

# Un événement important : l'inauguration du câble coaxial Genève-Lausanne - premier tronçon de l'artère ouest-est

Autor(en): **Schiess, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **37 (1959)**

Heft 7

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875448>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von der Schweizerischen Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung. Publié par l'administration des postes, télégraphes et téléphones suisses. Pubblicato dall'amministrazione delle poste, dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

## Un événement important

621.315.212

### L'inauguration du câble coaxial Genève-Lausanne — premier tronçon de l'artère ouest-est

Lorsque la charpente d'une nouvelle maison est achevée, un ancien usage veut qu'on place sur le faite, en signe de joie et en guise de porte-bonheur, un petit sapin décoré de bandes de papier coloré. Lorsqu'un nouveau pont est ouvert à la circulation, cet événement est fêté solennellement et le ruban de soie tendu au travers du pont est coupé par une notabilité au cours d'une cérémonie officielle.

Il ne sera pas question ici de la construction d'un pont au sens habituel du terme; en effet, à l'âge de la technique, il existe d'autres ponts, de portée plus grande, reliant les villes, les pays, les continents entre eux, des ponts qui sont jetés par la technique moderne des télécommunications. Certes, il ne s'agit pas de ponts qu'on admire avec étonnement à cause de leur hauteur vertigineuse, ou encore de la puissance ou de l'élégance de leur construction. Contrairement aux autres, ces ponts, invisibles au public, passent non sur terre, mais **en terre**, non au-dessus de l'eau, mais **dans l'eau**; nous voulons parler des **ponts constitués par les câbles téléphoniques**, sans lesquels nous ne pouvons plus nous représenter notre existence.

C'est d'un pont semblable, du câble coaxial posé entre Genève et Lausanne, que nous entretiendrons nos lecteurs. Pourquoi des ponts de cette nature, dont l'importance ne le cède en rien à celle des autres, ne seraient-ils pas inaugurés et ouverts au trafic avec la même solennité?

C'est pourquoi l'administration des PTT a invité à Genève, le 18 juin 1959, pour l'inauguration du câble coaxial, les autorités des cantons de Genève et Vaud ainsi que des cités de Genève et Lausanne, les représentants des villes et communes sises le long du lac et des principales entreprises qui ont participé à cette œuvre, ainsi que les principaux journaux romands, la presse syndicale des PTT, les agences de presse, les reporters de la radiodiffusion et des reporters-photographes, etc. Les invités se rassemblèrent à 9 h. 30 dans la salle des conférences de l'annexe à l'Hôtel des postes, rue Pécolat 1, où M. **Alfred Langenberger**, sous-directeur de la division des télégraphes et des téléphones à la direction générale des PTT, les salua au nom de l'administration. M. **Charles Lancoud**, chef des services des lignes à cette même direction, parla du passé, du présent et de l'avenir de l'artère de télécommunication Genève-Lausanne, puis

M. **Jean Jacot**, chef de la section des équipements de lignes, expliqua et démontra le fonctionnement du câble coaxial et de ses équipements techniques. Nous reproduisons textuellement ci-après l'allocation de bienvenue et les deux exposés.



Genève nous présente une de ses caractéristiques: le jet d'eau

Photo: H. Schiess



**M. A. LANGENBERGER**

s'adressa à l'assemblée dans les termes suivants:

Messieurs les conseillers d'Etat,  
Messieurs les syndics et les représentants des communes riveraines,  
Messieurs les directeurs,  
Messieurs les représentants de la presse,  
Mesdames et Messieurs,

Il m'est échu l'agréable mission de venir ici pour vous souhaiter une très cordiale bienvenue de la part de l'administration des PTT et plus particulièrement de sa direction générale. Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur d'assister aujourd'hui à cette petite fête inaugurale. Je voudrais remercier de leur présence ici: MM.

René Helg, conseiller d'Etat, Genève  
Pierre Oguey, conseiller d'Etat, Lausanne  
Pierre Bouffard, conseiller administratif de la ville de Genève

Henri Genet, conseiller municipal, Lausanne  
Albert Henry, syndic, St-Prex  
Fernand Demaurex, syndic, Rolle  
Alfred Michaud, syndic, Nyon  
Lucien Picot, adjoint au maire, Versoix  
Henry Challet, directeur des téléphones, Lausanne  
Dr. J. Bauer, Hasler S.A., Berne  
Dr. W. Muri, président de la Philips S.A., Zurich  
Thomas Streiff, directeur Albiswerk Zurich S.A., Zurich

Paul Hartmann, directeur de la Standard Téléphone et Radio S.A., Zurich

André Borel, directeur technique des Câbles électriques, Cortaillod

Karl Boner, administrateur de la société «Pro Telephon», Zurich

ainsi que les représentants de la presse et les collègues

de la direction des téléphones de Genève, de la division des télégraphes et des téléphones à Berne, du laboratoire d'essais et de recherches des PTT et du service des bâtiments des PTT.

Je ne vous apprendrai rien de neuf en relevant que le rythme endiablé de notre activité moderne a profondément modifié le train de vie de chacun. Nous sommes en plein siècle de la vitesse. Avions, automobiles, fusées, etc., sont les moyens de déplacement de l'homme du XXe siècle. Mais cette augmentation de vitesse des transports oblige aussi les autres moyens de communication, par exemple les télécommunications, la poste, etc., à s'adapter. Par corollaire, le téléphone devient de plus en plus populaire. Ainsi, à Zurich qui, téléphoniquement, représente le  $\frac{1}{5}$  de la Suisse et où la population augmente d'année en année de 1300 familles en moyenne, le nombre de raccordements téléphoniques croît annuellement de 6000 à 8000, le nombre des postes téléphoniques de 9000 à 12 000. Ce fait démontre que le téléphone pénètre toujours plus dans toutes les couches de notre population.

Dans le courant de septembre prochain, nous compterons le 1 000 000e abonné au téléphone en Suisse et le 1 500 000e poste téléphonique raccordé directement ou indirectement au réseau national. Tous ces abonnés parlent beaucoup en local, mais ils désirent aussi pouvoir correspondre avec n'importe quel abonné du pays. Fin 1958, nous avons compté pour tout le pays 564 184 903 communications locales échangées et 465 066 227 communications interurbaines. Vous pouvez ainsi vous rendre compte de l'importance des relations interurbaines. Dans le bon vieux temps, qui n'est point si vieux que cela puisque je vous parle de 1919, les circuits interurbains étaient aériens. Depuis lors, le volume du trafic interurbain a augmenté de 1500%. Si l'on était resté fidèle à la technique des lignes aériennes, il aurait fallu décupler les anciennes lignes sur poteaux; nous en trouverions aujourd'hui 4, 5 ou plus qui suivraient le tracé de nos lignes de chemins de fer, et chaque nappe aérienne devrait avoir des traverses avec fils jusqu'au ras du sol. Vous pouvez fort bien vous représenter le tableau d'ensemble et les interventions de notre «Heimatschutz». Les téléphonistes ont paré à cette situation en mettant au point les câbles interurbains souterrains. Mais leur fabrication, leur pose leur ont imposé des hypothèques dont ils ne sont plus en mesure aujourd'hui de se libérer. Nos ingénieurs ont dû chercher d'autres moyens de transmission plus condensés et ils ont réussi à mettre au point la technique de la transmission téléphonique par courants porteurs. Grâce à celle-ci, il est maintenant possible de transmettre plusieurs milliers de communications sur un câble de construction spéciale comprenant 4, 6 ou 8 tubes en cuivre mince, chacun d'eux étant muni d'un fil central. Nous mettons aujourd'hui un tel câble en service entre Genève et Lausanne. Il constitue un maillon de notre réseau coaxial tel qu'il existera d'ici quelques années.

Conformément au programme que vous avez reçu, mes collègues ont bien voulu accepter la périlleuse tâche de vous entretenir un peu plus en détail et de vous faire comprendre les problèmes soulevés par cette technique et ses moyens. J'aimerais, en mon nom personnel, les remercier de leur collaboration. Je termine en vous souhaitant à tous une agréable et intéressante journée. Je donne maintenant la parole à M. Charles Lancoud, genevois, chef des services des lignes et de la transmission à la division des téléphones et des télégraphes à Berne.



