

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: 28 (1950)

Heft: 8

Artikel: Essais de transmission par ondes dirigées exécutés dans les Alpes pour contribuer à l'établissement d'un réseau radiotéléphonique suisse = Esperimenti di trasmissione su ponti radio eseguiti nelle alpi in vista della creazione d'una rete radiotelefonica...

Autor: Klein, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874384>

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: 17.11.2024

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

Weitere Versuche ergaben, dass die Röhrengleichrichter kurzzeitig Ströme bis zum Zehnfachen des Nennstromes zu führen vermögen. Bei länger dauernder Überlastung tritt meist eine Abschaltung infolge Verringerung der Emission der Kathode auf. Es gibt aber auch Fälle, in denen eine Rückzündung entsteht, die immer dann unschädlich ist, wenn der Kurzschlußstrom beispielsweise durch eine Sicherung schnell unterbrochen wird.

Figur 6a zeigt den Glaskolben des 3-A-Steuerventils, gemäss Figur 4, während Figur 6b die Aussenansicht eines Röhrengleichrichters für 15 A wiedergibt. Beim 3-A-Typ ist es zur Aufrechterhaltung der Wärmebilanz notwendig, den Glaskolben zu kapseln, was bei der Röhre für 15 A nicht mehr erforderlich ist.

Auf Grund der niedrigen Brennspannung, der verhältnismässig hohen Sperrspannung, der Steuerbarkeit und der langen Lebensdauer glauben wir, dass der neue Röhrengleichrichter für Stromversorgungsanlagen mässiger Stromstärken eine wesentliche Bereicherung der Technik darstellt.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. techn. Fritz Kesselring, i. Fa. Albiswerk Zürich AG., Zürich.

Il résulte d'autres essais que les redresseurs électroniques peuvent, pendant une brève période, conduire des courants atteignant dix fois la valeur nominale. En cas de surcharge de longue durée, le redresseur cesse généralement de fonctionner, l'émission de la cathode diminuant. Des allumages en retour peuvent également se produire; ils n'occasionnent aucun dégât lorsque le courant de court-circuit est rapidement interrompu par un fusible, par exemple.

La figure 6a montre le tube de verre du redresseur de commande pour 3 A représenté à la figure 4, tandis que la figure 6b montre l'aspect extérieur d'un redresseur électronique pour 15 A. Pour maintenir l'équilibre thermique dans le redresseur pour 3 A, on dut mettre le tube sous enveloppe; cette précaution n'est pas nécessaire pour le redresseur pour 15 A.

Etant données leur faible tension de régime, leur tension de blocage relativement élevée, leur commande facile et leur longévité, nous estimons que les redresseurs électroniques représentent un enrichissement de la technique des installations de fourniture d'énergie pour intensités moyennes.

Adresse de l'auteur: Fritz Kesselring, dr sces techn., Albiswerk Zurich S.A., Zurich.

Essais de transmission par ondes dirigées exécutés dans les Alpes pour contribuer à l'établissement d'un réseau radiotéléphonique suisse*)

Par W. Klein, Berne

621.396.4.029.6.001.4 (494)

Résumé. *Après avoir rappelé quelques caractéristiques fondamentales de la technique des ondes dirigées, l'auteur indique les principaux points à considérer dans l'étude d'un réseau suisse de liaisons hertziennes. L'établissement d'une liaison franchissant les Alpes dans la direction Nord-Sud joue naturellement un rôle particulièrement important dans cette étude. Des essais de transmission sur ondes métriques et décimétriques exécutés en 1948 entre le Jungfrauoch et le Monte Generoso ont donné des résultats très satisfaisants. Ils ont conduit à l'installation d'une liaison multiplex provisoire Berne-Lugano et à l'exécution des travaux préparatoires pour la construction d'une station relais au bas de l'arête nord-est de la Jungfrau, à l'altitude d'environ 3600 m. Tous ces travaux et les débuts de réalisations pratiques opérés en vue de la création d'un réseau radiotéléphonique communiquant avec des points situés à de grandes distances, à l'étranger, ouvrent des perspectives intéressantes pour l'avenir.*

*) L'article reproduit ci-dessus a paru en première édition dans le numéro 12, pages 387 à 395, de la Revue Brown Boveri 1949 (Numéro spécial: Technique des ondes dirigées). Avec l'autorisation bienveillante de la maison Brown, Boveri & Cie. à Baden (Argovie), nous avons repris ce travail et l'avons fait traduire en italien. Très obligeamment, la maison a mis les clichés à notre disposition. Les explications reposent en majeure partie sur un travail que l'auteur a publié dans le n° 2, 1949, du Bulletin technique PTT, pages 49 à 69, sous le titre «Richtstrahl-Übertragungsversuche in den Alpen».

Esperimenti di trasmissione su ponti radio eseguiti nelle alpi in vista della creazione d'una rete radiotelefonica svizzera*)

Da W. Klein, Berna

621.396.4.029.6.001.4 (494)

Riassunto. *Dopo aver accennato ad alcune caratteristiche fondamentali della tecnica dei ponti radio, l'autore indica i principali punti da considerare nello studio d'una rete svizzera di collegamenti hertziani. Lo stabilimento d'una comunicazione sopra le alpi nella direzione nord-sud, riveste naturalmente un'importanza particolare in questo studio. Degli esperimenti di trasmissione su onde metriche e decimetriche eseguiti nel 1948 tra il Jungfrauoch ed il Monte Generoso, hanno dato dei risultati molto soddisfacenti. In seguito agli stessi si è proceduto all'impianto d'un collegamento multiplex provvisorio Berna-Lugano ed all'esecuzione dei lavori preliminari per la costruzione d'una stazione relè in fondo alla cresta nord-orientale della Jungfrau, all'altitudine di circa 3600 metri. Tutti questi lavori e gl'inizii di realizzazioni pratiche eseguiti in vista della creazione d'una rete radiotelefonica comunicante con punti situati a grandi distanze, all'estero, preludiano ad aspettative interessanti per l'avvenire.*

*) Il presente articolo è apparso per la prima volta nella Rivista Brown Boveri 1949, n° 12, p. 387...395 (numero speciale: Technique des ondes dirigées). Con il gentile consenso della ditta Brown, Boveri e Cia. a Baden (Argovia), abbiamo fatto tradurre l'articolo in lingua italiana. I clichés sono stati messi cortesemente a nostra disposizione della ditta summentovata. Le spiegazioni contenute nell'articolo in parola sono basate principalmente sur un lavoro che l'autore ha pubblicato nel Bollettino tecnico PTT 1949, n° 2, p. 49...69 sotto il titolo «Richtstrahl-Übertragungsversuche in den Alpen».

1. Quelques remarques sur le stade actuel de l'évolution de la technique des ondes dirigées

Si l'on suit l'évolution technique qui a accompagné le développement des réseaux téléphoniques interurbains au cours des dernières décennies, en Suisse comme à l'étranger, on constate une tendance toujours plus marquée à réduire la quantité de matières premières nécessaire pour chaque voie de transmission par une utilisation multiple des lignes. Avec l'application de la téléphonie par courants porteurs, l'appareillage nécessaire aux extrémités de lignes pour la superposition des signaux puis pour leur séparation devient toutefois beaucoup plus coûteux et pour qu'une telle installation soit économique, la longueur de la ligne ne doit pas être inférieure à un certain minimum. Cependant, dans certains pays pauvres en matières premières, l'économie de matière qu'on peut ainsi réaliser peut à elle seule être déterminante. Rappelons en passant que l'introduction de la technique des courants porteurs, qui a fait l'objet d'accords internationaux de normalisation, a entraîné avec elle une sensible amélioration de qualité qui était réclamée de tous côtés. Les installations de communication par courants porteurs ont atteint aujourd'hui un très haut degré de perfection tant du point de vue technique que de celui de l'exploitation. Ainsi, par exemple la quantité de cuivre nécessaire pour une installation moderne de transmission par câbles coaxiaux à 600 canaux ne s'élève qu'à quelques centièmes de celle qu'il fallait autrefois pour le même nombre de voies constituées par des quartes.

Un pas restait à faire dans le sens de cette évolution pour arriver à supprimer complètement les conducteurs et à transmettre un grand nombre de conversations téléphoniques simultanées par voie radio-électrique. Il y a quelques années, une telle pensée aurait encore paru utopique parce qu'à cette époque l'état de développement de la technique, tant en ce qui concerne les fréquences disponibles (largeur absolue des bandes de fréquence, interférences) que la qualité des transmissions (niveau de bruit, procédé de modulation approprié), n'aurait pas permis sa réalisation. L'emploi de la téléphonie sans fil n'était envisagé que pour certains cas particuliers comme les liaisons avec des pays d'outremer qu'il n'était pas possible d'établir par d'autres moyens.

Les progrès réalisés ces dernières années dans la connaissance et l'utilisation des ondes métriques, décimétriques et centimétriques ont cependant créé une situation toute nouvelle qui peut se caractériser notamment par les faits suivants:

la largeur absolue de la bande de fréquences disponible dans ce domaine de longueurs d'ondes est très grande et s'élève à plusieurs milliers de Mc/s; ces ondes se propageant et pouvant être dirigées de la même manière que les ondes lumineuses, on peut utiliser les mêmes longueurs d'ondes pour réaliser diverses liaisons simultanées pourvu qu'elles soient

1. Alcune considerazioni sullo stadio attuale dell'evoluzione della tecnica dei ponti radio

Se si segue l'evoluzione tecnica che ha accompagnato lo sviluppo delle reti telefoniche interurbane nel corso degli ultimi decenni, tanto nella Svizzera, quanto all'estero, si constata una crescente tendenza a ridurre il più possibile la quantità di materie prime necessarie per ogni via di trasmissione, ricorrendo ad uno sfruttamento multiplo delle linee. Con l'applicazione della telefonia a correnti portanti, l'apparecchiatura necessaria alle estremità delle linee per la sovrapposizione dei segnali e la successiva loro separazione, diventa sempre più costosa ed affinché un impianto simile sia economico, la lunghezza delle linee non dev'essere inferiore ad un certo minimo. L'economia di materiale che si può così realizzare, può da sola essere determinante in certi paesi poveri in materie prime. Sia di sfuggita accennato al fatto che l'introduzione della tecnica delle correnti portanti, la quale è stata oggetto d'accordi internazionali di normalizzazione, ha portato seco un sensibile miglioramento della qualità, reclamato dappertutto. Gli impianti di collegamenti mediante correnti portanti hanno raggiunto un alto grado di perfezione, tanto dal punto di vista tecnico, quanto da quello dell'esercizio. Così, ad esempio, la quantità di rame necessaria per un impianto moderno di trasmissione mediante cavi coassiali a 600 canali, è ora ridotta ad alcuni centesimi di quella che occorreva una volta per il medesimo numero di vie costituite da bicoppie.

