



**Documents de la Conférence administrative extraordinaire des radiocommunications
chargée d'attribuer des bandes de fréquences pour les radiocommunications spatiales (CAER-63)
(Genève, 1963)**

Pour réduire la durée du téléchargement, le Service de la bibliothèque et des archives de l'UIT a divisé les documents de conférence en sections.

- Le présent fichier PDF contient le Document DL N° 5.
- Le jeu complet des documents de conférence comprend le Document N° 1 - 243, DT N° 1 – 109, DL No. 5.

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

COMMENTAIRES DU JAPON SUR LE DOCUMENT N° 15-F

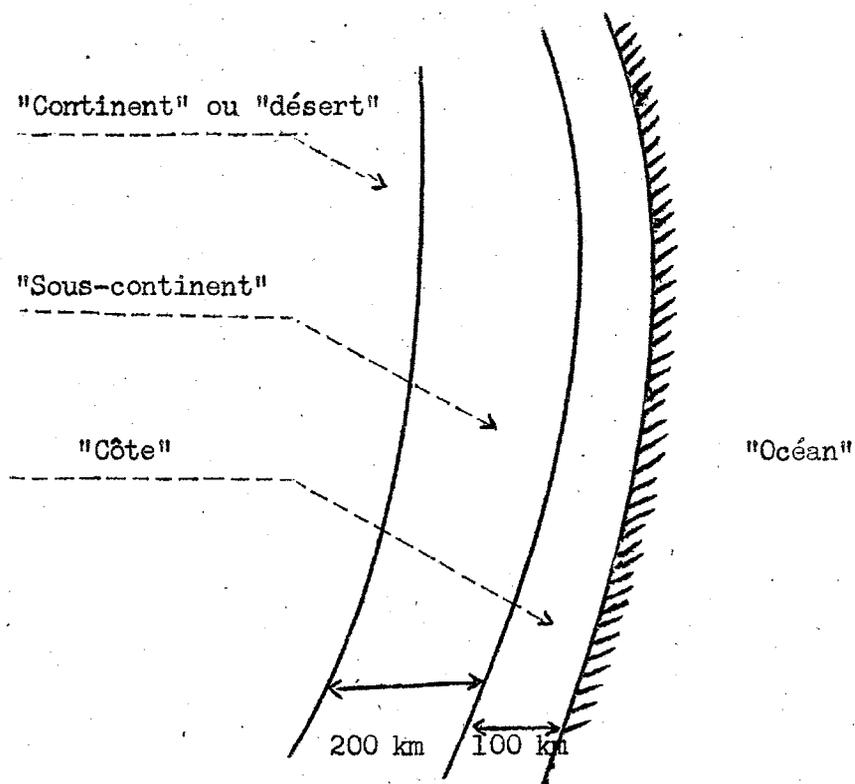
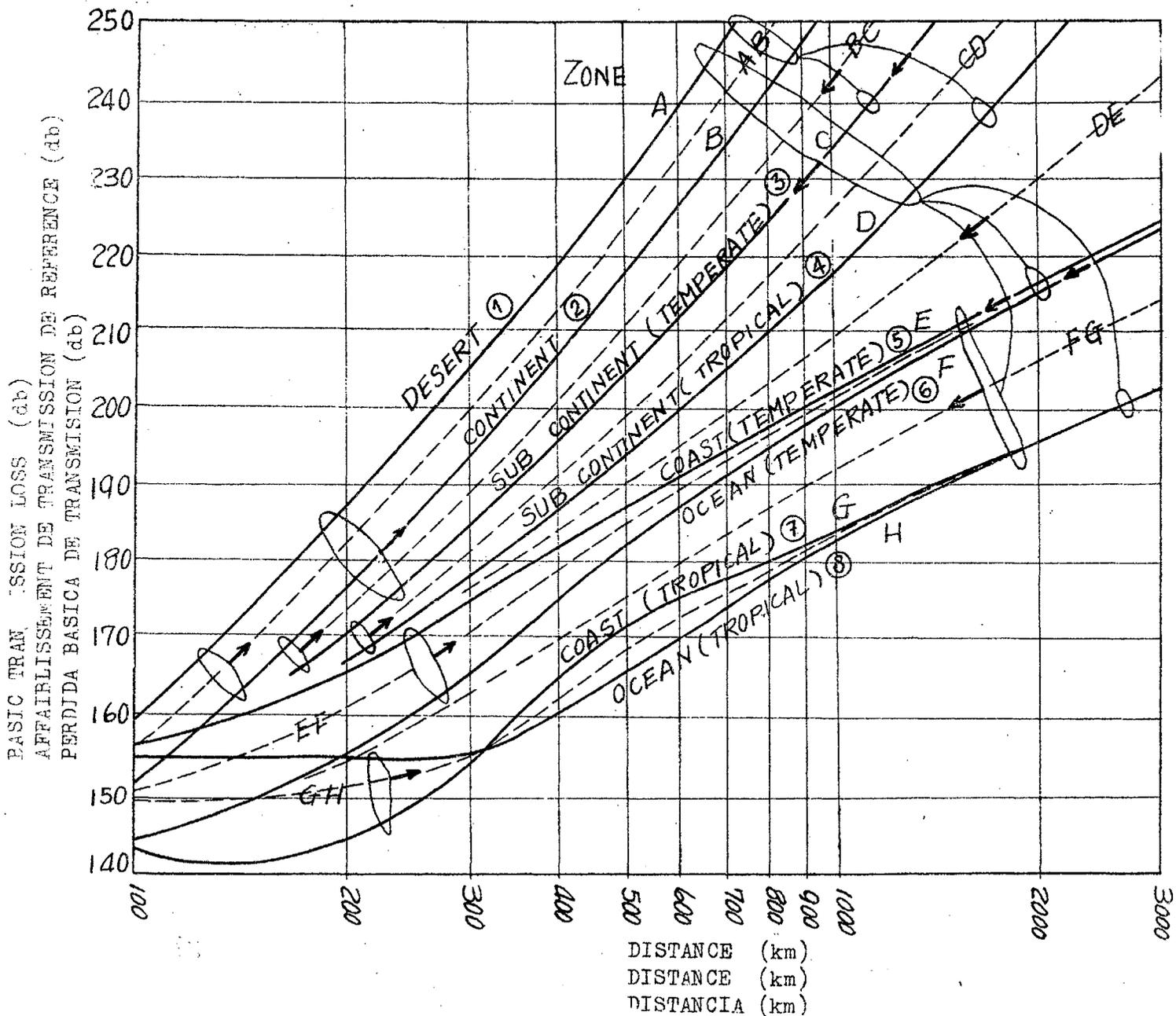


