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.

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

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.

© International Telecommunication Union

Comité consultatif international des radiocommunications

C.C.I.R.

RAPPORT N° 65

Revision des données sur les bruits atmosphériques radioélectriques

Publié par
l'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
GENÈVE, 1957

Ce Rapport, extrait des pages 324-358 du Volume I des Documents de la VIIIe Assemblée plénière du C.C.I.R. (Varsovie, 1956), fait l'objet d'une publication séparée, conformément à la demande de cette Assemblée.

RAPPORT N° 65 *

REVISION DES DONNÉES SUR LES BRUITS ATMOSPHÉRIQUES RADIOÉLECTRIQUES

(Avis n° 120 — Programme d'études n° 96 (VI))

(Varsovie, 1956)

1. *Introduction.*

La détermination du niveau minimum du signal nécessaire à une réception satisfaisante, en l'absence d'autres signaux radioélectriques non désirés, exige la connaissance du bruit qui sera présent simultanément avec le signal au point de réception. Des études des niveaux des bruits radioélectriques ont été poursuivies pendant de nombreuses années.

Les recherches initiales qui ont donné lieu à la première publication de prévisions relatives aux niveaux des bruits radioélectriques dans le monde entier, ont été effectuées en 1942 au Royaume Uni par un groupe de chercheurs appartenant au « Interservices Ionosphere Bureau » et aux Etats-Unis par un groupe du « Interservice Radio Propagation Laboratory » (1).

Postérieurement on a publié des prévisions à l'échelle mondiale les bruits radioélectriques dans le « R.P.U. Technical Report n° 5 » (2) et le « N.B.S. Circular 462 » (3). On a présenté dans ces publications des cartes du degré de bruit et des courbes de prévision indiquant le niveau de bruit en fonction de l'intensité minimum du signal nécessaire pour assurer des liaisons radiotéléphoniques pendant 90% du temps en présence de bruits atmosphériques.

Une publication plus récente, la circulaire « N.B.S. 557 » (4), présente les mêmes cartes de degré de bruit que les publications antérieures. Toutefois les courbes de prévision ont été révisées de façon à indiquer les niveaux médians probables de bruits radioélectriques au cours de tranches de quatre heures pour chaque saison, au lieu de présenter l'intensité de champ nécessaire pour 90% d'intelligibilité.

La méthode d'interprétation des précisions antérieures n'était pas parfaitement claire et la méthode actuelle de présentation des données a été utilisée en vue de supprimer les équivoques de telle sorte que des données complémentaires puissent être comparées à celles-ci de manière plus facile.

L'analyse de données plus récentes indique que si, dans l'ensemble, les prévisions présentées dans les circulaires 462 et 557 ont été trouvées utiles par beaucoup d'administrations, des divergences assez marquées apparaissent pour certaines localités et suivant les époques entre les valeurs mesurées et celles auxquelles on aurait pu s'attendre d'après les prévisions. Pour cette raison on a entrepris la préparation de prévisions entièrement nouvelles.

Ces nouvelles prévisions indiquent avant tout les valeurs estimées d'un paramètre caractéristique du bruit atmosphérique après le passage de celui-ci dans un filtre à bande étroite. Ces valeurs sont présentées pour l'ensemble du globe et pour toutes les fréquences comprises entre 10 kc/s et environ 30 Mc/s, à toutes les heures du jour et de la nuit et pour toutes les saisons.

Dans la préparation de ce rapport, on a tenu compte dans une plus large mesure des données recueillies au cours d'une période de grande activité solaire que de celles relatives à une période de faible activité solaire, ceci dans les cas où ces deux catégories de données étaient toutes les deux disponibles. On a également accordé une certaine considération à l'effet estimé d'une grande activité solaire dans la détermination des variations diurnes du bruit, dans les zones pour lesquelles on ne disposait d'aucun renseignement. Etant donné que l'on s'approche d'une période de grande activité solaire, cette méthode devrait fournir dans l'avenir immédiat les meilleures prévisions possibles de bruit. Quoique l'on ait des raisons de croire que la phase du cycle solaire aura une influence sur le niveau de bruit à la réception, il n'a pas été possible jusqu'ici de mettre en évidence une corrélation satisfaisante entre les taches solaires et les données dont on dispose sur le bruit. Par suite, on n'a pas fait d'autres efforts que ceux qui viennent d'être mentionnés pour tenir compte de la phase du cycle solaire.

---

* Ce rapport a été adopté à l'unanimité.

Chaque fois que cela est possible les prévisions sont fondées sur des mesures effectuées réellement. Malheureusement, même parmi les mesures faites dans ces dernières années, beaucoup ont été effectuées au moyen d'un grand nombre de méthodes différentes et une grande partie d'entre elles sont difficiles à interpréter. En outre, ces mesures sont souvent contaminées par la présence de parasites industriels et par le manque de sensibilité de l'appareillage.

2. *Paramètres de base.*

Le paramètre de base F_a (4) que l'on a choisi pour définir le bruit est lié à la puissance de bruit que l'on obtient dans une antenne courte verticale, mise à la terre et exempte de pertes. Si l'antenne est courte par comparaison avec la longueur d'onde, la puissance résultante est indépendante de la longueur de l'antenne.

La puissance de bruit ainsi déterminée révèle des fluctuations rapides de grande amplitude, mais si l'on prend des moyennes sur plusieurs minutes, celles-ci sont pratiquement constantes au cours d'une heure quelconque donnée; les variations de la valeur moyenne dépassent rarement 2 à 3 db, sauf au moment du lever ou du coucher du soleil ou pendant un orage local. Le paramètre de base choisi est donc la valeur médiane de la moyenne de la puissance pendant une heure — appelée valeur horaire. Lorsqu'on utilise des mesures de bruit dans lesquelles l'observation du bruit n'a eu lieu que pendant quelques minutes seulement au cours de chaque heure, on admet que les résultats représentent les valeurs horaires.

La valeur horaire est exprimée en fonction de F_a, en décibels, par rapport à la puissance de bruit thermique que l'on obtiendrait dans l'antenne si celle-ci se trouvait à une température T, déterminée à l'avance. F_a peut donc être considéré comme un facteur de bruit effectif de l'antenne. La puissance de référence est égale à kTB watts où:

k = constante de Boltzmann $=1{,}38\times10^{-23}$ joules par degré Kelvin,
T = température ambiante de référence $=288^{\circ}$K,
B = largeur de bande fictive du bruit en cycles/seconde.

Dans le présent rapport on a choisi une valeur de T de 288°K de manière qu'avec la valeur k indiquée ci-dessus, 10 $\log_{10}kT$ soit égal à 204 db au-dessous de 1 joule par c/s. Si les mesures du facteur de bruit sont effectuées à des températures sensiblement différentes, elles peuvent être ramenées à cette température pour des raisons de commodité et d'uniformité.

Etant donné que la puissance de bruit provenant de toutes les sources est supposée être proportionnelle à la largeur de bande, de même que le niveau de la puissance de référence, F_a est indépendant de la largeur de bande.

F_a en db est relié par une formule simple à la valeur quadratique moyenne de l'intensité de champ à l'endroit de l'antenne:

$$E_n = F_a - 65{,}5 + 20 \log_{10} f$$

où

E_n = moyenne quadratique de l'intensité de champ en db au-dessus de 1μV/m pour une largeur de bande de 1 kc/s.
f = fréquence en Mc/s.

Il y a lieu de noter tout particulièrement qu'il s'agit ici d'une intensité de champ fictive; la configuration des ondes incidentes peut être très complexe et ne saurait être déduite des mesures effectuées sur une seule antenne verticale. Par conséquence E_n ne représente que la composante polarisée verticalement.

3. *Les paramètres en représentation graphique.*

La présentation des valeurs horaires F_a et E_n correspondant à toutes les zones et aux différentes heures n'est pas pratique. On a simplifié celle-ci en considérant les six périodes de quatre heures consécutives d'une journée pendant chacune des quatre saisons d'une année. Le temps correspondant à une période de quatre heures de la journée au cours d'une saison déterminée est une tranche de temps. Il y a ainsi, pendant une année entière, 24 tranches, chacune étant formée de 360 heures environ (quatre heures pour chacune des 90 journées d'une saison).

Pour l'étude de la question examinée dans le présent document, l'année a été divisée en quatre saisons de trois mois chacune, comme suit:

Mois	Saisons	
	Hémisphère Nord	Hémisphère Sud
Décembre, janvier, février	Hiver	Eté
Mars, avril, mai	Printemps	Automne
Juin, juillet, août	Eté	Hiver
Septembre, octobre, novembre	Automne	Printemps

Le paramètre représenté graphiquement est la valeur horaire médiane pour chaque tranche et les variations de ce paramètre indiquent les variations diurnes et saisonnières du bruit. Dans l'état actuel de nos connaissances, les variations des valeurs horaires à l'intérieur d'une tranche doivent être considérées comme erratiques et leur importance est indiquée par les rapports des valeurs quasi-maximum (à 90%) et quasi-minimum (à 10%) aux valeurs médianes (voir section 6).

