

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: 11

Artikel: Quelques observations sur la propagation des ondes décimétriques en Suisse

Autor: Dufour, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874399>

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>

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZERISCHEN POST-, TELEGRAPHEN- UND TELEPHONVERWALTUNG

BULLETIN TECHNIQUE / BOLLETTINO TECNICO

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES SUISSES

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DELLE POSTE, DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI

Quelques observations sur la propagation des ondes décimétriques en Suisse*)

Par J. Dufour, Berne

621.396.11.029.63(494)

De nombreuses observations ont déjà été faites et publiées sur la propagation d'ondes métriques, décimétriques et centimétriques au-dessus de la mer ou de terrains relativement plats, les antennes ne dominant le terrain environnant que de quelques dizaines à quelques centaines de mètres. Mais il est intéressant d'examiner les conditions qui se présentent en pays accidenté et lorsque l'une ou les deux stations terminales de la liaison se trouvent à haute altitude, comme c'est souvent le cas en Suisse. Les conditions de réflexion au sol sont alors com-

plexes, d'autant plus qu'il faut encore tenir compte des hauteurs latérales qui apportent, elles aussi, leur contribution. Ces conditions topographiques agissent également sur les données météorologiques, qui varient beaucoup d'un point à un autre et rendent difficile l'établissement de prédictions quant à la propagation probable. C'est pourquoi nous avons entrepris les mesures dont sont extraites les quelques observations qui suivent.

La principale série d'essais a été effectuée pendant près de deux ans sur une longueur d'onde de 96 cm (313 MHz). Un émetteur de 30 watts environ était situé au Chasseral, dans le Jura, à 1610 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il utilisait un dipôle vertical muni d'un réflecteur à dièdre de 210° d'ou-

*) Communication présentée devant la 2^e commission (propagation troposphérique) de l'Union Radio-Scientifique Internationale, lors de sa IX^e Assemblée Générale à Zurich, 11...23 septembre 1950.

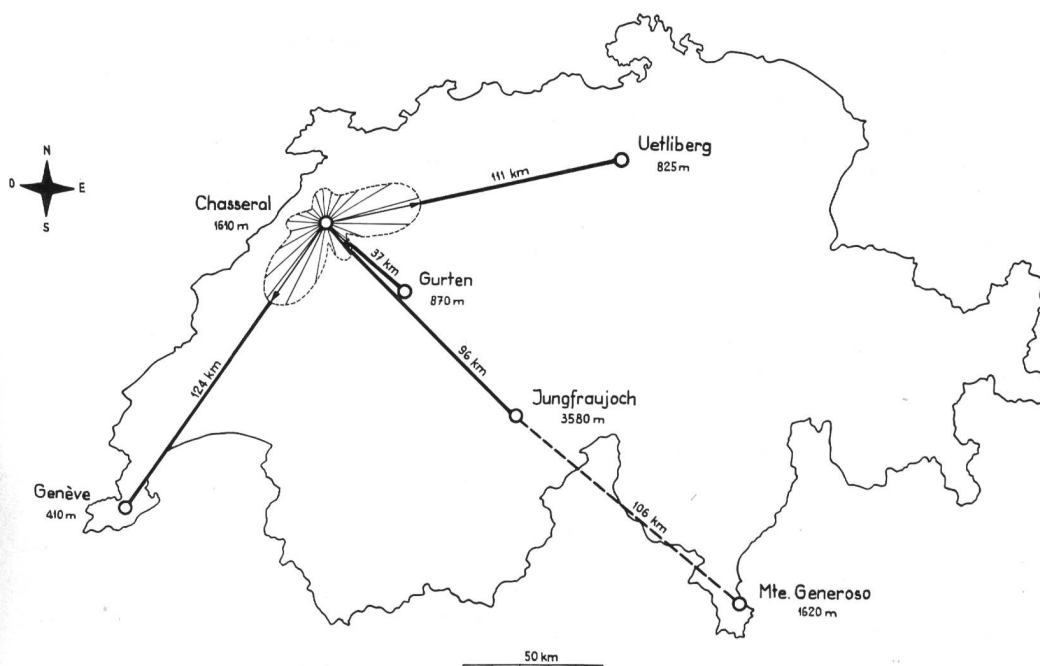


Fig. 1.
Plan de situation des liaisons étudiées et diagramme directif de l'antenne d'émission