Photo Presse Diffusion Lausanne

#### M. C. LANCOUD

prend à son tour la parole:

La loi du 23 décembre 1851 fixant les bases de l'établissement du premier réseau télégraphique suisse prévoit, entre autres choses, la construction d'une artère est-ouest allant de Rheineck à Genève en passant par St-Gall-Frauenfeld-Winterthour-Zurich-Aarau-Berne-Lausanne.

Au début de 1852, le Conseil fédéral appela le professeur Steinheil, directeur ministériel à Vienne, comme conseiller pour la mise au point du futur réseau. Dans son rapport du 11 février 1852, Steinheil proposait de choisir Zofingue comme plaque tournante du réseau et préconisait, contrairement aux projets contenus dans la loi, de construire une artère télégraphique Zofingue-Genève, par Bâle-la vallée de la Birse-Sonceboz-La Chaux-de-Fonds-Le Locle-Fleurier-Yverdon-Lausanne. A Genève, l'artère devait se relier aux lignes de France et de Sardaigne. Vers l'est et le sud, il prévoyait une ligne Zofingue-Zurich-Rapperswil-St-Gall-Rheineck-Coire-le col du St-Bernardin-Bellinzzone-Locarno.

Le 25 février 1852, une convention est passée entre le Département des postes et des travaux publics de la Confédération suisse, d'une part, et le Conseil d'Etat de la République et Canton de Genève, d'autre part, au sujet de la construction d'une ligne télégraphique électrique sur le territoire du canton. La Confédération était représentée par le conseiller

d'Etat vaudois Fornerod, qui avait été nommé commissaire pour l'établissement des conventions concernant les cantons romands, et le canton de Genève par le conseiller d'Etat Janin, chargé du Département des travaux publics. Une convention semblable fut conclue avec le canton de Vaud le 28 février 1852.

L'inspecteur forestier de la commune de Lausanne, Secrétan, livra les poteaux devant supporter l'unique fil de fer de 2,63 mm de diamètre. Cette artère revint à environ 125 fr. de l'époque par km et, avec les appareils, à quelque 210 fr. La mise en service de cette *première liaison électrique* entre Genève, Lausanne et le reste de la Suisse eut lieu le 5 décembre 1852. En 1885, il n'y avait cependant toujours qu'une ou deux lignes télégraphiques qui reliaient ces localités entre elles.

Mais l'invention du téléphone allait faire passer le télégraphe au second plan. Le 1<sup>er</sup> juin 1885, la *première ligne téléphonique aérienne* fut mise en service entre Genève et Lausanne.

En mai 1886, on posait à Genève le *premier câble téléphonique suisse* entre le central du Stand et la place Longemalle. Une nouvelle voie s'ouvrit, qui allait permettre au téléphone de prendre son plein essor. Certes, bien des difficultés devaient être encore vaincues afin de pouvoir utiliser des câbles pour les liaisons à grande distance. En effet, la technique d'alors ne permettait guère de dépasser 30 km.

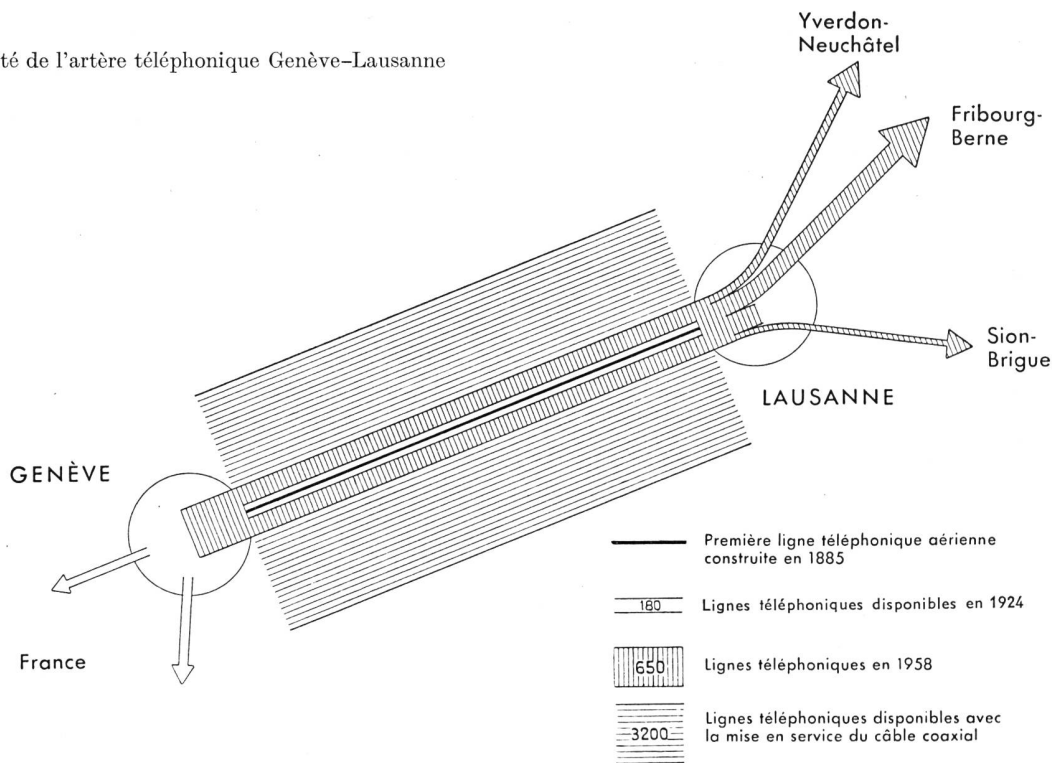
Grâce à *Michael Pupin* qui, en 1899, inventa la bobine de self-induction portant son nom, on put transmettre des messages par câble jusqu'à 150 à 200 km. Puis, en 1907, l'invention, par *Lee de Forest*, de la lampe électronique que l'on utilise dans les amplificateurs de courant, permit de résoudre le problème de la transmission à l'échelon national et international.

En Suisse, la construction d'un *réseau interurbain souterrain* ne commença à être mise à l'étude que vers 1918. En effet, l'électrification des chemins de fer exigeait l'enlèvement des lignes aériennes placées le long des voies ferrées. En outre, l'accroissement du nombre des abonnés et l'augmentation du trafic, qui avaient subi un arrêt marqué pendant la guerre mondiale, provoquaient une surcharge inadmissible des circuits par lignes aériennes, système devenu insuffisant pour faire face aux besoins. On attendait aussi du remplacement de la ligne aérienne par le câble une diminution des frais d'entretien et d'amortissement. Ajoutons que le début de l'automatisation du téléphone était en vue et que, en raison de la crise économique qui sévissait, il était d'une nécessité nationale d'exécuter des travaux de chômage.

Dans ses grandes lignes, ce *premier réseau*, terminé en 1928, prévoyait *deux artères principales*, artères que nous retrouvons tout au long de l'histoire des télécommunications suisses:

*l'artère ouest-est*, allant de Genève à St-Gall par Lausanne-Berne-Olten-Zurich,





*l'artère nord-sud*, allant de Bâle à Chiasso par Olten–Zurich–Lucerne–le St-Gothard–Lugano.

La première de ces artères constituait la colonne vertébrale du réseau. On décida donc de construire une canalisation en tuyaux de quelque 30 cm de diamètre, entre Genève et St-Gall, soit sur une distance de 372 km; cette canalisation devait permettre de placer des câbles de tout genre sans avoir à rouvrir les routes. La partie de Genève à Lausanne est longue de 60 km et les travaux de construction, commencés au début de janvier 1920, furent terminés en octobre. Ils coûtèrent environ 4 millions de francs de l'époque.

On y tira le premier câble pupinisé suisse – à fréquences vocales –, de 20 quartes, câble qui fut mis en service le 14 novembre 1920, soit pour l'ouverture de la première séance de la Société des Nations.