Fig. 1

SIMPLIFIED TROPOSPHERIC PROPAGATION CURVES FOR CALCULATION
OF CO-ORDINATION DISTANCE VERSUS BASIC TRANSMISSION
LOSS EXCEEDED FOR ALL BUT 0.01 % OF THE TIME AT 4 Gc/s

COURBES DE PROPAGATION TROPOSPHERIQUE SIMPLIFIEES POUR LE CALCUL DE LA DISTANCE
DE COORDINATION EN FONCTION DE L'AFFAIBLISSEMENT DE TRANSMISSION DE
REFERENCE DEPASSE PENDANT 99.99 % DU TEMPS SUR LA FREQUENCE 4 GHz

CURVAS DE PROPAGACION TROPOSFERICA SIMPLIFICADAS PARA EL CALCULO DE LA DISTANCIA
DE COORDINACION EN FUNCION DE LA PERDIDA BASICA DE TRANSMISION REBASADA
DURANTE EL 99.99 % DEL TIEMPO EN LA FRECUENCIA 4 Gc/s



- 1) Désert - Desierto
- 2) Continente
- 3) Sous-continent (tempéré) - Subcontinente (templado)
- 4) Sous-continent (tropical) - Subcontinente (tropical)
- 5) Côte (tempéré) - Costa (templado)
- 6) Océan (tempéré) - Océano (templado)
- 7) Côte (tropical) - Costa (tropical)
- 8) Océan (tropical) - Océano (tropical)

Etude du bruit de brouillage pour le système
à 2700 voies utilisant la bande des 7 GHz

1. Si l'on compare le système à 2700 voies et le système à 1800 voies, on s'aperçoit que le niveau du bruit thermique du premier système dépasse celui du second d'environ 6,5 db, pour les raisons suivantes :

- | | | |
|----|------------------------------------|--------|
| 1) | augmentation de la bande de base | 3,5 db |
| 2) | diminution de l'excursion par voie | 3,0 db |

Pour compenser cette augmentation du bruit thermique, on peut appliquer les méthodes suivantes :

- | | |
|----|---|
| 1) | augmentation de la puissance rayonnée, |
| 2) | augmentation du gain de l'antenne de réception, |
| 3) | augmentation du facteur de bruit. |

2. Dans les conditions techniques actuelles, il est possible de réaliser les caractéristiques suivantes pour le système à 1800 voies :

- | | | |
|----|-----------------------|--------------------|
| 1) | Puissance rayonnée | 53 dbW |
| | Puissance de sortie | 11 dbW |
| | Pertes dans le feeder | 3 db |
| | Gain d'antenne | 45 db (diam. 4 m.) |
| 2) | Facteur de bruit | 12,5 db |

3. Pour compenser le bruit thermique de 6,5 db, il convient d'améliorer le facteur de bruit de 8 db; en effet, la puissance rayonnée est limitée à 55 dbW par l'Avis 406 du C.C.I.R., et d'autre part il n'est pas commode d'accroître le gain de l'antenne de réception.