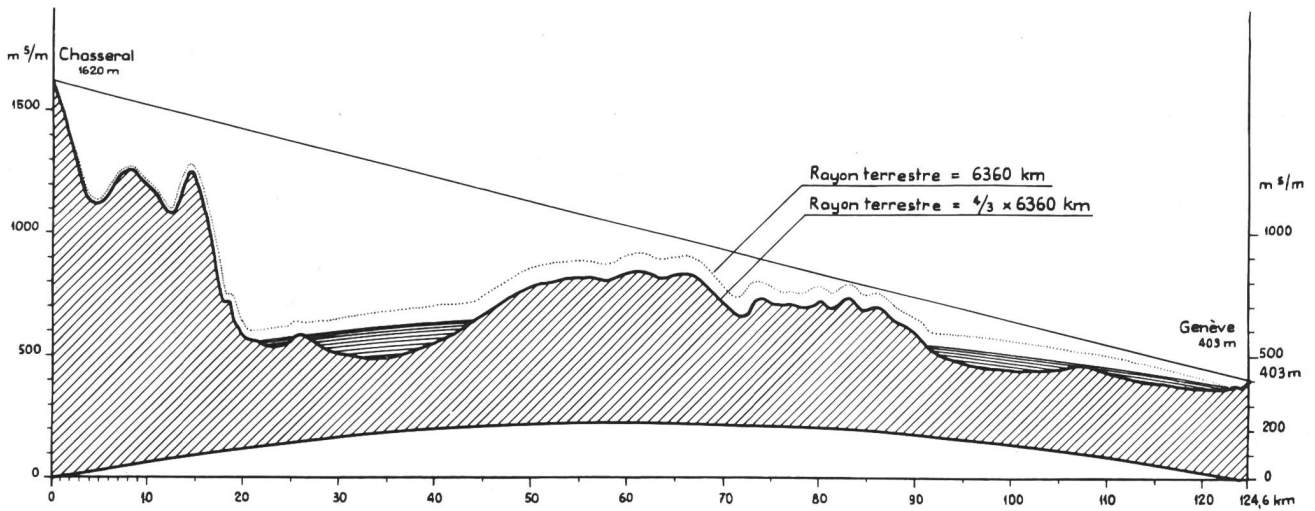


Fig. 2a. Profil Chasseral—Genève. Surélévation 25 : 1. Rayon terrestre effectif: $r = \frac{4}{3} \times 6360$ km

verture. Cette antenne donnait deux lobes principaux dirigés l'un vers Genève, l'autre vers Zurich, et un lobe secondaire intermédiaire dirigé vers Berne et les Alpes. Des récepteurs enregistreurs, avec accord automatique et avec générateur-étalon pour contrôler leur sensibilité, furent placés à Genève, à l'Uetliberg, au Gurten au-dessus de Berne, puis au Jungfrauoch.

La figure 1 donne le plan de situation des liaisons étudiées: Chasseral—Genève, 124 km, Chasseral—Uetliberg, 111 km, Chasseral—Jungfrauoch, 96 km et Chasseral—Gurten, 37 km. Les altitudes des antennes de réception sont: à Genève de 410 m, à l'Uetliberg de 825 m, au Jungfrauoch de 3580 m et au Gurten de 870 m au-dessus du niveau de la mer, le niveau du plateau suisse variant entre 400 et 600 m.

Les figures 2a à 2d donnent les profils des liaisons en question. On voit que toutes les quatre ont une visibilité directe entre l'émetteur et le récepteur. Toutefois, la liaison avec Genève ne passe que peu au-dessus d'une crête, aux deux tiers de la distance; elle longe le Jura d'un bout à l'autre. La hauteur libre

minimum entre la ligne de liaison optique et l'obstacle le plus élevé est de 140 m pour l'Uetliberg, de 380 m pour le Gurten, et de 1150 m pour le Jungfrauoch.

La première remarque que l'on peut faire en examinant le matériel accumulé, c'est qu'il n'y a pas de corrélation dans le détail des variations de champ des différents trajets, ce qui s'explique par les variations locales des conditions météorologiques. Il n'y en a pas davantage entre les variations du champ moyen sur une période de un ou de plusieurs jours.

Les figures 3 et 4 représentent la moyenne glissante du champ (valeur médiane bi-horaire) sur 24 heures et sur 10 jours à trois des stations pour différentes périodes. On ne trouve pas de corrélation systématique.