Cette installation marque un *tournant dans les télécommunications suisses*: l'abandon de la ligne aérienne pour la ligne souterraine dans les liaisons interurbaines.

En 1921, les circuits fantômes de cette installation furent pupinisés et l'on disposait ainsi de 60 circuits entre Genève et Lausanne.

Le trafic augmentant toujours, – il y avait alors 40 à 45 liaisons téléphoniques en service – on tira en 1924 un deuxième câble de 40 quartes; la capacité de l'artère atteignit ainsi 180 circuits. Ce qui restait de la ligne aérienne fut démolí. A l'introduction de la traction électrique entre Genève et Lausanne, le 22 décembre 1925, 90 circuits téléphoniques étaient en exploitation.

Vers 1930, les deux câbles étant bientôt entièrement occupés, les PTT décidèrent de poser, deux

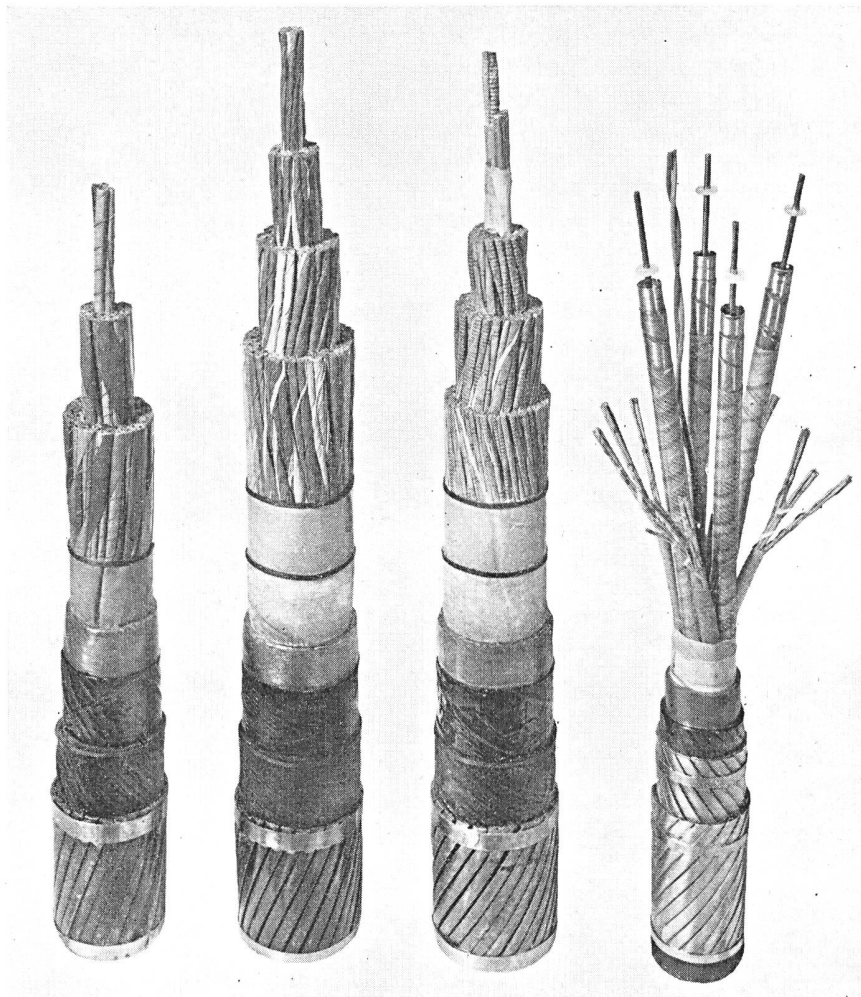
ans plus tard, un troisième câble de 50 quartes contenant, en outre, deux paires pour la transmission de la musique. Mais la Conférence du désarmement, qui devait se tenir en février 1932, obligea les PTT à le faire en 1931 déjà et le câble fut mis en service en novembre. Le nombre de circuits disponibles entre Genève et Lausanne passa ainsi à 330.

Mais les besoins en liaisons s'accroissent sans cesse; il faudrait pouvoir doubler, tripler même le nombre des circuits, opérations toujours plus coûteuses. En outre, la pénurie de matériel provoquée par la deuxième guerre mondiale exigeait que l'on trouve des solutions moins onéreuses. Heureusement, vers 1942, une nouvelle technique de transmission apparut en Suisse, apportant une solution révolutionnaire: celle de *la téléphonie par courants porteurs*. Les PTT construisirent alors entre 1946 et 1951 un *deuxième réseau interurbain*, mais cette fois à câbles à paires symétriques exploitées par courants porteurs. 48 circuits peuvent être placés sur deux paires.

Pour faire face à l'augmentation du trafic sur l'artère Genève–Lausanne, on aménagea en 1948, en 1952, puis en 1954 deux des câbles à fréquences vocales pour y installer des circuits à courants porteurs; ainsi 750 peuvent y trouver place. Mais c'est là le maximum que l'on puisse obtenir.

Le trafic augmentant toujours, il fallut trouver, à nouveau, une *autre solution*.

Par chance, dès avant la deuxième guerre déjà, avait commencé la mise au point de la paire coaxiale, qui fut normalisée en 1949 par le Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (CCITT). C'est avec un très grand intérêt que, la même année,



**Câble interurbain 1921**  
20 quartes DM  
= 60 circuits

**Câble interurbain 1924**  
40 quartes DM  
= 120 circuits

**Câble interurbain 1931**  
50 quartes DM  
= 150 circuits  
et 2 circuits musicaux

**Câble coaxial suisse**  
4 tubes coaxiaux  
et 25 circuits de mesure  
et de signalisation  
2520 circuits

Les câbles de l'artère Genève-Lausanne

notre entreprise se pencha sur ce problème de l'emploi de la paire coaxiale.

En effet, cette dernière

- offre la possibilité de transmettre une large bande de fréquences,
- possède d'excellentes caractéristiques de transmission,
- permet la réalisation d'importantes économies de matières premières, facteur particulièrement intéressant pour un pays comme la Suisse dépendant entièrement de l'étranger pour son approvisionnement,
- procure des circuits moins coûteux, car à partir d'environ 300 elle est plus économique que les systèmes à basse fréquence ou à courants porteurs sur câble à paires symétriques.