4. La puissance de bruit qui correspond à un facteur de bruit de 8 db est de 127 dbm.

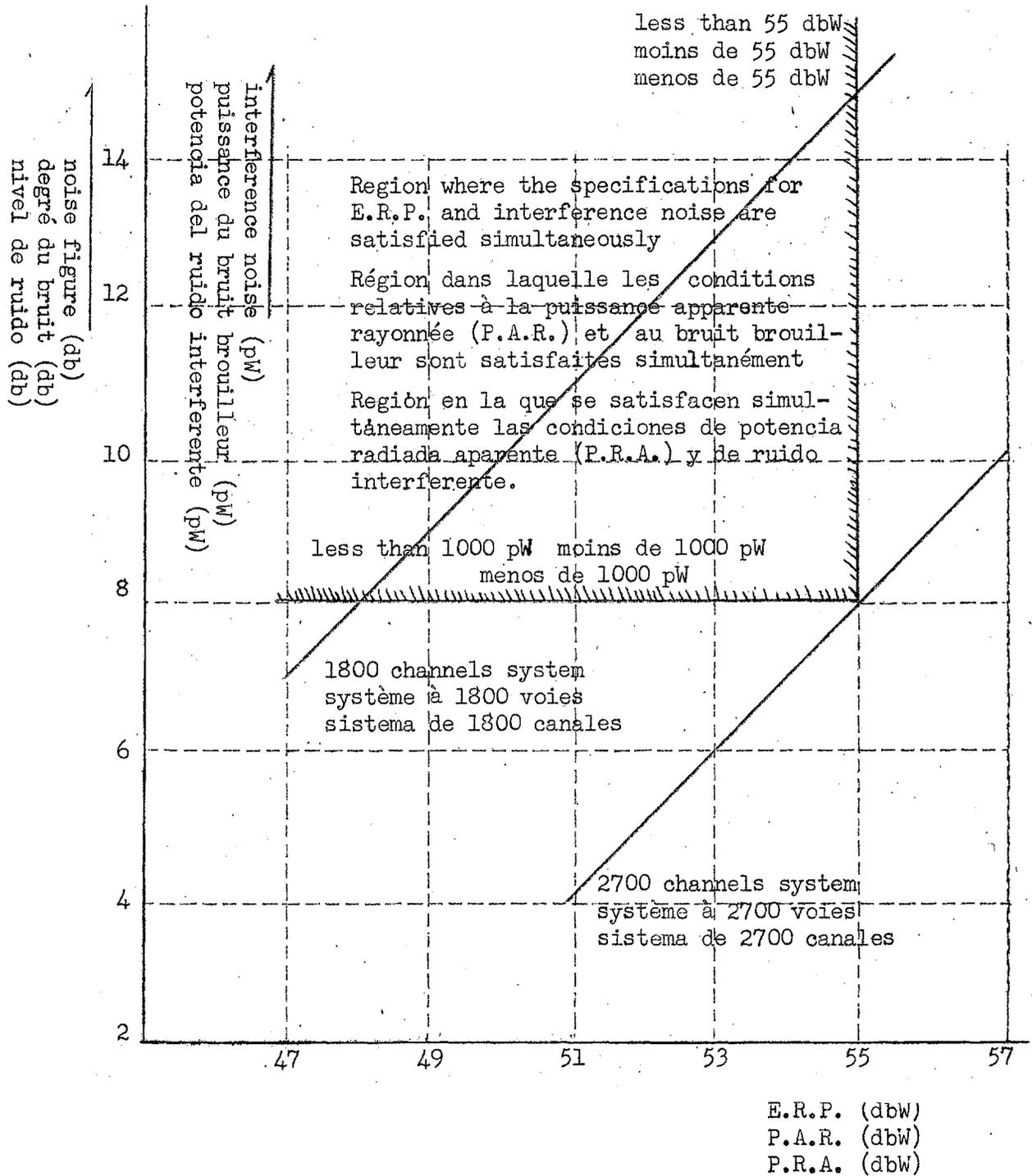
$B = 8 \text{ kHz}$, ce qui correspond au bruit dans une bande de base de 4 kHz

$T = 300^\circ \text{ K}$

$k = 1,37 \times 10^{-23} \text{ joule/degré K.}$

D'autre part, si l'on suppose que le gain d'antenne est de 8 db, les pertes dans le feeder de 3 db, et l'amélioration de polarisation de 0 db (au Japon, on utilise d'ores et déjà la polarisation circulaire dans les systèmes de Terre), le flux de puissance brouilleuse spécifié dans l'Avis 358 du C.C.I.R. (-149 dBW/m^2 dans une bande de 4 kHz) est susceptible de causer des brouillages à l'entrée du récepteur, le niveau de ces brouillages étant d'environ -114 dbm dans une bande de 4 kHz. Cette puissance de brouillage est supérieure de 13 db à la puissance du bruit thermique.

5. La puissance de bruit de -127 dbm citée plus haut correspond à 50 pW au point de niveau relatif zéro, pour les raisons suivantes :
- 1) La puissance moyenne admissible de bruit dans une voie téléphonique d'un circuit fictif de référence (7500 pW) se divise en bruit thermique, en bruit d'intermodulation et en bruit de brouillage, la puissance de chacun de ces bruits étant de 2500 pW.
 - 2) De plus, le bruit thermique de 2500 pW est réparti entre les 50 sections d'amplification qui constituent le circuit fictif de référence. Cela étant, le bruit thermique correspondant à chaque section est de :
$$2500/50 = 50 \text{ pW (y compris 4 db pour les évanouissements).}$$
- Dans ces conditions, le bruit de brouillage indiqué plus haut (-114 dbm dans une bande de 4 kHz) correspond à une puissance de 1000 pW au point de niveau relatif zéro. Cette valeur est comprise à l'intérieur des limites admissibles de bruit de brouillage recommandées par le C.C.I.R. (Avis 357, Doc. N° 2214).
6. La Figure 1 représente, pour les systèmes à 1800 et à 2700 voies, la relation entre la puissance apparente rayonnée (P.A.R.) et le facteur de bruit qui est nécessaire pour amener le bruit thermique au-dessous de la valeur assignée à une section d'amplification (50 pW). Les ordonnées de cette figure donnent également les valeurs du bruit de brouillage prévisible lorsque la densité de flux de puissance produite par l'émetteur d'un satellite est de -130 dBW/m².
7. La Figure 1 montre qu'un système de faisceaux hertziens procurant 2700 voies téléphoniques n'est pas capable de satisfaire à la fois aux exigences concernant la puissance apparente rayonnée et à celles concernant le bruit de brouillage, à moins qu'il ne fonctionne avec une P.A.R. exactement égale à 55 dBW et avec un facteur de bruit exactement égal à 8 db. On en conclut qu'il n'est pas possible d'utiliser un système comprenant un récepteur classique ayant un facteur de bruit de l'ordre de 12 db et un émetteur à grande puissance (P.A.R. de l'ordre de 59 dBW), ni un système comprenant un récepteur à faible bruit et un émetteur peu puissant (condition nécessaire à l'utilisation d'amplificateurs de puissance à transistors).