Restava un passo da fare nel senso di questa evoluzione per arrivare a sopprimere completamente i conduttori ed a trasmettere un gran numero di conversazioni telefoniche simultanee per via radio-elettrica. Ancora pochi anni fa, un'idea simile sarebbe apparsa assurda perchè a quell'epoca, tanto il numero delle frequenze disponibili (larghezza assoluta delle bande di frequenza, interferenze), quanto la qualità delle trasmissioni (livello del rumore, procedimento appropriato di modulazione) non avrebbero permesso di realizzarla. La trasmissione senza filo delle conversazioni telefoniche era piuttosto limitata a certi servizi speciali, come ad esempio alle comunicazioni con paesi d'oltremare, le quali non potevano essere stabilite con altri mezzi.

I progressi fatti in quest'ultimi anni nella conoscenza e l'uso delle onde metriche, decimetriche e centimetriche hanno però creato una situazione tutt'affatto nuova, la quale si caratterizza specialmente per i fatti seguenti:

la larghezza assoluta della banda di frequenze disponibile in questo campo di lunghezze d'onda è molto grande e raggiunge parecchie migliaia di Mc/s; siccome queste onde si propagano e possono essere dirette nello stesso modo che le onde luminose, si possono usare le medesime lunghezze d'onda per realizzare diverse comunicazioni simultanee, in

situées dans des régions entre lesquelles il y a une distance suffisante;
 la transmission des signaux est pratiquement insensible aux influences extérieures, au moins pour les ondes très courtes;
 les effets des parasites dus aux appareils eux-mêmes (bruit de fond, diaphonie) peuvent être rendus très faibles par l'emploi de procédés de modulation et de systèmes de transmission appropriés;
 la puissance de transmission nécessaire pour des distances de 100 à 200 km en visibilité directe entre stations peut atteindre des valeurs très faibles, par exemple 0,1 W ou même 0,01 W par voie basse fréquence.

Dans son ensemble, la technique des ondes dirigées fait encore ses premiers pas, mais on a déjà pu se faire une idée assez large de ses principes et de ses possibilités. Considérées au point de vue de la transmission même, les liaisons par ondes dirigées s'adaptent souvent avec beaucoup plus de souplesse aux circonstances que les liaisons par fil.



Fig. 1. Installation d'essais de transmission par ondes dirigées de 15 cm à la Pointe Mathilde (massif de la Jungfrau), à 3560 m d'altitude. Le réflecteur parabolique est orienté dans la direction du Monte Generoso. Les instruments de mesure et l'appareillage auxiliaire sont installés dans deux tentes. Au fond, le Trugberg.

Impianto per esperimenti di trasmissione con onde di 15 cm sul Pizzo Matilde (massivo della Jungfrau) a 3560 m d'altitudine. Il riflettore parabolico è orientato nella direzione del Monte Generoso. Gli strumenti di misurazione e l'apparecchiatura ausiliaria sono collocati in due tende. Nello sfondo il Trugberg.

quanto esse siano situate in regioni tra le quali esista una distanza sufficiente, almeno per le onde più corte;

la trasmissione dei segnali è praticamente insensibile alle perturbazioni esterne;

gli effetti dei parassiti dovuti agli apparecchi stessi (rumore di fondo, diafonia), possono essere affievoliti molto, applicando dei procedimenti di modulazione e dei sistemi di trasmissione appropriati;

la potenza di trasmissione necessaria per distanze in visibilità diretta tra stazioni può raggiungere dei valori debolissimi, per esempio 0,1 W o persino 0,01 W per ogni via a bassa frequenza.

Vista nel suo complesso, la tecnica dei ponti radio è ancora ai primordi dello sviluppo, ma si è già potuto farsi un'idea assai larga dei suoi principi e delle sue possibilità. Considerati puramente dal punto di vista tecnico della trasmissione, i collegamenti a ponti radio si adattano sovente meglio alle circostanze, sotto molteplici aspetti, che non i collegamenti per filo.

Così per esempio è possibile cambiare facilmente un dato percorso, spostando semplicemente le stazioni relè terminali. Si può quindi ricorrere a questo sistema di trasmissione anche per stabilire delle comunicazioni con posti mobili o per creare una riserva mobile d'arterie di comunicazioni in casi d'urgenza (catastrofi, ecc.).

L'attenuamento della trasmissione è praticamente indipendente dalla frequenza, entro larghi limiti della banda trasmessa, e varia in senso lineare con la distanza fino a quando ci si trova nel raggio di visibilità diretta. Anche per collegamenti su distanze molto grandi, la trasmissione viene disturbata in modo rilevante dall'assorbimento atmosferico (pioggia, nebbia, ecc.), solo se le onde utilizzate hanno una lunghezza inferiore a 5 cm. Al di là della linea d'orizzonte, quest'indipendenza dalla frequenza resta, in quanto l'influsso di riflessi secondari sia trascurabile, mentre che l'attenuamento medio aumenta invece molto rapidamente.

In generale e secondo gli esperimenti finora eseguiti nella Svizzera, i fenomeni d'affievolimento causati dalle irregolarità elettriche della troposfera non provocano né distorsione, né diafonia nei collegamenti a ponti radio stabiliti in modo adeguato, vale a dire quando c'è una visibilità diretta o quasi. I procedimenti di modulazione attualmente noti consentono di rimediare senza difficoltà alle variazioni d'amplitudine che normalmente si producono (limitazione d'amplitudine). Queste variazioni si manifestano semplicemente con uno spostamento in senso inverso del livello del rumore di fondo, in quanto questo rumore sia sufficiente perché il suo spostamento possa essere osservato, mentre che il livello del segnale utile a bassa frequenza resta costante. L'assenza di distorsione nella trasmissione a lunga

Ainsi, il est possible de changer facilement un parcours en déplaçant simplement les stations relais et les stations terminales. On peut donc aussi se servir de ce système de transmission pour établir des liaisons avec des postes mobiles ou pour créer une réserve mobile d'artères de communications en cas d'urgence (catastrophes, etc.).

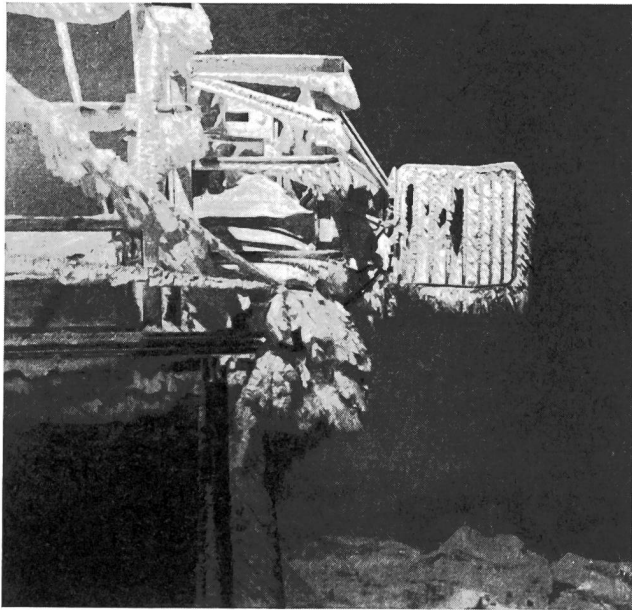


Fig. 2. Dépôts de givre et de neige sur l'appareillage monté sur la terrasse de l'observatoire du Sphinx lors d'essais de transmission par ondes dirigées de 2 m. Vue prise le 10 juillet 1948. Au fond, à droite, on aperçoit le Schilthorn.

Depositi di brina e neve sull'apparecchiatura montata sulla terrazza dell'osservatorio dello Sphinx durante esperimenti di trasmissione con onde di 2 m. Veduta presa il 10 di luglio 1948. Nello sfondo, in basso a destra, si scorge il Schilthorn.

L'affaiblissement de transmission est pratiquement indépendant de la fréquence entre de très larges limites de la bande transmise et varie de façon linéaire avec l'éloignement tant qu'on se trouve dans le rayon de visibilité directe. L'influence nuisible de l'absorption atmosphérique (pluie, brouillard, etc.) ne se fait sentir, même pour de très grandes distances, que pour les ondes de longueur inférieure à 5 cm. Au delà de l'horizon, cette indépendance de la fréquence subsiste pour autant que l'influence de réflexions secondaires reste négligeable tandis que l'affaiblissement moyen augmente au contraire très rapidement.

D'une manière générale et suivant les essais exécutés jusqu'ici en Suisse, les phénomènes d'évanouissement causés par les irrégularités électriques de la troposphère ne provoquent ni distorsion, ni diaphonie dans les liaisons par ondes dirigées établies de façon convenable, c'est-à-dire lorsqu'il y a visibilité directe entre stations ou qu'on est très près de ces conditions. Les procédés de modulation actuellement connus permettent de remédier sans difficulté aux variations d'amplitude qui se produisent normalement (limitation d'amplitude). Ces dernières se traduisent

distanza di segnali a larga banda di frequenze, fino a quando la visibilità diretta non viene sorpassata, è stata di nuovo confermata dai recenti esperimenti di televisione eseguiti tra Torino ed il Monte Generoso. Sebbene non si trattasse d'una trasmissione con antenne direzionali tra punti fissi, la qualità delle immagini trasmesse era infatti la stessa tanto sul Monte Generoso, ad una distanza di circa 140 km, quanto a Torino.

Sur un collegamento a ponti radio si possono dunque trasmettere delle larghissime bande di frequenza, come quelle che si hanno non soltanto nella telefonia multiplex che usa dei procedimenti di modulazione a larga banda, ma anche nella televisione o nelle trasmissioni dello stesso genere. Sono piuttosto le proprietà degli apparecchi (amplificazione, linearità ed adattamento esente da riflessione dei circuiti) che limiterebbero attualmente la larghezza massima della banda.

Simili vie di trasmissione a larga banda possono raggiungere delle lunghezze considerevoli mediante catene di relè, vale a dire di amplificatori intermedi inseriti in punti adatti. La distanza massima tra due amplificatori dipende molto dalla topografia della regione che li separa. E' ovvio che in un paese montagnoso come la Svizzera, le condizioni sono assai favorevoli per la creazione d'una rete di collegamenti radiotelefonici con ponti radio a grande altitudine. In numerosi luoghi conosciuti, la vista spazia sovente su distanze di 100 a 200 km e le stazioni possono quindi essere molto lontane le une dalle altre. Una stazione impiantata in un punto adatto può servire da relè per parecchie direzioni di collegamenti. D'altro lato, data la sua posizione geografica, la Svizzera è sempre stata un nodo importante di comunicazioni per il traffico internazionale ed è ben possibile ch'essa lo diventi anche nel dominio delle radiocomunicazioni, allorquando sarà creata una rete europea di collegamenti a ponti radio.

E' d'altronde lecito pensare che, dati gli sforzi fatti in parecchi paesi, segnatamente in quelli che ci circondano, per intensificare le ricerche ed i perfezionamenti in questo ramo d'applicazione della tecnica ad alta frequenza, la realizzazione d'una simile rete internazionale non possa più essere tanto remota.