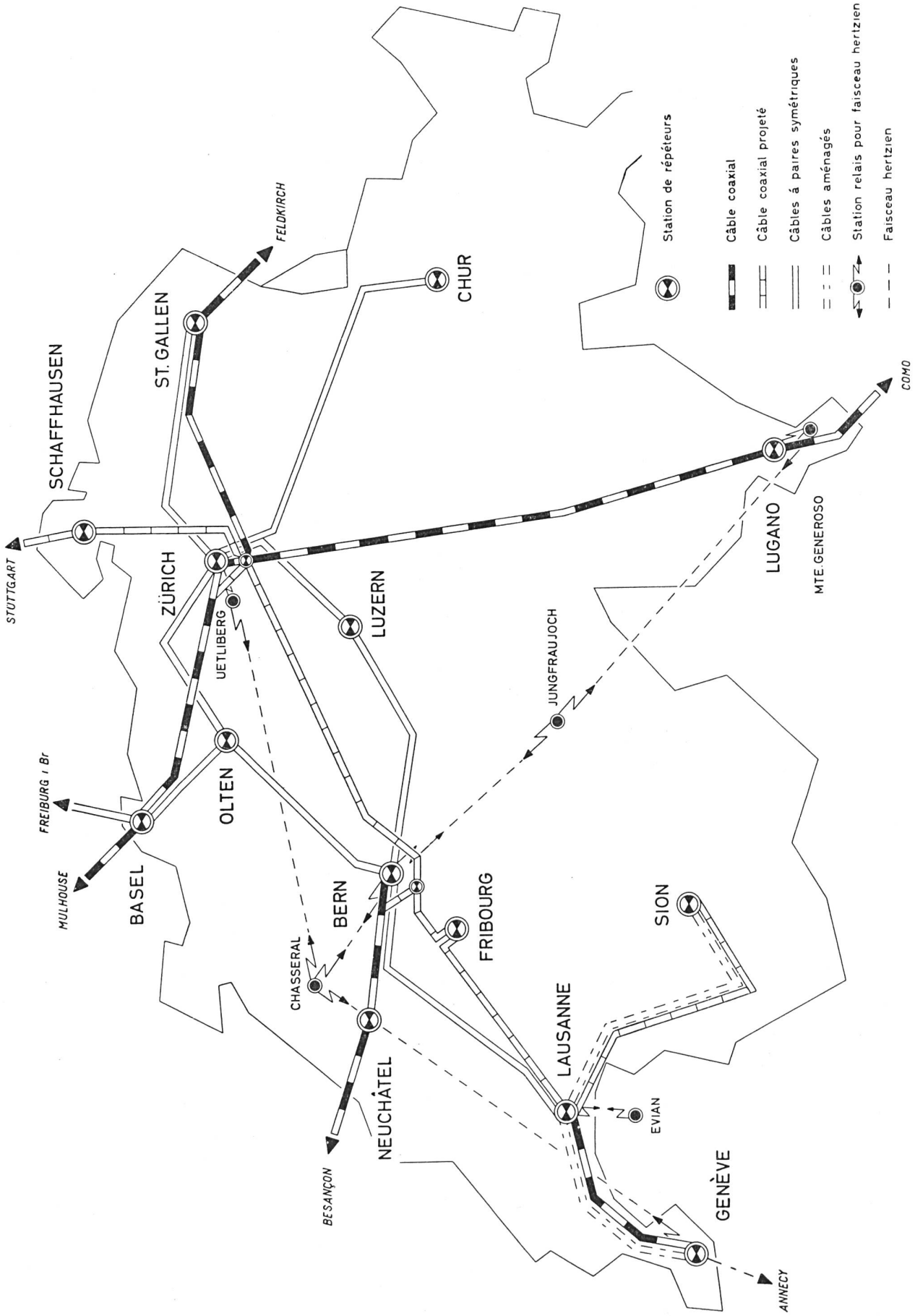
Ainsi par circuit de 1 km de longueur, il faut pour

	cuivre	plomb
	kg	kg
la ligne aérienne	90	—

	cuivre	plomb
	kg	kg
le câble à basse fréquence	20	36
le câble à paires symétriques	1	5
le câble coaxial	0,3	1,3

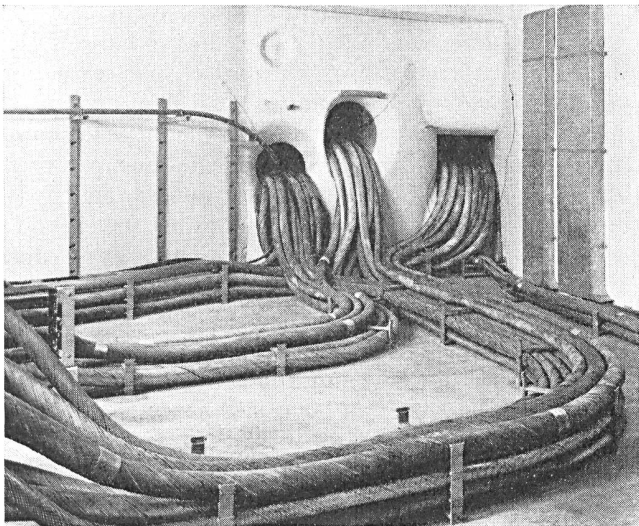
La paire coaxiale normalisée est constituée par un conducteur extérieur tubulaire de 9,52 mm de diamètre et un conducteur intérieur filiforme de 2,645 mm de diamètre. Ces deux conducteurs sont maintenus concentriquement, l'un par rapport à l'autre, au moyen d'un disque de polythène.

Le câble à paires coaxiales suisse se compose de 4 paires coaxiales, de 12 quartes téléphoniques ordinaires destinées à la télésurveillance, à la télé-signalisation et à la télécommande des répéteurs intermédiaires et aux lignes de service, ainsi que d'une paire de mesure isolée au polythène, qui est utilisée pour des dispositifs de contrôle et pour localiser certains défauts. En outre, la paire coaxiale sert encore à transporter l'énergie nécessaire à l'alimentation des répéteurs en ligne.



- Station de répéteurs
- Câble coaxial
- Câble coaxial projeté
- Câbles à paires symétriques
- Câbles aménagés
- Station relais pour faisceau hertzien
- Faisceau hertzien

Réseau des câbles coaxiaux, à paires symétriques et des faisceaux hertziens



Entrée dans la chambre des câbles à Lausanne

Les PTT décidèrent alors, le 22 novembre 1951, de construire avec ce type de câble un *troisième réseau interurbain*, comprenant à nouveau une artère nord-sud et une artère ouest-est. Ainsi, la Suisse allait créer de nouvelles liaisons pour faire face à l'immense augmentation du trafic qui s'annonçait, lui permettant aussi de se raccorder aux réseaux coaxiaux des pays voisins et de consolider ainsi sa position de centre de transit du trafic européen.

Il faut cependant bien se rendre compte que le profit que l'on peut retirer des progrès de la technique du câble est en relation étroite avec ceux dont bénéficient les amplificateurs et les équipements terminaux. Ainsi, avec les câbles à fréquences vocales il n'est possible de transmettre que 3 circuits sur 4 fils. Pour le faire convenablement, il est nécessaire d'amplifier tous les 60 à 100 km les courants téléphoniques qui y circulent. C'est pourquoi, en 1928 à Lausanne et en 1930 à Genève, on installa les premières stations de répéteurs. Avec la technique des courants porteurs sur câbles à paires symétriques, on doit amplifier tous les 30 km environ; cela nécessita la mise en service, en 1948, de stations de répéteurs intermédiaires à Allaman et à Nyon ainsi que des équipements terminaux à Lausanne en 1945 et à Genève en 1948. Pour sa part, le câble coaxial est équipé de répéteurs à très large bande de fréquences,

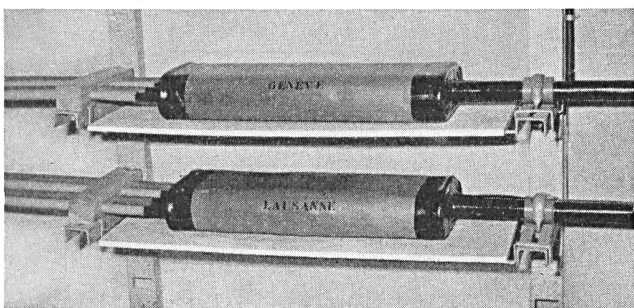


Photo ASL, Lausanne

Epissures dans une station de répéteurs intermédiaires

intercalés tous les 9 km environ. Des maisonnettes contiennent ces équipements, qui sont téléalimentés et télésurveillés depuis les stations principales de Genève et Lausanne.

Si l'on sait que le temps nécessaire à la réalisation d'une installation de grandeur moyenne est d'environ 3 ans, il n'y avait pas de temps à perdre pour commencer ce troisième réseau.

Dans l'ordre d'urgence, on construisit de 1951 à 1958 l'artère Strasbourg-Bâle-Zurich-Lugano-Chiasso-Milan et l'embranchement Berne-Neuchâtel-Besançon, mis en service le premier en 1953. Puis, en 1957, ce fut le tour du tronçon Lausanne-Genève, le premier de la ligne coaxiale ouest-est, que nous inaugurons aujourd'hui. A la fin de cette année, le tronçon St-Gall-Zurich sera livré à l'exploitation, en 1962 celui de Zurich-Berne et l'artère est-ouest sera terminée au printemps 1963 par la mise en service du câble Berne-Lausanne.