4. *Facteurs intervenant dans les prévisions.*

Pour des raisons de commodité les facteurs intervenant dans la préparation des prévisions sont résumés ci-dessous:

a) Type d'antenne.

On suppose que l'antenne est verticale, à un seul pôle, mise à la terre, et que sa longueur est faible par rapport à la longueur d'onde.

b) Paramètre de base.

La valeur médiane horaire de la puissance de bruit disponible, exprimée par un facteur de bruit effectif F_a, est utilisée comme paramètre de base. L'intensité de champ effective à l'endroit de l'antenne E_n est également fournie.

c) Paramètres en représentation graphique.

Les paramètres représentés graphiquement que l'on emploie dans ces prévisions sont les valeurs médianes de F_a et de E_n pour une tranche, désignés par F_{am} et E_{nm}. La tranche est définie comme l'ensemble de toutes les heures au cours d'une période donnée de quatre heures d'une journée et pour une saison déterminée.

d) Variations dans le temps.

A titre d'indication des variations erratiques des valeurs horaires à l'intérieur d'une tranche, on a fourni des valeurs représentatives des rapports du quasi-maximum (à 90%) et du quasi-minimum (à 10%) à la médiane.

e) Zones.

On ne possède les résultats de mesures effectives de bruit qu'en un petit nombre de lieux. Les données employées ont été obtenues d'après les références 4, 5, 6, 7, 8 et 9. Des données complémentaires proviennent des rapports ci-dessous:

Herman V. GOTTONY: « Memorandum Report on Observations of Atmospheric Radio Noise in Arctic Regions », U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards, C.R.P.L., janvier 1948;

H. E. DINGER, W.E. GARNER et G. E. LEAVITT: « Measurements of Some Low and Very Low Frequency Atmospheric Noise in the Alaskan Area », N.R.L. Report no. 3958;

Statements of K. A. NORTON, R. BATEMAN, C. A. ELLERT: Ship Power Hearing, Federal Communications Commission, Report no. 30539, 14 novembre 1938;

Edward W. ALLEN, Jr.: Report of Committee no. 1, Part III, « FCC Clear Channel Hearing », Docket 6741, 15 février 1946.

On a aussi tiré parti des renseignements fournis par d'autres mesures effectuées aux Etats-Unis par le Central Radio Propagation Laboratory et au Royaume-Uni par la Radio Research Station. Les valeurs pour les autres régions du globe ont été obtenues par interpolation, en se basant sur la connaissance de la répartition des orages (10) et sur les caractéristiques de la propagation radioélectrique.

f) *Fréquences.*

Les diagrammes sont tracés avec les contours du bruit estimé pour 1 Mc/s. On a obtenu les valeurs aux autres fréquences en partant de celles pour 1 Mc/s au moyen de réseaux de courbes.

g) *Largeur de bande.*

Les valeurs de F_a sont indépendantes de la largeur de bande. Les valeurs de E_n correspondent à une largeur de bande de 1 kc/s et l'on peut admettre que les valeurs quadratiques moyennes du champ de bruit sont proportionnelles à la racine carrée de la largeur de bande.

5. *Description des données.*

Les figures de 1 à 20 inclus sont des diagrammes indiquant les valeurs médianes estimées de F_{am} en db à la fréquence de 1 Mc/s pour chacune des 24 tranches de l'année. Les valeurs correspondantes de E_{nm} en db au-dessus de $1/\mu V/m$ peuvent en être déduites, en retranchant 65,5 db des valeurs représentées. Les différences entre les tranches de 0000 à 0400 et de 2000 à 2400 heures ne paraissent pas importantes dans l'état actuel des connaissances sur la question. On a, par conséquent, utilisé pour chaque saison un seul diagramme pour représenter ces deux tranches.

Les valeurs de bruit aux fréquences autres que 1 Mc/s sont obtenues à l'aide des figures 21 et 22 pour F_{am} ou des figures 23 et 24 pour E_{nm}; le degré de bruit pour 1 Mc/s est déterminé à partir d'un diagramme et les courbes sont utilisées ensuite pour l'extrapolation à la fréquence désirée. Au point de réception, les figures 21 et 23 sont utilisées pour le jour et les figures 22 ou 24 le sont pour la nuit. Quoique la variation du bruit avec la fréquence ne soit pas tout à fait la même d'un lieu à l'autre, ces courbes semblent représenter cette variation avec une précision suffisante, compte tenu de l'exactitude des renseignements dont on dispose à l'heure actuelle.

Les différences entre les courbes de jour et de nuit en fonction de la fréquence proviennent en tout premier lieu des modifications dans les conditions de propagation; on a tenu compte de ces dernières en utilisant des réseaux de courbes différentes, suivant la prépondérance dans une tranche donnée des heures de jour ou des heures de nuit. Les heures du lever (0400 à 0800) et du coucher (1600 à 2000) du soleil comportent des proportions variables d'heures de jour et de nuit suivant la latitude et la saison et cette particularité complique la présentation des données. On a décidé néanmoins que les renseignements existants ne justifient pas la subdivision des tranches correspondantes en heures de jour et en heures de nuit; on emploie par conséquent les courbes correspondant au jour, pour l'ensemble de la tranche. au printemps et en été, et les courbes relatives à la nuit pour l'automne et l'hiver. On trouvera dans la section 8 d'autres remarques sur l'utilisation des courbes pendant ces périodes et sur les difficultés spéciales qui se présentent à l'équateur.

On a déterminé une courbe de bruit galactique aux fréquences supérieures à 1 Mc/s (4). Cette courbe présente de petites variations en fonction du temps mais celles-ci sont inférieures à $\pm$ 2 db. Le bruit galactique ne présente d'importance qu'aux fréquences supérieures à la fréquence critique pour l'incidence verticale à un moment donné; cette dernière est généralement bien supérieure à 1 Mc/s, sauf dans les régions polaires.

En de nombreux endroits, les parasites industriels constituent le facteur limite des radiocommunications, au moins pendant une partie du temps. Quoique ce type de bruit dépende des conditions locales, on a ajouté une courbe des valeurs auxquelles on peut s'attendre en un point où la réception est exempte de perturbations. Les nombres représentés sont caractéristiques des limites inférieures en des endroits choisis de façon à obtenir le minimum de parasites industriels et l'on trouverait rarement des emplacements où ce bruit aurait des niveaux sensiblement inférieurs, à moins qu'ils ne soient distants de plusieurs kilomètres de lignes d'énergie et d'installations électriques. Des parasites industriels peuvent avoir comme origine un grand nombre de sources, telles que lignes d'énergie, équipement industriel, systèmes d'allumage, etc. et présenter des caractéristiques très variables. La propagation des parasites industriels a lieu principalement par conduction dans les lignes d'énergie ou par onde de sol et se trouve par suite relativement peu influencée par des variations diurnes ou saisonnières de l'ionosphère. Il existe néanmoins quelques indices d'origine expérimentale qui font croire que les parasites industriels peuvent également provenir de sources éloignées, par propagation

ionosphérique; par exemple, on a attribué un niveau de bruit d'origine industrielle, de quelques décibels, au-dessus de kTB à 2 Mc/s, à une grande ville située à une distance de 65 km (40 miles) lors de la réception de signaux radioélectriques à une station dont l'emplacement était, à ce moment-là, exempt à un degré exceptionnel de sources locales de parasites industriels et qu'il y avait très peu de bruits atmosphériques (11). Le seul point de vue envisagé dans le présent rapport est celui de la variation en fonction de la fréquence; le niveau décroît lorsque la fréquence augmente par suite, en partie, des caractéristiques du spectre rayonné et en partie de celles des facteurs affectant la propagation.

On remarquera que l'on a indiqué des niveaux de bruit pour 1 Mc/s se trouvant au-dessous des niveaux prévus de parasites industriels et du bruit galactique. Ces valeurs ne devraient être utilisées qu'avec beaucoup de prudence, car elles ne représentent que des évaluations assez grossières du bruit atmosphérique qui serait enregistré en l'absence d'autres bruits. Leur principale utilité est de servir de niveaux de référence pour les zones à faible niveau de bruit; on a évalué le degré du bruit pour 1 Mc/s à partir des données correspondant aux autres fréquences sur la courbe de bruit.

6. *Variations du niveau de bruit à l'intérieur d'une tranche.*

Pour une tranche donnée, les valeurs horaires varient d'une heure à l'autre et d'un jour à l'autre. L'amplitude de ces variations est indiquée à la figure 25, qui représente les rapports en db du quasi-maximum (à 90%) à la médiane D_u et ceux de la médiane au quasi-minimum (à 10%) D_l. Ces rapports sont fonction d'un grand nombre de paramètres mais on a constaté que le plus important de ces derniers était la fréquence. Les valeurs les plus élevées de D_u correspondent au lever et au coucher du soleil, par suite du passage des conditions de propagation de jour à celles de nuit (ou inversement), et également aux après-midi, par suite de l'éventualité d'orages locaux.