Noi riteniamo che la creazione d'una rete svizzera di collegamenti a ponti radio atta a svilupparsi in seguito, dovrebbe iniziarsi con lo stabilimento, tra importanti centri urbani, di collegamenti multiplex senza nessun tronco di cavo, i quali possano completare o persino sostituire, almeno temporaneamente ed in determinate circostanze, la rete attuale di cavi interurbani. Questi collegamenti dovrebbero essere costituiti in modo da permettere ulteriormente lo sfruttamento completo delle possibilità tecniche che offrono gli impianti di trasmissione su ponti radio, segnatamente la trasmissione d'informazioni d'ogni genere, dei segnali di televisione, ecc. Le ubicazioni delle stazioni relè dovranno essere scelte in modo che

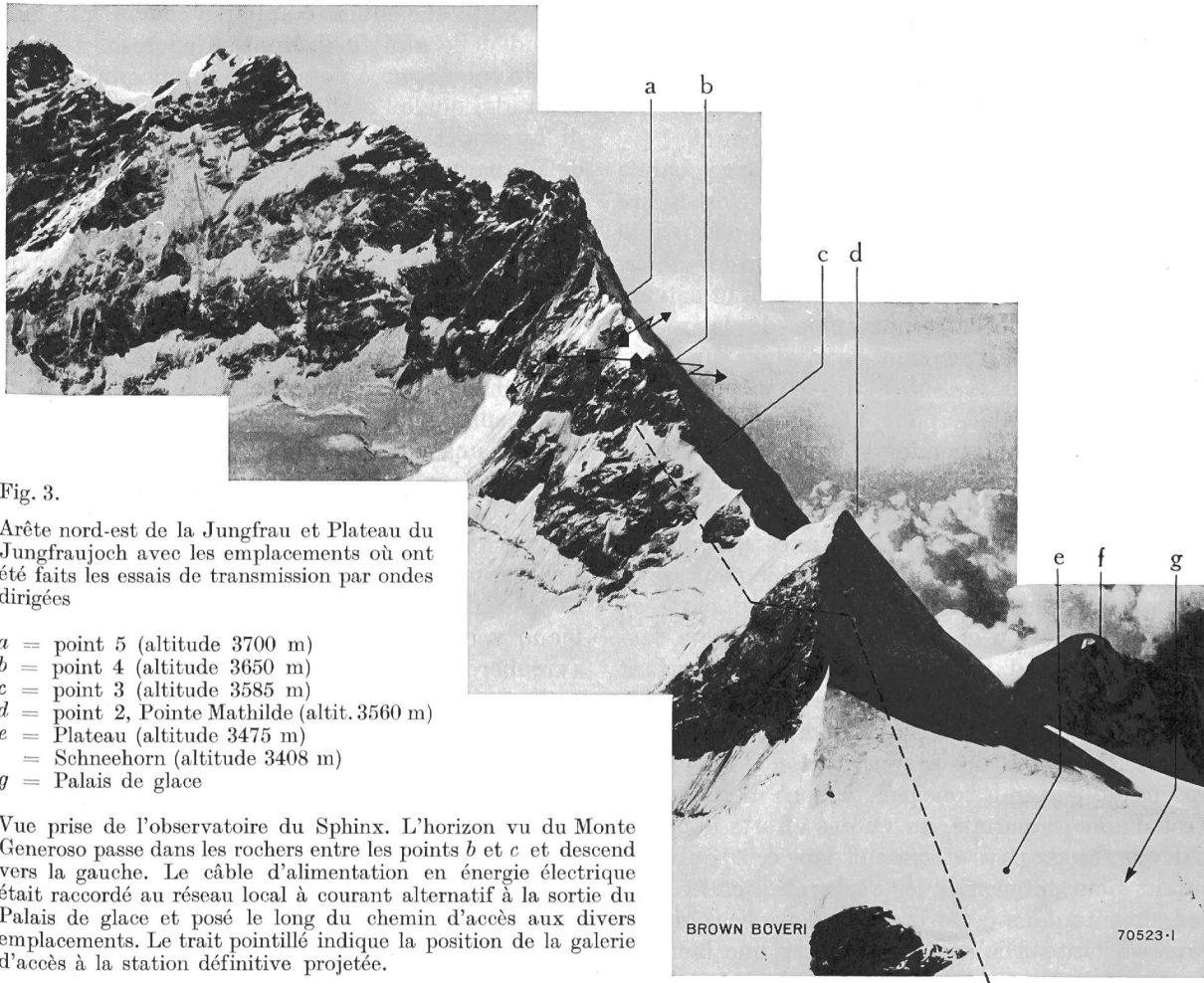


Fig. 3.

Arête nord-est de la Jungfrau et Plateau du Jungfraujoeh avec les emplacements où ont été faits les essais de transmission par ondes dirigées

- a* = point 5 (altitude 3700 m)
- b* = point 4 (altitude 3650 m)
- c* = point 3 (altitude 3585 m)
- d* = point 2, Pointe Mathilde (altit. 3560 m)
- e* = Plateau (altitude 3475 m)
- = Schneehorn (altitude 3408 m)
- g* = Palais de glace

Vue prise de l'observatoire du Sphinx. L'horizon vu du Monte Generoso passe dans les rochers entre les points *b* et *c* et descend vers la gauche. Le câble d'alimentation en énergie électrique était raccordé au réseau local à courant alternatif à la sortie du Palais de glace et posé le long du chemin d'accès aux divers emplacements. Le trait pointillé indique la position de la galerie d'accès à la station définitive projetée.

Cresta nord-orientale della Jungfrau e Plateau del Jungfraujoeh con i luoghi dove sono stati eseguiti, nell'estate del 1948, gli esperimenti di trasmissione su ponti radio.

- | | |
|---|---|
| <i>a</i> = punto 5 (altitudine 3700 m) | <i>e</i> = Plateau (altitudine 3475 m) |
| <i>b</i> = punto 4 (altitudine 3650 m) | <i>f</i> = Schneehorn (altitudine 3408 m) |
| <i>c</i> = punto 3 (altitudine 3585 m) | <i>g</i> = palazzo di ghiaccio |
| <i>d</i> = punto 2, Pizzo Matilde (altitudine 3560 m) | |

Veduta presa dall'osservatorio dello Sphinx. Vista dal Monte Generoso, la linea d'orizzonte passa nelle rocce tra i punti *b* e *c* e digrada verso sinistra. Il cavo per l'alimentazione d'energia elettrica era raccordato alla rete locale a corrente alternata all'uscita del palazzo di ghiaccio e posato lungo la via d'accesso alle diverse ubicazioni. Il tratto punteggiato indica la posizione della galleria d'accesso alla stazione definitiva progettata.

simplement par une variation en sens contraire du niveau du bruit de fond, si tant est que ce bruit soit suffisant pour que sa variation puisse être remarquée, tandis que le niveau du signal utile à basse fréquence reste constant. L'absence de distorsion dans la transmission à longue distance de signaux à large bande, tant que la portée ne dépasse pas l'horizon, a également été confirmée par les récents essais de télévision exécutés entre Turin et le Monte Generoso. Bien que l'émission n'était pas dirigée, la qualité des images transmises était en effet aussi bonne au Monte Generoso, soit à une distance d'à peu près 140 km, qu'à Turin même.

Il est donc possible de transmettre par une liaison à ondes dirigées de très larges bandes de fréquences comme celles qu'on a non seulement en téléphonie multiplex faisant usage de procédés de modulation à

ci sia, da una parte, una visibilità diretta tra di esse e, dall'altra, tra i centri di traffico del paese ed un numero il più grande possibile di punti interessanti dei paesi limitrofi.

2. La comunicazione nord-sud sopra le alpi

Per la realizzazione della prevista futura rete, è evidente che lo stabilimento d'una buona comunicazione tra il nord e il sud delle alpi è di primissima importanza. Questo problema è stato perciò oggetto, negli ultimi anni, di studi approfonditi e di calcoli tecnici eseguiti dall'amministrazione svizzera delle PTT, dei quali vogliamo indicare nel seguito brevemente i risultati.

Il primo scopo di questi lavori era quello di scegliere un percorso adatto tra un punto centrale dell'altipiano svizzero e Lugano.

large bande, mais aussi en télévision ou dans des transmissions du même genre. Ce sont plutôt les propriétés des appareils (amplification, linéarité et adaptation exempte de réflexions de circuits) qui limiteraient actuellement la largeur de la bande.

De telles voies de transmission à large bande peuvent, à l'aide de chaînes de relais, c'est-à-dire d'amplificateurs intermédiaires placés en des points convenables, atteindre des longueurs considérables. La distance maximum entre deux amplificateurs dépend beaucoup de la topographie de la région qui les sépare. Il est évident que dans un pays montagneux comme la Suisse, les conditions sont extrêmement favorables pour l'établissement d'un réseau de liaisons hertziennes à haute altitude. De nombreux sites connus, la vue s'étend souvent à des distances de 100 à 200 km et les stations peuvent par conséquent être très éloignées les unes des autres. Une station installée à un point favorable peut servir de relais pour plusieurs liaisons. D'autre part, en raison de sa situation géographique, la Suisse a toujours été un nœud de communications important pour le trafic international et il est bien possible qu'elle le devienne aussi dans le domaine des radio-communications lors de la constitution d'un réseau européen de transmission par liaisons hertziennes.

Il est d'ailleurs permis, au vu des efforts déployés dans de nombreux pays et surtout dans ceux qui nous entourent pour intensifier les recherches et les perfectionnements dans cette branche d'application des courants à haute fréquence, de penser que la réalisation d'un tel réseau international n'est peut-être pas très éloignée.

Nous pensons que la création d'un réseau suisse de liaisons hertziennes susceptible de se développer par la suite devrait débiter par l'établissement, entre les principaux centres urbains, de liaisons multiplex ne comportant aucun tronçon de câble, capables de compléter et même remplacer, au moins temporairement, dans certaines circonstances, le réseau actuel de câbles interurbains. Ces liaisons devraient être constituées de manière à permettre ultérieurement l'utilisation complète des possibilités techniques que présentent les installations de transmission par ondes dirigées, notamment la transmission des messages de toute nature, des signaux de télévision, etc. Les emplacements des stations relais devront être choisis de manière qu'il y ait visibilité directe entre elles, d'une part, les principales villes du pays et un nombre aussi grand que possible de lieux appropriés des pays voisins, d'autre part.

2. La liaison Nord-Sud franchissant les Alpes

Il est évident que pour la réalisation du réseau futur envisagé, l'établissement d'une bonne liaison entre le Nord et le Sud des Alpes prend une très grande importance. Aussi ce problème a-t-il fait ces dernières années, l'objet d'études approfondies et de travaux de mesure exécutés par l'Administration suisse des PTT et nous allons en indiquer brièvement les résultats.

Il punto che subito è apparso come il più indicato al sud delle alpi fu il Monte Generoso. La cima di questa montagna è nota come un magnifico punto di vista, dal quale l'occhio abbraccia non solo la regione di Lugano e del Ceresio, ma anche una gran parte della pianura padana (Milano, Torino) e la parte settentrionale degli Appennini fino a distanze di oltre 200 chilometri. Per superare le alpi non c'erano insomma che due vie: il San Gottardo, la grande via delle genti, per la quale si potevano prevedere diverse varianti e la via del Jungfrauoch, press'a poco nel punto dove la catena delle alpi è la più ristretta. Dopo un esame più approfondito del problema, si giunse finalmente alla conclusione che, nelle condizioni attuali, una comunicazione nord-sud, via Jungfrauoch, era quella che avrebbe offerto le migliori possibilità per l'avvenire, mentre che le altre soluzioni risultavano sempre più complicate. Bisogna tuttavia riconoscere che era assolutamente impossibile, data la configurazione irregolare delle alpi, stabilire un piano veramente completo di tutte le soluzioni che avrebbero potuto entrare in linea di conto.

