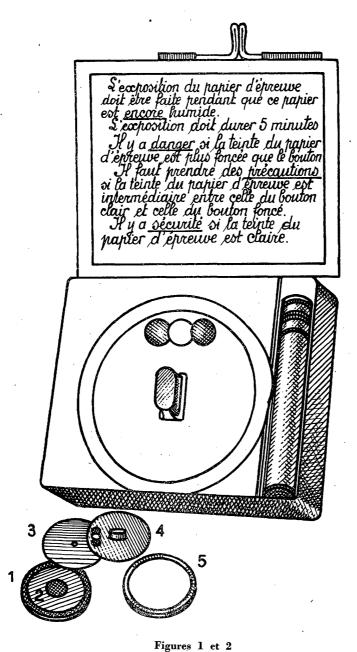
Lorsqu'on effectue un essai dans une boîte de raccordement placée sous la chaussée, on doit disposer l'indicateur à chlorure de palladium à l'entrée de la conduite reliant la boîte de raccordement au réseau principal des conduites souterraines.

On n'a pas besoin pour effectuer cet essai de retarder l'exécution de tout autre travail qui ne nécessite pas l'emploi d'une flamme. On doit traiter de la même manière les boîtes de raccordement et de jonction enterrées.

L'essai doit être conduit de la manière suivante : une petite quantité de solution de chlorure de palladium est placée sur le papier d'épreuve, en pressant légèrement l'ouverture de la fiole contenant cette solution au centre de la partie découverte du papier d'épreuve dans le trou du couvercle placé entre les boutons colorés. Il faut mettre ainsi juste la quantité de liquide suffisante pour imbiber complètement toute la partie visible du papier d'épreuve, mais pas plus. L'appareil est alors prêt à être employé et il doit être exposé pendant cinq minutes dans l'atmosphère à étudier. L'essai doit être fait immédiatement après que le papier d'épreuve a été imbibé avec la solution de chlorure de palladium. Si l'on a laissé le papier devenir sec avant l'exposition, il n'indiquera plus la présence de gaz.

Après une exposition de cinq minutes, on doit retirer l'indicateur et comparer la teinte du papier d'épreuve à celle des boutons colorés placés de part et d'autre sur le couvercle.

Le couvercle lui-même a la couleur que doit conserver le papier d'épreuve, s'il n'y a aucun gaz contenant de l'oxyde de carbone; d'autre part, il n'y a aucun danger à travailler dans la chambre de tirage ou dans la boîte de raccordement tant que le papier d'épreuve ne devient pas plus foncé que le plus clair des deux boutons du couvercle de l'indicateur. Si le papier d'épreuve prend une teinte intermédiaire entre celles du bouton clair et du bouton foncé du couvercle, on peut travailler sans danger pendant des périodes de deux heures consécutives chaque fois, mais à condition de renouveler l'essai de temps en temps, par exemple à chaque demi-heure. Si le papier d'épreuve prend une teinte plus foncée que le bouton le plus foncé du couvercle, l'atmosphère est dangereuse et il y a risque d'explosion. En pareil cas, l'ingénieur surveillant



Indicateur d'oxyde de carbone à chlorure de palladium 1 à 5: pièces constitutives

et aussi la police doivent être avisés. Dans de telles conditions, aucun travail ne doit être entrepris; et s'il s'agit d'une chambre de tirage, on ne doit pas pénétrer dans la chambre avant d'avoir bien ventilé cette chambre ainsi que les chambres de tirage et les boîtes de raccordement adjacentes et sans avoir vérifié par de nouveaux essais que ces chambres et boîtes ne contenaient plus de gaz.

Quand on reprend ensuite le travail, il faut renouveler, à des intervalles ne dépassant pas une demi-heure, les essais précédents au moyen de l'indicateur au chlorure de palladium jusqu'à ce que six essais consécutifs aient indiqué chaque fois qu'il y avait sécurité.