Une certaine similitude, par contre, est visible dans la macrostructure, en ce sens que des périodes à grandes variations, ou inversement à faibles variations, se retrouvent simultanément sur les différents récepteurs, sans toutefois que cela soit absolument systématique.

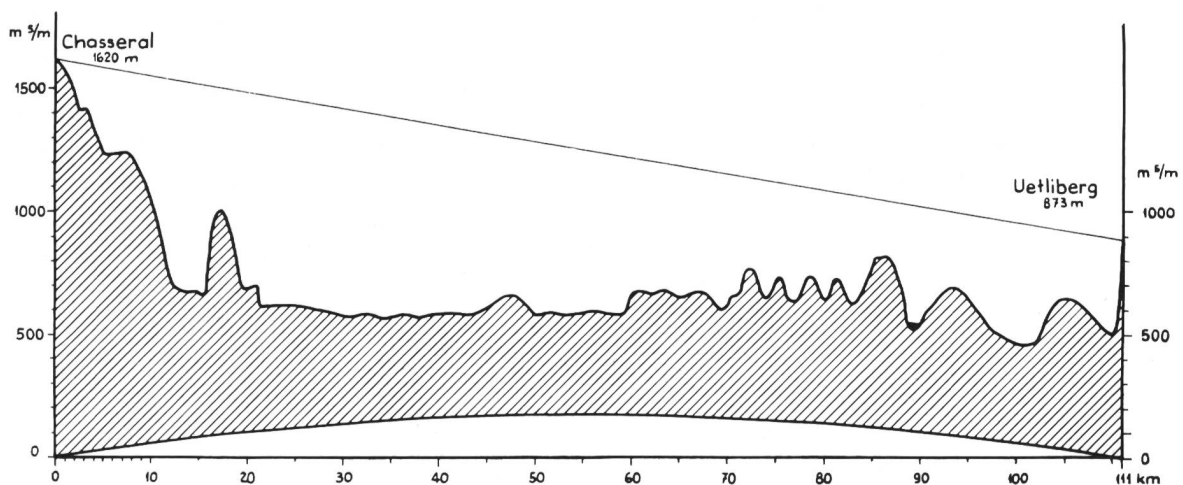
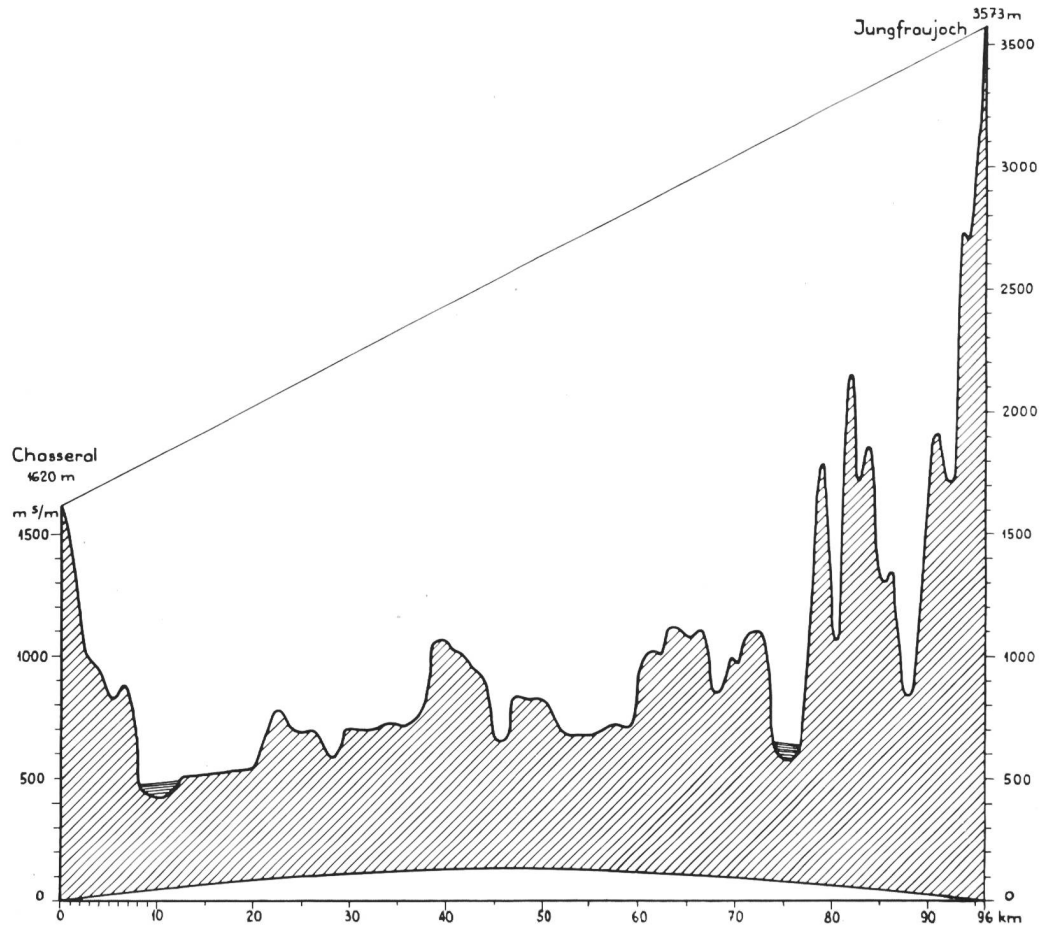