Il Jungfrauoch, situato in un punto elevatissimo delle alpi che è servito praticamente durante tutto l'anno da una ferrovia ed è alimentato d'energia elettrica, era tutto indicato per l'impianto d'una stazione relè. Da lassù la vista spazia largamente a settentrione sur una grande parte dell'altipiano svizzero, dal lago di Neuchâtel fin quasi a Zurigo, sul Giura ed al di là fino alla lontana catena dei Vosgi ed alla Foresta Nera.

Sgraziatamente, gli edifici esistenti sul Jungfrauoch non sono visibili dal Monte Generoso ed il luogo da scegliere per un'eventuale nuova stazione relè riveste evidentemente un'importanza decisiva, date le ingenti spese di costruzione ad una simile altezza. Si è per questo che nell'estate del 1948, durante tre periodi d'una a due settimane ciascuno, si eseguirono degli esperimenti di trasmissione e delle misurazioni con onde di 15 cm, 90 cm e 2 m da diversi punti del Jungfrauoch e del Monte Generoso. Nonostante le pessime condizioni meteorologiche esistenti in quell'epoca sulle alpi, questi esperimenti, durante i quali gli strumenti usati ed il personale furono sottoposti a dura prova, si svolsero senza notevoli incidenti. La maggior parte delle apparecchiature per l'esecuzione delle misurazioni è stata messa a nostra disposizione dalla società anonima Brown, Boveri. Il 26 di agosto 1948, in occasione d'una conferenza dei direttori dell'amministrazione delle PTT, venne realizzato per la prima volta, mediante apparecchi ad onde decimetriche prestati dall'armata¹⁾, un collegamento telefonico temporaneo a ponti radio tra la stazione del Chasseral e la centrale telefonica di Lugano

¹⁾ Questi apparecchi, costruiti dalla Brown, Boveri, sono descritti in diverse pubblicazioni e particolarmente nell'articolo di R. Schüpbach: «L'equipaggiamento decimetrico portatile dell'armata, per collegamenti a ponti radio», apparso nella Rivista Brown Boveri, 1946, n° 8, p. 178—181.

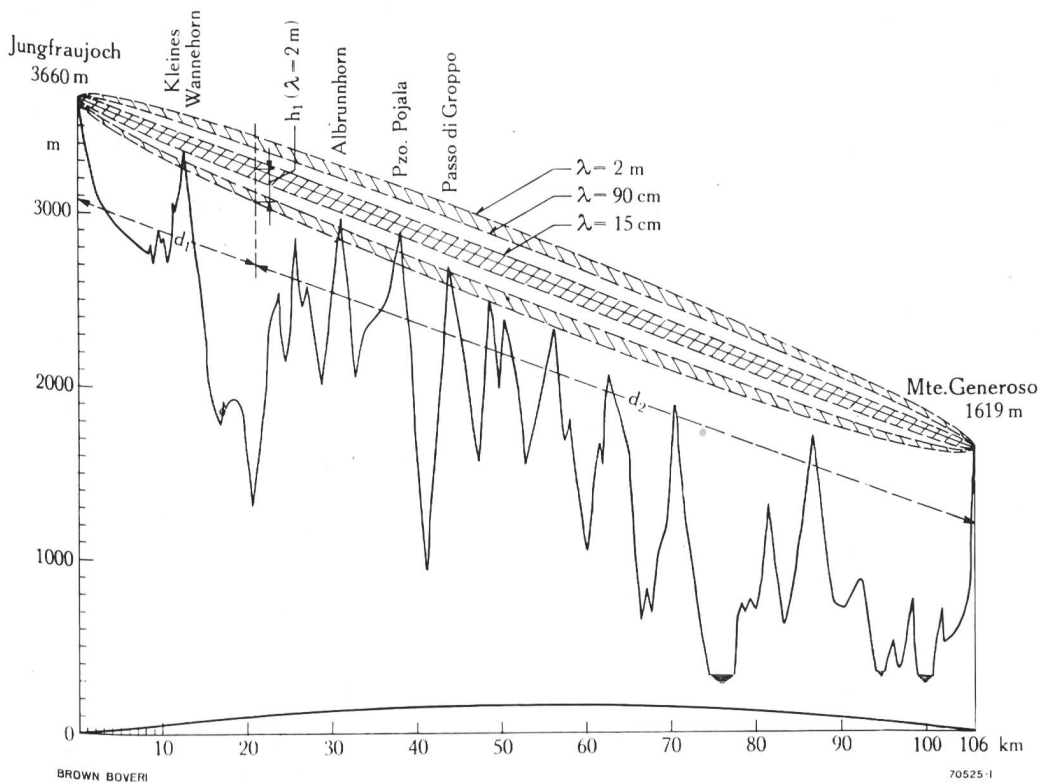


Fig. 4.

Profil du sol entre le Jungfrauoch (flanc nord-est) et le Monte Generoso. Les ellipses dessinées représentent les coupes des premières zones de Fresnel correspondant à diverses longueurs d'ondes et permettent d'évaluer approximativement la valeur du champ dû à la diffraction.

Profilo del terreno tra il Jungfrauoch (fianco nord-orientale) ed il Monte Generoso.

Le ellissi designate rappresentano le sezioni delle prime zone di Fresnel corrispondenti alle varie lunghezze d'onda e permettono di determinare approssimativamente il valore dell'intensità di campo dovuta alla diffrazione.

Le premier but de ces travaux était de trouver un parcours approprié entre un point central du Plateau suisse et Lugano.

Le point qui immédiatement est apparu comme celui qui convenait le mieux, au sud des Alpes, est le Monte Generoso. Le sommet de cette montagne constitue en effet un point de vue remarquable d'où l'on voit, à côté de toute la région de Lugano, une grande partie de la plaine du Pô (Milan, Turin) et la partie nord des Apennins jusqu'à des distances de plus de 200 km. Pour franchir les Alpes, il y avait en somme deux voies: celle, classique, du Gothard, pour laquelle on pouvait envisager plusieurs variantes, et celle passant par le Jungfrauoch, c'est-à-dire par la région où la chaîne des Alpes est la plus étroite. Un examen approfondi a montré finalement que la voie la plus favorable et offrant le plus de possibilités pour l'avenir était la seconde. Il faut toutefois reconnaître qu'il était absolument impossible de dresser pour un pays aussi accidenté, un tableau vraiment complet de toutes les solutions pouvant être prises en considération.

Par sa situation en un point très élevé qui est desservi pratiquement toute l'année par un chemin de fer et alimenté en énergie électrique, le Jungfrauoch était tout désigné pour l'installation d'une station relais. De là, la vue s'étend au nord sur une grande partie du Plateau suisse, du lac de Neuchâtel jusque près de Zurich, sur le Jura et au delà jusqu'à la chaîne des Vosges et la Forêt-Noire.

Malheureusement, les bâtiments existants ne sont pas visibles depuis le Monte Generoso et l'emplacement à choisir pour un nouveau bâtiment éventuel joue

stabilito pel tramite delle stazioni relè impiantate sul Jungfrauoch e sul Monte Generoso.

Risultati generali degli esperimenti di trasmissione Jungfrauoch-Monte Generoso

a) I valori medi dell'intensità di campo misurati dimostrano che, per i collegamenti a ponti radio nelle alpi, con una rifrazione normale dei raggi, i fenomeni di diffrazione sono determinanti per la propagazione delle onde. Questo risultato corrisponde d'altronde a quello da noi previsto. Se si considera il profilo del terreno sul percorso dal Jungfrauoch al Monte Generoso (fig. 4), si può facilmente rendersi conto che la presenza, lungo tutto il percorso della trasmissione, di cime molto scoscese separate da profonde vallate, deve distruggere o per lo meno ridurre l'influsso dei fenomeni di riflessione dal suolo. Per i collegamenti a ponti radio i quali, in generale, non possono estendersi molto più lontano dalla linea d'orizzonte, queste cime delle alpi hanno un effetto analogo a quello dei canti diffrangenti (diaframmi) nell'ottica. L'intensità di campo che si riceve in queste condizioni, quando la portata della comunicazione è vicina alla visibilità diretta, è molto più pronunciata che in pianura. Teoricamente, per un collegamento che va fino alla linea d'orizzonte rasentando un lungo canto rettilineo, l'intensità di campo raggiungerebbe la metà del valore che si avrebbe in uno spazio libero. In occasione delle misurazioni fatte con onde di due metri tra un punto del Monte Generoso situato a 1619 m d'altitudine e la cresta nord-orientale del Jungfrauoch, a 3650 m d'altitudine (fig. 3 e 4),

évidemment un rôle déterminant en raison du coût élevé de la construction à une telle altitude. C'est pourquoi des essais de transmission et des mesures ont été exécutés, avec des ondes de 15 cm, de 90 cm et de 2 m, durant trois périodes d'une à deux semaines chacune pendant l'été de 1948, en se plaçant en différents points du Jungfrauoch et du Monte Generoso. Malgré le temps extrêmement mauvais qu'il a fait à cette époque dans les Alpes, ces essais, au cours desquels l'appareillage utilisé et le personnel ont été soumis à rude épreuve, se sont déroulés sans incident notable. La plus grande partie de l'appareillage destiné à l'exécution des mesures a été mis à notre disposition par la Société anonyme Brown, Boveri & Cie. Le 26 août 1948, à l'occasion d'une conférence des directeurs de l'administration des PTT, on réalisa pour la première fois, à l'aide d'appareils à ondes décimétriques prêtés par l'armée¹⁾, une liaison téléphonique temporaire par ondes dirigées entre la station de Chasseral et le central téléphonique de Lugano établie par l'intermédiaire de stations relais installées au Jungfrauoch et au Monte Generoso.

Résultats généraux des essais de transmission Jungfrauoch-Monte Generoso

a) Les valeurs moyennes mesurées de l'intensité de champ montrent que si la réfraction des ondes est normale, les phénomènes de diffraction sont déterminants en ce qui concerne la propagation des ondes dirigées dans les Alpes. Ce résultat est d'ailleurs conforme à ce que nous avons prévu. Si l'on considère le profil du terrain sur le parcours du Jungfrauoch au Monte Generoso (fig. 4), on se rend facilement compte que la présence, tout le long de ce parcours de sommets assez abrupts séparés par de profondes vallées doit annihiler ou tout au moins réduire l'influence des phénomènes de réflexion par le sol. Pour les liaisons par ondes dirigées qui, en général, ne peuvent pas s'étendre beaucoup plus loin que l'horizon, ces sommets ont un effet analogue à celui des arêtes diffringentes (diaphragmes) en optique. Le champ reçu dans ces conditions, lorsque la portée de la liaison est voisine de la portée optique, est beaucoup plus fort qu'en pays plat. Théoriquement, pour une liaison allant jusqu'à l'horizon en frisant une longue arête rectiligne, l'intensité du champ atteindrait la moitié de la valeur qu'on aurait dans un espace libre. En pratique, lors des mesures faites avec des ondes de deux mètres entre un point du Monte Generoso situé à l'altitude de 1619 m et l'arête nord-est de la Jungfrau, à 3650 m d'altitude (fig. 3 et 4), le champ reçu s'est élevé à peu près à 60% du champ qu'on obtiendrait dans l'espace libre, tandis que sur la liaison actuellement en service entre Chasseral et

l'intensité de champ reçue était de circa il 60% di quella che si otterrebbe nello spazio libero, mentre che sul collegamento attualmente in servizio tra il Chasseral e la centrale telefonica di Montblanc a Ginevra, per il quale le condizioni di visibilità sono paragonabili, il valore medio misurato era da tre a quattro volte più debole. Il collegamento Chasseral-Ginevra



Fig. 5. Station relais du Jungfrauoch (3650 m) ayant servi aux essais de transmission par ondes décimétriques dirigées Chasseral-Lugano (emplacement b) en 1948.