Possibilités d'utilisation de la modulation par impulsions
codées pour les faisceaux hertziens à visibilité directe

L'étude des caractéristiques de modulation préférées pour les systèmes de télécommunications par satellites fait l'objet du Programme d'études 235 D (IV) du C.C.I.R.; le Rapport correspondant du C.C.I.R. (Rapport N° 211) montre que la modulation par impulsions codées (M.I.C.) est supérieure à la modulation de fréquence (M.F.) sur les points suivants :

- 1) la puissance de l'émetteur radioélectrique nécessaire pour obtenir un rapport signal/bruit acceptable;
- 2) la probabilité de brouillages mutuels avec des systèmes fonctionnant dans les mêmes bandes de fréquences.

Lorsqu'on utilise la modulation par impulsions codées pour un système de télécommunications par satellites, on a les types de brouillages suivants entre le système à satellites et le système de Terre :

M.I.C. -----> M.F. pour les brouillages causés par le système à satellites au système de Terre,

M.F. -----> M.I.C. pour les brouillages causés par le système de Terre au système à satellites.

Dans de tels cas, comme expliqué dans le Rapport précité, la probabilité de brouillage est inférieure de plusieurs db à celle obtenue lorsque les deux systèmes fonctionnent en modulation de fréquence.

Par ailleurs, on peut prévoir que l'adoption de la modulation par impulsions codées pour les systèmes de faisceaux hertziens pourra améliorer d'environ 20 db la probabilité de brouillages mutuels. On trouvera dans l'Annexe au présent document un exemple de calcul de brouillages dans le cas de la modulation par impulsions codées. Les raisons principales qui expliquent une amélioration aussi importante dans la protection contre les brouillages sont les suivantes :

- 1) Dans un système de faisceaux hertziens de Terre à modulation de fréquence, l'excursion par voie est extrêmement faible, de l'ordre de 140 kHz (valeur efficace).

(Il n'est pas possible d'utiliser la modulation de fréquence à grande excursion dans un système à visibilité directe, car un tel système comporte un grand nombre de relais d'amplification, et une grande excursion entraînerait un bruit d'intermodulation excessif.)

- 2) La modulation par impulsions codées peut être appliquée dans un système comprenant un grand nombre de relais d'amplification sans que l'on ait à craindre une accumulation des distorsions; la méthode présente en outre l'avantage d'une grande largeur de bande vis-à-vis du bruit de fluctuation, y compris les porteuses brouilleuses.

Au Japon, un grand nombre de facteurs d'ordre technique et économique imposent la mise en service de nouveaux systèmes de faisceaux hertziens fonctionnant avec répartition dans le temps, par exemple les systèmes qui mettent en oeuvre la modulation par impulsions codées. Ces facteurs sont les suivants :

- 1) Beaucoup de faisceaux hertziens utilisant une même bande de fréquences passent dans une grande ville, et le bruit de brouillage produit entre les divers systèmes devient trop important pour qu'il soit possible de le limiter à la valeur assignée.
- 2) Lorsqu'il existe une très importante demande de trafic entre deux zones données et si les bandes de fréquences disponibles sont limitées, il est indispensable de construire un grand nombre de systèmes de faisceaux hertziens entre ces zones. Cependant, le Japon est un pays de superficie tellement limitée, et facteur d'aggravation, un pays tellement montagneux, qu'il est difficile de choisir un nombre suffisant de tracés de faisceaux hertziens pour répondre aux besoins.
- 3) Dans un passé récent, un certain nombre de liaisons sur des distances relativement courtes ont été réalisées par des systèmes de faisceaux hertziens fonctionnant en hyperfréquences. Dans ces systèmes, le coût de l'équipement terminal à courants porteurs représente une proportion importante du prix de revient total du système, ce qui oblige à réaliser des équipements terminaux économiques.

Le système à modulation par impulsions codées présente les avantages suivants par rapport au système à modulation de fréquence :

- 1) Bien que le nombre de voies téléphoniques pouvant être transmises dans un canal radioélectrique de largeur donnée risque d'être plus petit, il est possible de réaliser un grand nombre de liaisons en faisceaux hertziens entre deux zones données, d'où la possibilité d'obtenir un plus grand nombre de circuits téléphoniques.
- 2) Compte tenu de la faible valeur limite admissible pour le rapport signal désiré/signal brouilleur, il est possible d'utiliser la même fréquence pour la réception et l'émission dans un même sens, auquel cas il n'est pas nécessaire que le relais d'amplification se fasse avec décalage de fréquence. Ainsi, à l'avantage d'une puissance d'émission très faible s'ajoute l'avantage d'un relais d'amplification à prix plus modique et les nombreuses liaisons en faisceaux hertziens peuvent être réalisées sans dépense excessive.

