

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

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 4 (1926)

Heft: 4

Artikel: Rapport sur les différents procédés employés actuellement pour la conservation des poteaux en bois [suite et fin]

Autor: Hugron, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873873>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

dence s'impose. Si le groupement automatique des grands centres à fort trafic ne présente pas de difficultés et permet d'espérer un résultat favorable, il n'en est pas de même des stations situées en pleine campagne ou dans certaines régions retirées des Alpes ou du Jura. Là, du fait que les conversations sont peu nombreuses et les distances considérables, la concentration est chose souvent difficile et généralement sans effet pratique. Les grandes distances rendent l'entretien coûteux et retardent la levée des dérangements, surtout en hiver.

L'introduction de l'automatique dans le service interurbain est avant tout une question d'ordre économique. Sa mise en œuvre dépendra, pour une bonne part, des exigences des fournisseurs et des progrès de la technique encore à réaliser pour obtenir des installations plus simples, meilleur marché et en même temps très robustes. Il est certain que le service automatique se répandra petit à petit sur toutes les parties du globe et que ceux qui, aujourd'hui encore, y sont opposés seront, malgré eux, entraînés dans les flots du fleuve grandissant. *M.*

Rapport sur les différents procédés employés actuellement pour la conservation des poteaux en bois. (Suite et fin.)

L'action des terrains septiques a été très nettement mise en évidence, en particulier, par une constatation intéressante faite en 1904 dans les environs de Paris sur une ligne construite en 1901 au moyen de poteaux injectés dans un même chantier et au même moment. Sur les 3500 premiers mètres, les appuis étaient restés indemnes; mais sur les trois derniers kilomètres, les appuis étaient altérés sur toute la longueur de la partie enterrée; le cœur était encore sain, mais l'aubier était complètement désagrégé; l'altération s'arrêtait brusquement au niveau du sol, et les réactions chimiques permirent de constater que le sulfate de cuivre imprégnait encore le bois dans toute la partie hors du sol, mais avait disparu de la partie enterrée. Or, c'était dans des champs fortement amendés par des gadoues parisiennes qu'étaient plantés tous les arbres altérés, tandis qu'aucun de ceux qui étaient plantés le long de la route ou dans un sol normal n'avait été atteint.

Quant aux végétations mycotiques, leur action est encore plus prompte et, dans certains terrains contaminés, les poteaux ne durent guère qu'un an.

L'injection au sulfate de cuivre est donc, en somme, insuffisante pour protéger dans tous les cas les pieds des poteaux. Aussi l'Administration française des P. T. T. a dû, ou bien admettre l'emploi d'autres modes de préservation, ou bien recourir à des moyens supplémentaires de protection des pieds des appuis. Nous analysons plus loin les autres modes de préservation (kyanisation et créosotage); pour le moment, nous allons dire un mot des moyens supplémentaires de protection du pied.

Ces moyens supplémentaires peuvent être divisés en trois catégories, suivant le but qu'ils se proposent:

- 1° On peut revêtir mécaniquement les pieds de poteaux d'une sorte de cuirasse qui les préserve du contact du sol. Cette cuirasse a été souvent critiquée parce qu'elle ne permet pas de sonder ultérieurement par pénétration les pieds des poteaux; néanmoins ce procédé est assez employé, sous forme d'un revêtement de goudron, de peinture, d'un manchon en ciment, etc. En Allemagne notamment, et un peu en France, on commence à employer des enduits spéciaux (mélanges de brais agglomérés avec de la craie en poudre) posés à chaud sur le bois et faisant ensuite corps avec lui; ce sont des matières plastiques, qui fondent aux environs de 150°, ne se ramollissent pas sous les

plus fortes chaleurs solaires et n'éclatent pas sous les coups de marteau. On a employé le goudron jusqu'à ce jour dans les P. T. T., mais c'est un moyen de protection tout à fait insuffisant.

- 2° On peut adjoindre au poteau un socle, soit métallique, soit en ciment, pour que le pied du poteau ne soit plus en contact avec le sol.

Il a été pris un certain nombre de brevets dans ce sens; quelques-uns sont exploités, mais leur emploi sur les lignes électriques n'est pas encore franchement généralisé.

- 3° On peut enfin donner aux poteaux une injection supplémentaire limitée à la partie susceptible d'être altérée, c'est-à-dire à la partie enfouie dans le sol, plus quelques centimètres au-dessus de l'encastrement (25 à 50). Cette injection supplémentaire permet le sondage des poteaux et n'augmente pas les difficultés de construction des lignes, soit par une main-d'œuvre supplémentaire, soit par un accroissement sensible du poids des appuis; ce procédé est donc particulièrement séduisant et avantageux.

En France, des essais ont été pratiqués par les P. T. T., il y a une vingtaine d'années, au moyen d'un produit dénommé injectol. C'est un composé d'hydrocarbure et de produits antiseptiques, ces derniers variant avec l'application que l'on veut faire de l'injectol; c'est ainsi que l'injectol employé pour les poteaux a une densité de 1,2, alors que d'autres variétés n'atteignent que 0,8.

L'injectol, qui fut employé pour les poteaux en 1903 (Adrian), était doué d'une grande puissance de pénétration; il suffit d'une simple application à chaud (90°) pour que l'injectol s'introduise dans la masse du bois et arrive jusqu'au cœur.

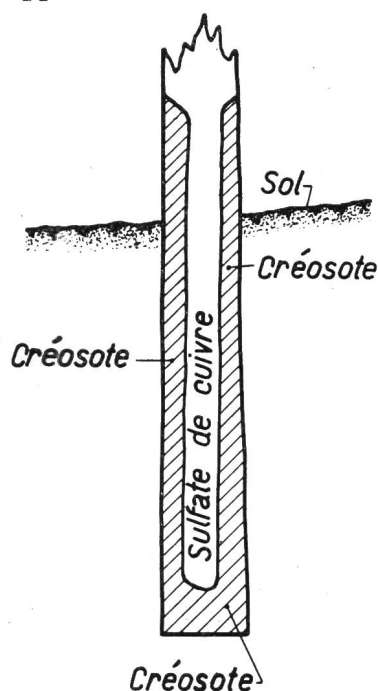
Les premiers essais de l'injectol remontent à 1903 et donnèrent de bons résultats. En 1907, un deuxième essai porta sur 500 poteaux plantés dans des terrains connus comme dangereux; trois ans après, aucun des poteaux injectolés n'avait encore été atteint, tandis que, suivant la nocivité des terrains, les poteaux témoins sulfatés durent être remplacés dans des proportions allant jusqu'à la totalité pour certaines régions.