Fig. 2b. Profil Chasseral—Uetliberg. Surélévation 25 : 1. $r = \frac{4}{3} \times 6360$ km

Fig. 2c.
Profil Chasseral—Jung-
frauoch. Surélévation
25 : 1
 $r = 4/3 \times 6360 \text{ km}$



Ces constatations nous ont amenés à analyser statistiquement les résultats obtenus. Nous avons considéré des périodes élémentaires de deux heures pour lesquelles nous avons chaque fois noté la valeur minimum, la valeur maximum et la valeur médiane du champ, soit la valeur dépassée pendant la moitié du temps (nous désignerons dans ce qui suit cette valeur médiane par valeur moyenne — bien que ce ne soit pas strictement exact — pour la distinguer

des valeurs médianes que l'on obtient statistiquement). Ces valeurs, minimums, moyennes et maximums, ont été reportées sur cartes perforées et l'analyse statistique, faite mécaniquement par les soins du service électro-comptable de la division des finances de la Direction générale des PTT, a permis de faire les constatations suivantes.

1. Amplitude des variations pour toute la période

Les résultats principaux sont donnés à la figure 5 pour les quatre stations. Les trois colonnes se rapportent, de gauche à droite, aux valeurs minimums, moyennes et maximums. L'ordonnée donne la valeur de champ atteinte ou dépassée par un certain pourcentage des observations. Le trait gras donne la valeur médiane, soit celle qui est atteinte pour la moitié au moins des périodes de deux heures envisagées. Les limites inférieure et supérieure des rectangles donnent le champ qui n'est pas atteint, respectivement dépassé, par 1% des observations. Enfin, l'extrémité des traits verticaux indique la valeur maximum ou minimum atteinte par une seule observation. Ces résultats se rapportent à toute la durée des observations, soit 22 mois pour Genève, 13 mois pour l'Uetliberg, 11 mois pour le Gurten et 6 mois pour le Jungfrauoch.

On constate que l'écart statistique entre les valeurs minimums, moyennes ou maximums est très faible,

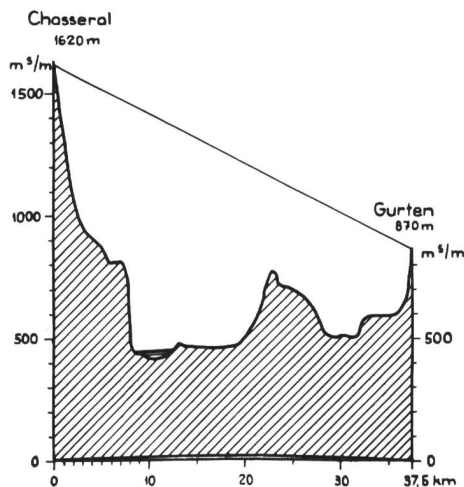


Fig. 2d. Profil Chasseral—Gurten. Surélévation 25 : 1.
 $r = 4/3 \times 6360 \text{ km}$