- 3) On peut utiliser la même fréquence radioélectrique, avec des polarisations opposées, pour transmettre des signaux indépendants; de ce fait, la capacité de transmission dans une largeur de bande donnée se trouve doublée.
- 4) Possibilité de transmettre directement des signaux de données numériques (dont on prévoit une utilisation très large dans l'avenir) sans qu'il soit nécessaire de mettre ces signaux sous la forme analogique..
- 5) Etant donné qu'une partie de l'équipement terminal d'un système M.I.C. à répartition dans le temps comprend un filtre passé-bas simple et un circuit "porte", étant donné d'autre part que des dispositifs plus complexes tels que des codeurs, des décodeurs, des combineurs et des générateurs d'impulsions de temps sont généralement utilisés dans plusieurs voies, il est possible de réduire considérablement le prix de revient par voie de l'équipement terminal.

Compte tenu de ce qui précède, nous projetons de mettre au point prochainement un système de faisceaux hertziens à modulation par impulsions codées qui aura les caractéristiques générales suivantes :

- 1) Modulation par impulsions codées avec multiplexage par répartition dans le temps, et modulation de phase orthogonale de la porteuse.
- 2) Largeur de bande : 5925-6425 MHz.
- 3) Capacité de chaque canal radioélectrique: 240 voies.
- 4) Espacement entre les stations relais: environ 20 km.
- 5) Puissance d'émission dans chaque canal radioélectrique: 10 mW.
- 6) Capacité totale prévue pour une largeur de bande de 500 MHz: environ 10.000 voies.

En raison des difficultés d'interconnexion à l'étage de multiplexage, avec le système actuel à répartition en fréquence, le nouveau système sera mis en service tout d'abord pour assurer la liaison sur courte distance entre une grande ville et des agglomérations voisines où le trafic téléphonique à acheminer sur les faisceaux hertziens voisins n'est pas très élevés.

Nous étudions en même temps les conditions de mise en service d'un grand nombre de lignes interurbaines entre centraux téléphoniques en tandem par application de la modulation par impulsions codées avec

répartition dans le temps. De cette façon, le réseau global du Japon sera transformé progressivement en un réseau exploité avec multiplexage par répartition dans le temps.

Eu égard aux nombreux avantages signalés plus haut, le Japon recommande fortement que le C.C.I.R. soit invité à entreprendre l'étude des conditions d'application de la modulation par impulsions codées dans les systèmes de faisceaux hertziens à visibilité directe.

A N N E X EETUDE DES BROUILLAGES ENTRE LES SYSTEMES DE FAISCEAUX HERTZIENS
A VISIBILITE DIRECTE UTILISANT LA MODULATION PAR IMPULSIONS CODEES ET LES
SYSTEMES A SATELLITES DE TELECOMMUNICATION1. Paramètres utilisés pour la réalisation de notre futur système de faisceaux hertziens à visibilité directe avec modulation par impulsions codées

Les systèmes à modulation par impulsions codées présentent un avantage important en ce qui concerne la valeur admissible du rapport de puissance signal désiré/signal non désiré. Cet avantage, obtenu au détriment de la largeur de bande, permet d'utiliser pour ce système un émetteur de faible puissance, un récepteur dont le niveau de bruit est relativement élevé et une antenne de petite dimension. Par ailleurs, l'utilisation d'une faible puissance d'émission entraîne une faible consommation d'énergie par les stations relais, ce qui permet d'adopter un système très simple d'alimentation, comme des accumulateurs reliés à une source d'énergie commerciale ou des batteries solaires, au lieu de l'équipement moteur-générateur utilisé dans le système classique de faisceaux hertziens.

Pour que le système à modulation par impulsions codées puisse fonctionner efficacement dans ces conditions, il faut maintenir le signal de réception à un niveau stable et il est par conséquent très important de diminuer le plus possible la profondeur d'évanouissement sur chaque section d'amplification.

Compte tenu de ces considérations, les paramètres de notre système de faisceaux hertziens à modulation par impulsions codées et à multiplexage par répartition dans le temps ont été choisis comme suit :

- 1) puissance d'émission dans chaque canal radioélectrique d'une largeur de 10 MHz procurant 240 voies téléphoniques : 10 mW (-20 dbW);
- 2) longueur de chaque section d'amplification : 20 km environ;
- 3) rayon des antennes d'émission et de réception : 3,3 m (gain de 43 db à 6 GHz);
- 4) facteur de bruit du récepteur : 11,5 db (KTBF = -122 dbW).

2. Puissance apparente rayonnée et puissance du signal reçu

En supposant que les pertes dans le feeder à l'émission sont de 2 db, la puissance apparente rayonnée par l'émetteur est de : $-20 + 43 - 2 = + 21$ dbW.

Cette puissance est excessivement faible si on la compare aux 55 dbW recommandés par le C.C.I.R. (Avis 406) comme valeur maximale de la puissance des émetteurs de faisceaux hertziens à visibilité directe.