Le prix de cette préservation supplémentaire était assez élevé, puisque dans une proposition pour 10,000 appuis, il atteignait 70 % de la valeur de

l'appui pour les poteaux de 6 mètres et 50 % pour ceux de 8 mètres. Cependant, malgré l'énorme majoration de prix, l'Administration des P. T. T. se montra très intéressée par ce procédé, qui permettait de prolonger la durée des appuis et de réaliser ainsi des économies importantes; mais l'auteur du procédé n'ayant plus eu l'air de s'y intéresser lui-même après 1911, la question en resta là.

Le procédé par injection (ou immersion) supplémentaire a été repris en 1915 par la Compagnie des Chemins de fer du Midi, qui injecte au sulfate de cuivre en vase clos tous les poteaux dont elle a besoin pour ses propres lignes télégraphiques et de signaux. Elle a recours dans ce but à la créosote, connue depuis longtemps comme le meilleur préservatif des poteaux. La même méthode a commencé depuis une dizaine d'années à prendre une certaine extension aux Etats-Unis.

La Compagnie du Midi procède par simple immersion dans de la créosote chaude. Les poteaux préalablement injectés au sulfate de cuivre et séchés pendant plusieurs mois, condition essentielle pour la pénétration, sont plongés pendant plusieurs heures dans la créosote (Spécification des Réseaux français de Chemins de fer), chauffée aux environs de 90°, sur la longueur que l'on veut immuniser particulièrement vers la base (environ 2 mètres). L'essence employée par cette Compagnie est le pin des Landes, bois relativement peu serré; la profondeur moyenne de pénétration atteint 3 à 4 centimètres. Il est bien évident que, la masse du bois jusqu'au cœur étant déjà immunisée par du sulfate de cuivre, et la base du poteau étant complètement protégée par un fourreau intérieur de créosote, la partie vulnérable du bois sera placée dans les meilleures conditions de résistance. Aussi la Compagnie se déclare-t-elle très satisfaite; elle a remarqué que sur certains points, assez nombreux, de son réseau où elle était obligée de remplacer les poteaux ordinaires tous les ans, elle n'a plus, depuis 6 ans au moins, à remplacer les appuis créosotés à la base.



Aux Etats-Unis, en vue de chercher à augmenter la profondeur de pénétration de la créosote, on a recours à un procédé semblable au procédé italien bien connu de Guissani. On plonge d'abord le bois dans un bain de créosote chauffé à une température un peu supérieure à 100°, puis on remplace, dans la cuve de traitement, l'antiseptique chaud par un antiseptique froid, ou bien on transporte rapidement le bois dans un récipient contenant de la créosote froide. Le bain de créosote chaude étant à une température

un peu supérieure à 100° vaporise l'eau et les liquides enfermés dans le bois; cette eau s'échappe en vapeur, ainsi que l'air qui se trouve enfermé dans les pores. Ceux-ci sont dilatés et renferment encore un peu de vapeur d'eau. Lorsque, aussitôt après (2 à 3 minutes d'intervalle au maximum), on plonge le bois dans la créosote froide, celle-ci pénètre dans les pores, et le bois se contracte en emprisonnant la créosote.

Les Services Forestiers des Etats-Unis déclarent que les poteaux ainsi préparés doivent avoir une durée moyenne supérieure à 20 ans.

Cette méthode a été reprise par des industriels français, en la perfectionnant. L'Administration des P. T. T., se rendant compte que le goudronnage est insuffisant, a admis, il y a quelques mois, qu'elle aurait recours dans l'avenir au créosotage du pied de ses poteaux. Ce créosotage supplémentaire est d'ailleurs beaucoup moins cher que l'application de l'injectol; la majoration de prix, par rapport au poteau ordinaire injecté au sulfate, n'est que de 20 à 22 %, ce qui est en somme payer assez peu une augmentation importante de la durée des appuis.

Dans les méthodes précédentes de créosotage du pied par immersion, il est impossible de doser à l'avance la quantité de créosote qui entrera dans un mètre cube de bois, ni la profondeur moyenne de pénétration. Ainsi, on ne peut pas, même avec des créosotes spéciales et liquides à la température ordinaire, faire pénétrer plus de 50 à 60 kilos de créosote par mètre cube de bois, en moyenne, dans le pin, qui est l'essence la plus perméable, alors que l'injection normale des poteaux par pression se fait en général, pour donner de très bons résultats, à la dose de 100 à 150 (même 200 kilos) de créosote par mètre cube de bois. Injecter de la créosote à un dosage fixé d'avance, sous pression pour être certain qu'elle pénètre la masse du bois, tout en limitant l'injection à une partie déterminée du poteau, présente des difficultés réelles. Toutefois cet intéressant problème a été résolu industriellement en France depuis quelques mois. Nous en disons quelques mots plus loin, au chapitre du créosotage.

CHAPITRE II.

Bichlorure de mercure.

Kyanisation.

Dès 1825, le Docteur Kyan conseillait de plonger les bois dans une solution de bichlorure de mercure à 1 % et de les y laisser tremper pendant 10 à 15 jours selon leur épaisseur. Pendant un certain temps, on craignit que la toxicité du bichlorure de mercure ne vint nuire à l'emploi en grand de ce procédé, mais Faraday démontra qu'il se forme, entre les albuminoïdes de la sève et le bichlorure de mercure, un composé mercuriel insoluble ne pouvant donner lieu, dans les conditions ordinaires, à des émanations nuisibles.

Les conditions de préparation des poteaux par kyanisation sont les suivantes, extraites du dernier cahier des Charges de l'Administration française des P. T. T.

„Les poteaux sont en bois de pin, de sapin, de mélèze ou d'épicéa.

Avant leur préparation, ils devront avoir été complètement séchés. Ils seront ensuite soumis à l'examen des agents du Contrôle de l'Administration qui auront toute latitude pour apprécier si leur siccité est suffisante et s'ils ne présentent pas de traces d'altération de nature à les faire refuser.