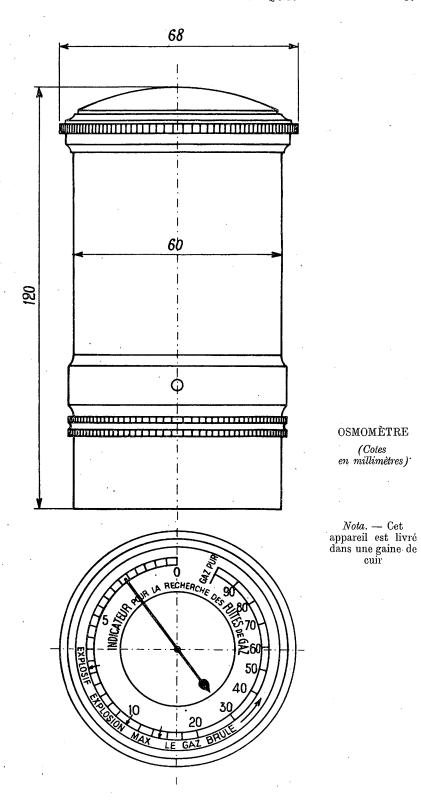
#### APPENDICE II

## Note sur la description et l'emploi des appareils dits « Osmomètres » utilisés par les Services téléphoniques de Paris

I. — Description et fonctionnement. — L'indicateur pour la recherche des fuites désigné sous le nom d'osmomètre (voir la figure ci-après) se compose d'un appareil à cadran sur lequel se meut une aiguille commandée par un diaphragme fonctionnant à l'instar des couvercles de boîtes de manomètres anéroïdes. Ce diaphragme ferme un cylindre dont l'autre extrémité est bouchée par une composition spéciale poreuse que les gaz peuvent traverser par phénomène d'endosmose. En dévissant légèrement la partie inférieure de l'appareil, on met en communication l'intérieur avec l'atmosphère, ce qui remet l'appareil en état de service.

Supposons que l'aiguille soit au zéro du cadran et que le robinet soit ouvert, l'appareil étant placé dans un milieu d'air pur. Si, fermant le robinet, on transporte l'appareil dans une atmosphère chargée de gaz d'éclairage, on voit immédiatement l'aiguille dévier à gauche et prendre, au bout de quelques secondes, une position fixe. La division sur laquelle l'aiguille s'est arrêtée indique le pourcentage du mélange d'air et de gaz. Par exemple, si l'aiguille est sur la division 5, cela veut dire que le milieu dans lequel se trouve l'appareil est composé de 5% de gaz d'éclairage pour 95% d'air.

Voici le phénomène qui s'est produit : le cylindre fermé par la substance poreuse contenait tout d'abord de l'air pur, puis l'appareil étant transporté dans l'atmosphère suspectée, par phénomène d'endosmose, le gaz pénètre dans le cylindre au travers de la substance poreuse plus vite que ne peut le faire l'air pour s'en échapper. Il s'établit alors dans le cylindre une pression qui agit sur le diaphragme qui se déforme légèrement. Ce diaphragme relié, comme il est indiqué ci-dessus, à une aiguille, fait prendre à celle-ci une position variant suivant sa déformation.



II. — Utilisation de l'appareil. — La figure ci-dessus donne la description et les cotes d'encombrement de l'appareil.

L'osmomètre a l'avantage sur les détecteurs chimiques, tels que le papier à réactif à chlorure de palladium, de donner des indications instantanées et de fournir un chiffre sur la teneur du mélange gaz et air.

Il permet de contrôler les indications, fournies par l'odorat, de présence de gaz d'éclairage, notamment dans les chambres de soudure et de tirage établies sur des canalisations multiples.

On l'emploie de trois façons:

- a) Avant ouverture du couvercle de la chambre (ou tampon), on place l'appareil osmomètre sur l'œil du couvercle en entourant sa face d'un chiffon circulaire;
- b) Par descente de l'appareil dans les chambres, après ouverture du couvercle;
  - c) Par placement de l'appareil dans les alvéoles de la conduite multiple. L'emploi b) est le plus général.

L'emploi c) permet de déterminer l'élément de conduite qui amène le gaz d'éclairage dans la chambre.

Il faut signaler, en particulier, l'intérêt de l'emploi d'appareils « osmomètres » pour déterminer l'absence de gaz d'éclairage dans les chambres après réparation des fuites. En effet, dans quelques cas, même après réparation de fuites, l'odeur de gaz peut persister ; dans ces conditions, l'indication à l'odorat seule ne permettrait pas de rendre à la circulation une chambre interdite pour présence de gaz d'éclairage.

Les osmomètres, du type utilisé par les Services téléphoniques de Paris, sont d'un prix de revient peu élevé et sont tout particulièrement robustes.

#### APPENDICE III

# Ventilation statique des chambres de tirage des câbles téléphoniques souterrains

Les premiers dispositifs de ventilation statique utilisés dans les chambres de sous-répartition ou de tirage des câbles téléphoniques de Paris ont été établis en 1928 sur des chambres de canalisations multiples.