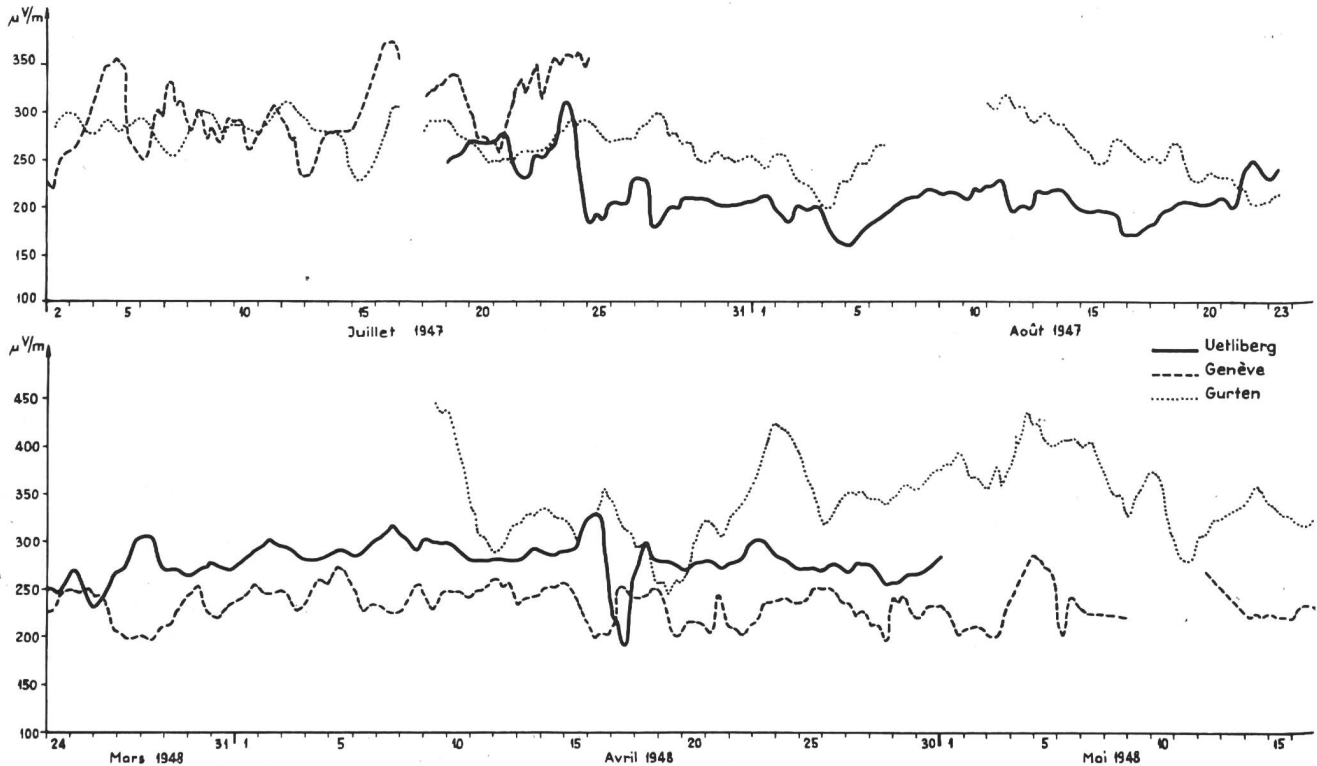


Fig. 3. Moyenne glissante sur vingt-quatre heures de la valeur médiane du champ pour des périodes de deux heures, pour les stations de l'Uetliberg, de Genève et du Gurten

de l'ordre de ± 2 db; par contre, la gamme de variations, comprenant le 98% des observations est déjà plus considérable. Pour la valeur moyenne on trouve des variations, par rapport à la valeur médiane de:

- 7 à +6 db pour Genève
- 6 à +3 db pour l'Uetliberg
- 8 à +5 db pour le Jungfraujoch
- et -4 à +3,5 db pour le Gurten.

La valeur au-dessous de laquelle tombe 1% des minimums observés est de -10 db pour Genève et pour l'Uetliberg, de -14 db pour le Jungfraujoch et de -6 db pour le Gurten.

2. Influence de la saison

L'influence de la saison sur la valeur médiane est faible. Pour les stations de l'Uetliberg et du Gurten, on trouve qu'en été, environ entre mai et juillet, la valeur médiane passe par un maximum de 1 à 2 db

au-dessus de la valeur minimum que l'on trouve en octobre-novembre. A Genève, on observe au contraire un champ très légèrement plus fort en hiver, mais l'écart n'atteint pas 1 db. Par contre, on observe que les variations de la valeur médiane sont plus fortes en été qu'en hiver, pour toutes les stations.