Pour l'imprégnation, les poteaux seront placés par couches successives dans des bassins appropriés; ils devront y être empilés de telle façon que le liquide d'imprégnation les entoure de tous côtés. Les bassins d'imprégnation seront protégés du soleil et de la pluie.

Le liquide destiné à l'imprégnation sera constitué en broyant grossièrement du bichlorure de mercure additionné d'une certaine quantité d'eau; puis on versera sur le tout de l'eau bouillante en agitant continuellement de façon à obtenir une solution qui sera ramenée ensuite, par l'adjonction de la quantité d'eau nécessaire, à la concentration réglementaire d'une partie en poids de bichlorure de mercure pour 150 parties d'eau.

Cette solution sera introduite dans les bacs préalablement garnis de poteaux et en quantité suffisante pour que le niveau du liquide s'élève à cinq centimètres au moins au-dessus de la couche supérieure des poteaux. Le liquide sera agité de temps à autre dans les bacs au moyen de dispositifs appropriés.

Les bois devront rester immergés dans la solution pendant 200 à 240 heures, suivant la saison. Au cas où, durant cette période, la température descendrait à zéro degré centigrade, les jours où il se sera formé de la glace dans le liquide ne devront pas être comptés dans la durée d'imprégnation.

La teneur de la solution en bichlorure de mercure devra être vérifiée chaque jour en vue de s'assurer si elle a bien la valeur prescrite; le cas échéant, cette solution devra être ramenée à la concentration réglementaire.

L'imprégnation terminée, on soutirera le liquide des bassins, on fera disparaître le précipité formé à la surface des poteaux, soit en les rinçant à grande eau, soit par tout autre moyen; puis les poteaux seront empilés en grille pour les laisser sécher.

Les bassins d'imprégnation devront être parfaitement étanches à l'eau. La solution de bichlorure de mercure ne devra pouvoir venir en contact avec aucune partie en fer. De même, les autres appareils tels que pompes, etc., devront être établis exclusivement en matériaux sans action sur le bichlorure de mercure.

Les agents du contrôle de l'Administration pourront effectuer la vérification de l'imprégnation en prélevant des rondelles de bois sur lesquelles sera pratiqué un essai au sulfhydrate d'ammoniaque; la pénétration moyenne du liquide antiseptique devra être d'au moins trois millimètres. Si, au cours d'un prélèvement de 5 pour 1000, la profondeur moyenne accusée était inférieure à trois millimètres, la fourniture pourrait être refusée.

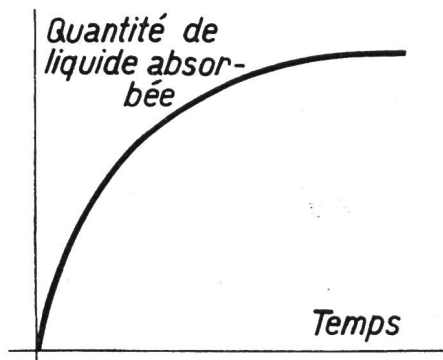
La kyanisation est employée industriellement depuis de longues années, surtout en Allemagne. De nombreux distributeurs d'énergie électrique en France ont acheté, bien avant la guerre, des poteaux en sapin et épicéa aux firmes allemandes, parce que ces po-

teaux étaient cotés comme ayant une durée moyenne de 12 à 15 ans, et surtout parce que ces bois sont en général beaucoup plus droits que les bois des forêts françaises. Pour lutter contre cette concurrence, quelques industriels français ont installé, après la guerre, des chantiers de kyanisation, mais ils sont encore peu nombreux. L'exploitation de ce procédé est d'ailleurs assez délicate.

Les poteaux imprégnés par ce système et qui doivent être parfaitement secs, ne présentent qu'une mince couche immunisée dont l'épaisseur va de 1 à 5 millimètres, suivant que les bois étaient plus ou moins secs, plus ou moins serrés, etc. Cette couche protectrice est évidemment un peu mince; une éraflure ou une fente un peu profonde se produisant dans la partie la plus vulnérable du poteau, c'est-à-dire au voisinage de l'encastrement, expose celui-ci à tous les dangers d'altération. Aussi les principales firmes allemandes ont-elles cherché depuis longtemps à augmenter la profondeur de pénétration antiseptique.

Kyanisation profonde.

L'action nuisible du bichlorure sur les métaux s'opposait à l'emploi des procédés connus par pression. D'autre part, le bichlorure forme, comme nous l'avons dit, au fur et à mesure qu'il pénètre dans le bois, un composé mercuriel insoluble, ce qui empêche progressivement la pénétration, surtout dans les bois à couches serrées. La coloration brune que fait apparaître le sulfhydrate d'ammoniaque est due au sublimé resté à l'état libre dans les cellules du bois; dans la kyanisation ordinaire, il n'y a plus en général de particules de sublimé libre au-delà de quelques millimètres; plus profondément, cependant, existe ce sublimé à l'état de composé insoluble, que l'action chimique du sel ammoniacal ne révèle pas, et dont on ne peut démontrer la présence que par d'autres méthodes, telles que celle des rayons X. Il était donc prouvé que faire de la pression ne servait à rien. Il faut que le poteau ait subi, au préalable, avant d'être introduit dans la solution antiseptique, une préparation spéciale qui le place dans un état de meilleure réceptivité pour le sublimé; il faut surtout dilater artificiellement les pores.



L'expérience que nous avons personnellement acquise ces dernières années semble nous avoir montré que, pour obtenir ce résultat, on peut avoir recours à l'un ou l'autre des deux procédés que nous définirons: la méthode humide et la méthode sèche.

La firme allemande qui possède des brevets de kyanisation profonde (diakyanisation) commence par étuver ses poteaux pendant un certain nombre d'heures dans des fours où circule de la vapeur; aussitôt après, les bois, qui sont encore chauds et dont les cellules sont dilatées par la vapeur, sont immergés dans les bassins d'imprégnation; il se produit le phénomène connu de condensation, amenant un vide partiel et une succion de la solution antiseptique, qui pénètre dans le bois beaucoup plus rapidement et plus profondément que dans la kyanisation ordinaire, mais le processus est le même. L'absorption du liquide est assez brusque pendant les premières heures, ainsi que le montre la forme de la courbe ci-contre, qui représente également la marche du liquide absorbé dans la kyanisation ordinaire. Dans cette dernière méthode, on estime qu'une durée de 10 jours environ est nécessaire pour que l'opération soit terminée, tandis que 3 à 4 jours suffisent dans la kyanisation profonde.

