

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 66 (1988)

Heft: 1

Artikel: Le réseau primaire en fibres optiques de Télégenève = Das Primär-Glasfasernetz von Télégenève

Autor: Käser, André / Stettler, Urs

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876230>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

Le réseau primaire en fibres optiques de Télégenève

Das Primär-Glasfasernetz von Télégenève

André KÄSER et Urs STETTLER, Berne

Zusammenfassung. Kürzlich wurde in Genf ein Kabelfernsehnetz in Betrieb genommen, das sich über die ganze Stadt erstreckt. Für die Grobverteilung der Signale baute man ein Glasfasernetz von der Empfangsstation der Fernseh- und Hörfunkprogramme bis zu den Quartierzentralen. Die Übertragung bis zum Teilnehmer jedoch geschieht in konventioneller Technik über Koaxialkabel. Die Autoren begründen die Wahl dieser Hybridlösung und beschreiben die Ausrüstungen des Primär-Glasfasernetzes.

Résumé. Dernièrement, un réseau de télévision par câbles a été mis en service à Genève. Il couvre l'ensemble de la ville. Pour la distribution primaire des signaux, on a construit un réseau de câbles à fibres optiques entre la station de réception des programmes de télévision et de radiodiffusion aux différents centraux de quartier. En revanche, la transmission jusqu'à l'abonné se fait en technique conventionnelle sur des câbles coaxiaux. Les auteurs justifient le choix de cette solution hybride et décrivent les équipements du réseau primaire en fibres optiques.

La rete primaria in fibra ottica di Télégenève

Riassunto. Recentemente è stata introdotta a Ginevra una rete di televisione via cavo che copre tutta la città. Per la distribuzione principale dei segnali è stata costruita una rete in fibra ottica fra la stazione che riceve i programmi radiofonici e televisivi e le centrali di quartiere. La trasmissione fino all'abbonato si svolge invece in tecnica convenzionale su cavi coassiali. Gli autori spiegano i motivi che hanno portato alla scelta della soluzione ibrida e descrivono gli equipaggiamenti della rete primaria in fibra ottica.

1 Introduction

Les villes de Bâle et de Genève étaient encore récemment les deux seules agglomérations importantes à ne pas posséder de réseau de télédistribution. Il y a environ deux ans, lorsqu'elles ont entrepris l'étude d'une telle réalisation, il leur a paru évident que la construction d'un télé-réseau conventionnel entièrement en technique coaxiale n'était plus opportune à l'époque où la transmission sur fibres optiques était en plein développement.

En effet, les PTT avaient inauguré depuis peu l'installation expérimentale de Marsens et en France les expériences de Biarritz pour le visiophone et de Montpellier pour la télédistribution entièrement en fibre optique étaient mentionnées en première page de tous les magazines.

Une étude économique a cependant démontré que la réalisation d'un réseau de télédistribution en fibres optiques jusqu'à l'abonné nécessitait des investissements cinq fois plus importants que ceux qui devraient être consentis dans le cadre de la solution hybride qui a été retenue. Celle-ci consiste en la réalisation d'un réseau primaire en fibres optiques et d'un réseau de distribution en technique conventionnelle avec des câbles coaxiaux.

2 Description du projet

2.1 Généralités

A la même époque, les PTT devaient remplacer leur infrastructure de transmission entre les centraux en région urbaine afin de l'adapter aux nouvelles exigences. C'est dès lors qu'ils ont proposé une collaboration avec Télégenève SA, la société exploitant le télé-réseau, afin d'éviter que deux infrastructures parallèles ne soient mises en place. C'est pourquoi ce réseau, construit par les PTT, servira à couvrir à la fois les besoins des grandes entreprises aux exigences particulières, ceux des PTT dans la perspective des projets IFS et Swissnet et, enfin, ceux du télé-réseau de la ville de Genève.

1 Einleitung

Bis vor kurzem waren Basel und Genf die einzigen grösseren Agglomerationen, die noch nicht über ein Fernsehverteilnetz verfügten. Vor ungefähr zwei Jahren wurden in beiden Städten Studien für eine entsprechende Verkabelung eingeleitet. Es zeigte sich, dass ein konventionelles Fernsehverteilnetz in rein koaxialer Technik unter Berücksichtigung der fortschreitenden Entwicklung der optischen Übertragung nicht mehr zeitgemäss war.

In der Tat hatten die PTT-Betriebe einige Zeit zuvor die Pilotanlage von Marsens eingeweiht, und die französischen Versuche in Biarritz im Bereich des Bildtelefons und in Montpellier im Bereich der optischen Fernsehverteilnetze wurden immer bekannter. Eine Wirtschaftlichkeitsstudie zeigte jedoch, dass der Bau eines Fernsehverteilnetzes in Glasfasertechnik bis zum Teilnehmer fünfmal höhere Investitionen bedingen würde als die für Genf gewählte Hybridlösung. Diese sah die Kombination eines Primärnetzes in optischer Technik und eines Fernsehverteilnetzes in herkömmlicher koaxialer Technik vor.

2 Projektbeschreibung

2.1 Allgemeines

Gleichzeitig mit diesen Studien begannen die PTT-Betriebe, ihre Übertragungsanlagen zwischen den Zentralen zu erneuern und sie an die neuen Anforderungen anzupassen. Damit nicht zwei parallele, unabhängige Infrastrukturen realisiert werden mussten, schlugen die PTT eine Zusammenarbeit mit der Gesellschaft Télégenève SA vor, die am Betreiben eines Fernsehverteilnetzes interessiert war.