La figure 26 est un exemple de la répartition des valeurs horaires à l'intérieur d'une tranche. On pourra noter que la courbe, typique d'un grand nombre de courbes de ce genre, peut être représentée avec une approximation satisfaisante sur papier à échelle de probabilité normale par deux lignes droites; l'une de ces droites est tracée entre les points correspondant aux quasi-maxima (à 90%) et aux médianes et l'autre entre les médianes et les quasi-minima (à 10%). Ainsi, la connaissance de ces trois valeurs, que l'on peut déterminer en partant des prévisions, permet d'estimer d'assez près un pourcentage donné quelconque compris entre 1% et 99%.

On a constaté, aux lieux où des études du bruit d'origine industrielle avaient été poursuivies, que les variations de celui-ci sont analogues à celles des bruits atmosphériques.

7. *Structure fine du bruit atmosphérique.*

Les variations de l'enveloppe des bruits pour des périodes de l'ordre de quelques millisecondes sont fonction de la largeur de bande du récepteur. Le bruit est en partie impulsif et plus la bande est large, plus les crêtes sont hautes et étroites. Les observations qui suivent s'appliquent par conséquent aux largeurs de bande utilisées normalement dans les services radioélectriques — 300 c/s pour fixer les idées, à une fréquence de 10 kc/s, augmentant jusqu'à plusieurs kc/s aux fréquences de l'ordre de 300 kc/s et au-dessus.

Aux fréquences les plus basses le bruit est formé en majeure partie d'impulsions séparées par des périodes de niveau de bruit relativement bas. Les crêtes les plus marquées ont une forme qui est caractéristique de la bande passante du récepteur, mais les plus petites, qui sont les plus nombreuses, empiètent les unes sur les autres et forment un bruit plus continu. Les crêtes marquées, quoique peu nombreuses, contribuent dans une proportion appréciable à la puissance de bruit; cette dernière pourrait par conséquent être nettement réduite en limitant l'amplitude dans le récepteur. Une telle limitation d'amplitude aura fréquemment lieu dans les types de récepteurs utilisés dans l'exploitation courante.

La structure du bruit atmosphérique aux moyennes et hautes fréquences est plus complexe. Aux latitudes tempérées, le bruit à 10 Mc/s est formé de gerbes, ayant des durées de l'ordre de 10 à 100 millisecondes, et séparées par des intervalles relativement calmes. Au cours d'une gerbe, le bruit ressemble beaucoup à un bruit de fluctuation. Pendant les intervalles entre les gerbes, le bruit peut avoir une origine surtout galactique vers midi, mais à d'autres heures le niveau minimum du bruit atmosphérique est situé au-dessus du niveau du bruit d'origine galactique.

8. *Utilisation des données.*

Les données peuvent être utilisées sous la forme, soit de la moyenne quadratique de l'intensité de champ de bruit E_n, ou du facteur de bruit F_a. Dans l'Avis n° 161 du C.C.I.R. (12), on fournit pour les différents services les valeurs du rapport signal/bruit nécessaires dans des conditions stables, le bruit étant exprimé en valeurs quadratiques moyennes pour une largeur de bande de 6 kc/s. Les valeurs de bruit pour une largeur de bande de 1 kc/s indiquées dans le présent rapport devraient être augmentées de 8 db pour correspondre au bruit dans une bande de 6 kc/s.

Comme les rapports signal/bruit dans l'Avis n° 161 du C.C.I.R. sont indiqués pour des conditions stables, il faut ajouter, dans les cas pratiques, une marge contre les variations erratiques du bruit dans le temps. Des marges entre les fluctuations d'intensité sont indiquées dans l'Avis n° 164 du C.C.I.R. où l'on a admis que l'intensité quasi-maximum (à 90%) du bruit est de 10 db supérieure à sa valeur médiane. On voit, d'après la figure 25, que la marge devrait être une fonction de la fréquence et qu'elle devrait être supérieure à 10 db pour les ondes hectométriques, mais inférieure à 10 db pour les ondes décamétriques.

Passant maintenant aux variations de plus courte période, on a déjà mentionné précédemment des variations horaires de la valeur moyenne du bruit au cours de quelques minutes (section 2). Ces variations sont généralement de deux ou trois décibels seulement et sont faibles par comparaison avec les marges contre les évanouissements du signal (voir rapport du C.C.I.R. n° 27). On constate également que les fluctuations du bruit dont on calcule la moyenne pendant des périodes de l'ordre de 10 secondes, sont faibles comparées aux fluctuations du signal, dans le cas où celles-ci suivent la loi de distribution de Rayleigh.

Les difficultés de présentation des données pour les périodes du lever et du coucher du soleil (0400 à 0800 et 1600 à 2000 heures) ont déjà été signalées. Ce sont des périodes au cours desquelles il se produira des modifications importantes du niveau du bruit à certaines fréquences et l'on peut s'attendre à ce que la valeur médiane dépende d'une manière assez critique de la proportion des heures diurnes au point de réception, suivant que cette proportion se trouve être supérieure ou inférieure à 50%. Dans les cas pratiques, il sera généralement nécessaire de reconstituer la courbe diurne du niveau de bruit et si l'on tient compte dans cette opération des niveaux médians déduits des courbes aussi bien que des moments du lever et du coucher du soleil, les valeurs finales obtenues devraient être assez voisines de la vérité. A l'équateur, où il n'existe pas de saisons dans le sens où elles ont été définies dans ce document, il se présente un problème spécial. Afin d'obtenir une interprétation uniforme, l'on propose d'employer pour les lieux se trouvant à l'équateur, la moyenne de deux valeurs obtenues respectivement en partant des courbes diurnes et nocturnes. Lors de revisions futures, il sera peut-être possible de traiter ce problème d'une manière plus élégante, mais, à l'heure actuelle, les données nécessaires font défaut.

Si une analyse plus poussée de l'installation de réception est jugée nécessaire, par exemple pour déterminer si la réception se trouve limitée par le bruit externe ou par les sources de bruit intérieures à l'installation de réception, on pourra employer la méthode décrite dans les références 4 et 13, en procédant de la manière suivante:

la figure 27 est un schéma de principe sur lequel on a indiqué les divers éléments contribuant au niveau global du bruit. Le groupe A représente une antenne sans pertes captant le bruit externe et dont le facteur de bruit effectif est F_a. Les pertes dans l'antenne et dans le circuit associé sont représentées dans le groupe C, pour lequel le facteur de bruit est F_c. De même, les pertes dans le circuit de transmission s'expriment par un facteur de bruit F_t. Le facteur de bruit du récepteur sera désigné par F_r. Si l'on emploie la méthode de Friis (14) pour déterminer la combinaison des facteurs de bruit (exprimés sous forme de rapports de puissance) de plusieurs réseaux en série, le facteur de bruit effectif (exprimé également sous la forme d'un rapport de puissance) à l'entrée de l'antenne, sera donné par

$$F = F_a - 1 + F_c F_t F_r$$

La puissance minimum du signal, fournie par l'antenne et nécessaire pour obtenir une réception satisfaisante est:

$$P = F + R - 204 + 10 \log_{10} B;$$

où : P = puissance disponible du signal, en db au-dessus de 1 watt,
F = facteur de bruit global en db,
R = rapport signal/bruit nécessaire en db,
B = largeur de bande en c/s.

Par exemple, en utilisant les valeurs de R indiquées dans l'Avis n° 99, où B est pris égal à 6 kc/s, on obtient

$$P = F + R - 166$$

Lorsqu'on évalue un système de la manière décrite ci-dessus, la valeur de F_a utilisée peut, suivant le degré de protection nécessaire, être la valeur médiane ou quasi-maximum (à 90%) ou une valeur correspondant à un autre pourcentage.