Cette méthode employée industriellement par la firme allemande depuis deux ans environ, semble donner de très bons résultats. La profondeur de pénétration est visiblement augmentée par la préparation préalable des bois; elle est de 10 à 30 ou 40 millimètres, suivant les essences et l'état particulier de chaque poteau.

Le sublimé étant un puissant antiseptique, il est bien certain que les poteaux ainsi préparés auront une longue durée.

Une autre méthode est celle de la voie sèche. Elle consiste à préparer les poteaux par un séchage artificiel à chaud (120 à 130°), assez prolongé, pour chasser toute humidité, toute trace de liquide dans le bois et en dilater les cellules; puis, au moyen de courants d'air sec, à provoquer volontairement le fendillement assez intensif et profond des poteaux. Cette préparation préalable terminée, on introduit à chaud les poteaux dans les bassins d'imprégnation, où ils restent 3 à 4 jours. On a soin, bien entendu, comme dans la kyanisation ordinaire, de ramener toujours la dissolution antiseptique à son titre normal de 1/150.

Cette méthode, que nous avons préconisée et vu appliquer récemment en France, donne aussi d'excellents résultats, que nous croyons même supérieurs à ceux donnés par l'autre procédé.

Les sapins et les épicéas sont imprégnés sur plusieurs (2, 3 ou 4) centimètres; les pins sont assez facilement imprégnés jusqu'au cœur. Il est hors de doute que les poteaux immunisés dans ces conditions auront une très longue durée.

Il semble également certain que, peu à peu, par la force même des choses, les acheteurs ne voudront plus de poteaux préparés en kyanisation ordinaire et qu'ils tiendront à n'employer que des bois préparés en kyanisation profonde, la majoration de prix qui en résulte n'étant que de l'ordre de 25 %.

CHAPITRE III.

Créosote.

On désigne sous ce nom les huiles lourdes provenant de la distillation du goudron de houille, et qui sont employées pour le traitement industriel des bois,

en raison de leurs propriétés antiseptiques et de leur insolubilité dans l'eau.

En distillant le goudron, on obtient différentes huiles, dont le point d'ébullition est de plus en plus élevé.

	Degrés
1° Benzol	80
2° Benzine	80 à 86
3° Toluène	108 à 114
4° Xylol	125 à 130
5° Cumol	140 à 150
6° Solvent naphte	} . . . 115 à 175
7° Benzine lourde	
8° Pyridine	
9° Phénol	185 à 190
10° Crésol	190 à 195
11° Naphtaline	210 à 215
12° Huiles de créosote et huiles diverses	240 à 320
13° Anthracène	320 à 350
14° Brai	au delà de 350

On classe industriellement ces produits en trois catégories, qui d'ailleurs chevauchent les unes sur les autres:

Huiles légères, renfermant les Nos de 1 à 9
 Huiles moyennes, „ les Nos de 4 à 13
 Huiles lourdes, „ les Nos de 10 à 14

Une „huile lourde“ n'est donc pas une substance nettement déterminée: il faut en définir les spécifications.

L'emploi de la créosote pour les poteaux a été souvent critiqué au point de vue des manipulations par les ouvriers; on a souvent prétendu qu'elle brûlait la peau et les vêtements. Certaines de ces critiques ont pu être fondées, en partie tout au moins; tout dépend des spécifications des huiles créosotées, et de la méthode d'injection. En tout cas, il est un fait indéniable: c'est qu'on fabrique et qu'on utilise couramment des poteaux créosotés dans le monde entier.

De nombreux procédés sont employés pour le créosotage des poteaux: les uns, comme le procédé Bethell, sont très anciens et un peu abandonnés; d'autres ne datent que de quelques années. Nous allons les passer en revue.

Procédé Bethell.

Les bois sont placés dans l'autoclave; puis on fait le vide pour dessécher le plus possible les poteaux. L'huile créosotée est ensuite introduite dans l'autoclave à 60 ou 70°, et la pression est élevée jusqu'à 7 ou 8 kilos. On vidange, on laisse égoutter une demi-heure dans le cylindre et on sort les poteaux.

C'est le procédé classique de vide et de pression.

Procédé Ruping.

On a reproché au procédé par vide et pression de laisser subsister, dans les cellules du bois, de la créosote liquide libre, estimée inutile; et d'autre part il se produisait des exsudations de créosote rendant pénible l'ascension aux poteaux.

Le procédé Ruping, qui aboutit à l'emploi d'un minimum de créosote, tout en assurant la profondeur de pénétration, est actuellement le plus répandu.

Il est défini par l'extrait suivant du Cahier des Charges des P. T. T. belges:

«Les poteaux introduits dans le cylindre, hermétiquement clos, seront soumis à une pression préalable pouvant atteindre 4 atmosphères; la communication sera établie ensuite avec le cylindre supérieur amené à une pression légèrement supérieure, rempli de créosote et muni d'un serpentin à vapeur permettant de porter la température de la créosote à 80 degrés centigrades.

Lorsque le cylindre d'injection sera rempli, on coupera la communication avec le cylindre supérieur qui sera ramené à la pression atmosphérique et on continuera à introduire dans le cylindre d'injection l'antiseptique au moyen des pompes foulantes, de manière à maintenir à l'intérieur du cylindre une pression suffisante pouvant atteindre 10 atmosphères, de façon que l'absorption de la créosote ait lieu jusqu'au cœur du bois, la quantité d'huile injectée alors ne pouvant en tous cas pas être inférieure à 200 litres par mètre cube.

En rétablissant ensuite la communication entre les deux cylindres, l'air sous pression dans le bois entraînera la créosote absorbée en trop, mais la quantité d'huile restant par mètre cube ne sera, sauf stipulations contraires, pas inférieure à 125 litres.

L'opération pourra d'ailleurs être terminée par un vide final pour retirer la créosote absorbée en excès.