3. Influence de l'heure

L'influence de l'heure est donnée à la figure 6. Les courbes reproduites donnent les variations de la valeur médiane du champ avec l'heure de la journée, ainsi que les valeurs atteintes ou dépassées par 1% et 99% des observations. On voit que pour les stations de Genève, du Gurten et du Jungfraujoch, il y a un léger maximum dans la seconde partie de la nuit et un minimum dans l'après-midi, alors que pour l'Uetliberg c'est l'inverse. Ici aussi ces variations sont très faibles, inférieures à 1 db. La dispersion, c'est-à-dire

Pour la liaison Chasseral-Uetliberg:

$$\left. \begin{array}{l} \text{si } \frac{dM}{dh} \leq 113 \cdot 10^{-6}/1000 \text{ m } (k=1,4) \quad E_m = 210 \mu\text{V/m} \\ \text{si } \frac{dM}{dh} \geq 125 \cdot 10^{-6}/1000 \text{ m } (k=1,25) \quad E_m = 280 \mu\text{V/m} \end{array} \right\} \text{(valeur médiane générale} = 255 \mu\text{V/m)}$$

Pour la liaison Chasseral-Gurten

$$\left. \begin{array}{l} \text{si } \frac{dM}{dh} \leq 113 \cdot 10^{-6}/1000 \text{ m} \quad E_m = 275 \mu\text{V/m} \\ \text{si } \frac{dM}{dh} \geq 125 \cdot 10^{-6}/1000 \text{ m} \quad E_m = 310 \mu\text{V/m} \end{array} \right\} \text{(valeur médiane générale} = 295 \mu\text{V/m)}$$

la gamme dans laquelle se trouvent 98% des observations, est pour toutes les stations plus grande de nuit que de jour; cet effet est particulièrement marqué pour les stations du Gurten (3 db) et du Jungfrau-joch (2,5 db). Si l'on examine cet effet en fonction de la saison, on voit que l'influence de l'heure est surtout marquée en été et pour ainsi dire nulle en hiver.

4. Influence du gradient de l'indice de réfraction de l'air

D'après les données de la station centrale suisse de météorologie, il a été possible — également à l'aide des cartes perforées — de calculer la constante diélectrique et par conséquent l'indice de réfraction modifié M de l'air en différents points de la Suisse situés à différentes altitudes, ceci pour les trois observations journalières pendant plus d'un an. On en a déduit le gradient de l'indice de réfraction modifié dM/dh et on a cherché sa répartition statistique.

Pour les paires de stations Rigi-Zurich ($\Delta h = 1294$ m) et Chasseron-Neuchâtel ($\Delta h = 1103$ m), on trouve une valeur médiane de $\frac{dM}{dh}$ de $119 \cdot 10^{-6}/1000$ m

correspondant à un facteur de multiplication du rayon terrestre k, de 1,32 en bonne concordance avec la valeur admise généralement de 4/3. Pour les deux paires de stations, on trouve que 50% des observations donnent un $\frac{dM}{dh}$ compris entre 113 et $125 \cdot 10^{-6}/1000$ m,

variation relativement petite de seulement $\pm 6 \cdot 10^{-6}/1000$ m. Si l'on prend les valeurs de champ qui correspondent aux heures où $\frac{dM}{dh}$ est ≤ 113 respectivement ≥ 125 et qu'on en cherche la valeur médiane, E_m , on trouve:

Voir au bas de la page 420

On constate donc que lorsque la réfraction est plus grande que la normale, le champ reçu est plus petit que la valeur moyenne et inversement, ce qui est contraire à ce que l'on a dans le cas d'ondes guidées. On peut l'expliquer, ici, par la variation de la différence des chemins parcourus par l'onde directe et par une onde réfléchi au sol, différence variant avec l'indice de réfraction. Selon la différence de phase des deux ondes, on peut avoir, selon les cas, un renforcement ou une diminution du champ résultant.

En revenant aux conditions de propagation trouvées pour toute la période, on voit qu'elles sont tout à fait analogues sur les deux trajets Chasserall-Uetliberg et Chasserall-Genève. La liaison avec le Gurten est la plus stable à cause de la courte distance; par contre, la liaison avec le Jungfrau-joch, qui paraît pourtant idéale, est celle qui présente les plus fortes variations. On peut l'expliquer par le fait que les deux extrémités de la liaison étant très dégagées et très élevées, il y a un grand nombre de trajets possibles entre elles et, en particulier, de trajets parcourant les couches inférieures où se trouvent le plus fréquemment les conditions météorologiques conduisant à des réfractions variables.