So konnte das von den PTT-Betrieben erstellte optische Netz den Bedürfnissen grosser Unternehmungen, der PTT im Blick auf die Projekte IFS und Swissnet sowie jenen des Fernsehverteilnetzes der Stadt Genf genügen.

Diese drei Anwendungen waren jedoch mit ziemlich unterschiedlichen Anforderungen verbunden. Für das

Les trois applications impliquent des exigences assez différentes. Pour le télé-réseau, il s'agit de réaliser, dans un délai très court, un réseau de câbles de faible capacité, 6 à 10 fibres, mais qui couvre l'ensemble du territoire de la ville de Genève. Pour les autres applications, et en particulier pour les projets IFS et Swissnet, des câbles de plus grosse dimension, 50 à 60 fibres, sont nécessaires, mais des délais de réalisation plus longs auraient pu être tolérés sur certains tronçons. Ces exigences quelque peu divergentes n'ont cependant pas été un obstacle. Il semble au contraire que l'effet de synergie a déployé toute son efficacité.

22 Réseau de câbles à fibres optiques

Environ 100 kilomètres de câbles représentant 3100 km de fibres optiques ont été posés dans la seule région genevoise au cours de la période de 1986 au début de 1987 (tab. 1). Cette réalisation a été possible étant donné que l'infrastructure souterraine bien dimensionnée permet la pose de câbles sans travaux de génie civil. Cela s'applique encore plus particulièrement aux câbles à fibres optiques qui sont de petite dimension.

Tableau I. Réseau optique à Genève au début de 1987
Tabelle I. Optisches Netz in Genf Anfang 1987

	Longueur des câbles — Kabellänge	Longueur totale des fibres — Gesamte Faser- länge
Réseau d'abonné Teilnehmernetz	13,9 km	425 km
Réseau urbain Ortsnetz	31,1 km	1582 km
Réseau rural Bezirksnetz	26,1 km	520 km
Réseau interurbain Fernnetz	30,2 km	604 km
Total	101,3 km	3131 km

Si la société du télé-réseau n'est pas l'utilisatrice principale de l'infrastructure optique mise en place — elle n'emprunte que 17,5 km de câbles qui correspondent à 105 km de fibres — elle a été l'élément « catalyseur » de cette réalisation (fig. 1).

Les fibres optiques du réseau intercentral sont de type multimode à gradient d'indice. Elles sont utilisées dans la deuxième fenêtre à une longueur d'onde de 1300 nm où elles présentent les caractéristiques de transmission suivantes:

- affaiblissement: 0,8 dB/km
- bande passante: 600 MHz·km.

Ces valeurs s'appliquent aux câbles après leur pose et incluent les pertes dues aux épissures et aux connecteurs d'extrémité.

23 Equipements

Le réseau primaire de transport est composé, d'une part, des câbles à fibres optiques et, d'autre part, des

Fernsehen galt es, kurzfristig ein flächendeckendes Netz mit kleiner Kapazität von 6 bis 10 Fasern zu erstellen. Für die anderen Anwendungen, und besonders für die Projekte IFS und Swissnet, waren Kabel grösserer Kapazität (50 bis 60 Fasern) notwendig; dabei hätten zum Teil längere Realisierungsfristen zugelassen werden können. Diese abweichenden Bedürfnisse waren aber kein Hindernis; im Gegenteil zeigte sich ein für beide Netze wertvoller Synergieeffekt.

22 Das Glasfaserkabelnetz

Über 100 Kabelkilometer, 3100 Faserkilometern entsprechend, wurden in der Region Genf zwischen 1986 und Anfang 1987 verlegt (Tab. 1). Dies war nur dank der vorhandenen unterirdischen Infrastrukturen möglich, die das Verlegen von neuen Kabeln ohne Grabarbeiten erlaubten.

Wenn auch der Betreiber des Fernsehverteilnetzes nicht der Hauptanwender des verlegten optischen Netzes ist — es belegt ja nur 17,5 Kabelkilometer oder 105 Faserkilometer —, wirkte er doch als «Katalysator» bei diesem Projekt (Fig. 1).

Im interzentralen Netz werden Multimodefasern mit Gradientenindexprofil verwendet. Sie werden im zweiten optischen Fenster bei 1300 nm betrieben; ihre wichtigsten Übertragungseigenschaften sind:

- Dämpfung 0,8 dB/km
- Bandbreite 600 MHz·km.

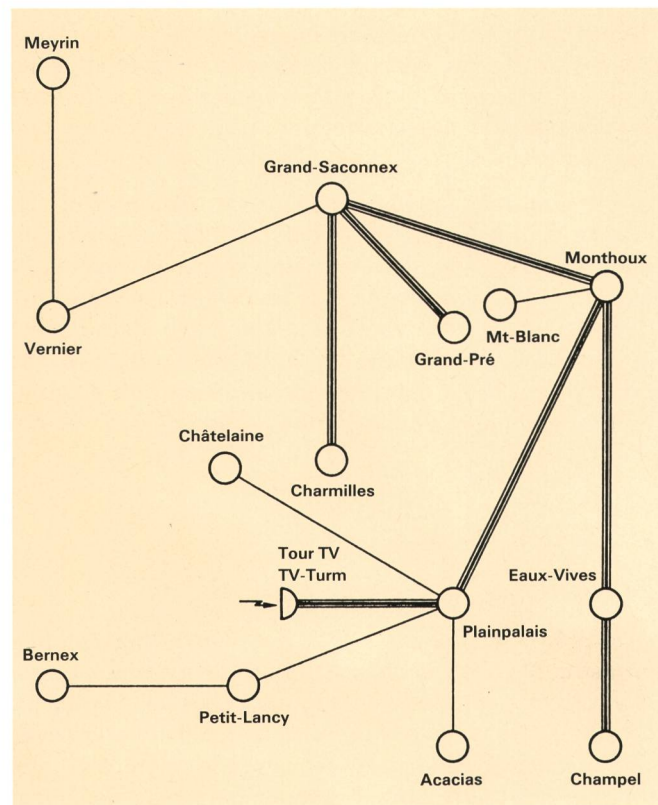


Fig. 1
Schéma de principe du réseau primaire à fibres optiques de Télégenève SA — Prinzipschema des Primär-Glasfasernetzes von Télégenève AG

— Partie du réseau en service — Teilnetz in Betrieb
- - - Extensions possibles — Mögliche Erweiterungen

équipements électroniques spécifiques à la transmission des programmes de radiodiffusion et de télévision. Les caractéristiques techniques principales de ces équipements sont décrites au paragraphe 3.