L'absorption sera constatée par un flotteur qui devra accuser dans le réservoir inférieur une diminution de liquide correspondant à autant de fois 125 litres qu'il y a de mètres cubes de bois.

Pour tenir compte de la créosote fournie par le cylindre supérieur, la créosote sera refoulée, à la fin de l'opération, du réservoir inférieur dans le cylindre supérieur jusqu'à ce que celui-ci soit complètement rempli, c'est-à-dire qu'il se trouve dans les mêmes conditions qu'au début de l'opération.»

Je dois ajouter que ce Cahier des Charges, qui date de 1920, stipulait que la quantité de créosote qui devrait finalement rester dans le bois ne serait pas inférieure à 125 litres par mètre cube de bois. Mais, à la suite de nombreux essais méthodiques, on a pensé qu'une dose de 100 litres par mètre cube de bois serait suffisante, et c'est le chiffre que l'on adopte aujourd'hui. Dans les P. T. T. belges, on n'accepte que le pin sylvestre; ceci est une condition restrictive importante.

Procédé de la Société d'Electromotoculture (M. Estrade).

Bien que les brevets relatifs à ce procédé n'aient été pris qu'en 1919, son application industrielle remonte à 1904 et s'est poursuivie constamment depuis cette époque.

La caractéristique de ce système consiste dans la provocation du fendillement des poteaux préalablement à l'injection. Cela peut paraître bizarre, et cependant on y est conduit par le raisonnement suivant: Tout poteau en bois écorcé, exposé aux intempéries et aux variations atmosphériques pendant plusieurs années, se fendillera, se fendra fatalement, soit dans le dépôt où il sera conservé avant d'être utilisé, soit après son implantation. Ces fendillements naturels et inévitables peuvent aller jusqu'au cœur du bois. Si l'injection qu'avait reçue ce po-

teau n'avait pas pénétré toutes les fibres, tous les pores, ou bien si le liquide antiseptique a disparu, ou bien si la valeur antiseptique de la substance injectée a beaucoup diminué depuis la date de l'injection, les fibres profondes voisines des parties fendillées ne seront plus suffisamment défendues contre les attaques des agents destructeurs, et le bois mourra assez rapidement par suite de la présence de ces régions faibles. Si, au lieu d'attendre ces fendillements qui se produiront inévitablement au bout d'un temps plus ou moins long, et peuvent être alors très nuisibles, on les provoque artificiellement dans des conditions bien étudiées et avant injection, la substance antiseptique pénétrera dans toutes les fibres jusqu'au cœur du poteau, et celui-ci, préservé dans toute sa masse, ne se fendillera plus ensuite. C'est ce que l'expérience a démontré.

De plus, après l'implantation du poteau, la créosote injectée à forte dose laissera s'écouler l'excès de liquide lentement dans le sol, formant au pied du poteau, dans la partie encastrée, une sorte de cuirasse protectrice qui empêche le développement des parasites et des végétations cryptogamiques, ce qui contribue encore à augmenter la durée du support.

Le séchage artificiel et le fendillement sont obtenus dans des fours, où les bois sont soumis à l'action d'un courant d'air sec à la température d'environ 125°. La durée de l'opération varie suivant l'état des bois; elle est en moyenne de 24 heures. Puis les poteaux sont placés dans un autoclave et soumis à l'action d'huiles créosotées chaudes très fluides, sous la pression de 10 kilos, et jusqu'à refus. Un vide partiel termine l'opération, et les poteaux sont égouttés. Quand ils sortent de l'autoclave, ils ont une teinte noirâtre; c'est pour cela que depuis longtemps on les appelle „Poteaux noirs“.

La pénétration dans le bois sera d'autant plus profonde et facile que l'antiseptique sera plus fluide. Dans ce but, M. Estrade emploie une créosote spéciale, liquide à la température ambiante, et dont les spécifications sont les suivantes, extraites de marchés passés avec les P. T. T.:

„La créosote extraite du goudron de houille ne doit pas contenir plus de 1 % d'huile bouillant au-dessous de 125° C.

„Elle doit bouillir entre 150 et 400°, et au moins 75 % de sa masse doit bouillir au-dessus de 235° C.

„Elle doit contenir au moins 10 % de substances acides solubles dans une lessive de soude de densité 1,15 (phénols).

„A + 15°; elle doit être complètement liquide et libre de substances grasses, de telle façon que, versée sur du bois debout, elle ne laisse rien d'autre qu'un dépôt huileux.

„D'autre part, elle doit être, autant que possible, libre de naphthaline et ne doit pas en abandonner à + 15°.

„Elle doit contenir tout au plus 1 % d'huile de densité inférieure à 0,90 tandis que la densité de la créosote elle-même doit être comprise entre 1,045 et 1,10.

„On doit faire en sorte qu'après l'injection, la créosote soit complètement retenue dans les pores du bois. La créosote de goudron de houille peut être mélangée au plus de 15 % d'huiles extraites de corps

bitumeux, mais le mélange doit, dans tous les cas, présenter des propriétés conformes aux prescriptions ci-dessus.

Par la méthode Estrade, le pin absorbe une quantité de créosote qui va jusqu'à 600 kilos par mètre cube de bois; le prix de tels poteaux serait évidemment prohibitif; et d'ailleurs, introduire une aussi forte dose d'huile créosotée est complètement inutile. Si donc on veut créosoter des pins, il est plus indiqué de recourir au système Ruping, à dose convenable. Quant aux sapins et épicéas, ils doivent, obligatoirement, subir une préparation préalable si on veut qu'ils s'injectent; le procédé Estrade est tout indiqué pour ces essences. L'Administration des P. T. T. a passé récemment une importante commande de poteaux préparés par ce système.

Procédé Gilson.

C'est une méthode de créosotage dont l'application industrielle est récente. Elle est basée sur le fait suivant:

Si on plonge un morceau de bois dans un bain d'huile créosotée portée à une température de 100° environ, les liquides qui imprègnent les tissus ligneux se vaporisent et s'échappent en dilatant les cellules et les canaux. Cette ébullition terminée, il suffit d'un abaissement de température conjugué à l'action du vide pour assurer à l'intérieur du bois des communications intercellulaires parfaites: la préparation préalable du bois est terminée.