Ces dispositifs étaient analogues à ceux qui étaient antérieurement utilisés par la Société du Gaz de Paris pour la ventilation de ses chambres souterraines de détendeurs. Ils comportaient deux orifices munis de grilles établies à la surface du sol et communiquant par des tuyaux aboutissant, pour un orifice à la partie supérieure de la chambre, et pour l'autre orifice à la partie inférieure

de la chambre. Le débouché des tuyaux de ventilation dans la chambre avait lieu à chacune des extrémités de l'une des plus grandes diagonales du parallé-lipipède formé par les parois intérieures de la chambre, d'où le nom de «ventilation diagonale » donné quelquefois à ce dispositif.

On admettait à priori la théorie suivante, à première vue satisfaisante, pour le fonctionnement de ce dispositif. En cas de fuite de gaz dans la chambre, le mélange gazeux, plus léger que l'air («effet de densité») s'évacuait par l'orifice supérieur, tandis que l'air frais, plus lourd, arrivait par l'orifice inférieur. L'atmosphère de la chambre se trouvait assainie par un courant d'air circulant dans sa plus grande diagonale. La ventilation résultant de l'effet de densité pouvait, lorsque la température extérieure se trouvait inférieure à la température de la chambre, se trouver accélérée par l'« effet de température ». On supposait évidemment d'une façon implicite, dans ces raisonnements, l'existence d'un « vent nul » à la surface du sol, ou un effet égal du vent extérieur sur chacune des grilles.

Quoique le dispositif en question n'ait pas fait, jusqu'en 1930, l'objet d'une étude systématique, il avait été constaté, par expérience, que les chambres souterraines qui en étaient munies étaient plus sèches et moins sujettes à la condensation que les chambres ordinaires.

En 1930, l'Administration française des téléphones fit entreprendre des études systématiques sur la ventilation des galeries souterraines, et ces études portèrent également sur les chambres souterraines des câbles téléphoniques, en se plaçant dans des conditions d'expérimentation aussi voisines que possible des conditions de la pratique (une chambre souterraine d'expérience aux dimensions du type courant fut construite spécialement pour ces études et on y effectua l'expérimentation avec des fuites de gaz réelles).

Lors des recherches entreprises, les statistiques étudiées ont montré que :

- 1º Pendant 123 jours de l'année, la température extérieure est inférieure à 12°, température sensiblement constante des chambres souterraines; il y a ventilation continue;
- 2º Pendant 110 jours de l'année, la température ne descend pas au-dessous de 12°; il n'y a aucune ventilation à espérer;
- 3º Enfin, restent 132 jours de l'année, pendant lesquels une faible ventilation se produira pendant les quelques heures où la température ambiante descendra au-dessous de 12°.

Mais la ventilation due à cet « effet de température » est normalement extrêmement faible et ne devient un peu sensible que dans le cas de fortes différences de température. C'est ainsi que, dans le cas de fortes gelées par temps calme, on distingue très nettement, sur les chambres munies du dispositif de ventilation diagonale, l'orifice de sortie de l'air de la chambre : cet orifice apparaît humide, alors que l'autre orifice et le trottoir sont couverts de glace ou de givre.

Les calculs effectués ont fait ressortir les faibles pressions mises en jeu dans le cas de fuites de gaz par « effet de densité » pour provoquer la ventilation dans le cas de teneurs moyennes inférieures ou égales à la limite inférieure d'inflammabilité. La ventilation, par temps calme, résultant de l'« effet de densité » dans les chambres munies du dispositif de ventilation diagonale est

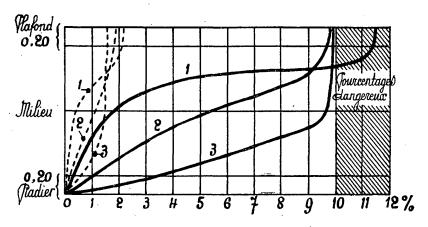


Figure 1

Courbes indiquant les proportions de gaz dans l'atmosphère de la chambre, dans le cas d'un vent nul (l'effet de densité assurant seul la ventilation).

Section de ventilation: 640 cm<sup>2</sup>

Courbes en pointillé: fuites de 1000 à 1200 litres à l'heure, Courbes en trait plein: fuites de 4000 à 4500 litres à l'heure.

Courbes 1: fuites à 20 cm du plafond, Courbes 2: fuites au milieu de la hauteur, Courbes 3: fuites à 20 cm du rodier.