BIBLIOGRAPHIE

1. I.R.P.L., « Radio Propagation Handbook », *U.S. Department of Commerce*, National Bureau of Standards, novembre 1943.
2. « Minimum Required Field Intensities for Intelligible Reception of Radio Telephony in Presence of Atmospherics or Receiving Set Noise », *Radio Propagation Unit Technical*, Report N° **5** (First Edition), Holabird Signal Depot, Baltimore, Maryland, décembre 1945.
3. « Ionospheric Radio Propagation », *U.S. Department of Commerce*, National Bureau of Standards, Circulaire **462**, 1948 (Government Printing Office, Washington, D.C.).
4. W. A. Crichlow, D. F. Smith, R. N. Morton, W. R. Corliss, « World-Wide Radio Noise Levels Expected in the Frequency Band from 10 Kilocycles to 100 Megacycles », *U.S. Department of Commerce*, Circulaire **557**, août 1955 (Government Printing Office, Washington, D.C.).
5. F. Horner, « Measurements of Atmospheric Noise at High Frequencies During the Years 1945 to 1951 », *Radio Research Board*, Special Report n° **26**, HM Stationary Office, London, 1953, Code n° 47-29-26.
6. D. Hogg, « The Measurement of Atmospheric Radio Noise in South Africa in the Low Frequency Band », *The Transactions of the South African Institute of Electrical Engineers*, juillet 1950, **41**, 200-225.
7. D. E. Yabsley, « Atmospheric Noise Levels at Radio Frequencies near Darwin, Australia », *Aust. Journal. Sci. Research*, Series A, 1950, **3**, 409-416.
8. A. W. Sullivan, H. M. Van Valkenburg and J. M. Barney, « Low Frequency Atmospheric Radio Noise in Florida », *Trans. Am. Geophysical Union*, Vol. 33, n° **3**, octobre 1952.
9. N. C. Gerson, « Noise Levels in the American Subartic », *Proc. IRE*, 1950, **38**, 905-916.
10. « World Distribution of Thunderstorm Days », *World Meteorological Organization Reports*, WMO/OMM — No. **21**. TP. 6, Part I, 1953 and WMO/OMM No. **21**. TP. 21, Part 2, 1956 (Secrétariat de l'Organisation Météorologique Mondiale, Genève).
11. J. L. Pawsey, L. L. McCready and F. F. Gardner, « Ionospheric Thermal Radiation at Radio Frequencies », *Journ. Atmos. and Terr. Physics*, 1951, **1**, 216-277.
12. Avis n° 161 du C.C.I.R. Voir p. 159 du Volume I des documents de la VIIIe Assemblée plénière.
13. Kenneth A. Norton, « Transmission Loss in Radio Propagation », *Proc. IRE*, Vol. 41, **5**, 146-152, janvier 1953.
14. H. T. Friis, « Noise Figure of Radio Receivers », *Proc. IRE*, Vol. 32, **8**, 419-422, juillet 1944.

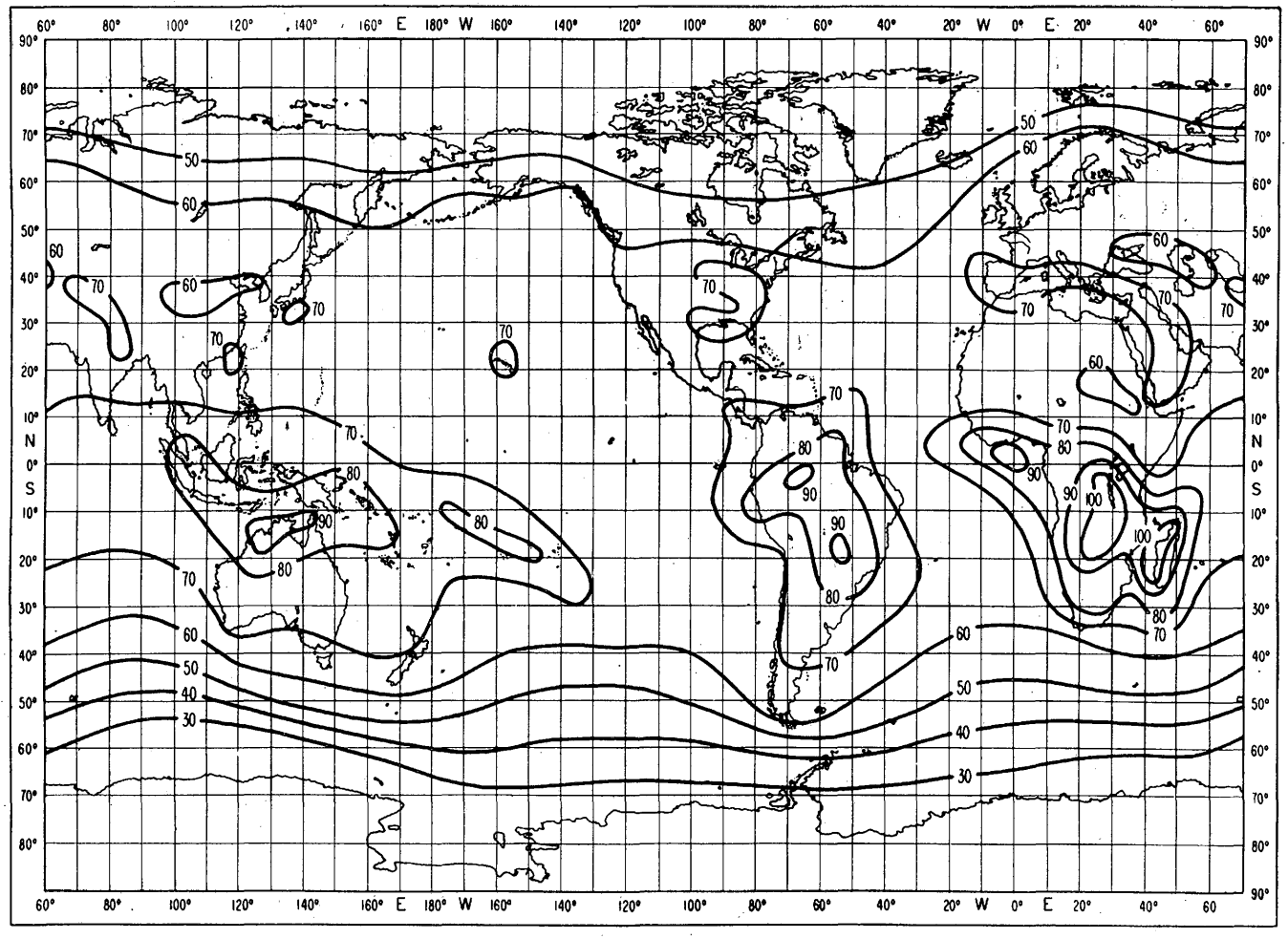


FIGURE 1

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de $kT\bar{B}$) à 1 Mc/s, de 0000 à 0400 heures et de 2000 à 2400 heures, pour les mois de décembre, janvier et février

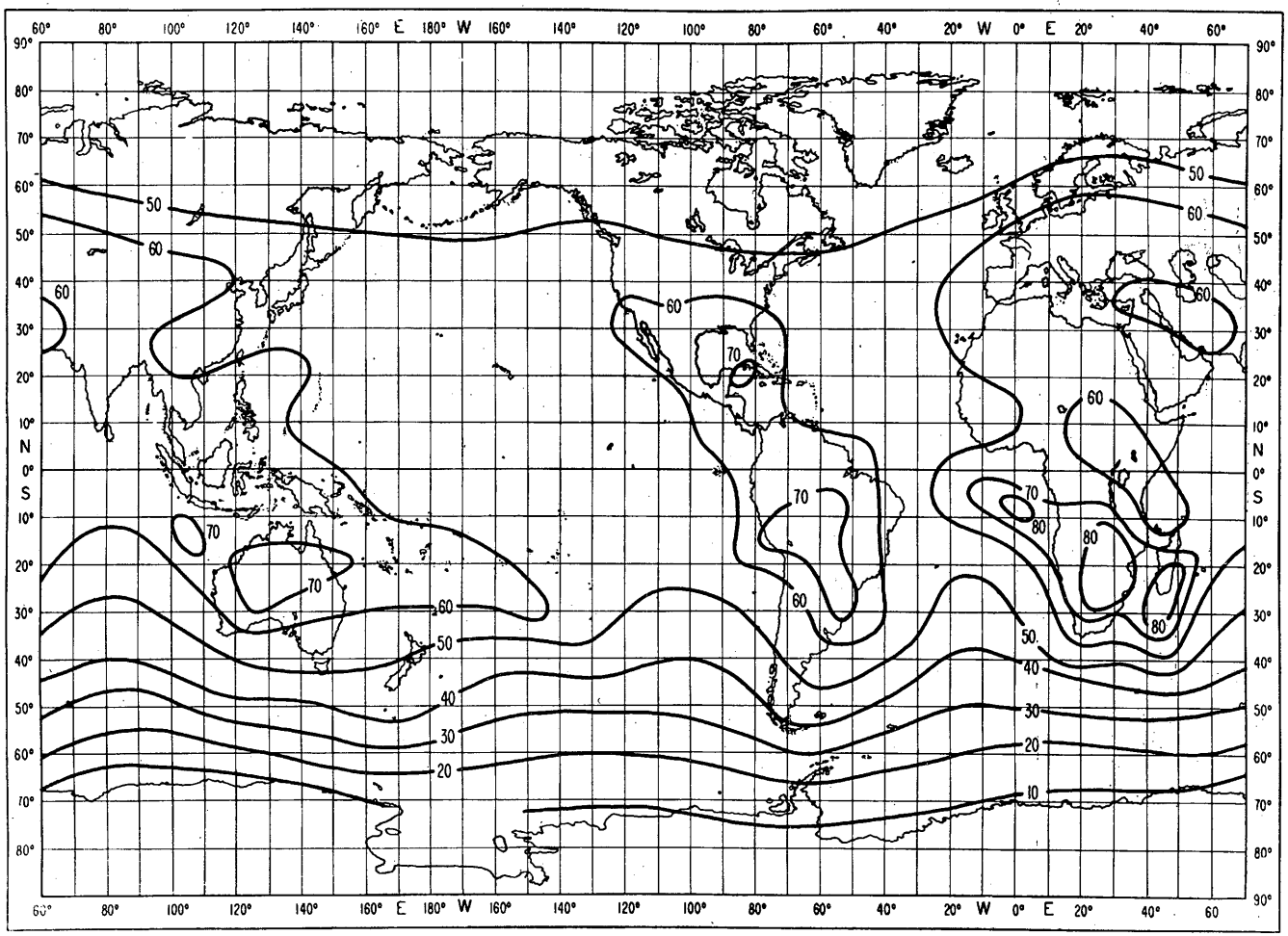


FIGURE 2

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0400 à 0800 heures, pour les mois de décembre, janvier et février.