Les antennes avec réflecteur en forme de dièdre sont dirigées respectivement vers le Monte Generoso et vers Chasseral; l'appareillage est installé dans les tentes.

Stazione relè sul Jungfrauoch (3650 m) del collegamento a ponti radio con onde decimetriche stabilito a titolo sperimentale tra il Chasseral e Lugano (ubicazione b) nel 1948. Le antenne con riflettore a diedro sono dirette rispettivamente verso il Monte Generoso ed il Chasseral; l'apparecchiatura è impiantata nelle tende.

passa per una regione relativamente piana e l'influsso della riflessione dal suolo si manifesta, per le onde metriche, con un notevole indebolimento dell'intensità di campo.

Un paragone grossolano dei valori misurati con i valori calcolati per onde metriche secondo la teoria classica della diffrazione dovuta ad un lungo canto rettilineo, fa risaltare una concordanza relativamente buona. Per le onde decimetriche si constatano delle deviazioni naturalmente più forti causa le grandi irregolarità che presentano in realtà i contornamenti d'ostacoli, irregolarità il cui influsso si fa sentire sempre maggiormente man mano che la lunghezza d'onda diminuisce.

¹⁾ Ces appareils, de construction Brown Boveri, ont fait l'objet de diverses publications et notamment d'un article de R. Schüpbach: L'équipement portatif d'armée pour liaisons par ondes décimétriques dirigées, paru dans la Rev. Brown Boveri, 1946, n° 8, p. 178—181.

Genève, pour laquelle les conditions de visibilité sont comparables, la valeur moyenne mesurée était trois à quatre fois plus faible. Cette dernière liaison est établie au-dessus d'une région relativement peu accidentée et l'influence de la réflexion du sol se manifeste, pour les ondes métriques, par un notable affaiblissement du champ.

Une comparaison grossière des valeurs mesurées et des valeurs calculées pour des ondes métriques suivant la théorie classique de la diffraction due à une longue arête rectiligne fait ressortir une concordance relativement bonne. Pour des ondes décimétriques, on constate des écarts assez forts en raison des grandes irrégularités que présentent les contours des obstacles réels, irrégularités dont l'influence se fait sentir toujours plus à mesure que la longueur d'onde diminue.

b) *Evanouissement et phénomènes anormaux de propagation.* — Durant tous les essais, chaque fois que cela a été possible, la tension reçue a été enregistrée. La durée relativement courte de chacun de ces enregistrements ne permet naturellement pas de tirer des conclusions générales sûres au sujet de la stabilité, dans le temps, des transmissions. Il faut d'ailleurs aussi reconnaître que les appareils dont nous disposons n'étaient pas particulièrement propres à faire des mesures de longue durée. Mais certaines des observations que l'on a pu faire présentent un réel intérêt.

Les différences les plus grandes relevées entre les valeurs mesurées de l'intensité de champ correspondent, pour les ondes de 15 cm, à 12 db (± 6 db) et se sont produites au mois de juin alors que le temps était généralement beau. On a constaté en même temps une tendance à des évanouissements assez prononcés et à des valeurs légèrement plus fortes du champ pendant la nuit. Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux obtenus en Amérique²⁾, en pays plat où l'on a relevé, pour des ondes de 11 cm transmises à une distance de 70 km, avec visibilité directe, des différences maxima de 15 db en hiver (faible évanouissement) mais atteignant 40 db en été (fort évanouissement). En admettant même que les essais du Jungfraujoch aient été exécutés pendant une période où l'évanouissement était faible, bien que suivant les observations faites un peu partout ces périodes se situent plutôt en hiver, les résultats obtenus dans les Alpes peuvent être considérés comme nettement plus favorables, surtout si l'on tient compte du fait que la distance était plus grande et que les mesures mentionnées se faisaient au delà de l'horizon.

La stabilité obtenue avec les ondes de 2 m est vraiment frappante. Si l'on tient compte des glissements de la fréquence d'accord du poste récepteur ayant servi aux mesures, les écarts maxima relevés entre tous les résultats de mesure sont inférieurs à 2db

b) *Affievolimento e fenomeni anormali di propagazione.* Durante tutti gli esperimenti, la tensione ricevuta è stata, per quanto possibile, registrata automaticamente.

La durata relativamente breve d'ognuna di queste registrazioni non permette naturalmente di trarre delle conclusioni generali sicure circa la stabilità, nel tempo, delle trasmissioni. Bisogna anche considerare che gli apparecchi non erano particolarmente adatti per eseguire delle misurazioni di lunga durata. Ma alcune delle constatazioni fatte presentano un interesse reale.

Le più grandi differenze rilevate tra i valori dell'intensità di campo, compreso un eventuale influsso di oscillazioni della tensione di rete, corrispondono, per le onde di 15 cm, a 12 db (± 6 db) e si sono prodotte nel mese di giugno con un tempo in prevalenza bello. Si è nel contempo constatata una debole tendenza ad affievolimenti assai pronunciati ed a valori medi un poco più elevati dell'intensità di campo durante la notte. E' interessante confrontare questi risultati con quelli ottenuti in America²⁾, in paese piano, dove si sono rilevate, per onde di 11 cm trasmesse ad una distanza di 70 km con visibilità diretta, delle differenze massime di 15 db in inverno (debole affievolimento), ma che raggiungono i 40 db in estate (forte affievolimento). Anche ammettendo che gli esperimenti del Jungfraujoch siano stati eseguiti durante un periodo in cui l'affievolimento era debole, sebbene che, secondo le osservazioni raccolte un poco dappertutto, questi periodi cadano piuttosto in inverno, i risultati ottenuti nelle alpi possono essere considerati come nettamente più favorevoli, soprattutto se si tien conto del fatto che la distanza era maggiore e che le trasmissioni si facevano, nel caso considerato, al di là della linea d'orizzonte.

La stabilità della trasmissione conseguita con le onde di 2 metri è veramente sorprendente. Se si tien conto delle oscillazioni di frequenza relativamente piccole del ricevitore che ha servito alle misurazioni, le deviazioni massime rilevate tra tutti i risultati di misurazioni sono inferiori a 2 db ed è difficile affermare se queste deviazioni siano dovute al fatto stesso della propagazione delle onde. Questa stabilità straordinaria della propagazione potrebbe essere stata causata, almeno in parte, dal maltempo sopravvenuto durante gli esperimenti sul versante settentrionale delle alpi.

Si sa infatti, e l'esperienza lo ha dimostrato, che il maltempo è sempre favorevole per quanto riguarda la costanza della propagazione delle onde. Ma ciò potrebbe parimente dipendere dalle condizioni speciali di trasmissione esistenti in questa regione d'alta montagna, perchè sul versante meridionale, il più lungo del percorso dove si svolgevano le misurazioni, il tempo era quasi sempre sereno. Si può facilmente immaginarsi che le correnti d'aria verticali predomi-

²⁾ G. S. Wickizer and A. M. Braaten. Propagation Studies on 45,1, 474 and 2800 Megacycles within and beyond the Horizon. Proc. Inst. Radio Eng. **35** (1947), p. 670—680.

²⁾ G. S. Wickizer and A. M. Braaten. Propagation Studies on 45,1, 474 and 2800 Megacycles within and beyond the Horizon. Proc. Inst. Radio Eng. **35** (1947), p. 670—680.

et il est difficile de dire si ces écarts sont dus au fait même de la propagation des ondes. Cette constance extraordinaire de propagation pourrait avoir été provoquée, du moins en partie, par le mauvais temps survenue au cours des essais dans la partie nord des Alpes. On sait en effet, l'expérience l'a montré, que le mauvais

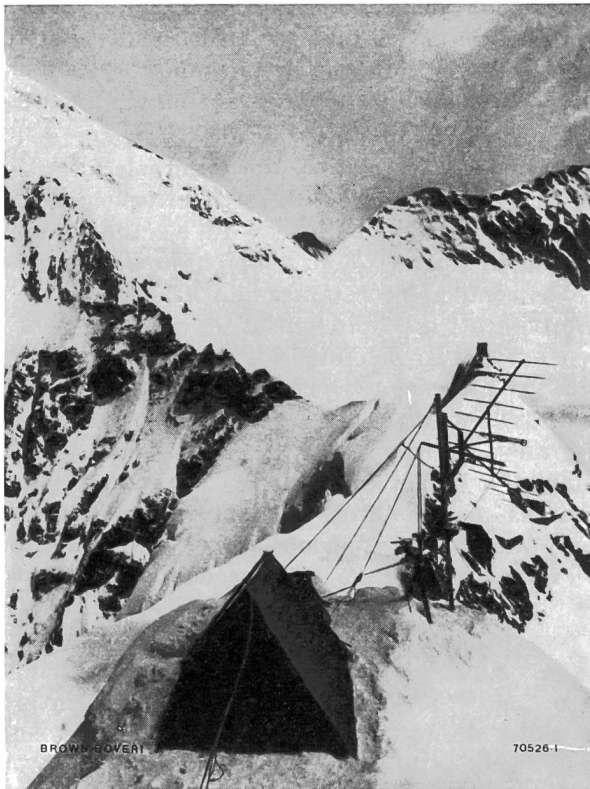


Fig. 6. Installation d'essais de transmission par ondes dirigées de 2 m sur l'arête nord-est de la Jungfrau (3660 m). Les appareils de mesure sont installés dans la tente. Au-dessous de l'observatoire du Sphinx, on voit dans les rochers, de gauche à droite, le nouvel hôtel, l'ancien hôtel et la station de recherches de haute montagne.

Impianto per esperimenti di trasmissione su ponti radio con onde di 2 m sulla cresta nord-orientale della Jungfrau (3660 m).

Gli apparecchi di misurazione sono impiantati nella tenda. Perpendicolarmente sotto l'osservatorio dello Sphinx si scorgono nella roccia, da sinistra a destra, il nuovo albergo, il vecchio albergo e la stazione d'alta montagna di ricerche.