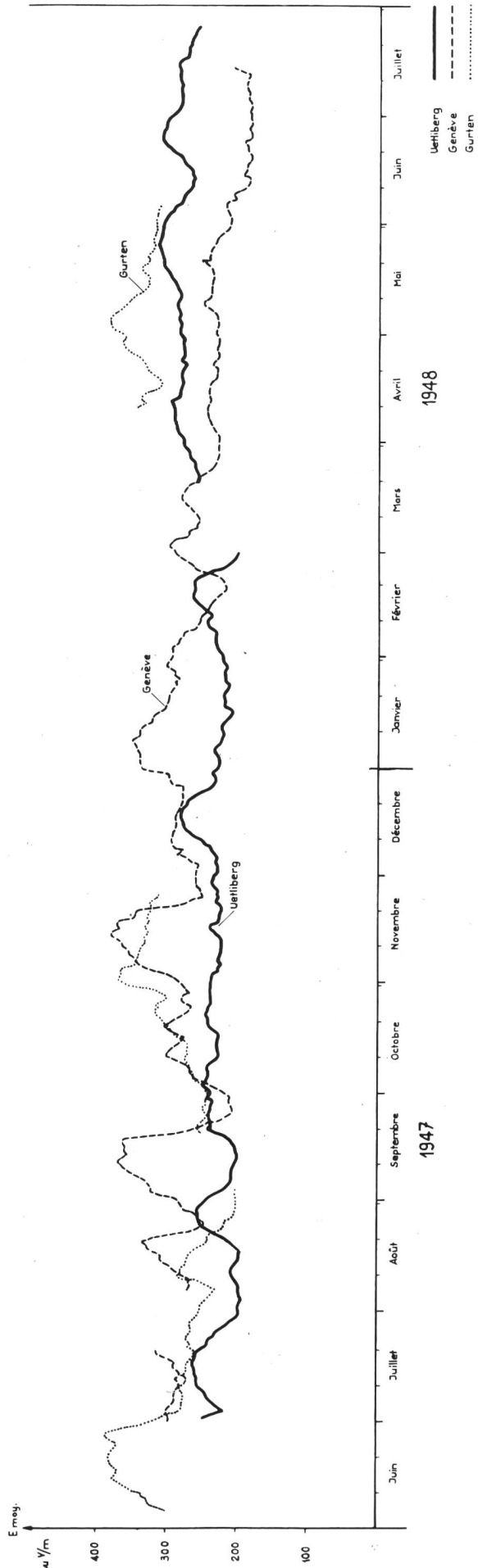


Fig. 4. Moyenne glissante sur dix jours de la valeur médiane du champ pour des périodes de deux heures, pour les stations de l'Uetliberg, de Genève et du Gurten