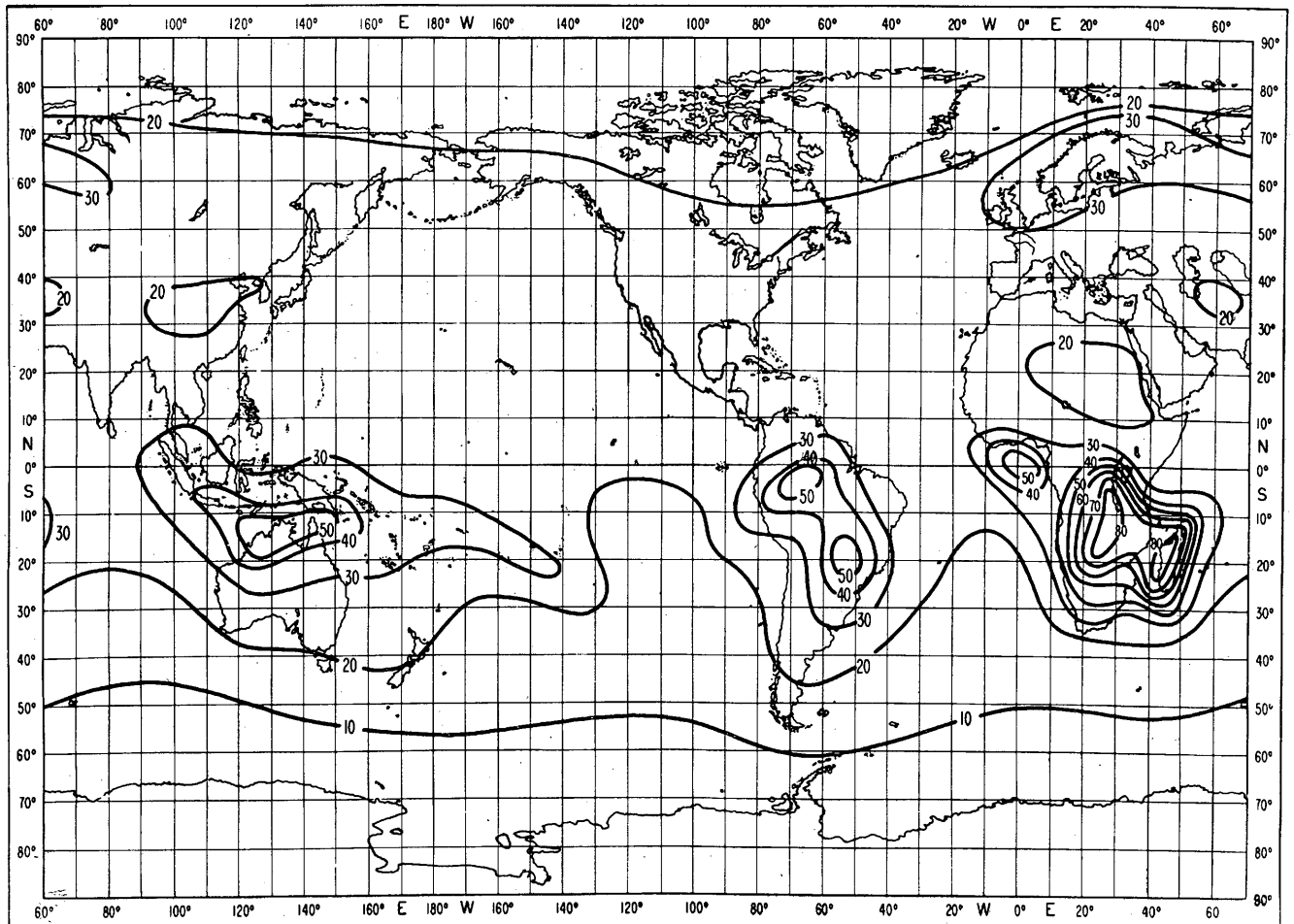


FIGURE 3

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0800 à 1200 heures, pour les mois de décembre, janvier et février.

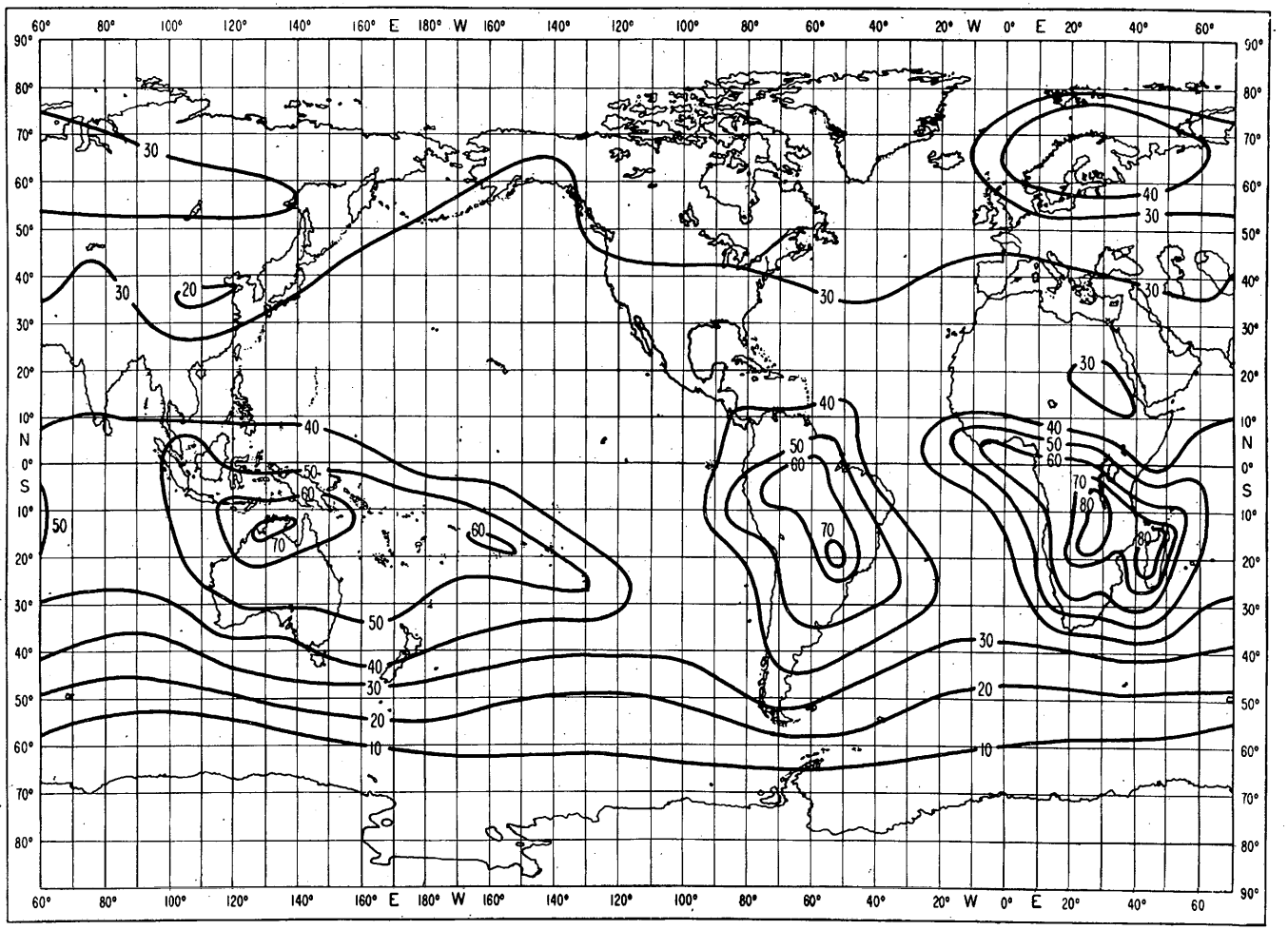


FIGURE 4

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1200 à 1600 heures, pour les mois de décembre, janvier et février.