La puissance du signal reçu est calculée en utilisant les valeurs précédemment indiquées et les valeurs ci-après :

affaiblissement de transmission de référence (20 km, 6 GHz)	:	134 db
portés dans le feeder à la réception	:	2 db
gain de l'antenne de réception (diam. 33 m, 6 GHz)	:	43 db

ce qui donne comme résultat :

$$21 - 134 + 43 - 2 = -72 \text{ dbW.}$$

3. Calcul du rapport signal/bruit

En supposant que l'on insère des amplificateurs régénérateurs dans chacune des 14 sections d'amplification (distance de 280 km) et que le brouillage entre impulsions successives ("intersymbol interference"), le brouillage dans des canaux radioélectriques adjacents et le brouillage dans un même canal soient tous, dans chaque section d'amplification, inférieurs de 24 db au niveau du signal désiré, il s'ensuit que le rapport de puissance signal désiré/signal non désiré à l'entrée de l'amplificateur régénérateur est de :

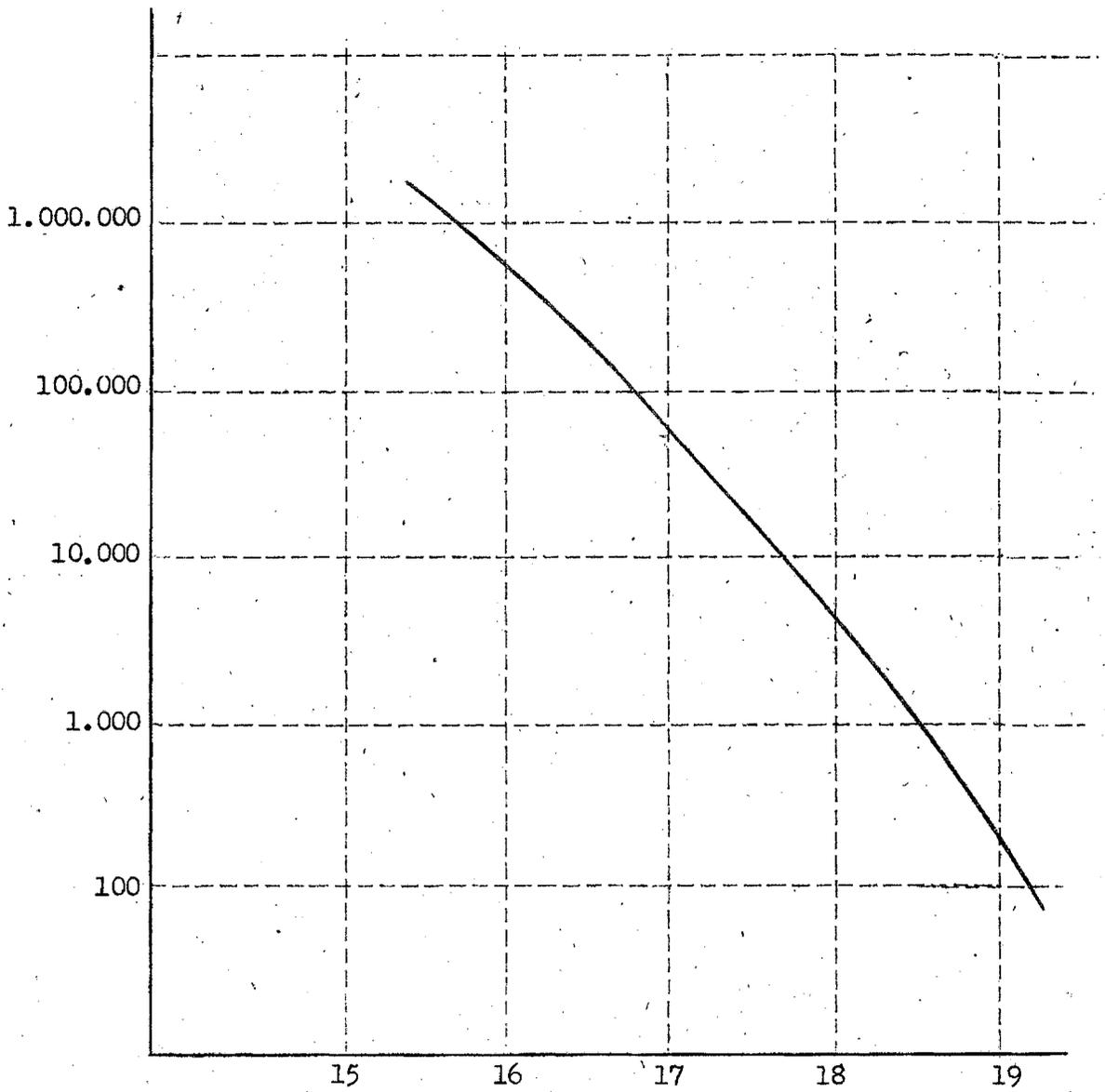
bruit thermique :	$-72 - (-122 + 10 \log 14) = 38,5$	db
brouillage entre impulsions successives :	24	db
brouillage dans un canal adjacent :	24	db
brouillage dans un même canal :	24	db
Total :	19	db

Dans le cas des systèmes à faisceaux hertziens à modulation par impulsions codées avec répartition dans le temps, le bruit sur une voie téléphonique, pendant une interruption de la conversation, est dû essentiellement à la détection d'erreur des impulsions binaires et son niveau peut être déterminé d'après le rapport de puissance signal désiré/signal non désiré à l'entrée de l'amplificateur régénérateur ou du démodulateur. La Figure 1 montre la relation typique qui existe entre le rapport de puissance signal désiré/signal non désiré et la puissance de bruit correspondante sur une voie téléphonique. Cette figure montre que le chiffre de 19 db donné ci-dessus pour le rapport de puissance signal désiré/signal non désiré est suffisant pour obtenir une puissance de bruit moyenne de 3 L pW (840 pW pour une distance de 280 km) recommandée par le C.C.I.R. (Avis 395) pour les circuits réels.