24 Déroulement du projet

La réalisation du projet a débuté en février 1986 et la mise en service a eu lieu le 5 mars 1987, soit 13 mois plus tard. Les délais très courts qui avaient été fixés ont impliqué un engagement particulier des services chargés de cette réalisation.

3 Brève description des équipements de transmission

31 Généralités

Dans le réseau de Genève, on a fait appel au système danois DOCAT (*digital optical CATV trunk*) pour la transmission sur câbles optiques des signaux de télévision et de radiodiffusion.

Le système DOCAT est optimisé pour une utilisation dans les réseaux hybrides, ce qui signifie que les liaisons principales, couvrant des distances dans la majeure partie des cas plus élevées, sont réalisées en fibres optiques, alors que la distribution fine, jusqu'à l'abonné, a lieu en technique usuelle par le biais de câbles coaxiaux. Comme son nom l'indique, DOCAT est un système numérique qui offre naturellement l'avantage principal inhérent à de telles installations, à savoir assurer une qualité du signal acheminé indépendante de la distance de transmission. Il est ainsi possible de construire des réseaux de distribution étendus pouvant couvrir l'ensemble d'un territoire. Dans le réseau de Genève, limité au début à l'agglomération urbaine, il n'est pas encore fait usage de la possibilité de transmission à grande distance. Malgré cela, la technique numérique offre des avantages, tant en ce qui concerne l'extension de la zone de couverture que celle du nombre de programmes offerts.

A la station de tête, les programmes de télévision et de radiodiffusion sont introduits dans le système DOCAT en bande de base, en tant que signaux vidéo et audio. Aux points de distribution, ces programmes sont disponibles modulés dans les canaux des bandes VHF et UHF et peuvent être injectés directement dans les réseaux de télédistribution à câbles coaxiaux.

32 Technique de codage

Après l'échantillonnage à 13,2 MHz, les *signaux vidéo* sont codés à 8 bits. Le signal MIC résultant d'environ 105 Mbit/s est ensuite comprimé à 66,1 Mbit/s par un procédé AHD PCM (*adaptive hybrid differential puls code modulation*). Ce procédé est un codage DPCM optimisé pour les signaux PAL. Les inconvénients du codage DPCM, à savoir la propagation des erreurs, sont éliminés dans une grande mesure par le remplacement de quelques valeurs DPCM à 5 bits par des valeurs PCM à 8 bits. C'est parce que l'on transmet à la fois des valeurs DPCM et PCM que le procédé est qualifié d'hybride. De plus, les valeurs PCM sont introduites de

Diese Werte gelten für verlegte Kabel und schliessen Stecker- sowie Spleissverluste ein.

23 Ausrüstungen

Das Primärnetz besteht einerseits aus dem optischen Kabel und andererseits aus den für die Übertragung von Radio- und Fernsehprogrammen bestimmten elektronischen Ausrüstungen. Die technischen Eigenschaften dieser Ausrüstungen werden im Abschnitt 3 beschrieben.

24 Projektablauf

Die Verwirklichung des Projekts begann im Februar 1986, und die Einschaltung des Netzes fand 13 Monate später, am 5. März 1987, statt. Die kurz gesetzten Termine konnten nur dank des grossen Einsatzes der beteiligten Stellen eingehalten werden.

3 Kurzbeschreibung der Übertragungsausrüstungen

31 Allgemeines

Im Netz Genf wird das dänische DOCAT-System (*digital optical CATV trunk*) für die Übertragung der TV- und Hörfunksignale über die Glasfasern eingesetzt. DOCAT wurde für den Einsatz in hybriden Netzen optimiert, bei denen die Hauptverbindungen mit ihren meist längeren Distanzen in Glasfasertechnik und die Feinverteilung zu den Teilnehmern in konventioneller Koaxialkabeltechnik ausgeführt sind. Bei DOCAT handelt es sich um ein digitales System, das den Hauptvorteil solcher Systeme aufweist, eine von der Übertragungsdistanz weitgehend unabhängige Signalqualität zu gewährleisten. Dies erlaubt den Aufbau weiträumiger, flächendeckender Verteilnetze. Im Netz Genf, das vorerst auf das Gebiet der Stadt beschränkt ist, wird jedoch von der Möglichkeit der Signalübertragung über grössere Distanzen noch nicht Gebrauch gemacht. Trotzdem bietet auch hier die digitale Übertragung Vorteile, erlaubt sie doch den Aufbau eines Netzes, das problemlos sowohl flächenmässig als auch bezüglich der Anzahl Programme ausgebaut werden kann.

In der Kopfstation werden dem DOCAT die TV- und Hörfunkprogramme im Basisband, als Video- und Audiosignale, zugeführt. In den Verteilpunkten stehen sie moduliert in Kanälen des VHF- und UHF-Bandes zur Verfügung und können direkt in die Koaxialkabelfernsehtetze eingespeist werden.