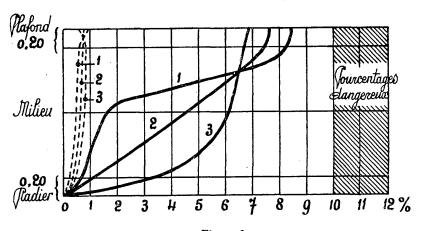


Figure 2

Courbes indiquant les proportions de gaz dans l'atmosphère de la chambre, dans le cas d'un vent nul (l'effet de densité assurant seul la ventilation)

Section de ventilation: 240 cm2,

Courbes en pointillé: fuites de 1000 à 1200 litres à l'heure, Courbes en trait plein: fuites de 4000 à 4500 litres à l'heure.

Courbes 1: fuites à 20 cm du plafond,

Courbes 2: fuites ou milieu de la hauteur,

Courbes 3: fuites à 20 cm du radier.

cependant d'une efficacité très appréciable, ainsi qu'il résulte des courbes reproduites par les figures 1 et 2, puisqu'une chambre munie du dispositif avec ouverture de 6,4 dm² évacue, en régime permanent, des fuites de 4000 à 4500 litres à l'heure sans que l'atmosphère en aucun point atteigne la teneur limite inférieure d'inflammabilité.

La ventilation résultant de l'« effet de densité » se trouve toutefois profondément modifiée par l'effet du vent sur les grilles. Les expériences effectuées ont attiré tout particulièrement l'attention sur ce point. L'« effet de pression » dû au vent est apparu, d'une façon générale, comme beaucoup plus important que l'« effet de densité ». Cet effet serait théoriquement nul si les grilles étaient systématiquement placées dans le lit du vent. Il n'en est pour ainsi dire jamais ainsi dans la pratique : des dyssymétries existent toujours (positions différentes des grilles, immeubles, arbres, longueurs différentes des tuyaux, etc.). L'effet de pression dû au vent peut, suivant le sens du vent, soit accélérer, soit contrarier l'effet de densité. Dans ce dernier cas, dans les chambres munies du dispositif de « ventilation diagonale » l'air frais entre par l'orifice supérieur et les gaz légers s'évacuent par l'orifice inférieur. Ce sens de circulation des gaz est moins favorable que le sens normal, car il apparaît comme préférable d'évacuer tout d'abord le mélange le plus concentré réparti sous le plafond au lieu de le diluer tout d'abord dans tout le volume de la chambre avant de l'évacuer, ce qui peut présenter un certain danger.

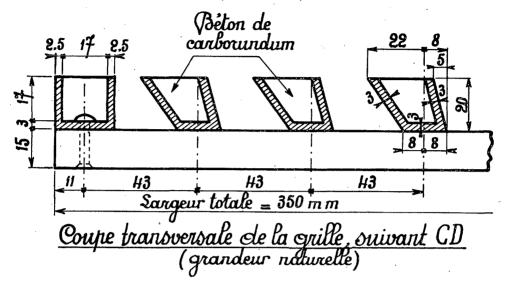
Les expériences effectuées en chambre close ont montré, en effet, que, dans le cas d'une fuite de gaz à l'intérieur de la chambre, un mélange de teneur plus élevée que la moyenne et par conséquent plus dangereux se formait tout d'abord à la partie supérieure de la chambre, sous le plafond. Toutes choses égales, la teneur initiale du mélange sous le plafond était d'autant plus élevée que la fuite était plus voisine du plafond. Le pourcentage en chaque point dans l'atmosphère de la chambre s'uniformisait ensuite en plusieurs heures, conformément à la loi sur le mélange des gaz. Il résulte de ces observations qu'il importe surtout, au point de vue de la sécurité, d'évacuer les gaz de la partie supérieure des chambres.

Ces considérations ont montré l'intérêt qu'il y avait à tirer parti de l'effet du vent pour ventiler spécialement la partie supérieure des chambres.

Au lieu de rechercher la symétrie des grilles dans le lit du vent, on a été amené à rechercher et à créer la dyssymétrie des grilles vis-à-vis du vent. Au lieu de faire déboucher les tuyaux à des hauteurs différentes, on a été amené à conseiller de les faire déboucher tous deux à la partie supérieure de la chambre de manière à assurer l'évacuation des gaz les plus dangereux qui se concentrent sous le plafond.