Photo Presse Diffusion, Lausanne

M. Bouffard, conseiller administratif (à droite) dans la galerie des câbles, à Genève

Pour réaliser le tronçon Lausanne-Genève il fallut transformer, en partie, la canalisation en tuyaux construite en 1920 dans la route de Suisse, car les chambres existantes ne permettaient pas d'y placer un câble aussi délicat que le coaxial.

Il n'est pas téméraire de dire que l'établissement d'un réseau suisse à câble coaxial, et par là même, du tronçon Lausanne-Genève, est l'aboutissement d'une tâche remarquable, commencée il y a 10 ans par une équipe de pionniers de l'industrie, des entreprises de génie civil, du bâtiment et des PTT, animés de la volonté de réussir. Les principaux sont: La société des câbles électriques à Cortaillod, Hasler S.A. à Berne, Philips S.A. à Zurich,



Siemens-Albiswerk Zurich S.A. à Berne et Zurich, Standard Téléphone et Radio S.A. à Zurich, Les directions des téléphones de Genève et Lausanne, Le service des bâtiments des PTT, Le laboratoire d'essais et de recherches des PTT, La division des télégraphes et des téléphones de la direction générale des PTT suisses et spécialement ses services des lignes.

Aujourd'hui, plus de 750 circuits, dont 160 avec l'étranger, qui acheminent journalièrement quelques 60 000 conversations nationales et 4000 internationales, ainsi que 230 circuits télégraphiques et 22 radio-phoniques y sont placés.

Si l'on en était resté à la transmission à basse fréquence, il aurait fallu utiliser 17 câbles semblables à celui à 50 quartes posé en 1931, ce qui serait impossible.

Depuis 1920, l'administration suisse a engagé plus de 50 millions de francs pour relier Genève et Lausanne entre elles et avec le reste du réseau.

Pour assurer la sécurité de cette artère et pour procurer, en cas de nécessité, un certain nombre de circuits complémentaires on a installé, en outre, un faisceau hertzien à 240 voies téléphoniques avec possibilité d'extension à 600, entre Genève et Berne par le Chasseral.

*Qu'advient-il dans l'avenir de cette artère ?* Il est bien évident que le développement du trafic dépend en partie de l'augmentation du nombre des abonnés. Mais il est intéressant de relever que si l'information appelle l'information, la qualité et la rapidité de la transmission ont aussi une grande influence sur le trafic. Plus le service est bon, plus on téléphone. Ainsi la mise à la disposition du public de nouveaux circuits de haute qualité accélère l'augmentation. En outre, la diversité des informations à transmettre grandit sans cesse. Puis, le développement du réseau téléphonique semi-automatique ou automatique continental et éventuellement intercontinental exigera toujours plus de circuits.

Le *câble coaxial Genève-Lausanne* peut, avec la technique actuelle, acheminer 2520 circuits téléphoniques. L'artère, elle, a une capacité totale de

3200 circuits, ce qui devrait lui permettre d'absorber le trafic jusque vers 1975-1980. Cependant, si le câble devait être utilisé, en partie, par exemple pour l'échange de programmes de télévision entre studios ou pour la transmission de données comptables diverses, il serait totalement occupé vers 1970. En ce cas, il faudrait vers 1965 prendre de nouvelles décisions. Mais la technique des amplificateurs et des équipements évoluant avec une grande rapidité, on pourra certainement augmenter la capacité d'absorption du câble coaxial. Il est donc dans le domaine du possible que, d'ici peu, on puisse disposer d'une bande de fréquences qui permettrait d'acheminer 5 à 6000 liaisons téléphoniques ou d'autres encore. Et si les besoins exigent une bande plus large, qui sait ce que nous apportera la technique du guide d'ondes dont l'emploi pratique s'annonce à plus ou moins brève échéance.

Si nous avons tenu à marquer spécialement la mise en service de cette nouvelle installation, c'est que l'histoire de l'artère Genève-Lausanne montre bien les prodigieux progrès de la technique en général, de l'économie suisse, vaudoise et genevoise et des télécommunications en particulier.

Cet exposé général fut suivi d'explications détaillées des équipements et d'une démonstration acoustique et visuelle du principe de la modulation, présenté par M. J. Jacot.

Puis M. J. JACOT continue:

Dans les réseaux téléphoniques à fréquences vocales, on attribue un circuit bifilaire ou paire à chaque conversation. Ces paires sont réunies dans des câbles dont le volume grandit au fur et à mesure que le nombre des circuits nécessaires à l'écoulement du trafic augmente. Cette augmentation du volume des câbles conduit à une consommation de matières premières toujours plus grande et à des frais d'établissement de plus en plus importants. En transposant simultanément sur un même milieu de transmission, paire symétriques non chargée, paire coaxiale ou liaison hertzienne plusieurs communications disposées les unes à côté des autres dans une bande de fréquences générale transmise en ligne et à travers