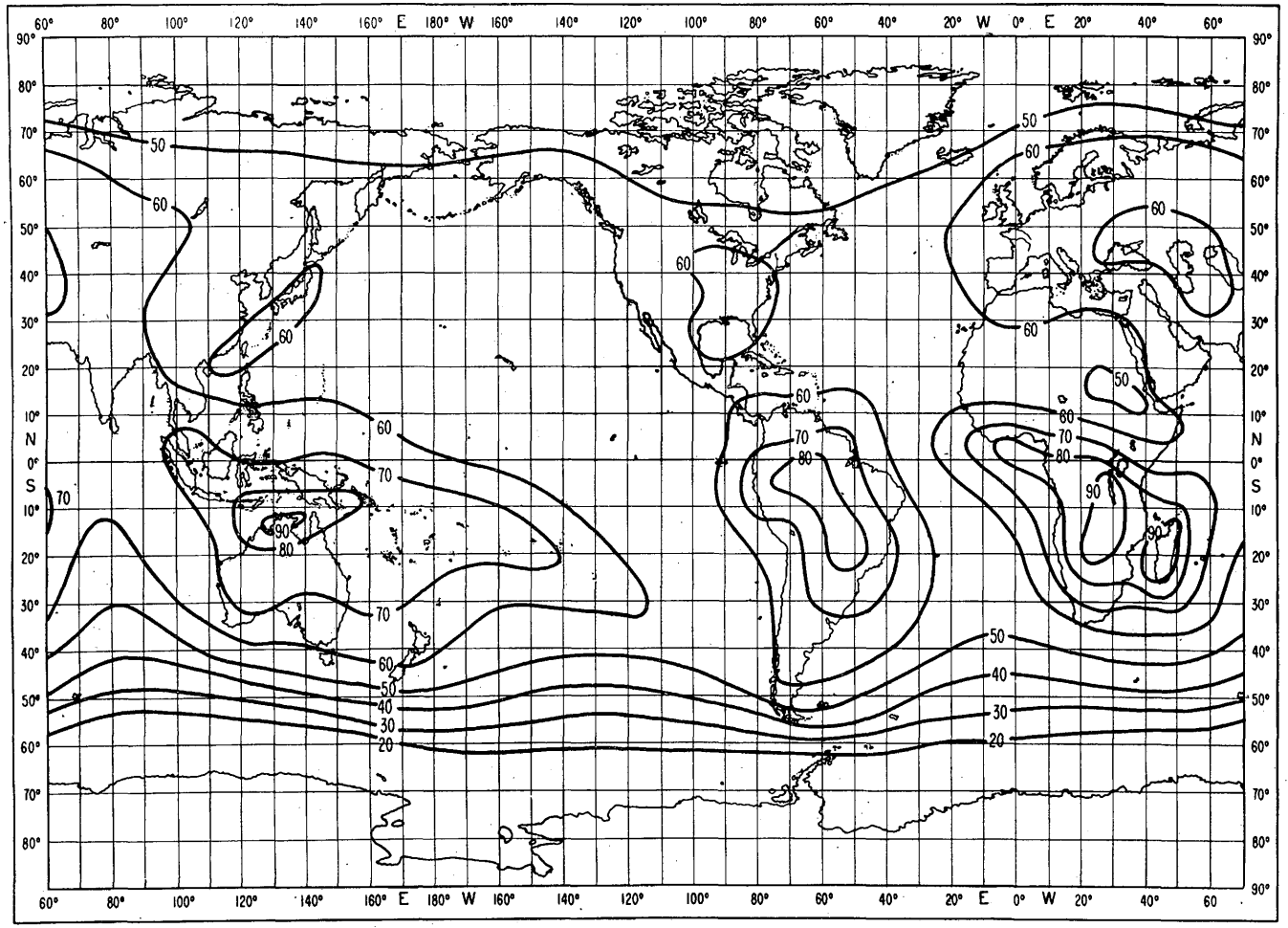


FIGURE 5

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1600 à 2000 heures, pour les mois de décembre, janvier et février.

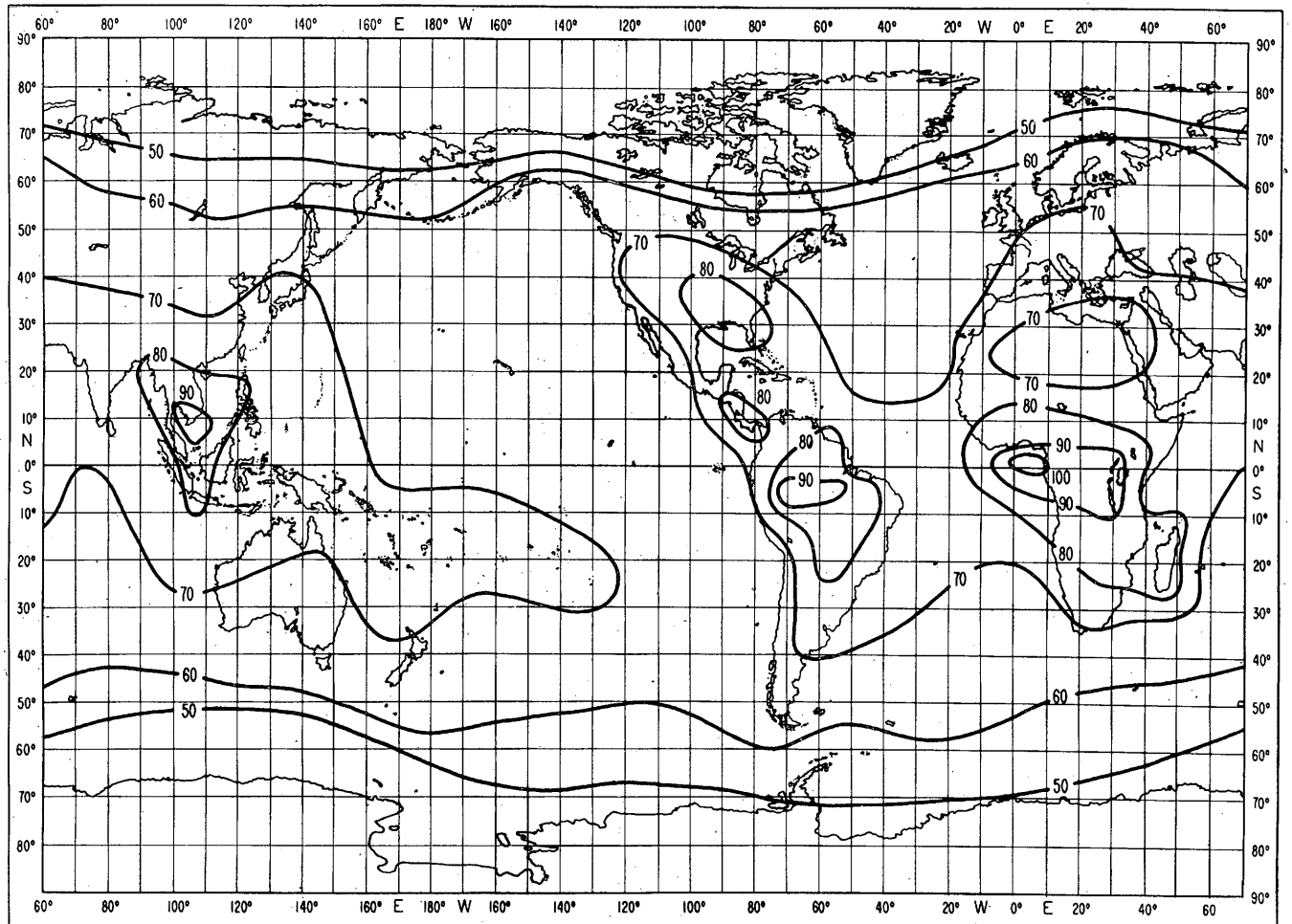


FIGURE 6

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0000 à 0400 heures et de 2000 à 2400 heures, pour les mois de mars, avril et mai.