32 Codierungstechnik

Nach der Abtastung mit 13,2 MHz werden die *Videosignale* mit 8 Bit codiert. Das resultierende PCM-Signal von etwa 105 Mbit/s wird anschliessend durch ein AHD PCM-Verfahren auf 66,1 Mbit/s komprimiert. Das AHD PCM-Verfahren (*adaptive hybrid differential puls code modulation*) ist eine für PAL-Signale optimierte DPCM-Codierung. Die Nachteile der DPCM-Codierung, nämlich die Fehlerfortpflanzung, werden durch Ersetzen einiger 5-Bit-DPCM-Werte durch 8-Bit-PCM-Werte weitgehend beseitigt. Da sowohl DPCM- als auch PCM-Werte übertragen werden, wird das Verfahren Hybrid-

manière «adaptée» au signal, d'où la désignation Adaptive-HDPCM ou AHD PCM.

Des tests subjectifs réalisés en se fondant sur la table d'appréciation du CCIR n'ont fait apparaître qu'une diminution de qualité à peine perceptible de 1/30 de dégradation comparativement à une image parfaite. Les mesures effectuées par l'Entreprise des PTT confirment les bonnes caractéristiques techniques du système.

En ce qui concerne la numérisation des signaux audio, on a fait appel au standard normalisé utilisé pour les disques compacts, à savoir: fréquence d'échantillonnage 44,07 kHz et codage MIC linéaire à 14 bits. Tous les signaux audio – canaux son des programmes de télévision et de radiodiffusion – sont codés pour eux-mêmes. On obtient ainsi une bonne séparation entre canaux.

Grâce au multiplexage de chacun des canaux codés, il est possible d'acheminer deux programmes de télévision avec double canal son et deux programmes de radiodiffusion stéréophoniques sur un canal de transmission à 140 Mbit/s. Avec la transmission de 280 Mbit/s – utilisable avantageusement sur les sections de câble à fibres optiques plus courtes – il est possible de doubler la capacité du système et de passer à quatre programmes TV et six programmes de radiodiffusion.

33 Technique de transmission

Des canaux à 70 Mbit/s sont disponibles à la sortie des codeurs. Ils peuvent être multiplexés en un signal CMI à 140 Mbit/s conforme aux Recommandations du CCITT ou en un signal à 280 Mbit/s, suivant la section et les moyens de transmission utilisés.

Les signaux CMI à 140 Mbit/s peuvent être transmis sur différents systèmes au débit égal ou supérieur, qu'il s'agisse d'une installation à faisceaux hertziens, à câbles coaxiaux ou à fibres optiques. Pour les distances inférieures et pour les fibres optiques multimodes, DOCAT permet de disposer d'un système de transmission optique à 280 Mbit/s. Avec cette vitesse, et compte tenu des développements actuels et attendus de la technologie des fibres optiques, on a ainsi mis au point une solution optimale.

34 Construction mécanique

Le système DOCAT est logé dans des châssis 19'' de 26 cm de profondeur au maximum. A Genève, ils ont été placés dans des bâtis de 2600 mm de haut.

Tant à la station de tête que dans les centraux de quartier (points de répartition), l'alimentation est assurée par la batterie 48 V.

La *station de tête* comprend des châssis à 3 × 3 unités de base. Chaque châssis contient les codeurs, multiplexeurs et dispositifs d'alimentation nécessaires à la création de 2 canaux à 70 Mbit/s ou de deux canaux vidéo ou 10 canaux audio. A la sortie du châssis, on dispose d'un signal CMI à 2 × 70 Mbit/s ou 1 × 140 Mbit/s. Un châssis complémentaire à 3 unités contient deux multiplexeurs 4 × 70/280 Mbit/s et deux émetteurs optiques. On a donc pu loger les équipements pour 8 pro-

DPCM genannt. Zudem werden die PCM-Werte adaptiv zur übertragenen Signalform eingefügt, deshalb die Bezeichnung Adaptive-HD PCM oder AHD PCM. Subjektive Tests nach der CCIR-Bewertungsskala ergaben eine kaum wahrnehmbare Qualitätsverringering von $1/30$ Impairment im Vergleich zu einem perfekten Bild. Die von den PTT durchgeführten Messungen bestätigten die guten technischen Daten des Systems.

Für die Digitalisierung der Audiosignale wird der für Compact Discs normierte Standard verwendet: Abtastfrequenz 44,07 kHz, lineare PCM-Codierung mit 14 Bit. Alle Audiosignale – Tonkanäle der TV- und Hörfunkprogramme – werden einzeln codiert, was eine sehr gute Kanaltrennung ergibt.

Durch Multiplexierung der codierten Einzelkanäle können auf einem 140-Mbit/s-Kanal zwei TV-Programme mit Zweiton und drei Hörfunkstereoprogramme übertragen werden. Mit der für kürzere Glasfaserstrecken mit Vorteil verwendeten Übertragung von 280 Mbit/s wird die doppelte Kapazität – vier TV- und sechs Hörfunkprogramme – erreicht.

33 Übertragungstechnik

An den Ausgängen der Coder stehen Kanäle zu 70 Mbit/s zur Verfügung, die je nach Übertragungstrecke und -medium zu einem CCITT-konformen 140-Mbit/s-CMI-Signal oder einem 280-Mbit/s-Signal multiplexiert werden.