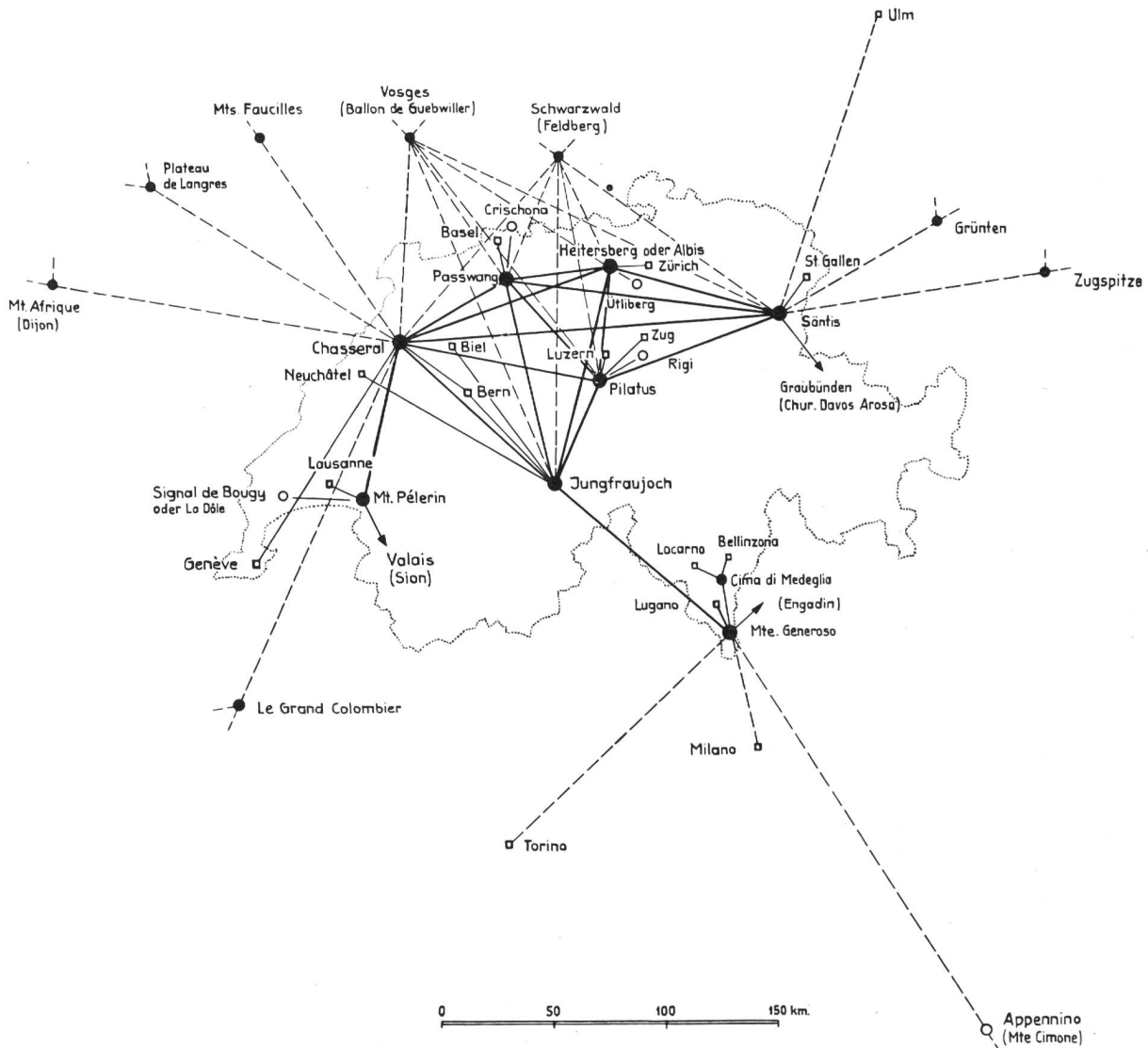
temps est toujours favorable en ce qui concerne la constance de la propagation des ondes. Mais cela pourrait également tenir aux conditions particulières régnant dans cette région de hautes montagnes car le temps a été presque continuellement serein, au sud, sur une longue partie du parcours. Il est facile de se représenter que les courants verticaux qui circulent presque constamment dans ces vallées alpestres empêchent la formation de couches d'air horizontales dans lesquelles le gradient de la constante diélectrique prend des valeurs anormales, indépendamment du fait que la teneur de l'air en vapeur d'eau est beaucoup plus faible à ces grandes altitudes.

Au cours des essais avec les ondes de 15 cm, on a constaté une fois, alors que la transmission se faisait

nanti quasi constamment nelle vallate alpestri, impediscono la formazione di strati d'aria orizzontali nei quali il gradiente della costante dielettrica assume dei valori anormali, indipendentemente dal fatto che il contenuto di vapore acqueo nell'aria è molto più debole in queste grandi altitudini.

Durante gli esperimenti con le onde di 15 cm furono una volta osservati, allorché la trasmissione si faceva fino ad un punto situato molto al di là della visibilità diretta, degli sbalzi straordinari dell'intensità di campo (la sera del 7 giugno 1948). La tensione misurata dal ricevitore subì, durante 5—10 minuti, delle forti oscillazioni durante le quali essa raggiunse parecchie volte un valore multiplo di quello normale (il quale non era tuttavia superiore all'1% del valore teorico E_0 dell'intensità di campo in spazio libero). Ci si domandò se queste fluttuazioni erano dovute ad una rifrazione anormale, oppure a riflessione causata dalla troposfera o da un aeroplano che dev'essersi trovato sul percorso delle onde nella vicinanza dell'apparecchio emittente o ricevente. Il calcolo ha dimostrato che non poteva probabilmente trattarsi della riflessione causata da un aeroplano, ma è stato impossibile approfondire maggiormente le ricerche sull'origine di queste irregolarità, le quali non si sarebbero forse manifestate sur una comunicazione con visibilità diretta.

c) *Influssi della dispersione.* Certe comunicazioni multiplex e particolarmente le trasmissioni di segnali di televisione, sono per principio soggette a distorsioni dovute a fenomeni d'eco che possono essere per esempio provocate da una dispersione dell'irradiazione. Queste distorsioni sono tuttavia sensibili solo se l'amplitudine dei segnali differiti (segnali riflessi) è ancora paragonabile a quella dei segnali principali. Si poteva supporre che le alte pareti rocciose quasi verticali che s'incontrano nelle alpi e la cui superficie è abbastanza levigata, causassero delle riflessioni molto più forti di quelle provenienti dai pendii più dolci ed irregolari delle prealpi. Ma questa supposizione non si è avverata. Le superfici delle montagne sono evidentemente molto troppo ineguali, in confronto delle lunghezze d'onda usate, e si produce piuttosto una riflessione diffusa. Si è potuto infatti scoprire con sicurezza un solo caso di riflessione ben pronunciata al Jungfraujoeh, dovuta al massivo della Jungfrau e del Rottalhorn. Con onde di 15 cm, l'intensità di campo dovuta a questa riflessione raggiungeva appena $0,01 E_0$ (livello del rumore di fondo del ricevitore); essa era dell'ordine di grandezza di $0,02 E_0$ o di $0,05 E_0$ per le onde di 2 m, corrispondendo questo secondo valore alle onde polarizzate verticalmente. Le potenze d'emissione ed i mezzi ausiliari di cui disponiamo non ci hanno sgraziatamente permesso di studiare più a fondo questi fenomeni di riflessione. Riteniamo tuttavia di poter affermare che, se altri casi di riflessione si sono prodotti, le intensità di campo che ne risultavano dovevano essere ancora più deboli dei valori summenzionati. Rammentiamo, a questo proposito,



BROWN BOVERI

70528-1

Fig. 7. Esquisse d'un réseau suisse de liaisons hertziennes à ondes dirigées avec indication de liaisons internationales

- = station terminale
- = station relais
- = variantes possibles (de valeurs inégales)

Il existe aujourd'hui déjà deux liaisons multiplex Zurich-Uetliberg-Chasseral-Genève et Berne-Jungfrauoch-Monte Generoso-Lugano. D'autre part, des essais sont en cours entre Chasseral et le Mont-Afrique près de Dijon.

Schizzo d'una futura rete svizzera di collegamenti radiotelefonici con ponti radio incluse delle comunicazioni internazionali

- = stazione terminale
- = stazione relè
- = varianti possibili (di valori disuguali)

Oggi esistono già due comunicazioni multiplex Zurigo-Uetliberg-Chasseral-Ginevra e Berna-Jungfrauoch-Mte Generoso-Lugano. D'altro lato degli esperimenti sono in corso tra il Chasseral ed il Mont-Afrique presso Digione.

jusqu'à un point situé notablement au delà de la portée optique, des sauts extraordinaires de l'intensité de champ (le soir du 7 juin 1948). La tension mesurée par le récepteur a subi pendant 5 à 10 minutes de fortes oscillations durant lesquelles elle a atteint plusieurs fois une valeur multiple de la valeur moyenne qui, il est vrai, ne s'élevait guère qu'à 1% de la valeur théorique E_0 du champ en espace libre. On s'est demandé si ces fluctuations étaient dues à des phénomènes normaux de réfraction, ou à

che in occasione di precedenti misurazioni eseguite con onde di 15 cm tra il Chasseral e l'osservatorio dello Sphinx, si è constatata la presenza d'intensità di campo dovute ad onde riflesse dalle pareti rocciose del massivo del Mönch e dalla cresta nord-orientale della Jungfrau e la cui intensità era dell'ordine di grandezza di $0,03 E_0$.

Il rapporto tra i valori dell'intensità di campo dovuta all'irradiazione secondaria delle montagne e quelli dell'intensità di campo dovuta alle onde dirette

des réflexions causées par la troposphère ou par un avion qui se serait trouvé sur le trajet des ondes au voisinage de l'émetteur ou du récepteur. Le calcul a montré qu'il ne pouvait probablement pas s'agir de cette dernière cause, mais il a été impossible de pousser plus à fond la recherche de l'origine de ces irrégularités qui ne se seraient vraisemblablement pas produites pour une liaison avec visibilité directe.

c) *Influence de la dispersion.* — Certaines liaisons multiplex, et notamment les transmissions de signaux de télévision, sont sujettes à des distorsions dues à des phénomènes d'écho qui peuvent être provoqués, par exemple, par une dispersion du rayonnement. Ces distorsions ne sont toutefois sensibles que si l'amplitude des signaux différés (signaux réfléchis) est encore comparable à celle des signaux principaux. On pouvait supposer que les hautes parois de rochers à peu près verticales que l'on rencontre dans les Alpes et dont la surface est assez lisse sont causes de réflexions beaucoup plus fortes que celles qui proviennent des pentes plus arrondies et irrégulières des Préalpes. Mais cette crainte ne s'est pas avérée. Les surfaces des montagnes sont probablement beaucoup trop inégales, par rapport aux longueurs des ondes utilisées, et il se produit plutôt une grande diffusion des ondes réfléchies. On n'a pu en effet déceler de façon sûre qu'un seul cas de réflexion bien marquée, au Jungfraujoch, due au massif de la Jungfrau et du Rottalhorn. Avec des ondes de 15 cm, l'intensité de champ due à cette réflexion atteignait à peine $0,01 E_0$ (niveau du bruit de fond du récepteur); elle était de l'ordre de grandeur de $0,02 E_0$ ou de $0,05 E_0$ pour les ondes de 2 m, cette seconde valeur correspondant aux ondes polarisées verticalement. Les puissances d'émission des appareils dont nous disposions ne nous ont malheureusement pas permis d'étudier plus à fond ces phénomènes de réflexion. Nous croyons cependant pouvoir affirmer que si d'autres cas de réflexion se sont produits, les intensités de champ qui en résultaient devaient être encore plus faibles que les valeurs ci-dessus. Rappelons, à ce sujet, que lors de mesures antérieures exécutées avec des ondes de 15 cm entre Chasseral et l'observatoire du Sphinx, on a constaté la présence de champs dus à des ondes réfléchies par les parois de rochers du massif du Mönch et par l'arête nord-est de la Jungfrau et dont l'intensité était de l'ordre de grandeur de $0,03 E_0$.