Le procédé industriel se déduit immédiatement de ce qui précède: Les poteaux sont placés dans un autoclave et soumis durant quarante minutes à l'action des huiles créosotées portées à 95°; on les soumet ensuite à l'action du vide pendant quarante autres minutes. On remplit alors à nouveau l'autoclave d'huile créosotée, toujours portée à 95°, et on élève la pression jusqu'à 8 à 10 K. à l'aide d'un compresseur. Quand la quantité de créosote déterminée a été refoulée dans le bois, on vidange l'autoclave, puis on continue l'action de l'air comprimé et chaud durant un temps variable, suivant les cas, pour assurer la pénétration jusqu'au cœur.

CHAPITRE IV.

Autres procédés.

Parmi les autres procédés, quelques-uns, peu répandus, constituent des variantes des méthodes décrites plus haut; d'autres, actuellement peu nombreux, utilisent des antiseptiques autres que ceux dont nous avons parlé.

Nous dirons seulement quelques mots de l'aczol, du fluorure de sodium et de la basilite.

Aczol.

Nous avons vu que le principal inconvénient du sulfate de cuivre réside dans sa grande solubilité dans l'eau; aussi le sulfate disparaît-il peu à peu des poteaux sous l'influence dissolvante des eaux de pluie.

Parmi les procédés qu'on a essayés pour fixer le sulfate de cuivre dans le bois, nous citerons l'aczol. Le principe essentiel de l'aczol est la fixation de sels insolubles de cuivre et de zinc dans le bois au moyen de l'ammoniaque avec addition d'acide phénique.

Une solution d'aczol titrant 7 % de sels contient pour cent litres un minimum de:

400 grammes de cuivre,
250 grammes de zinc,
600 grammes de phénol,

alors que les solutions de sulfate de cuivre habituellement employées au $\frac{1}{100}$ ne contiennent, pour cent litres, que 260 grammes de cuivre, c'est-à-dire beaucoup moins de principes actifs qu'une solution aczolée.

On utilise la méthode de vide et pression, et on maintient celle-ci jusqu'à ce que les bois aient absorbé deux cents litres environ de solution aczolée par mètre cube de bois.

Fluorure de sodium.

Des expériences de laboratoire, et notamment celles rapportées dans leur important ouvrage par MM. Falk et Moeller, ont eu pour but de comparer l'action des différents antiseptiques sur le conio-phora, qui est, des champignons du bois, celui qui se développe le plus rapidement. (Des résultats à peu près semblables ont été obtenus sur le penicillium.)

Il résulte de ces expériences que la dose nécessaire pour arrêter d'une manière absolue le développement du conio-phora est de $\frac{1}{1000}$ pour l'acide phénique, qui est, avec la naphthaline, l'élément antiseptique principal de la créosote. Cette dose est également de $\frac{1}{1000}$ pour le bichlorure de mercure et de $\frac{1}{100}$ pour le sulfate de cuivre.

Il résulte de ces chiffres que le sublimé et l'acide phénique ont des pouvoirs antiseptiques à peu près équivalents, mais que le sulfate de cuivre est 10 fois moins actif qu'eux.

On a reconnu également que la dose de fluorure de sodium nécessaire pour arrêter d'une manière absolue, dans un bouillon de culture, le développement du conio-phora est de $\frac{1}{1000}$. Le fluorure de sodium a donc à peu près le même pouvoir antiseptique que l'acide phénique et le sublimé; il est 10 fois plus actif que le sulfate de cuivre.

On a constaté enfin que les composés nitrés du phénol ont un pouvoir antiseptique beaucoup plus grand que l'acide phénique et que tous les sels employés jusqu'à ce jour. C'est ainsi que la dose nécessaire pour arrêter d'une manière absolue le développement du conio-phora n'est que de $\frac{1}{20000}$ avec le dinitrocrésolate de soude ou le dinitrophénolate de soude.

Le fluorure de sodium, tout en étant 10 fois plus antiseptique que le sulfate de cuivre, est 5 fois moins soluble que lui. Il semble donc devoir lui être préféré.

Il présente en outre, sur celui-ci, l'avantage d'être sans grande action sur le fer et de pouvoir être employé, comme la créosote, dans des installations ne comportant aucun aménagement spécial.

Des essais en grand de cet antiseptique ont été faits pendant la guerre sur des pièces de bois destinées à la Belgique et sur des traverses de chemins de fer. Les résultats obtenus ont été discutés et critiqués. A notre avis, il serait très intéressant de reprendre des essais comparés.

Basilite ou bellite.

Bien avant la guerre, certains ingénieurs, tels que Novotny et Malenkovic, avaient recommandé l'emploi d'un produit à base de fluorure de sodium et désigné sous le nom de basilite ou de bellite. Ce produit est composé d'environ 90 % de fluorure de sodium et 10 % de dinitrophénol-aniline.

Le dinitrophénol-aniline a un pouvoir antiseptique 20 fois plus grand que l'acide phénique ou le sublimé et 200 fois plus grand que le sulfate de cuivre.

Dans le mélange fluorure de sodium-dinitrophénol-aniline, le premier, relativement bon marché, est destiné à pénétrer à l'intérieur de la masse du bois et à l'aseptiser. Le second ne pénètre au contraire que peu profondément à l'intérieur du bois et protège celui-ci contre les attaques venant de l'extérieur.

Grâce à une aptitude spéciale, comparable à celle de certaines matières colorantes, la dinitrophénol-aniline adhère fortement aux fibres du bois, qu'elle colore en jaune clair.

Déjà avant 1914, des essais de bellite avaient été faits sur des bois de mines et des poteaux. Sur des poteaux télégraphiques imprégnés en Autriche, on n'aurait constaté au bout de 7 ans que 2,8 % de déchets.

En Bohême, sur 4832 poteaux datant de 1910, 28 seulement (0,6 %) auraient été remplacés en 1918. Il semblerait donc intéressant d'envisager la préparation de poteaux en vase clos en utilisant la bellite.

Créosotage sous pression du pied des poteaux.

Nous avons vu plus haut que les poteaux injectés au sulfate de cuivre, ou imprégnés en kyanisation ordinaire, ont une durée relativement faible, et il est à peu près impossible aux fabricants, surtout pour les premiers, de garantir un minimum de durée. Se fondant sur la préparation qui se fait dans certains secteurs forestiers des Etats-Unis, préparation reprise il y a environ dix ans par la Compagnie du Midi, l'Administration des P. T. T. a admis, il y a quelques mois, le créosotage du pied (1 m. 50 à 2 m. 20).