140-Mbit/s-CMI-Kanäle können über jede beliebige digitale Übertragungstrecke entsprechender oder höherer Bitrate übertragen werden, sei dies nun eine Richtstrahl-, Koaxialkabel- oder Glasfaserinstallation. Für kürzere Distanzen und für Multimodefasern stellt DOCAT ein optisches 280-Mbit/s-Übertragungssystem zur Verfügung. Mit dieser Geschwindigkeit wird, mit der heutigen und in naher Zukunft zu erwartenden Entwicklung der Glasfasertechnologie, eine optimale Lösung erreicht.

34 Mechanischer Aufbau

Das DOCAT-System ist in 19''-Modulen von maximal 26 cm Tiefe aufgebaut. In Genf sind sie in Gestellen von 2600 cm Höhe untergebracht.

Sowohl in der Kopfstation als auch in den Quartierzentralen (Verteilpunkte) sind die Anlagen an die 48-V-Batterie angeschlossen.

Die *Kopfstation* besteht aus Chassis zu 3x3 Grundeinheiten. Jedes Chassis enthält die dazugehörigen Coder, Multiplexer, Stromversorgungen usw. für die Generierung von 2x70-Mbit/s oder zwei Video- und zehn Audiokanälen. Am Ausgang des Chassis steht ein 2x70-Mbit/s- oder ein 140-Mbit/s-CMI-Signal zur Verfügung. Ein weiteres Chassis mit 3 Grundeinheiten enthält zwei Multiplexer 4x70/280 Mbit/s und zwei optische Sender. In einem Gestell werden somit 8 TV- und 12 Hörfunkprogramme untergebracht (Fig. 2).

Die *Verteilpunkte* sind mit Chassis ausgerüstet, die die optischen Empfänger, Demultiplexer, Decoder und Modulatoren für die Verarbeitung eines 280-Mbit/s-Signals enthalten (Fig. 3). Die Glasfasern werden direkt auf den

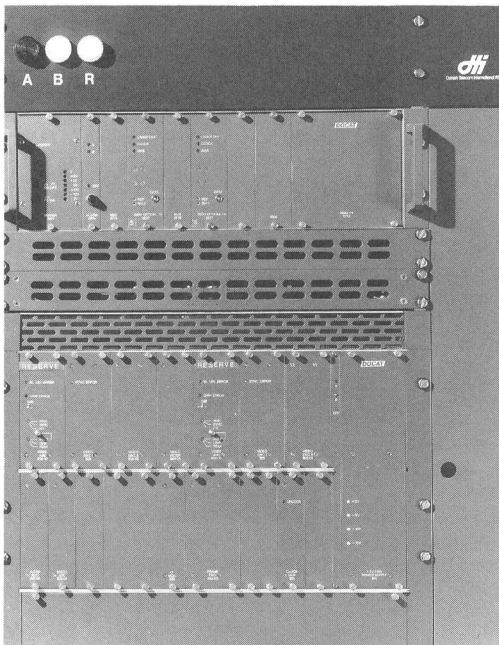


Fig. 2
Vue partielle du bâti des équipements DOCAT de la station de tête –
Teilansicht des Gestells der DOCAT-Ausrüstungen der Kopfstation

grammes TV et 12 programmes de radiodiffusion dans un bâti (fig. 2).

En principe, les *points de distribution* comprennent des châssis qui contiennent les récepteurs optiques, démultiplexeurs, décodeurs et modulateurs nécessaires au traitement d'un signal à 280 Mbit/s (fig. 3). Les fibres optiques sont amenées directement au récepteur optique et l'on dispose en sortie du châssis des programmes de télévision et de radiodiffusion modulés, dans les canaux VHF et UHF correspondants.

35 Configuration du réseau

A l'exception du câble à fibres optiques qui a dû être spécialement posé pour le réseau de distribution de Genève, entre le central de quartier de Plainpalais et la tour de la télévision, on a pu avoir recours à des câbles intercentraux existants. Pour 24 canaux de télévision et 24 canaux de radiodiffusion, on a occupé 6 fibres optiques.

351 Station de tête

La station de tête comprend, d'une part, les équipements de réception des programmes de télévision et de radiodiffusion et, d'autre part, les équipements de transmission DOCAT. Les programmes de télévision et de radiodiffusion proviennent directement du satellite ou du réseau d'apport, ou, pour les programmes de la télévision suisse, directement du studio. Cette partie de la station de tête a été mise en place par *Télégenève SA*. Les *tableaux II et III* donnent une vue d'ensemble des programmes de télévision et de radiodiffusion reçus actuellement.

optischen Empfänger geführt, und am Ausgang des Chassis stehen die TV- und UKW-Programme in den entsprechenden VHF- oder UHF-Kanälen moduliert zur Verfügung.

35 Netzaufbau

Mit Ausnahme des Glasfaserkabels zwischen der Quartierzentrale Plainpalais und dem Fernsehturm, das für das Verteilnetz Genf verlegt werden musste, konnten ausnahmslos interzentrale Kabel verwendet werden. Für den Erstausbau von 24 TV- und 24 Hörfunkprogrammen wurden sechs Fasern belegt.

351 Kopfstation

Die Kopfstation besteht einerseits aus den Ausrüstungen für den Empfang der TV- und Hörfunkprogramme und andererseits aus den DOCAT-Übertragungsausrüstungen. Die TV- und Hörfunkprogramme werden entweder direkt vom Satelliten oder ab GAZ empfangen, oder für die schweizerischen TV-Programme vom Studio aus zugeführt. Dieser Teil der Kopfstation wurde durch *Télégenève SA* erstellt. Die *Tabellen II und III* vermitteln einen Überblick über die zurzeit empfangenen TV- und Hörfunkprogramme. Die DOCAT-Übertragungsausrüstungen wurden im Auftrag der PTT durch *Danish Telecom International*, in Zusammenarbeit mit der *Cablop-tic SA*, erstellt. Die *Audiokanäle* werden von den Empfangsausrüstungen der *Télégenève SA* in Basisbandlage über einen Verteiler und ein Trennbügelgestell auf die Eingänge der DOCAT-Ausrüstungen geschaltet.