Le rapport entre les valeurs du champ dû à l'émission secondaire des montagnes et celles du champ dû aux ondes directes paraît donc être du même ordre de grandeur pour ces longueurs d'onde que pour les ondes de 6 m qui ont fait l'objet d'essais antérieurs dans la région du lac de Thoune et à Neuchâtel³⁾. On a déduit que la surface plane du miroir métallique fictif, qui provoquerait en un point déterminé une

semble donc être dello stesso ordine di grandezza, tanto per queste lunghezze d'onda, quanto per le onde di 6 m che sono state oggetto di anteriori esperimenti nella regione del lago di Thun ed a Neuchâtel³⁾. Ciò significa che la superficie piana dello specchio metallico fittizio, la quale provocherebbe in un punto determinato un'irradiazione secondaria uguale a quella che si produce naturalmente, diminuirebbe per lo meno proporzionalmente alla lunghezza d'onda. Questo stato di cose si spiega con l'aumento relativo della scabrosità della superficie del suolo in confronto della lunghezza delle onde che diminuisce.

Le riflessioni che sono state osservate, non esercitano nessun influsso nocivo sui collegamenti a ponti radio, per lo meno in tutti i casi in cui c'è una visibilità diretta.

d) *Relè passivi.* Un calcolo semplice dimostra che l'uso dei cosiddetti «relè passivi» o «irradiatori secondari artificiali» diventa praticamente interessante solo per onde sufficientemente corte, dell'ordine di 10 cm, e segnatamente per lunghe comunicazioni multiplex, allorché la distanza che separa il relè passivo dalla più vicina stazione emittente o ricevente non supera alcune centinaia di metri. Questo fatto è stato confermato da un esperimento eseguito sul Jungfraujoch con uno specchio costituito da una rete di fili disposti in un fascio piano e con onde della lunghezza di 15 centimetri. Gli irradiatori secondari naturali generano delle intensità di campo troppo deboli ed inoltre, se trattasi di segnali a larga banda, essi provocano quasi sempre delle distorsioni nocive perchè la riflessione non avviene in un punto ben determinato.

Risultati speciali in vista dell'impianto d'un collegamento a ponti radio Jungfraujoch-Monte Generoso

Per stabilire un collegamento con buona visibilità diretta tra il Monte Generoso ed una stazione impiantata sul Jungfraujoch, quest'ultima dovrebbe essere situata nella parte inferiore della cresta nord-orientale della Jungfrau, press'a poco nella regione dei punti b e a della figura 3, ad un'altitudine approssimativa di 3600 metri e ad una distanza di circa 750 m dall'albergo attuale. Questa soluzione sarebbe ideale dal punto di vista tecnico della trasmissione e permetterebbe inoltre di estendere la portata ottica fin nella regione di Zurigo, vantaggio che non presentano gli edifici esistenti. Ma essa imporrebbe dei lavori di costruzione abbastanza costosi, perchè la via d'accesso dovrebbe essere almeno parzialmente sotterranea.

Sarebbe molto meno costoso impiantare una stazione sul Pizzo dello Sphinx (3573 m). Ma in questo caso bisognerebbe usare un impianto a onde metriche previsto per un numero limitato di canali, il quale esigerebbe delle antenne d'una superficie

³⁾ W. Klein und J. Dufour. Rundspruchversuche mit frequenzmodulierten Ultrakurzwellen. Techn. Mitt. PTT 1948, n° 1, p. 1—21, et n° 2, p. 61—83.

³⁾ W. Klein und J. Dufour. Rundspruchversuche mit frequenzmodulierten Ultrakurzwellen. Techn. Mitt. PTT 1948, n° 1, p. 1—21, e n° 2, p. 61—83.

émission secondaire égale à celle qui se produit naturellement, diminue au moins proportionnellement à la longueur d'onde. Cette constatation s'explique par l'augmentation relative de l'amplitude des inégalités de la surface du sol par rapport à la longueur des ondes qui diminue.

Les réflexions qui ont été observées n'exercent aucune influence nuisible sur les liaisons par ondes dirigées, du moins dans tous les cas où il y a visibilité directe.

d) *Relais passifs*. — Un calcul simple montre que l'emploi de relais dits «relais passifs» ou «émetteurs secondaires artificiels» ne devient intéressant que pour des ondes suffisamment courtes, de l'ordre de 10 cm, et notamment pour de longues liaisons multiples, lorsque la distance séparant le relais passif de la station réceptrice ou émettrice ne dépasse pas quelques centaines de mètres. Ce fait a été confirmé par un essai exécuté au Jungfraujoch avec un miroir constitué par un ensemble de fils disposés en nappe plane et des ondes de 15 cm de longueur. Les émetteurs secondaires naturels produisent des champs beaucoup trop faibles; en outre, s'il s'agit de signaux à large bande, ils provoquent presque toujours des distorsions parce que la réflexion ne se fait pas en un point bien déterminé.

Résultats particuliers relatifs à l'établissement d'une liaison Jungfraujoch-Monte Generoso

Pour établir une liaison avec bonne visibilité directe entre le Monte Generoso et une station installée au Jungfraujoch, cette dernière devrait être située au bas de l'arête nord-est de la Jungfrau, près des points b et a de la figure 3, à une altitude approximative de 3650 m et à une distance d'environ 750 m de l'hôtel. Cette solution serait idéale au point de vue de la transmission et permettrait en outre d'étendre la portée optique jusque dans la région de Zurich, avantage que n'ont pas les bâtiments existants. Mais elle entraînerait des travaux de construction assez coûteux parce que la voie d'accès devrait être, au moins partiellement, souterraine.

Il serait moins coûteux d'établir une station à la Pointe du Sphinx (3573 m). Mais il faudrait alors utiliser une installation à ondes métriques prévue pour un nombre de canaux limités et exigeant des antennes de surface assez grande. Un calcul simple montre que pour une même puissance d'émission et une même surface effective d'antenne, la puissance reçue est plus grande pour les ondes plus courtes. Cependant, en pratique, la puissance qu'il est possible d'obtenir avec les tubes d'émission dont on dispose décroît assez rapidement avec la longueur d'onde en même temps qu'augmentent l'ampleur et la fréquence des phénomènes d'évanouissement; d'autre part, la surface effective des antennes, pour des raisons de précision mécanique, ne peut plus, pour des ondes très courtes, être aussi grande qu'on le désirerait. C'est ainsi qu'on arrive, dans certains cas extrêmes, à

molto grande. Un calcolo semplice dimostra però che, premesse uguali potenza d'emissione e superficie d'assorbimento delle antenne, la potenza ricevuta è maggiore per le onde più corte. Però praticamente, la potenza media che è possibile ottenere con i tubi d'emissione disponibili scende abbastanza rapidamente con la lunghezza d'onda, nello stesso tempo

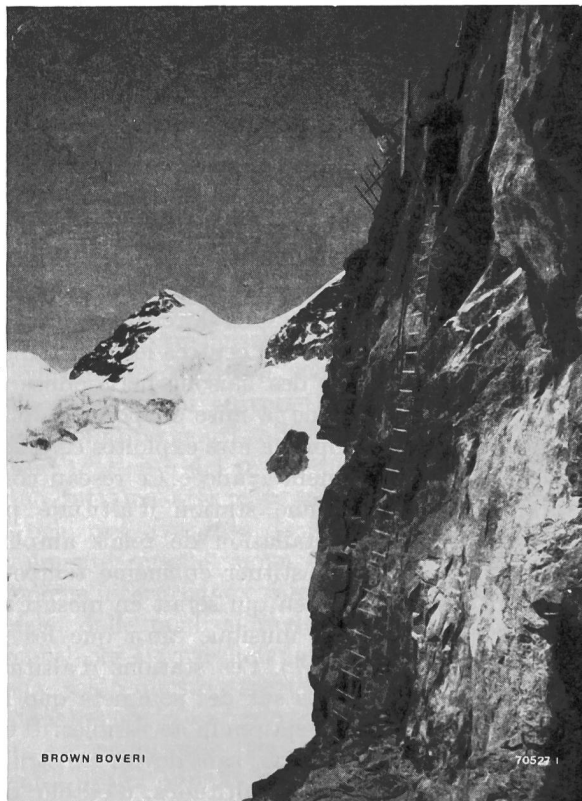


Fig. 8. Travaux préparatoires pour l'étude d'une liaison par ondes métriques dirigées Berne-Lugano via Jungfraujoch exécutés en été 1949.

Ces travaux ont permis de montrer comment l'intensité du champ a varié le long des rochers du Sphinx sur lesquels on a monté en hiver 1949/50 des antennes Chireix de surface relativement grande. On voit au fond le Rottalsattel.

Lavori preliminari per lo stabilimento del collegamento provvisorio a ponti radio con onde metriche Berna-Lugano eseguiti nell'estate del 1949 sul Jungfraujoch. Questi lavori hanno permesso di mostrare come l'intensità di campo ha variato lungo le rocce dello Sphinx, sulle quali si sono impiantate nell'inverno 1949/50 delle antenne Chireix di superficie relativamente grande. Nello sfondo si vede il Rottalsattel.

che aumentano l'ampiezza e la frequenza dei fenomeni d'affievolimento; d'altro lato, la superficie d'assorbimento delle antenne, per ragioni di precisione meccanica, non può essere mantenuta, per onde molto corte, così grande come si vorrebbe. Si è per questo che, in certi casi estremi, si possono usare con onde più lunghe delle antenne di superficie assoluta più grande e delle potenze d'emissione più elevate, sebbene in principio ciò non sia desiderabile.

Abbiamo esaminato anche altre ubicazioni ed altre possibilità, ma tutte le soluzioni previste presentano attualmente uno scarso interesse pratico. Abbiamo

utiliser avec des ondes plus longues des antennes de surface absolue plus grande et des puissances d'émission plus élevées bien qu'en principe cela ne soit pas désirable.

Nous avons aussi examiné de nombreux autres emplacements et d'autres possibilités, mais les autres solutions envisagées présentent actuellement peu d'intérêt pratique. Nous avons constaté, en particulier, qu'au Jungfrauoch la disposition des lieux à l'état actuel de la technique ne se prêtait pas à l'emploi de relais passifs.