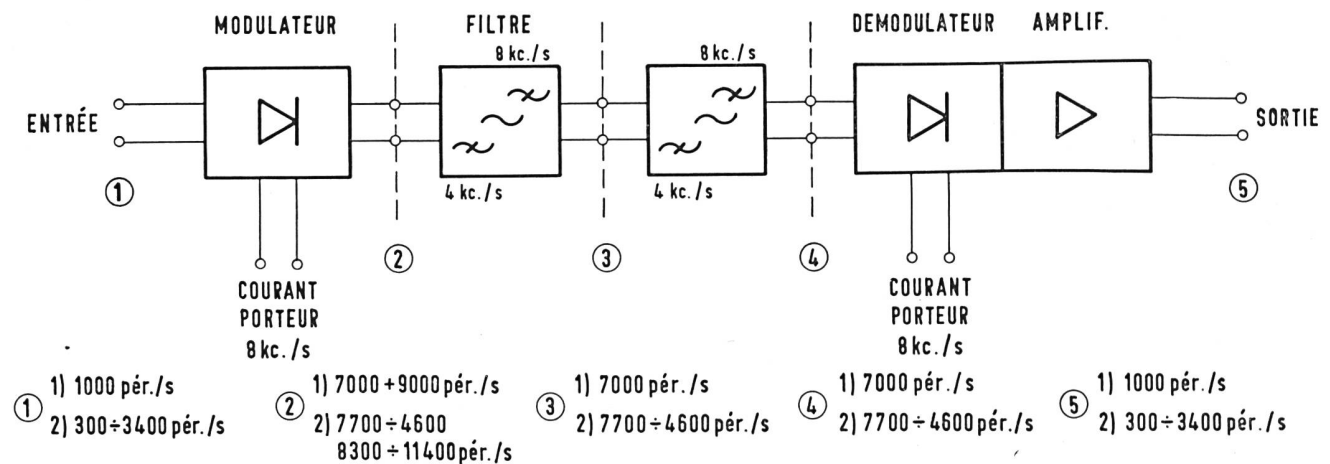
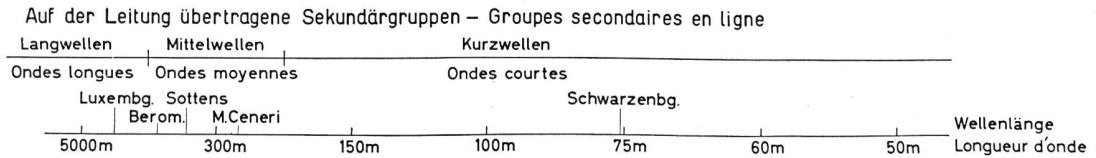
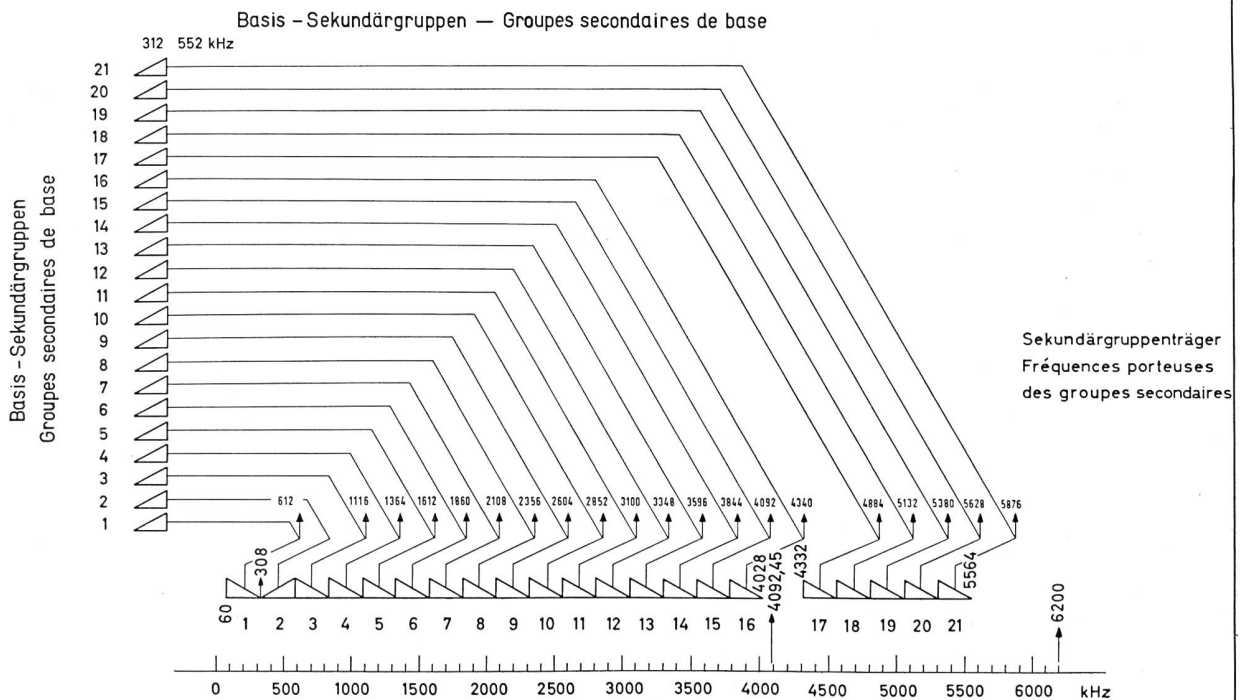
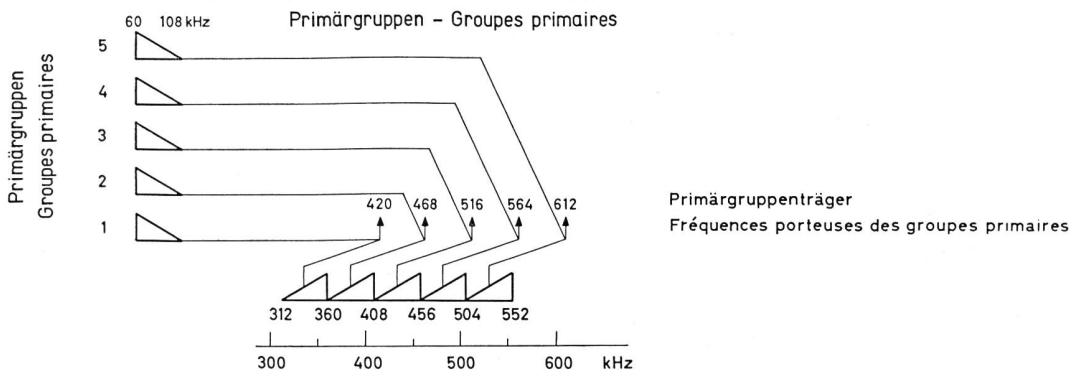
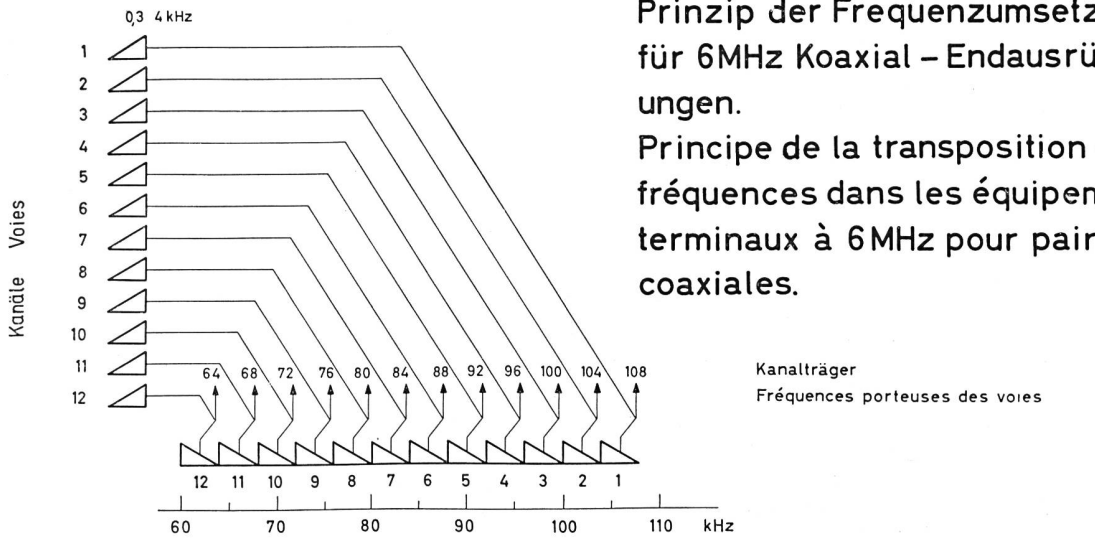
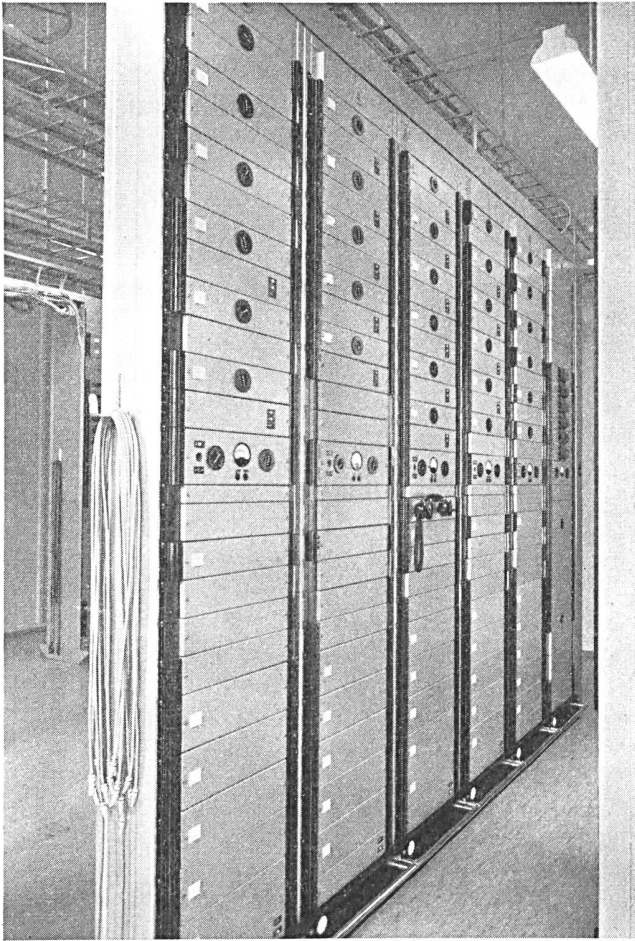


Schéma de principe de la modulation

Prinzip der Frequenzumsetzung für 6MHz Koaxial - Endausrüstungen.

Principe de la transposition des fréquences dans les équipements terminaux à 6 MHz pour paires coaxiales.





Equipement terminal; modulateurs de groupes primaires

les mêmes amplificateurs, on peut, comme on vient de le dire, réduire l'investissement à consacrer à la ligne proprement dite, d'autant mieux que le nombre de voies par paire est plus élevé.

Lorsque vous visiterez les installations, vous serez peut-être frappés de ne rien entendre, plus encore de ne voir que des séries d'armoires presque semblables. Et pourtant il se passe bien des choses à l'intérieur, comme je vais essayer de vous le montrer.