Le C.C.I.R. a également recommandé une valeur admissible pour la puissance du bruit qui est :

1.000.000 pW, puissance non pondérée, pendant plus de 0,01 % d'un mois quelconque.

Resulting Noise Power in a Telephone Channel (PW)
Puissance de bruit résultante dans une voie téléphonique (en pW)
Potencia de ruido resultante en un canal telefónico (en pW)



Power Ratio of Wanted-to-Unwanted signal in db
Rapport (en db) de la puissance du signal désiré à la puissance
du signal non désiré
Relación (en db) de la potencia de la señal deseada a la de la
señal no deseada

Fig. 3

Dans ce cas, le pourcentage du mois au cours duquel la puissance de bruit peut dépasser 1.000.000 pW est considéré comme proportionnel au nombre de sections homogènes que comporte le circuit. Le pourcentage admissible pour chaque section de 20 km séparant les amplificateurs est donc de :

$$0,01 \times \frac{20}{2500} = 0,00008 \%$$

Sur une section de 20 km et lorsque le terrain répond aux conditions générales, on peut considérer que l'évanouissement du type Rayleigh augmente d'environ 0,1 % d'un mois à la fréquence de 6 GHz. Dans ces conditions, la profondeur d'évanouissement pouvant être prévue avec une probabilité de 0,00008 % s'établit à :

$$10 \log (1 \times 10^{-3}) - 10 \log (8 \times 10^{-7}) = 31 \text{ (db)}.$$

Avec ce même pourcentage de temps, la puissance du signal reçu diminuera de 31 db pour s'abaisser à -103 dbW. Il s'ensuit que le rapport de puissance signal désiré/signal non désiré à l'entrée de l'amplificateur régénérateur sera :

bruit thermique	:	(-103 -122) = 19 db
brouillage entre impulsions successives	:	24 db
brouillage dans le canal adjacent	:	24 db
brouillage dans le même canal	:	<u>24 db</u>
Total		16 db

On peut voir toutefois, d'après la Figure 1, que cette valeur du rapport de puissance signal désiré/signal non désiré suffit pour obtenir la valeur fixée pour la puissance de bruit (1.000.000 pW).

4. Niveau admissible pour le signal brouilleur à l'entrée du récepteur

Le C.C.I.R. a recommandé (Avis 357), pour les brouillages dans les systèmes de faisceaux hertziens, les valeurs maximales admissibles suivantes :

1.000 pW, valeur psophométrique moyenne, quelle que soit l'heure;

50.000 pW, puissance psophométrique moyenne, pendant plus de 0,01 % d'un mois quelconque.

Le calcul ci-après se rapporte à la valeur plus élevée du bruit admissible pendant un très faible pourcentage du temps, car le niveau du signal non désiré varie sensiblement en raison de la propagation troposphérique et du fait que l'orientation de l'antenne de la station terrienne change continuellement.

Lorsqu'il s'agit de faisceaux hertziens à modulation de fréquence et à multiplexage par répartition en fréquence, on peut définir la caractéristique de transfert qui indique la relation entre le rapport signal désiré/signal non désiré à l'entrée du récepteur et le rapport signal/bruit qui en résulte à la sortie du récepteur. Lorsque les signaux non désirés sont nombreux, on peut appliquer à chacun d'eux le principe de la superposition.

En revanche, lorsqu'il s'agit de faisceaux hertziens à multiplexage par répétition dans le temps et à modulation par impulsions codées, la probabilité de la détection d'erreurs des impulsions binaires, qui est à peu près proportionnelle à la puissance du bruit dans une voie téléphonique, est en relation non linéaire avec le rapport signal désiré/signal non désiré à l'entrée du démodulateur comme il est indiqué à la section 3 et à la Fig. 1, de sorte qu'on ne peut pas appliquer la théorie de la superposition à la puissance du bruit à la sortie lorsque celui-ci est dû à la présence de nombreux signaux non désirés. Il s'ensuit que le signal brouilleur devra être traité avec les autres signaux non désirés dont il est question dans la section 3.

La Figure 1 montre que le rapport nécessaire signal désiré/signal non désiré, qui correspond assez bien au chiffre de 50 000 pW indiqué plus haut est de 18 db environ. On peut alors calculer la valeur maximale du niveau du signal brouilleur de la manière suivante :

<u>puissance totale des signaux non désirés :</u>	<u>18 db</u>
bruit thermique :	38,5 db
brouillage entre impulsions successives :	24 db
brouillage dans le canal adjacent :	24 db
brouillage dans le même canal :	24 db
<hr/>	
brouillage causé par le système à satellites :	25 db
niveau du signal désiré :	-72 dbW
<hr/>	
niveau maximum du signal brouilleur :	-97 dbW

Cette valeur dépasse de 22 db le niveau maximum du signal brouilleur, soit -119 dbW, indiqué dans le Rapport 209 du C.C.I.R., pour le cas d'un système de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence et à modulation de fréquence.