La dyssymétrie des grilles peut, par exemple, être créée pour les chambres de carrefour en plaçant les grilles le long des deux façades des immeubles d'angle; ce procédé est évidemment d'un emploi exceptionnel. On a envisagé d'incliner légèrement les grilles l'une vers l'autre ou en sens inverse; ce procédé n'est malheureusement pas possible sur des trottoirs plans. M. Chappuis a imaginé l'emploi de grilles à barreaux inclinés, qu'il a appelées « pièges à vent ». Le principe très heureux de ces grilles, qui sont disposées deux à deux de manière à présenter au vent leurs barreaux inclinés en sens inverse, permet le captage, dans les tuyaux de ventilation, d'un vent dérivé dont la vitesse peut atteindre une fraction importante de celle du vent au sol allant jusqu'à 30 %.

GRILLE DE VENTILATION A BARREAUX INCLINÉS DITE «PIÈGE A VENT»
(Premier modèle)



(Cotes en millimètres)

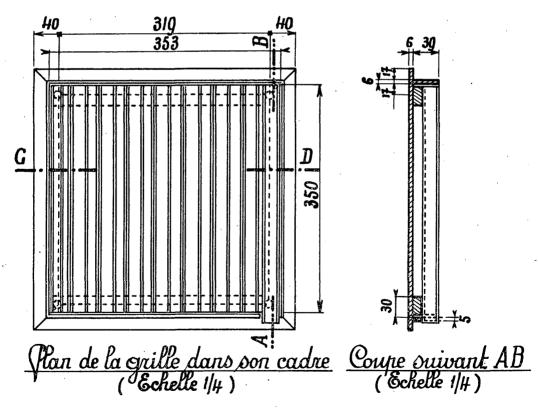
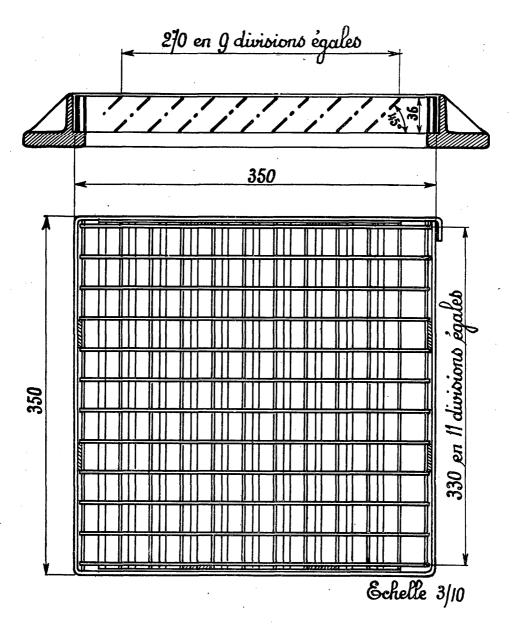


Figure 3

GRILLE DE VENTILATION A BARREAUX INCLINÉS DITE «PIÈGE A VENT» (Deuxième modèle)



(Cotes en millimètres)

Figure 4

Deux modèles de grilles à barreaux inclinés ont été utilisés par la Direction des Services téléphoniques de Paris : le premier est conforme au dessin de la figure 3. Ce modèle, dont 500 exemplaires ont été utilisés, a fait ressortir certains défauts, dus à l'adhérence assez médiocre du mortier au carborundum dans les barreaux en forme de V tronqué.

Un autre modèle de grille à barreaux inclinés conforme à la figure 4 mis en service à un nombre limité d'exemplaires en vue d'examiner l'encrassage en service courant et les qualités antidérapantes s'est révélé plus avantageux : le risque de glissement n'est plus à craindre, pas plus que l'encrassage et ce modèle de grille a l'avantage de présenter, à égalité de dimensions du cadre, une section d'écoulement des gaz de beaucoup supérieure aux grilles à barreaux de carborundum. Cette particularité a permis d'utiliser, pour les mêmes cadres, les tuyaux de ventilation de 30 centimètres de diamètre intérieur, dont l'épaisseur a été portée à 10 millimètres.

C'est avec ces dispositifs que sont réalisées, à Paris, les ventilations les plus récemment établies sur chambres souterraines.

Conclusions. — Les dispositifs de ventilation statique à deux orifices \* munis de grilles à barreaux inclinés et de tuyaux de ventilation aboutissant directement sous le plafond des chambres et présentant un diamètre suffisant (20 à 30 centimètres) apparaissent comme d'une efficacité très réelle pour l'évacuation des mélanges de gaz dangereux \*\*. Ils contribuent, d'autre part, à l'assèchement de la chambre lorsque cette dernière est d'une construction étanche et ne reçoit pas directement d'eau d'infiltration par la conduite ou le tampon du regard d'accès, mais simplement de l'humidité par porosité du béton.