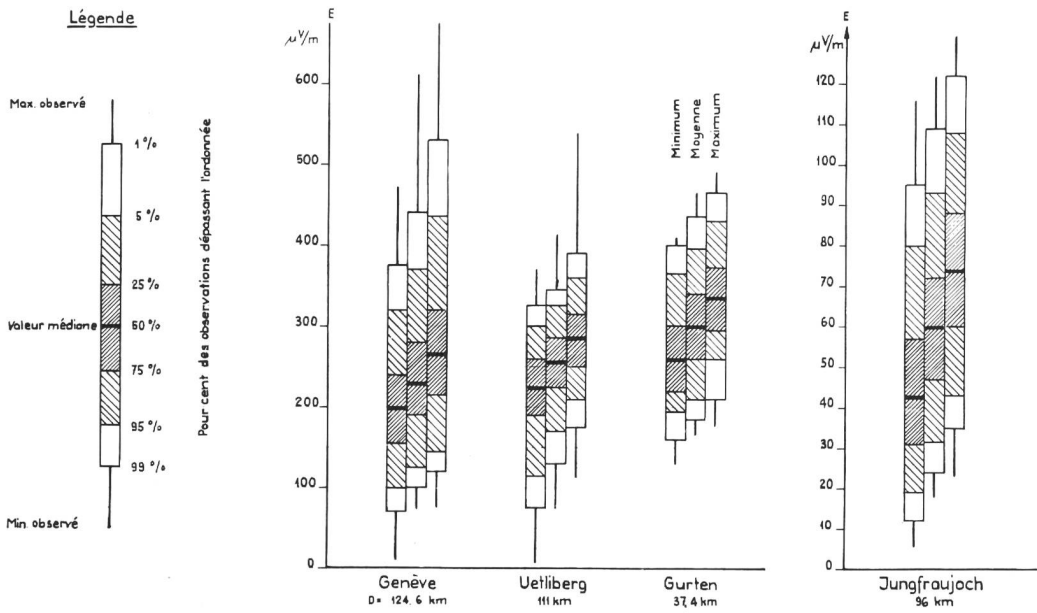


Fig. 5. Répartition statistique des valeurs du champ observées pour chaque période de deux heures pour toute la durée des mesures

Si l'on peut supprimer les interférences provoquées par l'arrivée de ces rayons secondaires, la stabilité doit augmenter. C'est en effet ce que l'on constate sur la liaison Jungfrauoch—Monte Generoso. La distance est à peu près égale à celle du Chasseral au Jungfrauoch (106 km au lieu de 96), les altitudes sont égales, mais par contre le profil est très différent. La liaison avec le Monte Generoso traverse la chaîne des Alpes; différentes chaînes intermédiaires interceptent tous les rayons qui auraient tendance à se propager en dessous du rayon direct. Les observations faites par *W. Klein** sur ce trajet, en été, mais

ne portant malheureusement pas sur une très longue période, ont montré une très bonne stabilité. Sur 2 m de longueur d'onde, les variations observées ne dépassaient pas ± 2 db, et sur 15 cm ± 6 db.

Par conséquent, il semble que l'on a avantage, si l'on veut éviter de grandes variations de champ, à ne pas choisir des liaisons entre des points très dégagés, mais à les choisir de telle façon que, d'une part, le rayon direct se propage sur sa plus grande partie haut au-dessus du sol, et que, d'autre part, un ou plusieurs écrans intermédiaires arrêtent les réflexions se produisant dans les couches inférieures de l'atmosphère ou au sol.

*) *W. Klein*. Richtstrahl-Übertragungsversuche in den Alpen. Techn. Mitt. PTT 1949, Nr. 2, p. 49...69.

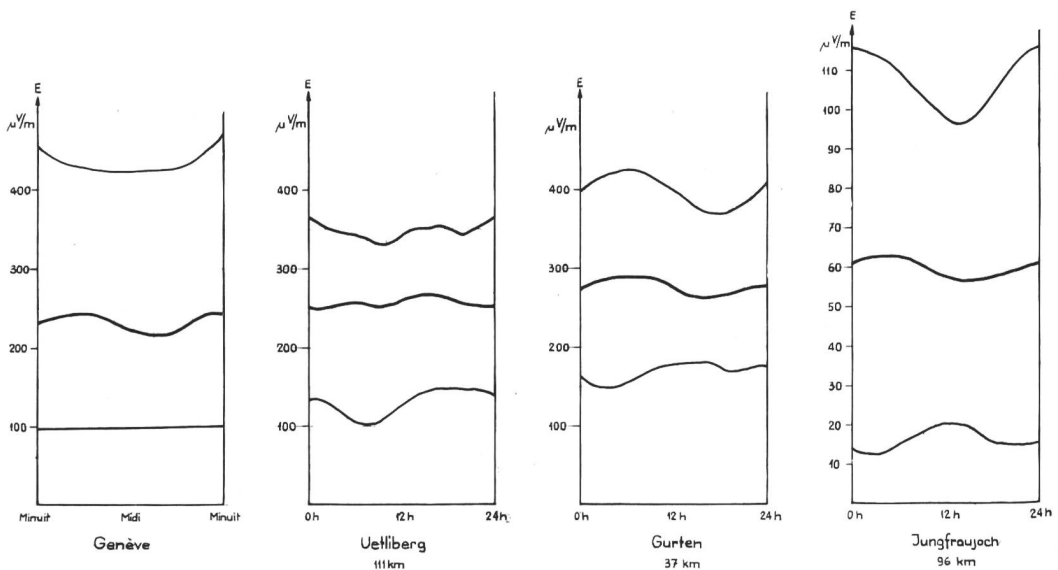


Fig. 6. Répartition statistique du champ en fonction de l'heure. Valeurs dépassées par 99 %, 50 % et 1 % des observations