Pour calculer le niveau admissible de la densité du flux de puissance produite par un émetteur de satellite, on utilisera une méthode à peu près identique. Les administrations des Etats-Unis, du Royaume-Uni et du Canada (Doc. 53, 54, 116 et 244, Genève, 1963) ont étudié le cas où un satellite se trouverait dans le faisceau de l'antenne de réception d'un système de faisceaux hertziens. La conclusion est que, si un tel système comprend une cinquantaine de stations, la probabilité pour qu'un système de 20 satellites travaillant dans la même voie affecte l'une de ces stations est inférieure à 10 %. Il est donc raisonnable de supposer que cette proportion serait de 25 % pour un système comprenant environ 125 stations. Dans ce cas, la profondeur des évanouissements à laquelle on peut s'attendre dans le tronçon affecté par le brouillage, peut être calculée à l'aide de la loi de répartition de Rayleigh qui correspond à la probabilité

$$\frac{0,0001}{0,001 \times 0,25} = 0,4$$

ce qui donne 3 db environ. Le brouillage maximum admissible à l'entrée du récepteur serait donc de $-97 -3 = 100$ dbW.

Si l'on suppose que le facteur de gain de l'antenne est de 8 db et que la perte dans le feeder est de 2 db, la densité du flux de puissance maximale admissible sera de $-100 -8 -2 = -110$ dbW/m².

5. Conclusion

Il existe quatre cas de brouillage entre un système de télécommunications par satellites et un système de faisceaux hertziens en visibilité directe :

- a) brouillage causé par des stations de Terre à une station terrienne,
- b) brouillage causé par des stations de Terre à une station de satellite,
- c) brouillage causé par des stations terriennes à une station de Terre,
- d) brouillage causé par des stations de satellite à une station de Terre.

Le tableau 1 montre les critères qu'il sera nécessaire d'appliquer dans chaque cas pour partager les fréquences entre un système de télécommunications par satellites et un système de faisceaux hertziens, en comparant deux des techniques de modulation utilisées dans les systèmes de faisceaux hertziens, à savoir le multiplexage par répartition en fréquence et la modulation de fréquence, d'une part, et le multiplexage par répartition dans le temps et la modulation par impulsions codées, d'autre part.

Ce tableau montre que le système de faisceaux hertziens à modulation par impulsions codées offre une plus grande souplesse en matière de protection contre le brouillage et présente une amélioration de 20 db environ par rapport à celle qui est requise pour un système ordinaire à modulation de fréquence. Cette amélioration du rapport admissible entre le niveau de puissance de la porteuse désirée et celui de la porteuse non désirée permettrait de ramener la distance de séparation à 100 km environ alors que le Rapport 209 prévoit une distance de séparation de 200 km pour un système à modulation de fréquence.

Système de faisceaux hertziens		Système de télé-communications par satellites	
		Station terrienne	Station de satellite
Cause du brouillage à :	Modulation de fréquence	a) Brouillage maximum admissible à l'entrée du récepteur - 148 dbW	b) Limitation de la puissance apparente rayonnée de 55 dbW*) Les émetteurs ordinaires requièrent une puissance apparente rayonnée de l'ordre de 50 dbW
	Modulation par impulsions codées	Presque identique à celui qui est requis pour la modulation de fréquence mais la puissance apparente rayonnée serait inférieure de 30 db environ à celle qui est requise pour la modulation de fréquence, comme il est indiqué dans la colonne de droite, ce qui pourrait réduire sensiblement la distance de séparation	La puissance apparente rayonnée requise par un système pris à titre d'exemple n'est que de 21 dbW
Subit un brouillage causé par :	Modulation de fréquence	c) Brouillage maximum admissible à l'entrée du récepteur - 119 dbW**)	d) Limitation de la densité du flux de puissance - 130 dbW/m ² ***)
	Modulation par impulsions codées	Brouillage maximum admissible à l'entrée du récepteur - 97 dbW	Une limitation prise à titre d'exemple montre que la limite admissible peut être portée à - 110 dbW/m ²

Tableau 1

- *) Avis 406
 **) Rapport 209
 ***) Avis 358

PROGRAMME D'ETUDES ... (IX)

ADOPTION DE LA MODULATION PAR IMPULSIONS CODEES
POUR LES SYSTEMES DE FAISCEAUX HERTZIENS
EN VISIBILITE DIRECTE

La C.A.E.R., (Genève, 1963)

considérant

- a) que le partage des fréquences entre les systèmes de télécommunications spatiales et les systèmes de faisceaux hertziens en visibilité directe ne doit pas entraver le développement futur des deux systèmes;
- b) que l'utilisation des valeurs recommandées, à titre provisoire, par le C.C.I.R. (Avis 358 et 406) exige des distances de séparation notables dans les cas où l'on emploie le multiplexage par répartition en fréquence et la modulation de fréquence pour les systèmes de faisceaux hertziens en visibilité directe;

invite le C.C.I.R. à effectuer les études suivantes:

- 1) possibilité d'utiliser pour les systèmes de faisceaux hertziens en visibilité directe le multiplexage par répartition dans le temps, la modulation par impulsions codées et la modulation delta etc. au lieu de la modulation par impulsions codées telle qu'elle est employée actuellement;
- 2) étude des caractéristiques de brouillage entre les systèmes de télécommunications par satellites et les systèmes de faisceaux hertziens en visibilité directe utilisant la modulation par impulsions codées, la modulation delta, etc.