Ils ne sont pas cependant d'un emploi absolument général. Sous chaussée, la faible résistance des grilles et l'encrassement des grilles et puisards rendent très difficile leur application. Il en est de même sous trottoir sablé, par suite de l'encrassement des grilles et puisards et des difficultés d'entretien. Par contre ils conviennent parfaitement dans le cas de trottoirs couverts par un revêtement (câbles dans les villes).

L'emploi des dispositifs de ventilation statique, quoique apportant un complément de sécurité important, ne doit dispenser aucunement, pour les chambres qui en sont munies, de l'application des mesures de sécurité réglementaires pour l'exécution des travaux souterrains et des surveillances et contrôles périodiques de l'état des ouvrages.

En particulier, la ventilation artificielle qu'ils créent n'est pas assez importante pour permettre le travail normal de plusieurs agents simultanément dans la chambre, si celle-ci ne comporte pas d'autre ouverture (trappe d'accès). Pour les éléments de galerie, même de faible longueur, il est indispensable de prévoir des grilles de ventilation de plus large surface (au moins  $70 \, \mathrm{cm} \times 70 \, \mathrm{cm}$ ).

<sup>\*</sup> Les dispositifs à un seul orifice sont absolument inefficaces et leur emploi doit en conséquence, être condamné.

<sup>\*\*</sup> Pendant 230 jours de l'année, où l'on peut compter sur un vent de 2 m. 50 à la seconde, le dispositif est susceptible d'évacuer les produits d'une fuite atteignant jusqu'à 11 mètres cubes à l'heure sans que la teneur de l'atmosphère de la chambre atteigne la limite inférieure d'inflammabilité. Pendant les autres jours de l'année on peut encore compter sur une efficacité satisfaisante, due à l'effet de vent, à l'effet de densité et à l'effet de température.

## 5. Dispositions permettant de diminuer la désagrégation intercristalline des enveloppes des câbles

Pour diminuer la désintégration intercristalline des enveloppes des câbles, on a recours, tout d'abord, à l'emploi d'alliages présentant une grande résistance aux efforts alternatifs.

En outre, de bons résultats ont été obtenus, dans différents pays, par l'adoption de dispositions spéciales prises lors de la pose des câbles particulièrement exposés.

A l'entrée et à la sortie d'un pont soumis à des vibrations importantes et fréquentes, il y a intérêt à donner du mou au câble, ou mieux, à remplacer sur une petite longueur l'enveloppe métallique usuelle par une enveloppe plus souple : par exemple, un tube de cuivre comportant des ondulations transversales obtenues par emboutissage au moyen d'une molette animée d'un mouvement hélicoïdal autour du tube.

Pour le passage d'un tel pont, certaines Administrations (Grande-Bretagne, Italie) placent le câble à l'intérieur d'un caniveau rempli d'asphalte : celui-ci amortit les vibrations du câble et offre en outre l'avantage d'isoler le câble de la structure métallique ce qui peut être utile dans le cas de la présence de courants vagabonds. De même en d'autres pays (Portugal), on utilise la pose du câble à l'intérieur d'un caniveau en le disposant sur une couche de liège.

On utilise aussi, en France, la pose du câble dans une gaîne fixée au pont par l'intermédiaire d'amortisseurs mécaniques. Ainsi, par exemple, la gaîne est fixée de place en place (tous les 3 mètres environ), au moyen de colliers. Ceux-ci sont supportés par une semelle horizontale en acier, solidaire de la charpente du pont par l'intermédiaire d'un dispositif élastique constitué au moyen de ressorts plats métalliques du genre des tampons des wagons de chemins de fer. Le système est étudié de manière que sa fréquence de résonance soit basse par rapport à celle des vibrations du pont, par exemple, de l'ordre de 3,5 ou 4 par seconde.

Sur les câbles aériens, la désagrégation peut être provoquée par les efforts mécaniques résultant des différences de dilatation du câble téléphonique et du câble porteur, sous l'action des variations de température. Pour remédier à ces actions, aux Etats-Unis d'Amérique et en Italie, on s'efforce de tendre le câble téléphonique et de donner, au contraire, une tension faible au câble porteur. En outre, en Italie, on dispose entre les poteaux un manchon double assujetti, d'une part au câble porteur par des vis, et soudé, d'autre part, au câble téléphonique, de façon que les effets des différences de dilatation et de contraction ne se cumulent pas d'une portée à l'autre.