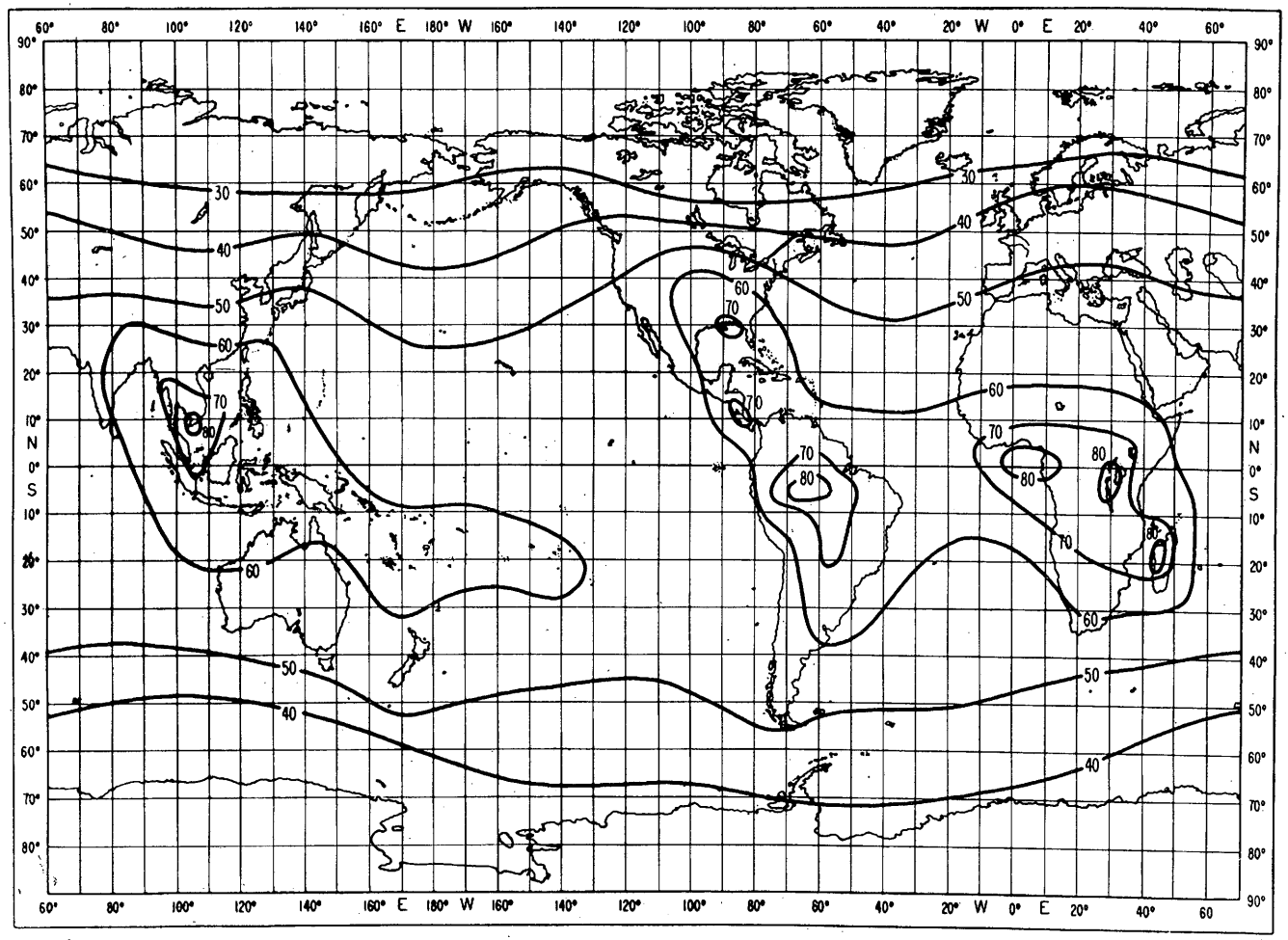


FIGURE 7

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0400 à 0800 heures, pour les mois de mars, avril et mai.

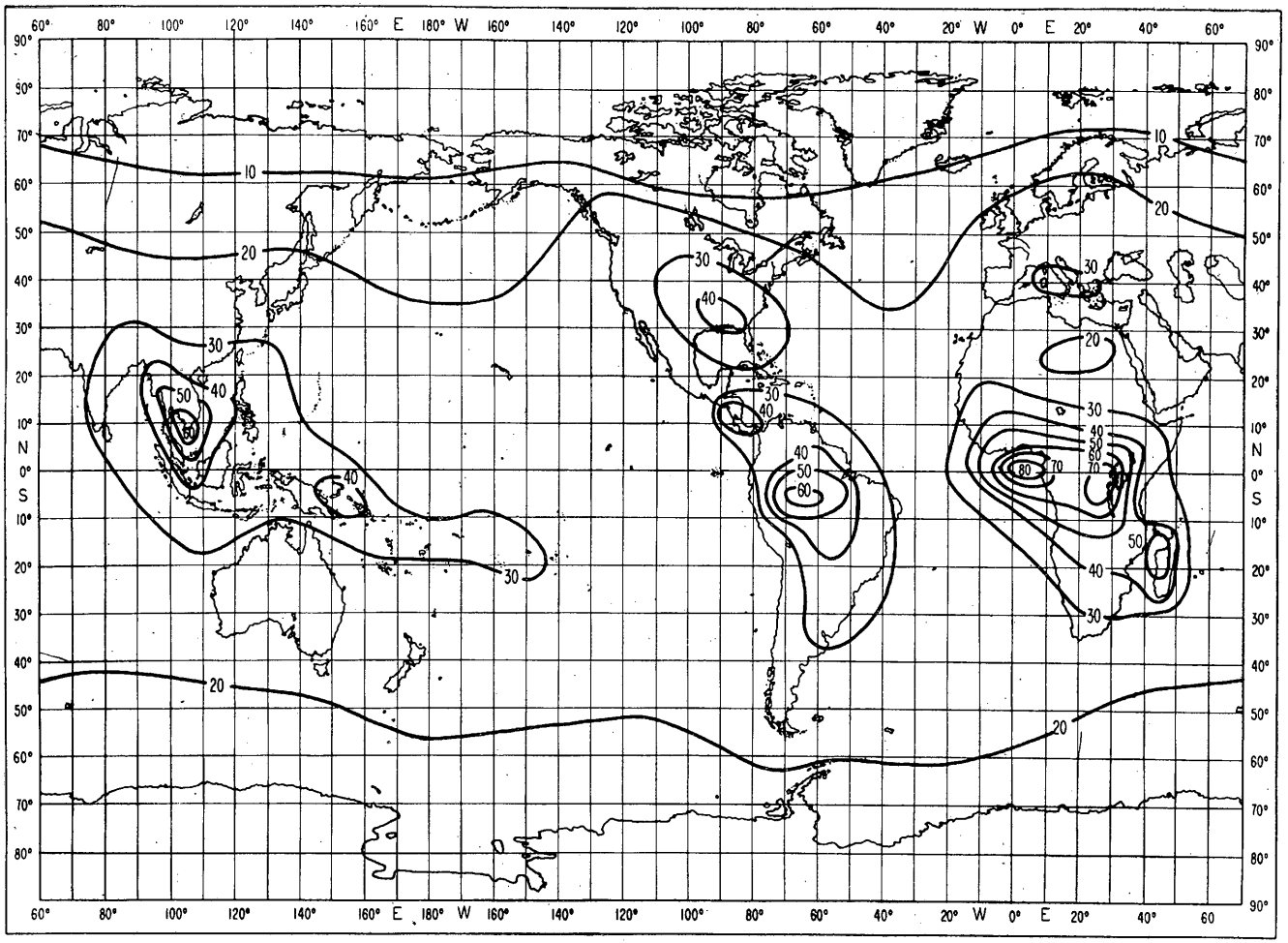


FIGURE 8

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0800 à 1200 heures, pour les mois de mars, avril et mai.

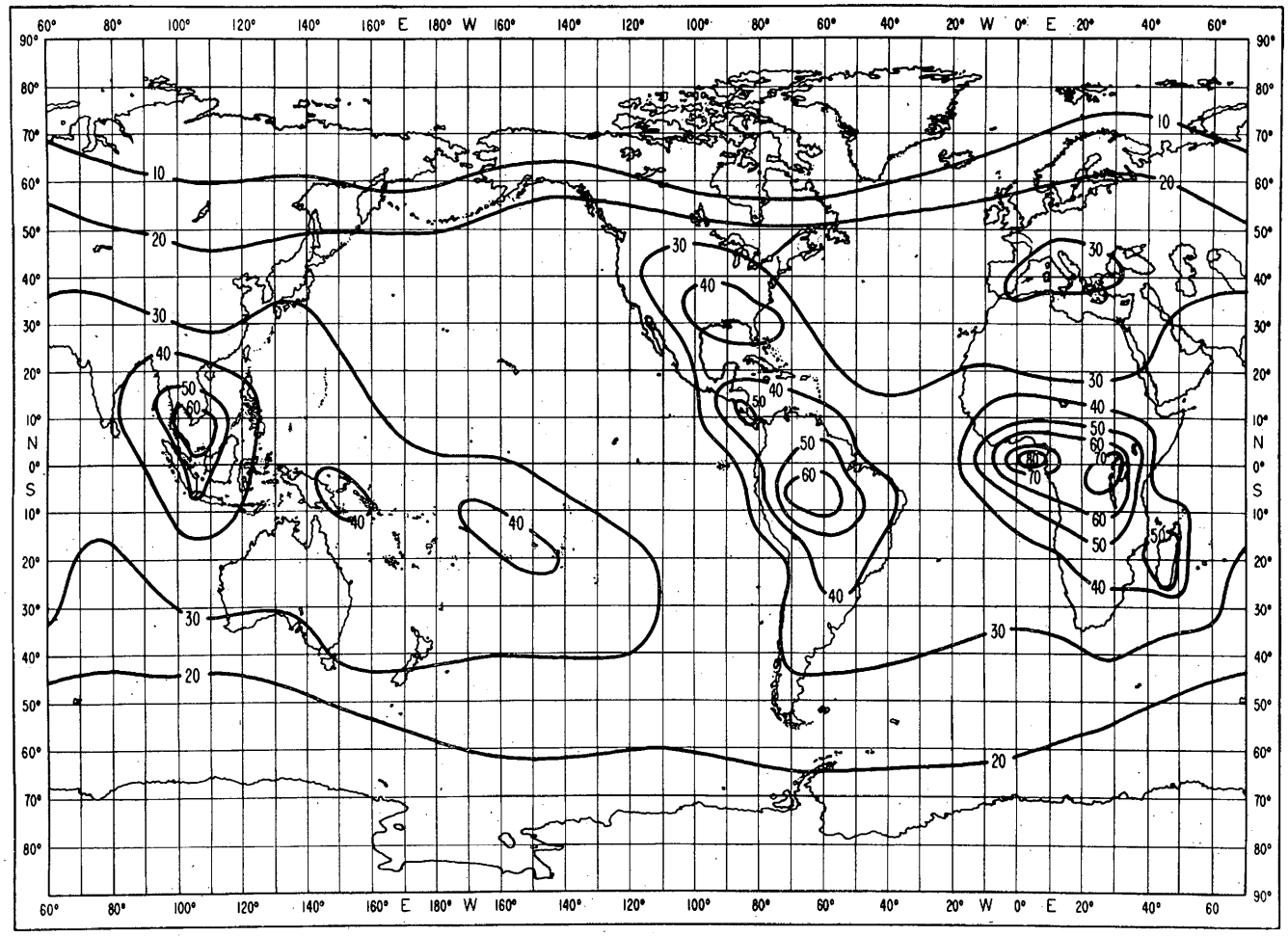


FIGURE 9

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1200 à 1600 heures, pour les mois de mars, avril et mai.