Jusqu'à ce jour, on a procédé par simple trempage, dans des conditions plus ou moins perfectionnées et avec des huiles plus ou moins fluides (il faut évidemment une créosote bien liquide pour augmenter la profondeur de pénétration); mais le problème du créosotage du pied sous pression, depuis longtemps envisagé, vient d'être résolu industriellement.

La caractéristique du procédé de M. Poulain réside dans l'emploi d'un autoclave qui peut, avec un léger effort, basculer autour de deux pivots prévus à cet effet, de façon à lui faire prendre la position verticale. Si les poteaux sont introduits sur des wagonnets à l'intérieur de l'autoclave quand il est horizontal, ils peuvent être injectés sous pression dans leur masse, comme dans n'importe quel procédé. Ceci est une première phase: c'est l'injection ordinaire. Les poteaux sont ensuite placés sur des séchoirs jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment secs. Puis, pour le créosotage au pied, on les range sur deux wagonnets de telle sorte que tous les pieds

soient d'un même côté, et on envoie le chargement, les sommets à l'avant, dans l'autoclave horizontal. L'autoclave est fermé; et on le fait basculer sur ses pivots facilement à l'aide d'un treuil, de façon à lui faire prendre la position verticale. Le chargement de poteaux est disposé à l'intérieur de telle façon que les pieds des poteaux se trouvent à la base, sur un même plan horizontal où ils sont maintenus. On fait le vide et on le laisse subsister $\frac{1}{4}$ d'heure. On laisse alors pénétrer l'air extérieur, puis la créosote à la température d'injection dans l'autoclave jusqu'à la hauteur à laquelle on désire injecter les poteaux. On comprime, à l'aide d'un compresseur, de l'air dans la partie supérieure de l'autoclave; la créosote pénètre dans les pieds des poteaux. On laisse ainsi l'injection se faire sous l'influence de l'air comprimé, jusqu'à ce que les pieds des poteaux aient absorbé la quantité de créosote que l'on s'est imposée.

Le niveau de créosote est maintenu à la hauteur fixée, malgré l'absorption du bois, à l'aide d'un réservoir „doseur“ en communication avec l'autoclave et placé au-dessus du niveau normal de la créosote contenue dans l'autoclave. Ce réservoir est évidemment en communication, par une tubulure spéciale, avec la partie de l'autoclave contenant de l'air comprimé, de façon à permettre l'écoulement de la créosote malgré la pression. La quantité de créosote absorbée est observée et enregistrée à l'aide d'un niveau placé sur le réservoir doseur. Le bois étant injecté, on ouvre les vannes mettant en communication la créosote avec un réservoir à air libre dans lequel elle est évacuée. On bascule ensuite l'autoclave pour lui faire reprendre sa position horizontale, et l'on fait sortir le chargement.

Ce procédé est en somme des plus simples.

L'emploi de l'air comprimé, comme agent de pénétration amène une grande simplicité dans la manipulation de la créosote; aucune pompe à créosote n'est nécessaire.

Nous avons fait procéder à des opérations de créosotage de pieds de poteaux en imposant une hauteur de 2 mètres, et une dose de créosote de 110 kilos au mètre cube de bois avec application de la méthode Ruping; le résultat a été conforme aux conditions imposées.

Ce système est évidemment très souple industriellement; il permet, en particulier, d'employer la méthode Ruping, qui est aujourd'hui adoptée partout. D'autre part, il permet de créosoter, à la hauteur que l'on veut et au dosage que l'on veut, les pieds de poteaux dont le fût a déjà reçu une injection par un procédé quelconque, qu'il s'agisse de poteaux injectés au procédé Boucherie, ou en vase clos, ou de poteaux traités en kyanisation ordinaire, ou même de poteaux dont le fût a reçu une injection de créosote à faible dose.

N'oublions pas, en effet, que la partie aérienne d'un poteau injecté se conserve longtemps (20 à 25 ans en moyenne) même lorsqu'elle a été immunisée avec un antiseptique peu puissant (sulfate de cuivre) ou bien lorsqu'elle a été superficiellement imprégnée d'un puissant antiseptique (kyanisation ordinaire), ou enfin lorsqu'elle a été injectée d'une faible dose de créosote (60 à 70 kilos au mètre cube); c'est donc

dans la partie qui résiste le moins aux attaques de toutes sortes et aux gros efforts mécaniques que nous devons *surtout* appliquer les moyens de préservation, de façon à assurer aux deux parties constitutives du poteau (partie aérienne, partie encastrée)

des durées à peu près égales. De cette façon sera réalisé *un poteau rationnel* et de longue durée.

A. Hugron,

Ingénieur en Chef des Services de la Vérification du Matériel des P. T. T.

Ueberwachung von Telephonanlagen zur Instandhaltung der Uebertragungsgüte.

Von P. E. Erikson und R. A. Mack, 1924.

(Fortsetzung der Abhandlungen über Telephonverstärker. Uebersetzung A. S.)

Zusammenfassung.

Obschon die Gesetze der telephonischen Uebertragung seit geraumer Zeit bekannt waren, ist erst mit der Entwicklung der Elektronenröhre und der Erkenntnis von der Eignung derselben als Telephonverstärker die Schranke gefallen, die sich der praktischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung des zwischenörtlichen Telephonverkehrs entgegensetzte. Man spricht heute über sehr lange Strecken, d. h. vom einen Ende eines Kontinentes zum andern, mit einem Grade der Sprechverständigung, wie man sich bisher über Strecken von bloss 50 bis 100 Kilometer, ohne diese technische Neuerung, telephonisch zu verständigen gewohnt war. Fällt die Länge der Stromkreise heute nicht mehr in Betracht, so kann auch dazu geschritten werden, Leitungen über kürzere Strecken durch Verwendung von wesentlich dünneren Drähten elektrisch gemessen zu verlängern, damit zu verbilligen und die Dämpfungsverluste, nicht aber die Verbilligung, durch Verstärkung wieder wettzumachen. Schon sind eine Reihe von grösseren und kleineren Verstärkerstellen den Betrieben angegliedert worden; der Betriebstechniker ist vor neue Aufgaben gestellt.