Dans le cas de câbles sous-fluviaux ou sous-marins, il y a intérêt à faire en sorte que le câble repose sur le fond en tous les points de son parcours; des désagrégations ont été constatées sur des câbles demeurés suspendus sur quelque obstacle, et soumis à des balancements autour de ces points sous l'effet de courants fluviaux ou marins. En outre, l'emploi d'un matelas amortisseur, en caoutchouc par exemple, placé entre l'enveloppe de plomb et l'armure donne de bons résultats.



## INDEX ALPHABÉTIQUE DU TOME II DU LIVRE JAUNE 1949 DU C.C.I.F.

| Ala | arme:   | Pages                     |
|-----|---|---------------------------|
|     | Alarme donnée par le dispositif à circulation de gaz, en cas de conditions tendant à abaisser l'isolement d'un câble          | 48                        |
| Az  | ote:  |                           |
|     | Circulation d'azote sous pression pour faciliter la maintenance des câbles  | 43                        |
| Bo  | bines thermiques:   |                           |
|     | Caractéristiques principales  | 10                        |
| Câ  | bles:   |                           |
| 41  | Choix du tracé du câble pour éviter les dégâts dus à la foudre Constitution des enveloppes des câbles téléphoniques           | 56<br>20<br>20<br>43<br>5 |
|     | Organes de protection sur une ligne téléphonique entièrement en câble Protection des câbles téléphoniques contre la corrosion | 8<br>19<br>56<br>57       |
| Car | rbone (oxyde de):   |                           |
|     | Indicateur d'oxyde de carbone à chlorure de palladium 58, 6 Présence d'oxyde de carbone dans le gaz d'éclairage               | 51, 63<br>58              |
| Car | rbonique (anhydride):   |                           |
|     | Dispositifs décelant la présence d'anhydride carbonique   | 58                        |
| Ch  | ambres de tirage (des câbles):  | •                         |
|     | Dispositifs pour déceler la présence de gaz toxiques dans les chambres de tirage  | 58<br>59<br>59, 68        |
| Ch  | emins de fer :  |                           |
|     | Coopération avec l'Union internationale des chemins de fer  | 19                        |
| Cor | nférence internationale des Grands Réseaux électriques (CIGRE) :  |                           |
|     | Coopération avec la CIGRE   | 19                        |

| Corrosion:  | Pages         |
|---|---------------|
| Corrosion   | 19<br>18      |
| Courant:  |               |
| <ul> <li>de fonctionnement d'une bobine thermique</li></ul>   | 10<br>9<br>10 |
| fréquence sur une ligne à haute tension   | 7<br>18       |
| gêne apportée aux mesures d'isolement par les courants vagabonds protection contre les courants vagabonds   | 53<br>19      |
| Courbes:  |               |
| Courbe caractéristique de fonctionnement  — d'une bobine thermique  | 10<br>9<br>10 |
| Court-circuit:  |               |
| Calcul des tensions longitudinales induites au cas de court-circuit affectant les lignes industrielles  | 16<br>6       |
| Vérification permanênte ou essais systématiques de l'isolement de câbles interurbains et de câbles auxiliaires  | 45            |
| Décharge :  |               |
| Dispositifs de protection contre les décharges atmosphériques utilisés dans divers pays   | 8, 11, 21     |
| Défauts, dégâts, dérangements, détériorations:  | •             |
| Dégâts dus à la foudre sur les câbles de télécommunication Dispositifs avertissant de la naissance d'un défaut d'isolement Emploi de gaz sous pression dans les câbles, avec dispositifs d'alarme | 56<br>45      |
| pour prévenir d'un dérangement  |               |
| rique, par l'emploi de gaz sous pression  | 44<br>8       |
| Désagrégation intercristalline :  |               |
| Dispositions permettant de diminuer la désagrégation intercristalline des enveloppes de câbles  | 75            |
| Dispositifs:  |               |
| Dispositifs de couplage entre une ligne du réseau téléphonique public et une liaison téléphonique associée à une installation à haute tension   | 7             |
| Dispositifs facilitant la maintenance des lignes de télécommunication :   | 40            |
| 1º emploi de gaz sous pression dans les câbles  | 43<br>45      |

Défauts d'isolement sur un câble, dus à un coup de foudre.