Dans les systèmes à courants porteurs, on empile donc les voies de télécommunication sur un même milieu de transmission en assignant à chaque voie un intervalle de fréquence différent; ce procédé est désigné généralement par le terme de *multiplexage par division en fréquence*.

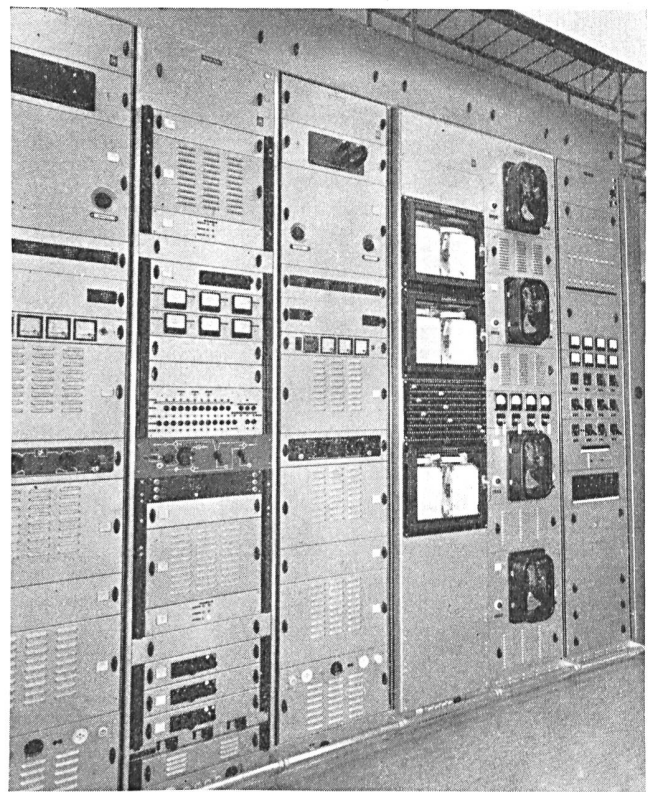
Pour transposer une voie téléphonique à un autre étage de l'échelle des fréquences, on emploie une *fréquence porteuse* et un *modulateur*. A la sortie du modulateur, nous aurons le courant porteur, le signal modulateur et deux franges de modulation. Pour des raisons d'économie d'énergie à transmettre, on supprime la fréquence porteuse, ce qui se fait facilement en utilisant des modulateurs symétriques. Cette suppression a pour conséquence la nécessité de fournir à nouveau l'onde porteuse à l'autre extrémité, où a lieu l'opération inverse, *la démodulation*. De

plus, comme il n'est pas nécessaire d'expédier le message en deux exemplaires, on supprime une des deux bandes latérales de modulation. Comme précaution supplémentaire, on débarrasse le message, avant son entrée dans le modulateur, de toutes les fréquences superflues qui ne sont pas absolument utiles à l'intelligibilité du message à transmettre, c'est-à-dire qu'au moyen d'un filtre électrique on supprime toutes les fréquences au-dessus de 4000 pér./s.

Pour illustrer acoustiquement et visuellement ce qui précède, vous avez ici un modulateur transposant la voie téléphonique dans la gamme de fréquences de 8000 à 4000 pér./s par une fréquence porteuse de 8000 pér./s ou 8 kc./s. Par un filtre, on élimine la bande latérale supérieure de modulation. A la sortie du modulateur, vous entendez et voyez la bande latérale inférieure, où les fréquences vont en décroissant, de 8 kc./s à 4 kc./s, lorsqu'on balaie la gamme de fréquences de 0 à 4 kc./s à l'entrée du modulateur (fréquences dans l'ordre inverse).

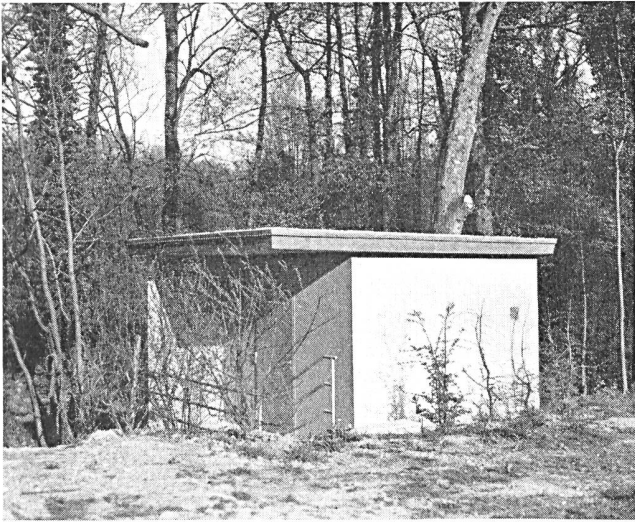
A l'autre extrémité, on aura un appareil identique au modulateur, *le démodulateur*, qui effectuera l'opération inverse, c'est-à-dire qu'avec un courant porteur à 8 kc./s engendré localement, on remet les signaux de la bande latérale inférieure (4 à 8 kc./s) dans leur position originale de la gamme des fréquences. Un filtre élimine les produits gênants et un amplificateur de voie amplifie les signaux affaiblis.

Si l'on voulait transposer individuellement les 1260 voies dans l'intervalle de fréquence de 4 kc./s



Equipement terminal de ligne





Station de répéteurs intermédiaire

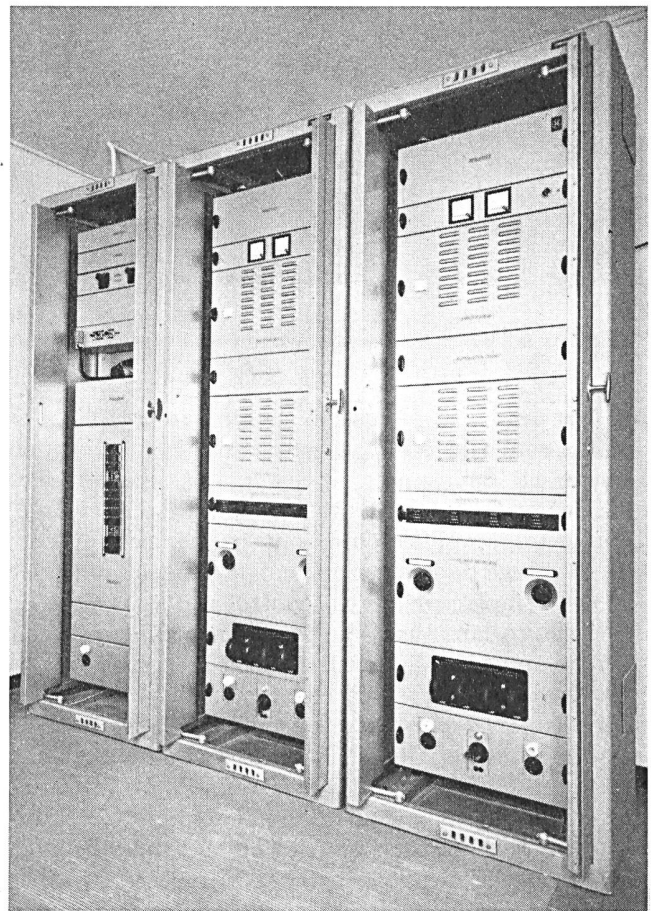
attribué à chacune d'elles sur la ligne, il faudrait disposer de 1260 fréquences porteuses différentes, ce qui ne serait pas économique, sans compter les difficultés insurmontables que l'on rencontrerait dans la construction de filtres suffisamment précis. On procède donc en plusieurs étapes et en groupant les voies.