Die Audiokanäle der TV-Programme mit Zweitonübertragung sind zusätzlich über einen Zweitoncoder geschlauft. Dieser schaltet, abhängig von der Information in der Datenzeile 16 des Videosignals, ein 59-kHz-Pilot-signal auf das DOCAT-System, das das Pilot-signal digitalisiert und zu den Verteilpunkten überträgt. Dort wird



Fig. 3
Equipements DOCAT dans un central de quartier – DOCAT-Ausrüstungen in einer Quartierzentrale

Tableau II. Programmes de télévision
Tabelle II. Fernsehprogramme

1.	TSR	(CH)
2.	DRS	(CH)
3.	TSI	(CH)
4.	Télécinéromandie (codé — codiert)	(CH)
5.	TF 1	(F)
6.	A 2	(F)
7.	FR 3	(F)
8.	Canal Plus (codé — codiert)	(F)
9.	ARD	(D)
10.	ZDF	(D)
11.	ORF 1	(A)
12.	RAI 1	(I)
13.	TV 5	Programmes francophones Französischsprachige Programme
14.	Sky Channel	(GB)
15.	Super Channel	(GB)
16.	Canal des sports Sportkanal	(CH)
17.	Canal Météo	Image du satellite météoro- logique
18.—24.	Réserve Reserve	Meteosatellitenbild

Tableau III. Programmes de radiodiffusion
Tabelle III. Hörfunkprogramme

1.	RSR 1 (La Première)	(CH)
2.	RSR 2 (Espace 2)	(CH)
3.	RSR 3 (Couleurs 3)	(CH)
4.	DRS 1	(CH)
5.	RSI 1	(CH)
6.	RGI Radio Genève Informations	(CH)
7.	Radio Lac	(CH)
8.	France Inter	(F)
9.	France Musique	(F)
10.	France Culture	(F)
11.	Radio Salève	(F)
12.	Radio Zone	(F)
13.	Radio-Télé Luxembourg	(F)
14.	Europe 1	(F)
15.	Radio Monte-Carlo	(F)
16.	Südwestfunk 1	(D)
17.	Südwestfunk 2	(D)
18.	Bayerischer Rundfunk 1	(D)
19.	Bayerischer Rundfunk 2	(D)
20.	Süddeutscher Rundfunk 1	(D)
21.	Österreich 1	(A)
22.	Österreich 3	(A)
23.	AFN	(USA)
24.	Voice of America	(USA)

Les équipements de transmission DOCAT, commandés par les PTT, ont été construits par *Danish Telecom International*, avec la collaboration de *Cabloptic SA*.

Depuis les équipements de réception de Télégénève SA, les *signaux audio* sont acheminés en bande de base sur un répartiteur, à partir duquel ils sont acheminés, par le biais d'un bâti d'étriers de coupure, aux entrées des équipements DOCAT.

Le son des programmes de télévision avec transmission de deux canaux audio passe par un codeur double. Celui-ci introduit un signal pilote de 59 kHz dans le système DOCAT, en fonction de l'information contenue dans la ligne de données 16 du signal vidéo. Le signal pilote est numérisé par le système DOCAT puis transmis aux points de distribution où il est rétabli dans sa forme primitive pour la commande des téléviseurs des abonnés.

Les *signaux vidéo* sont acheminés directement des équipements de réception aux amplificateurs de répartition, sur lesquels des points de mesure sont disponibles. La sortie de ces amplificateurs est connectée aux équipements DOCAT par le biais d'étriers de coupure.

Un répartiteur de puissance optique est inséré entre la sortie des équipements DOCAT et la terminaison du câble à fibres optiques. Il permet de répartir la puissance lumineuse des diodes laser, dans le rapport 1:15 entre le câble à fibres optiques de départ, d'une part, et des points de mesure optique, d'autre part. Les points de mesure optique permettent de contrôler la puissance optique disponible et de vérifier la qualité des programmes de télévision et de radiodiffusion, par l'intermédiaire d'un châssis de répartition comprenant un récepteur optique, un démultiplexeur, un décodeur et un modulateur.

352 Points de distribution

Le réseau de Genève est doté de trois types de points de distribution différents:

- les points de distribution avec régénérateurs et répartiteurs de puissance optique

das Pilotsignal zur Steuerung der Heimempfänger wiederhergestellt und bis zum Teilnehmer geführt.

Die *Videokanäle* werden von den Empfangsausrüstungen direkt auf Durchschlauf-Verteilverstärker geführt, wo entkoppelte Messpunkte zur Verfügung stehen. Die Ausgänge dieser Verstärker werden über Trennbügel mit den DOCAT-Ausrüstungen verbunden.

Zwischen dem optischen Ausgang der DOCAT-Ausrüstungen und dem Glasfaserkabelendverschluss wurden optische Leistungsteiler eingebaut, die die Lichtleistung der Laserdiode im Verhältnis 1:15 auf das abgehende Glasfaserkabel und auf optische Messpunkte aufteilen. An den Messpunkten kann die optische Leistung kontrolliert werden. Ein Verteilerchassis mit optischem Empfänger, Demultiplexer, Decoder und Modulator erlaubt ebenfalls, die abgehenden TV- und Hörfunkprogramme zu überprüfen.

352 Verteilpunkte

Im Netz Genf können drei verschiedene Verteilpunkttypen unterschieden werden und zwar:

- mit Regeneratoren und optischen Leistungsverteilern
- mit optischen Leistungsverteilern
- ohne Regeneratoren und optische Leistungsverteiler.