Vérification des conditions susceptibles d'abaisser l'isolement d'un

Dispositifs de vérification permanente de l'isolement.

Isolement d'un parafoudre . . . .

câble, par l'emploi de gaz sous pression . . . . .

56

45

48

10

| Liaisons:   |                     |  |  |  |  |
|---|---------------------|--|--|--|--|
| Liaisons téléphoniques associées à des installations à haute tension (raccordement au réseau téléphonique public)                             |                     |  |  |  |  |
| Maintenance:  |                     |  |  |  |  |
| Dispositifs facilitant la maintenance des lignes de télécommunication   | 43                  |  |  |  |  |
| Mise à la terre:  |                     |  |  |  |  |
| Mise à la terre d'une ligne téléphonique à grande distance en câble ou d'une installation reliée à une telle ligne                            | 5                   |  |  |  |  |
| une ligne téléphonique établie sur les appuis d'une ligne à haute<br>tension  | 7<br>7 <sub>.</sub> |  |  |  |  |
| Organes de protection:  |                     |  |  |  |  |
| Caractéristiques principales  | 8, 9<br>8           |  |  |  |  |
| Organismes:   |                     |  |  |  |  |
| Coopération avec les organismes internationaux intéressés dans les études concernant l'électrolyse  | 18                  |  |  |  |  |
| Osmomètre   | 66                  |  |  |  |  |
| Parafoudres:  | •                   |  |  |  |  |
| Caractéristiques principales  | 10                  |  |  |  |  |
| Perturbations:  |                     |  |  |  |  |
| Gêne apportée aux mesures d'isolement par les perturbations produites sur les câbles  | 53<br>5             |  |  |  |  |
| Poids:  |                     |  |  |  |  |
| Tableau des poids pour le réseau filtrant du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux  | 13<br>12            |  |  |  |  |
| Pression:   |                     |  |  |  |  |
| Emploi de gaz sous pression dans les câbles de télécommunication pour faciliter leur maintenance  | 43                  |  |  |  |  |
| Protection:   |                     |  |  |  |  |
| Avis du C.C.I.F. relatif à la protection  — des lignes téléphoniques contre les perturbations  — des câbles téléphoniques contre la corrosion | 5<br>18             |  |  |  |  |
| Foudre (protection contre la):  mesures de protection   | 56<br>57<br>57      |  |  |  |  |
| Organes de protection: caractéristiques principales   | 8, 9<br>8           |  |  |  |  |
| Tableau des dispositifs de protection employés dans divers pays   | 9, 11, 21           |  |  |  |  |

## INDEX ALPHABÉTIQUE

| Psophomètre:   | Pages                     |
|--|---------------------------|
| Psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux  | 11                        |
| Recommandations:   |                           |
| Recommandations concernant la protection des câbles souterrains contre la corrosion  | 18                        |
| Symétrie :   |                           |
| Symétrie d'un circuit mis à la terre   | 5<br>10                   |
| Tableaux:  |                           |
| Tableau des dispositifs de protection (contre les dangers dus aux lignes d'énergie ou aux décharges atmosphériques) employés dans divers                                       |                           |
| pays   | 9, 11, 21                 |
| Tension:   | ٠                         |
| Haute tension: raccordement au réseau téléphonique public de liaisons téléphoniques associées à des installations à haute tension  Tension d'amorçage d'un parafoudre          | . 6<br>10<br>6<br>10<br>9 |
| <ul> <li>longitudinale induite au cas de court-circuit affectant les lignes industrielles</li></ul>  | · 16                      |
| installation à haute tension   | 7                         |
| Terre:   |                           |
| Liaison avec la terre des dispositifs de couplage entre une ligne télé-<br>phonique du réseau public et :<br>une ligne téléphonique établie sur les appuis d'une ligne à haute | •                         |
| tension . î î î î  | 7                         |
| tension  | 7<br>5                    |
| Traction électrique:   |                           |
| Electrolyse due au retour des courants de traction électrique  | 18                        |
| Transports:  |                           |
| Coopération avec l'Union internationale des Transports publics $\ldots$ .  | 18, 19                    |
| Transposition des lignes électriques industrielles   | 17                        |
| Unions:  | •                         |
| Coopération avec diverses Unions internationales intéressées dans les études concernant l'électrolyse ou la corrosion chimique   | 18                        |
| Ventilation:   |                           |
| Dispositifs de ventilation statique des chambres de tirage Ventilation des chambres de tirage, avant et pendant les travaux  | 59, 68<br>59              |