On répartit les 1260 voies à transmettre en 105 groupes de 12 voies chacun. On commence par transposer par modulation les 12 voies dans un *groupe primaire* occupant la gamme de fréquences de 60 à 108 kc./s. Les 12 voies sont disposées les unes à côté des autres. Puis on transpose en bloc 5 de ces groupes primaires par 5 courants porteurs différents pour former le *groupe secondaire de base* qui occupera la bande de fréquences de 312 à 552 kc./s et qui comprendra 60 voies. Enfin, on transpose individuellement ces 21 groupes secondaires de base au moyen de courants porteurs différents vers la position définitive du spectre transmis en ligne. On obtiendra ainsi  $12 + 5 + 20 = 37$  courants porteurs et étages de modulation au lieu de 1260, ce qui représente une grande simplification.

Les fréquences porteuses des voies sont toutes des harmoniques de 4 kc./s; celles des modulations des groupes primaires et des groupes secondaires, des harmoniques de 12 kc./s ou de 124 kc./s. Pour obtenir une exactitude de fréquence suffisante, on dérive tous les courants porteurs d'un générateur ou oscillateur très précis et très stable en fréquence, dans lequel l'élément oscillant est un barreau de quartz; tout le système oscillant est enfermé dans une enceinte où la température est maintenue constante à 1 ou 2° C près. Du *maître oscillateur* à 124 kc./s, on dérive par division la fréquence de 4 kc./s; de ce générateur auxiliaire, on tire, par filtrage des harmoniques, les fréquences porteuses des voies. De même, on tire, par filtrage des harmoniques de générateurs auxiliaires à 12 et 124 kc./s, les fréquences porteuses pour les groupes primaires et secondaires. Ce sont les courants porteurs qui régissent la bonne

distribution des voies sur leur moyen de transmission; ils sont en somme le cœur de toute l'installation. Leur arrêt ou un défaut peut signifier l'interruption de plusieurs ou de toutes les voies à la fois suivant les organes affectés. Pour limiter les dégâts, les éléments importants comme le maître oscillateur et les oscillateurs auxiliaires sont équipés à double, avec commutation très rapide (inférieure à un centième de seconde) sur l'organe de réserve.

A la sortie des modulateurs de groupes secondaires, les voies qui ont été affaiblies par toutes ces transformations successives sont amplifiées en commun par un amplificateur à large bande (60 kc./s à 6 Mc./s) avant d'être envoyées sur la paire coaxiale. Sur la ligne, ces courants seront d'autant plus affaiblis que la fréquence est plus élevée. C'est ainsi que sur le tronçon de 61 km de Genève à Lausanne, et à la fréquence de 6 Mc./s, le courant ou la tension qui arriverait à Lausanne serait 1 milliard de milliards de fois plus petit que celui qui a été envoyé à Genève. 1 milliard de milliards = 1000 quadrillions = 1 000 000 000 000 000 000. A supposer que l'on envoie à Genève une tension de 1 milliard de volts, nous n'aurions à Lausanne qu'une tension encore 4 milliards de fois inférieure à celle d'une pile de lampe de poche de 4 volts. C'est pourquoi on a intercalé des amplificateurs intermédiaires tous les 8,7 km environ



Amplificateurs intermédiaires



pour réduire l'amplification à des proportions raisonnables. C'est ainsi qu'à l'extrémité d'une de ces 7 sections, la tension ne sera que 376 fois plus petite. Les amplificateurs intermédiaires sont logés dans de petites maisons d'une surface de 10 m<sup>2</sup>: il y en a 6 entre Genève et Lausanne. Pour augmenter la sécurité de fonctionnement de ces amplificateurs, dont la défaillance causerait l'interruption d'un très grand nombre de lignes, on a pris des précautions spéciales à l'effet de garantir un service continu impeccable. Chaque amplificateur comprend deux chemins d'amplification identiques qui travaillent en parallèle: si l'un des deux devient défectueux, l'autre effectue à

pas utilisé sur les paires coaxiales pour la transmission des conversations téléphoniques et, d'autre part, les conducteurs étant assez gros pour permettre de transmettre une puissance suffisante, on peut télé-alimenter les amplificateurs depuis les stations principales de Genève et de Lausanne. Des filtres spéciaux empêchent le courant de 50 pér./s d'entrer dans les amplificateurs et le dérivent sur les transformateurs fournissant le courant pour le chauffage des cathodes et sur les redresseurs pour la tension d'anode. Des génératrices entraînées par des moteurs branchés sur le réseau industriel fournissent la tension de téléalimentation; un volant monté sur l'arbre commun maintient, en cas de panne du réseau, le groupe en marche pendant le temps nécessaire au moteur à courant continu alimenté par la batterie du central pour reprendre la tâche du moteur à courant alternatif.

Les conversations sont échangées dans les deux sens; on affecte à chaque sens de transmission une paire coaxiale (un tube) séparée avec ses équipements de modulation et de démodulation et ses amplificateurs intermédiaires. Les courants vocaux de l'abonné seront aiguillés vers le modulateur ou depuis le démodulateur dans un circuit spécial en forme de pont équilibré qu'on appelle *termineur*. On lui associe un *signaleur* chargé de transmettre et recevoir les courants de sélection automatique transmis à une fréquence de 3000 pér./s dans le réseau national.

Une installation d'artère coaxiale ne remplit vraiment le but qui lui est assigné que si toutes les précautions ont été prises pour en assurer le fonctionnement parfait sans défaillance.

Après avoir eu les souhaits de bienvenue et les exposés historique et technique, les participants se divisèrent en trois groupes pour la visite commentée de la station de répéteurs et de la chambre des câbles. Cette visite terminée, des autocars postaux emmenèrent les invités le long des rives enchanteresses du Léman, par Versoix, Nyon, Rolle, Morges, jusqu'à Saint-Sulpice (Vaud). En chemin, les voyageurs eurent l'occasion de visiter des stations de répéteurs du nouveau câble.

A Saint-Sulpice, tout le monde se rassembla à 12 h. 30 à l'Hôtel du Léman pour l'apéritif et le dîner, qui se prolongea jusqu'à 16 heures. Ce fut une excellente occasion de faire de nouvelles connaissances et de resserrer d'anciennes amitiés. Puis ce fut la séparation: tandis que les uns retournaient vers Genève dans un des cars, les autres continuaient leur course vers Lausanne dans le deuxième car. Arrivés à la place Saint-François, au siège de la direction des téléphones, on leur fit visiter la station de répéteurs avec les équipements du câble coaxial. Ainsi se termina l'inauguration du pont téléphonique construit entre Genève et Lausanne. Puisse-t-il supporter longtemps la charge qui lui sera imposée et contribuer à la prospérité des deux villes qu'il unit.

Dans les premières heures de la soirée, Radio-Lausanne retransmit une conversation entre MM. les conseillers d'Etat **Helg** (Genève) et **Oguy** (Vaud) et les représentants des PTT MM. **Langenberger** et **Lancoud**, au cours de laquelle fut relevée, entre autres l'importance du câble coaxial pour les deux villes et les télécommunications en général. La presse suisse et les journaux romands, en particulier, tinrent également à renseigner leurs lecteurs sur l'événement et exprimèrent leur vive satisfaction de l'occasion offerte à leurs correspondants de visiter l'une des plus intéressantes installations des PTT.

W. Schiess



Photo ASL, Lausanne

M. Helg (au milieu) et M. Genet (à droite) reçoivent des explications de M. Jacot (gauche) sur le maître oscillateur

lui tout seul l'amplification confiée au couple. Les défauts sont signalés aux deux stations extrêmes de Genève et Lausanne, par les paires interstitielles qui accompagnent les paires coaxiales dans le câble. Comme les amplificateurs sont enfichables, le personnel chargé de l'entretien peut facilement procéder à leur remplacement et contrôler l'amplificateur défectueux dans une des stations principales où tous les appareils de mesure sont à sa disposition.

La ligne est surveillée constamment par 3 ondes pilotes émises depuis chaque extrémité et enregistrées à l'autre bout de la ligne. Les variations de température du câble affectent les caractéristiques de transmission de la ligne; pour compenser ces effets, on peut intercaler, par une commande à distance utilisant des paires interstitielles, des réseaux correcteurs spéciaux dans les stations intermédiaires.

Le domaine des fréquences industrielles n'étant