Figur 4 zeigt die Netzkonfiguration mit den verschiedenen Verteilpunkttypen. Je nach der verfügbaren optischen Leistung und der Anzahl Abzweigungen werden passive optische Leistungsverteiler oder Regeneratoren eingesetzt. Die Verteilpunktausrüstungen in derselben Quartierzentrale können über elektrische Schnittstellen direkt an die Regeneratoren angeschlossen werden. Die übrigen Verteilpunkte sind mit optischen Empfängern ausgerüstet.

Am Ausgang der Verteilpunktausrüstungen werden die in die VHF- und UHF-Bänder modulierten TV- und Hörfunkprogramme auf ein Koaxialkabel geschaltet, das die Verbindung zum privaten Koaxialkabelnetz herstellt. Die wesentlichsten Parameter dieser Schnittstelle zwischen

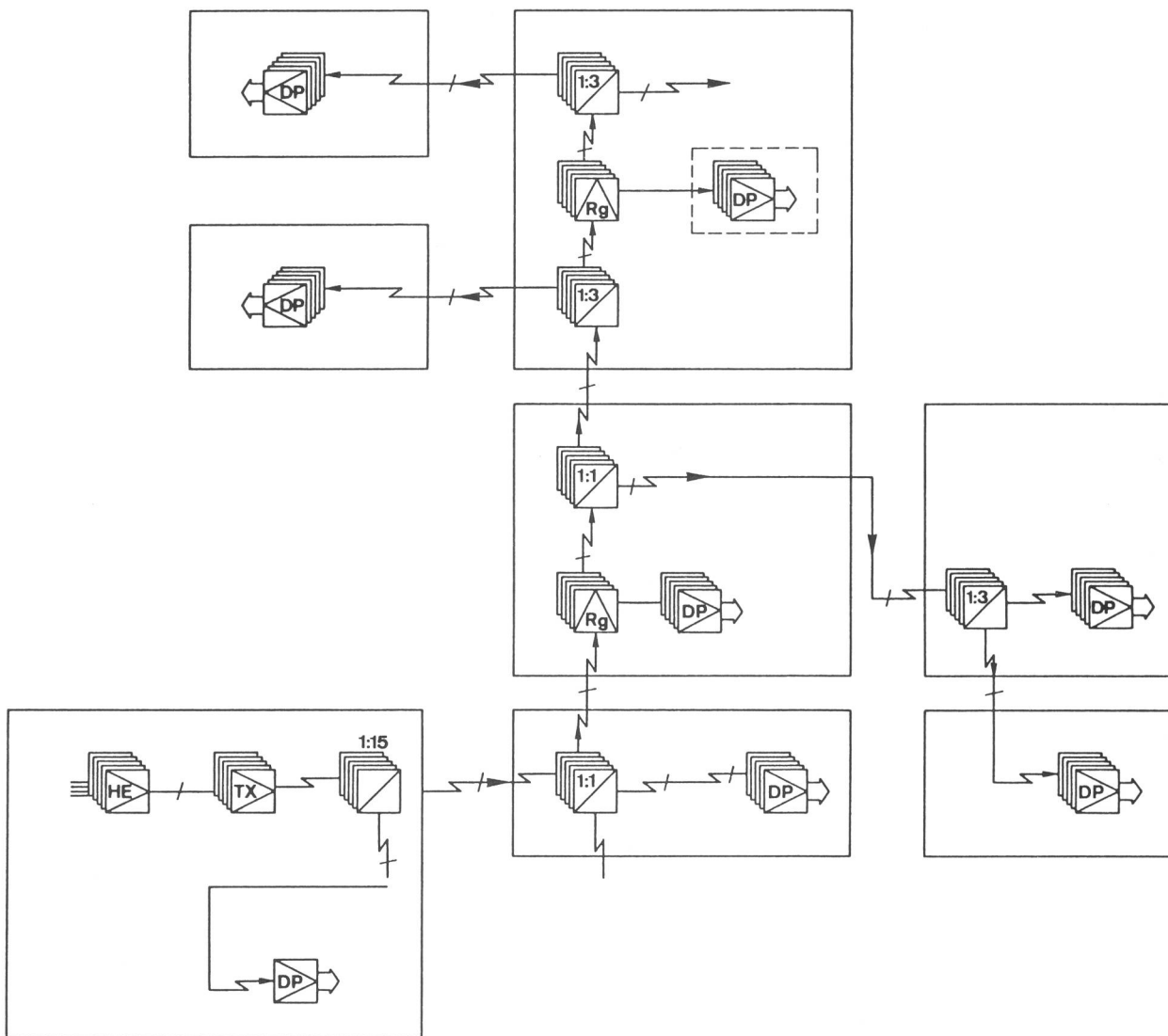


Fig. 4
Structure du réseau de distribution de Genève – Struktur des Verteilnetzes in Genf

- | | | | |
|----|---------------------------------------|----|---|
| — | Fibre optique – Glasfaser | DP | Point de distribution – Verteilpunkt |
| — | Câble électrique – Elektrisches Kabel | Rg | Répartiteur de puissance optique – Optischer Leistungsverteiler |
| HE | Station de tête – Kopfstation | → | Alimentation du réseau de distribution à câbles coaxiaux –
Einspeisung in Koaxialkabel-Verteilnetz |
| TX | Emetteur optique – Optischer Sender | | |
| Rg | Régénérateur – Regenerator | | |

- les points de distribution avec répartiteurs de puissance optique
- les points de distribution sans régénérateurs et sans répartiteurs de puissance optique.

den Ausrüstungen der PTT und jenen der privaten Kabelverteilstellen sind aus *Tabelle IV* ersichtlich.