3. Etat actuel des liaisons par ondes dirigées en Suisse

Les résultats de nos derniers essais venant compléter de nombreux résultats d'études et d'essais antérieurs ont permis de se faire déjà une idée assez précise d'un projet de réseau suisse de liaison par ondes dirigées. Il semble qu'il sera possible, en engageant des dépenses relativement peu élevées et sans faire appel à aucun tronçon de câble, de relier les centres les plus importants de notre pays par des liaisons hertziennes de capacité suffisante dès que la mise au point d'appareils à ondes dirigées propres à être exploités commercialement sera suffisamment avancée. Ce réseau comprendrait en moyenne une station d'altitude par centre urbain pour l'installation de relais amplificateurs et il pourrait constituer en même temps le noyau d'un réseau européen qui serait en mesure de transmettre la parole, la musique ainsi que les signaux de télévision (fig. 7). Ces stations d'altitude seraient en général situées sur des sommets que les besoins du tourisme ont déjà rendu accessibles. Il est possible dans de nombreux cas, sans devoir construire de bâtiments spéciaux à ces altitudes, d'établir des liaisons directes entre des points distants de 100 à 200 km. A titre d'exemples, nous pouvons citer la liaison Berne-Milan qui ne nécessiterait que deux stations relais, la liaison Strasbourg-Rome qui en exigerait probablement cinq et la liaison Genève-Munich pour laquelle il en faudrait trois.

Il existe déjà actuellement en Suisse certains éléments d'un tel réseau qui, s'ils ne sont pas encore considérables, sont cependant loin d'être négligeables. Une installation à ondes métriques à six canaux a été mise en service en 1947 entre Zurich et Genève; elle a été raccordée aux réseaux téléphoniques de ces villes et, depuis 1948, assure aussi la transmission des appels automatiques. On a mis provisoirement en service pour cette même liaison une installation à ondes décimétriques et à modulation par impulsions prévue pour 23 canaux⁴⁾, qui sera complétée d'un deuxième équipement à 23 canaux dans le courant de 1950. On a construit également une installation à ondes métriques, prévue pour 24 canaux, qui relie Berne à Lugano depuis mars 1950 en utilisant une station relais installée provisoirement à la pointe du Sphinx, au Jungfrauoch⁵⁾. La construction d'une station permanente au

particolarmente constatato che sul Jungfrauoch la disposizione dei luoghi è, allo stato attuale della tecnica, sgraziatamente sfavorevole all'uso di relè passivi.

3. Stato attuale dei collegamenti a ponti radio nella Svizzera

I risultati dei nostri ultimi esperimenti hanno permesso, completando numerosi risultati anteriori di studi ed esperimenti, di farsi già un'idea abbastanza precisa di un'eventuale futura rete svizzera di collegamenti a ponti radio. Sembra che sarà possibile, con spese relativamente poco elevate e senza dover inserire nessun tronco di cavo, raccordare i centri industriali più importanti del nostro paese mediante collegamenti a ponti radio di capacità sufficiente, non appena lo sviluppo dell'apparecchiatura dei ponti radio sarà abbastanza progredito. Questa rete comprenderebbe in media un posto elevato per ogni centro urbano per l'impianto di relè amplificatori e potrebbe costituire nel contempo il nucleo centrale d'una futura rete europea di collegamenti a ponti radio, la quale sarebbe in grado di trasmettere la parola, la musica ed i segni della televisione (fig. 7). Le stazioni d'altitudine sarebbero in generale situate su delle cime che le esigenze del turismo hanno già rese accessibili al pubblico. In numerosi casi è possibile, senza dover costruire degli edifici speciali a queste altitudini, stabilire delle comunicazioni dirette tra punti a distanze di 100—200 km. Possiamo, ad esempio, citare la comunicazione Berna-Milano, per la quale non occorrerebbero che due stazioni relè, la comunicazione Strasburgo-Roma che ne richiederebbe probabilmente cinque e la comunicazione Ginevra-Monaco, per la quale ci vorrebbero tre stazioni relè.

Attualmente nella Svizzera esistono già certi elementi per una simile rete di ponti radio; se essi non sono ancora considerevoli, non sono d'altro lato trascurabili. Un impianto ad onde metriche con sei canali è in esercizio dal 1947 tra Zurigo e Ginevra; esso è stato raccordato alle centrali telefoniche di queste due città e dal 1948 sullo stesso si trasmettono anche le chiamate automatiche. Per questa stessa comunicazione si è messa provvisoriamente in esercizio un'apparecchiatura ad onde decimetriche con modulazione ad impulsi per 23 canali⁴⁾ e nel 1950 sarà fornita d'ulteriori 23 canali. E' stato costruito anche un impianto ad onde metriche, previsto per 24 canali, il quale raccorda Berna a Lugano usando provvisoriamente una stazione relè collocata sulla roccia del Pizzo Sphinx, sul Jungfrauoch⁵⁾. La costruzione d'una stazione permanente nella parte più bassa della cresta nord-orientale della Jungfrau (fig. 3) sarà iniziata quanto prima, ma i lavori dureranno abbastanza a lungo. Per motivi di carattere economico e tecnico, questa stazione si distinguerà dalle stazioni usuali innanzitutto per il fatto ch'essa sarà sotterranea e provvista d'aperture a guisa di finestre che con-

⁴⁾ Voir Rev. Brown Boveri 1949, n° 12, p. 379—386.

⁵⁾ Voir Rev. Brown Boveri 1949, n° 12, p. 373—378.

⁴⁾ Vedere Rev. Brown Boveri 1949, n° 12, p. 379—386.

⁵⁾ Vedere Rev. Brown Boveri 1949, n° 12, p. 373—378.

bas de l'arête nord-est de la Jungfrau (fig. 3) est en cours, mais elle durera assez longtemps. Pour des raisons économiques et techniques, cette station se distinguera des stations usuelles avant tout par le fait qu'elle sera souterraine et pourvue d'ouvertures menant aux antennes correspondant aux différentes directions désirées. On y accédera depuis le Jungfraujoch par une galerie dans laquelle passeront aussi les câbles d'alimentation en énergie électrique. D'autre part, des essais de transmission sont actuellement en cours, d'accord avec l'administration française des PTT, entre Chasseral et le Mont-Afrique, près de Dijon à une distance de quelques 165 km, qui ont déjà donné des résultats satisfaisants.

De nombreux problèmes relatifs aux communications par ondes dirigées doivent encore être résolus. Ces problèmes se rapportent surtout au choix du système à adopter, à la mise au point de tubes pour ondes décimétriques et centimétriques, à l'explication de phénomènes anormaux de propagation des ondes, à l'application éventuelle de mesures pour lutter contre l'évanouissement (réception «diversity»), etc. Du reste, il y a fort peu de temps encore que l'on a entrepris la réalisation d'appareils se prêtant à une exploitation pratique. Mais on peut prétendre que le stade de développement atteint aujourd'hui est suffisant pour pouvoir appliquer avec profit cette nouvelle technique au trafic téléphonique interurbain et pour faire ainsi des expériences dont on tirera des enseignements utiles pour les perfectionnements futurs. Il est hors de doute qu'à ce point de vue les installations actuellement en exploitation ou en construction ont une valeur toute particulière. Il ressort de tout cela que rien ne s'oppose plus aujourd'hui à l'établissement d'un plan de liaisons hertziennes car nous avons maintenant une connaissance suffisante des bases de leur technique qui ne risquent pas de subir de modifications importantes par suite des perfectionnements qui seront apportés aux appareils.

durranno alle antenne corrispondenti alle varie direzioni principali desiderate. Vi si accederà dal Jungfraujoch attraverso una galleria, nella quale passeranno anche i cavi d'adduzione d'energia elettrica. Degli esperimenti di trasmissione sono d'altro lato attualmente in corso, di concerto con l'amministrazione francese delle PTT, tra il Chasseral ed il Mont-Afrique presso Digione, ad una distanza di circa 165 km, i quali hanno già dato dei risultati soddisfacenti.

Numerosi problemi tecnici concernenti i collegamenti a ponti radio aspettano ancora la loro soluzione. Fra essi devono essere innanzitutto citati la scelta del sistema da adottare, lo sviluppo di tubi meglio adatti per onde decimetriche e centimetriche, specialmente per quanto riguarda la loro durata e capacità di modulazione, un'ulteriore dilucidazione di fenomeni anormali di propagazione delle onde e della loro ripercussione sulla stabilità della tensione ricevute ad alta frequenza con diverse portate d'onda e condizioni di trasmissione, applicando eventualmente delle misure artificiali per lottare contro l'affievolimento (ricezioni «diversity»), ecc. Lo sviluppo d'apparecchiature ponti radio che si prestino ad un esercizio pratico è del resto appena ai suoi inizi. Ma si può tuttavia affermare che lo stadio dello sviluppo è oggi così avanzato da poter già sfruttare profittevolmente questa nuova tecnica nelle relazioni telefoniche interurbane e fare così delle esperienze d'esercizio, dalle quali si ricaveranno preziosi ammaestramenti per i perfezionamenti futuri. Non v'è dubbio che, sotto questo aspetto, gl'impianti di ponti radio attualmente in esercizio od in via di costruzione hanno un valore speciale. Da tutto questo risulta che oggi nulla più si oppone ad una previdente elaborazione d'un piano di collegamenti a ponti radio, perchè adesso conosciamo sufficientemente i fondamenti della loro tecnica, i quali non rischiano di subire delle modificazioni importanti a seguito di perfezionamenti che saranno apportati agli apparecchi.

Verbesserungsmöglichkeiten an Gebührenmeldereinrichtungen

Von Selâhattin Genç, Bern

621.395.663.3

Zusammenfassung. Die Gebührenmeldereinrichtungen verursachen im Teilnehmerapparat trotz den getroffenen Massnahmen immer noch unerwünschte Geräusche — besonders Knackgeräusche — die sich gelegentlich in den Telephonanlagen störend auswirken. Im folgenden wird dieses Problem behandelt und werden allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten besprochen.

Am Ende werden anhand eines Anwendungsbeispiels die gewonnenen Erkenntnisse dargestellt und eine Anordnung beschrieben, die ausser der Beseitigung der Störgeräusche weniger Material beansprucht.

1. Prinzipielle Arbeitsweise der heutigen Gebührenmeldereinrichtungen

Die Aufgabe der Einrichtung besteht darin, dem Teilnehmer die Telephontaxen anzuzeigen. Die technische Durchführung der Gebührenmeldung beruht in den verschiedenen Automaten systemen auf ein

und demselben Prinzip. Die Figur 1 zeigt das heutige Grundschaltschema mit statischer Kopplung, während die Figur 4 dasjenige mit induktiver Kopplung veranschaulicht.

Die 50-Hz-Wechselstromimpulse, deren Zahl den Telephontarifen der verschiedenen Taxzonen entspricht, werden in bestimmten Zeitabständen mittels eines Übertragers Tr durch die Sprechadern a und b simultan geleitet und betätigen den Gebührenmelder GM beim Teilnehmer.

Diese Zusatzeinrichtung soll das Gespräch in keiner Weise stören. Um dies zu erreichen, ist eine möglichst gute Symmetrie in der ganzen Schaltungsanordnung erforderlich. Die Resonanzbrücken k_1 und k_2 (siehe Figur 1), die auf 50 Hz abgestimmt