Abgesehen vom Wesen der Neuerung, das in den Verstärker-ausrüstungen anschaulich verkörpert ist, drängt sich dem Betriebstechniker die Notwendigkeit auf, die für die Sprechverständigung in Betracht fallenden Eigenschaften der übrigen Zentralenausrüstungen und Leitungsnetze zu kennen, das heisst in erster Linie, diese Eigenschaften nach festgesetzten Masseinheiten messen zu können. Es wird sich dabei zeigen, dass die in den Orts- und Fernzentralen vorhandenen Ausrüstungen, ferner die vorhandenen Leitungsanlagen, welche früher meistens nicht nach Richtlinien gebaut wurden, die auf einen Sprechverständigungsgrad hinzielten, wie er heute bei Anwendung von Telephonverstärkern verlangt wird, oft ungenügende Messwerte aufweisen. Bei Neuanlagen müssen ferner von Anfang an Richtlinien befolgt und die als praktisch zulässig erkannten Dämpfungswerte verwirklicht werden, damit die Sprechverständigung nicht nur eines besonderen Stromkreises, sondern aller Stromkreise zum mindesten eines Landesnetzes, einen hohen Gütegrad erreiche. Es muss dann aber auch dafür gesorgt werden, dass der erreichte Gütegrad zu jeder Zeit unveränderlich erhalten bleibt.

Die Verhältnisse in den meisten Telephonbetrieben erheischen heute die Wachsamkeit aller betroffenen Stellen; in diesem Sinne ist die vorliegende Abhandlung über Ueberwachung zur Instandhaltung der Uebertragungsgüte vielleicht geeignet, nützlich beizutragen. Die Abhandlung zerfällt in zwei Teile. Der erste befasst sich mit den allgemeinen Grundlagen einer modernen Telephonnetzüberwachung, deren wirtschaftlichen Rechtfertigung und den allgemeinen Richtlinien ihrer Durchführung. Der zweite Teil gibt die theoretischen Betrachtungen wieder, die zur Entwicklung einer Reihe von Messinstrumenten führte, durch die Uebertragungsverluste in irgendeinem Teil der Telephonanlage leicht gemessen werden können. Dieser Teil enthält ebenso eine kurze Beschreibung dieser Instrumente und ihrer Anwendung.

Inhaltsangabe und Uebersicht.

I. Teil. Allgemeines.

I. Die Ortsnetzanlage.

A. Innenausrüstung.

- (1) Zentralenausrüstung.
 - (a) Schnurstromkreise.
 - (b) Abfragestromkreis der Telephonistin.
 - (c) Leitungsabschlussapparate.
 - (d) Sicherungen.
- (2) Teilnehmerapparate.

B. Aussenanlage des Ortsnetzes.

- (1) Gütegrad der Sprechverständigung: Verlustwerte.

- (a) Teilnehmerleitungen.
- (b) Verbindungsstromkreise zwischen Ortszentralen.
- (c) Fernvermittlungsstromkreise.
- (d) Dienstleitungsstromkreise.

- (2) Ueberwachung zur Instandhaltung der Uebertragungsgüte.

- (a) Gleichstromprüfungen.
- (b) Prüfungen an belasteten Stromkreisen.
- (c) Uebertragungsmessung (Restdämpfungsmessung).

II. Die Fernleitungsanlage. Allgemeines.

Einheit in der Kontrolle.

- (1) Messung des Verstärkungsgrades (Gewinn, Entdämpfung).

- (2) Ausgleichsmessung.
- (3) Prüfung durch Sprechversuch (Sprechmessung).
- (4) Uebertragungsmessung (Restdämpfungsmessung).
- (5) Rufprüfversuch.

A. Verstärkerstellenüberwachung.

- (1) Batteriemessung.
- (2) Rufprüfversuch.
- (3) Mithörprüfversuch.
- (4) Messung des Verstärkungsgrades (Gewinn, Entdämpfung).
- (5) Lebensdauer der Vakuumröhren.

B. Ueberwachung der Verstärkerabschnitte.

- (1) Isolationswiderstands- und Widerstandsmessung.
- (2) Leitungsimpedanzmessung.
- (3) Pfeifpunktmessung.
- (4) Impedanzausgleichsmessung.
- (5) Restdämpfungsmessung.
 - (a) Direkte Dämpfungsmessung.
 - (b) Dämpfungsmessung über Schleife.

II. Teil. Verfahren und Mittel.

A. Nicht-lineare Verzerrung.

B. Geräusch-Zustände.

- (1) Nebengeräusche an Teilnehmerapparaten.
- (2) Leitungsgeräusch.
 - (a) Induktive Interferenz.
 - (i) 1-A Geräuschmesseinrichtung.
 - (ii) 2-A Geräuschanalysator.
 - (iii) Telephonstörungsfaktormesser.

C. Nebensprechen.

- (i) Nebensprechmesseinrichtung.
- (ii) Aenderung des Nebensprechens mit der Frequenz.

D. Echo und Ausgleichsvorgänge.

E. Frequenzempfindlichkeitskurve.

- (1) Frequenzverzerrung.
- (2) Lautstärkewirkungsgrad.
 - (a) Lautstärkewirkungsgrad des Teilnehmerapparates.
 - (b) Zentralenverluste.
 - (i) 1-B Dämpfungsmesser (und 2-B Oszillator).
 - (c) Leitungsdämpfung.
 - (i) 3-A Streckendämpfungsmesser (und 3-A Oszillator).
 - (ii) 4-A Streckendämpfungsmesser (und 5-A Oszillator).
 - (d) Verstärkergewinn.
 - (i) 2-A Verstärkungsmesser.
 - (ii) 3-A Verstärkungsmesser.
 - (e) Gleichförmigkeit der Leitungsimpedanz.
 - (i) 2-A Unregelmässigkeitsmesser für Impedanzen.
 - (ii) 1-B Leitungsimpedanzbrücke.
 - (iii) 4-B Oszillator.

Anhang 1: Eingrenzung einer Unregelmässigkeit mittelst Impedanz/Frequenzmessung.

Anhang 2: Neue Uebertragungseinheit. T. U.