36 Alarmierung und Überwachung

La *figure 4* représente la configuration du réseau dans laquelle les différents types de points de distribution sont visibles. Suivant la puissance optique disponible et le nombre de dérivations, il y a lieu d'utiliser des répartiteurs de puissance optique passifs ou des régénérateurs. Les équipements des points de distribution situés dans le même central de quartier peuvent être reliés directement aux régénérateurs par le truchement d'une interface électrique. Les équipements des autres points de distribution sont dotés de récepteurs optiques.

Die DOCAT-Einheiten sind mit den üblichen Alarmausgängen für Dringend- und Nichtdringendalarmlinien ausgestattet. Die Verteilpunkte verfügen zusätzlich über eine zentrale Alarminheit, die alle auftretenden Alarme speichert. Ein Bildschirmterminal mit integriertem Modem erlaubt die Alarmspeicher von einem zentralen Betriebszentrum aus über eine Telefonwählleitung abzufragen. Somit lässt sich rasch ein Überblick über den aktuellen Betriebszustand des Netzes oder über bereits abgeschlossene Alarmereignisse gewinnen.

Les programmes de télévision et de radiodiffusion modulés dans les bandes VHF et UHF, disponibles à la sortie des équipements des points de distribution, sont conduits à un câble coaxial qui constitue la liaison avec le réseau privé de câbles coaxiaux. Les principales caractéristiques de cette interface entre les équipements de l'Entreprise des PTT et les réseaux privés de câbles font l'objet du *tableau IV*.

36 Alarmes et surveillance

Les unités DOCAT sont équipées des sorties usuelles pour la signalisation d'alarmes urgentes et non urgentes. En outre, les points de distribution sont dotés d'une unité d'alarme centralisée qui enregistre toutes les alarmes qui se sont produites. Il est possible, depuis un centre d'exploitation et à l'aide d'un écran de visualisation muni d'un modem, d'interroger les mémoires d'alarmes des différents points de distribution par le biais d'une liaison téléphonique commutée. On peut ainsi se rendre rapidement compte de l'état d'exploitation du réseau ou s'informer quant à l'avancement des travaux de suppression des dérangements.

4 Conclusion

En exploitation depuis mars 1987, si l'on excepte quelques problèmes mineurs, le réseau donne entière satisfaction tant par la qualité de transmission que par la fiabilité des équipements.

Grâce à l'excellente collaboration avec les autorités de la ville de Genève cette dernière possède un des téléseaux les plus modernes, qui par sa conception pourra s'adapter à l'évolution dictée par les progrès qui seront accomplis tant dans le domaine des techniques numériques que de la fibre optique et en particulier de son utilisation jusqu'à l'abonné.

Alors que l'extension du réseau de Genève aux communes périphériques a déjà débuté et que la réalisation d'un réseau identique à Bâle est imminente, il est permis d'imaginer qu'un tel réseau puisse atteindre à l'avenir une couverture nationale.

Tableau IV. Caractéristiques de l'interface¹ dans les points de distribution entre les équipements PTT et les équipements privés
Tabelle IV. Eigenschaften der Schnittstelle¹ in den Verteilpunkten zwischen den PTT-Ausrüstungen und den privaten Kabelfernsehnetzen

Impédance Impedanz	75 Ohm
Signaux de télévision Fernsehsignale	
Norme Norm	CCIR/B (PAL)
Plan des fréquences Frequenzraster	Selon indications de Télégénève SA Gemäss Angaben von Télégénève SA
Ecart de fréquence de la porteuse image Bildträger- Frequenzabweichung	Maximum ± 10 kHz
Niveau de la porteuse image Pegel Bildträger	90 dB (μ V)
Niveau de la porteuse son 1 Pegel Tonträger 1	75 dB (μ V)
Niveau de la porteuse son 2 Pegel Tonträger 2	68 dB (μ V)
Signaux de radiodiffusion Hörfunksignal	
Norme	Procédé à signal pilote selon CCIR Rec. 450
Norm	Pilottonverfahren gemäss CCIR Rec. 450
Plan des fréquences Frequenzraster	Selon indications de Télégénève SA Gemäss Angaben von Télégénève SA
Niveau pour chaque signal Pegel je Signal	85 dB (μ V)

¹ Les signaux de télévision et de radiodiffusion alimentent un câble coaxial sous forme d'un multiplex de fréquences RF, sur les fréquences déterminées par Télégénève SA.
Die Fernseh- und Hörfunksignale werden in RF-Frequenzmultiplex auf den von der Télégénève SA bestimmten Frequenzen in ein Koaxialkabel eingespeist.

4 Schlussfolgerungen

Wenn man einige kleine Anfangsschwierigkeiten ausklammert, läuft das seit März 1987 in Betrieb stehende Netz zur vollen Zufriedenheit; die Übertragungsqualität und die Zuverlässigkeit der Ausrüstungen entsprechen den gestellten Anforderungen.

Dank der guten Zusammenarbeit mit den Behörden der Stadt Genf konnte eine Lösung getroffen werden, die den Bau eines sehr modernen Fernsehverteilnetzes ermöglichte. Das gewählte Konzept ist den künftigen Entwicklungen im Bereich der digitalen Technik sowie der Glasfasertechnik und besonders deren Anwendung bis zum Teilnehmer ohne weiteres anpassbar.

Die Erweiterung des Netzes der Stadt Genf zu den Nachbargemeinden hat bereits begonnen, und die Realisierung eines vergleichbaren Netzes in Basel steht unmittelbar bevor.