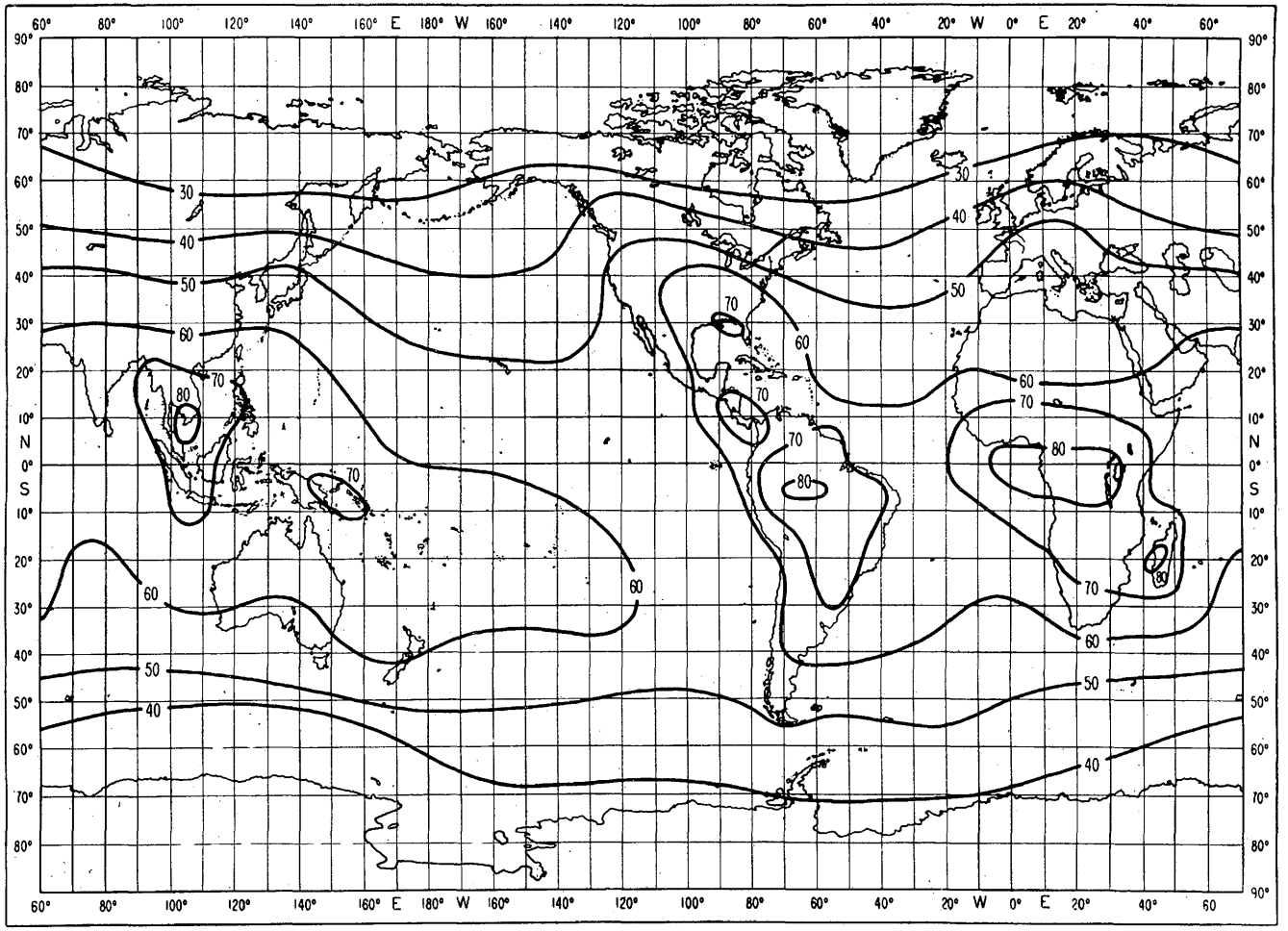


FIGURE 10

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1600 à 2000 heures, pour les mois de mars, avril et mai.

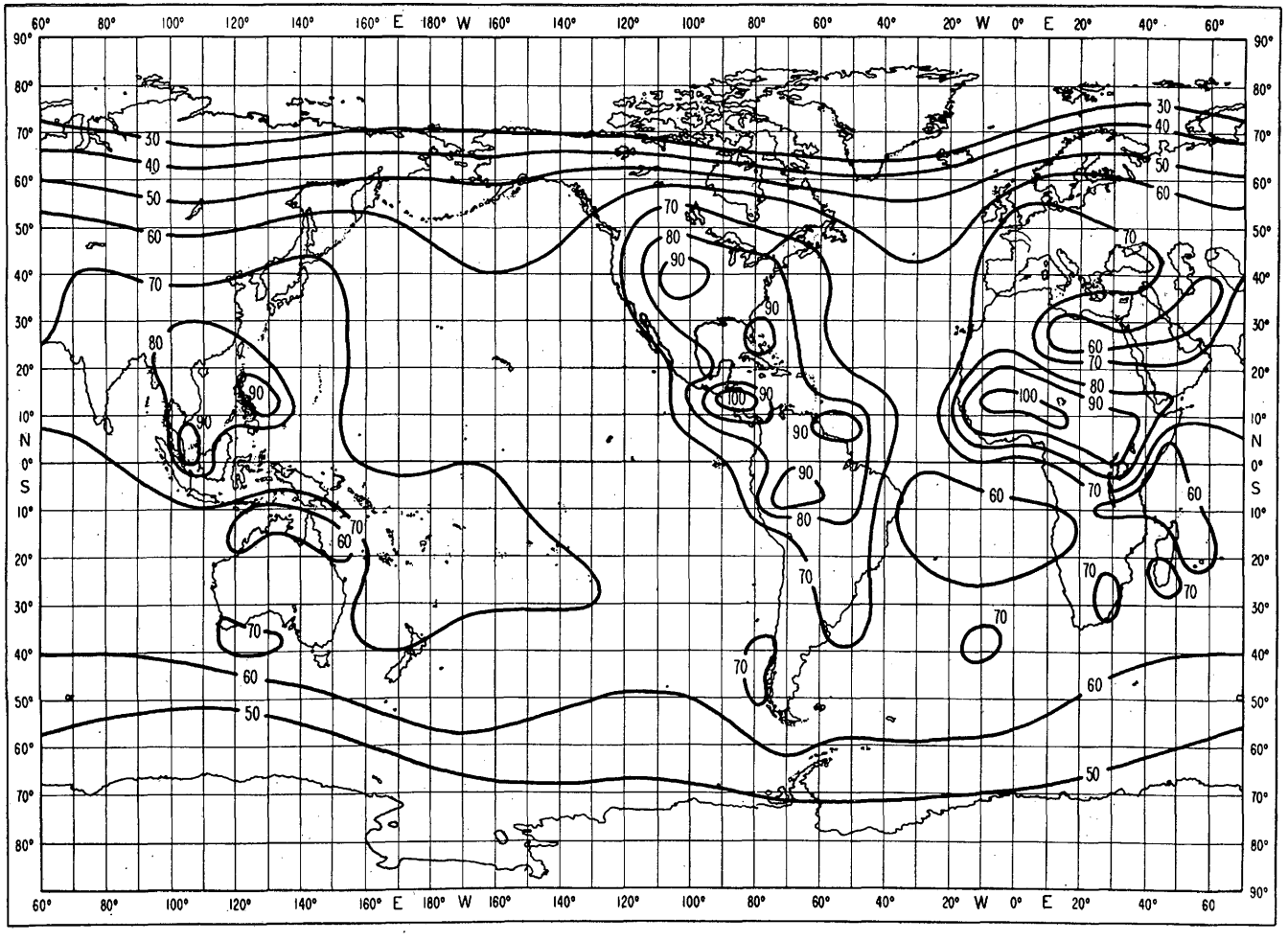


FIGURE 11

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0000 à 0400 heures et de 2000 à 2400 heures, pour les mois de juin, juillet et août.

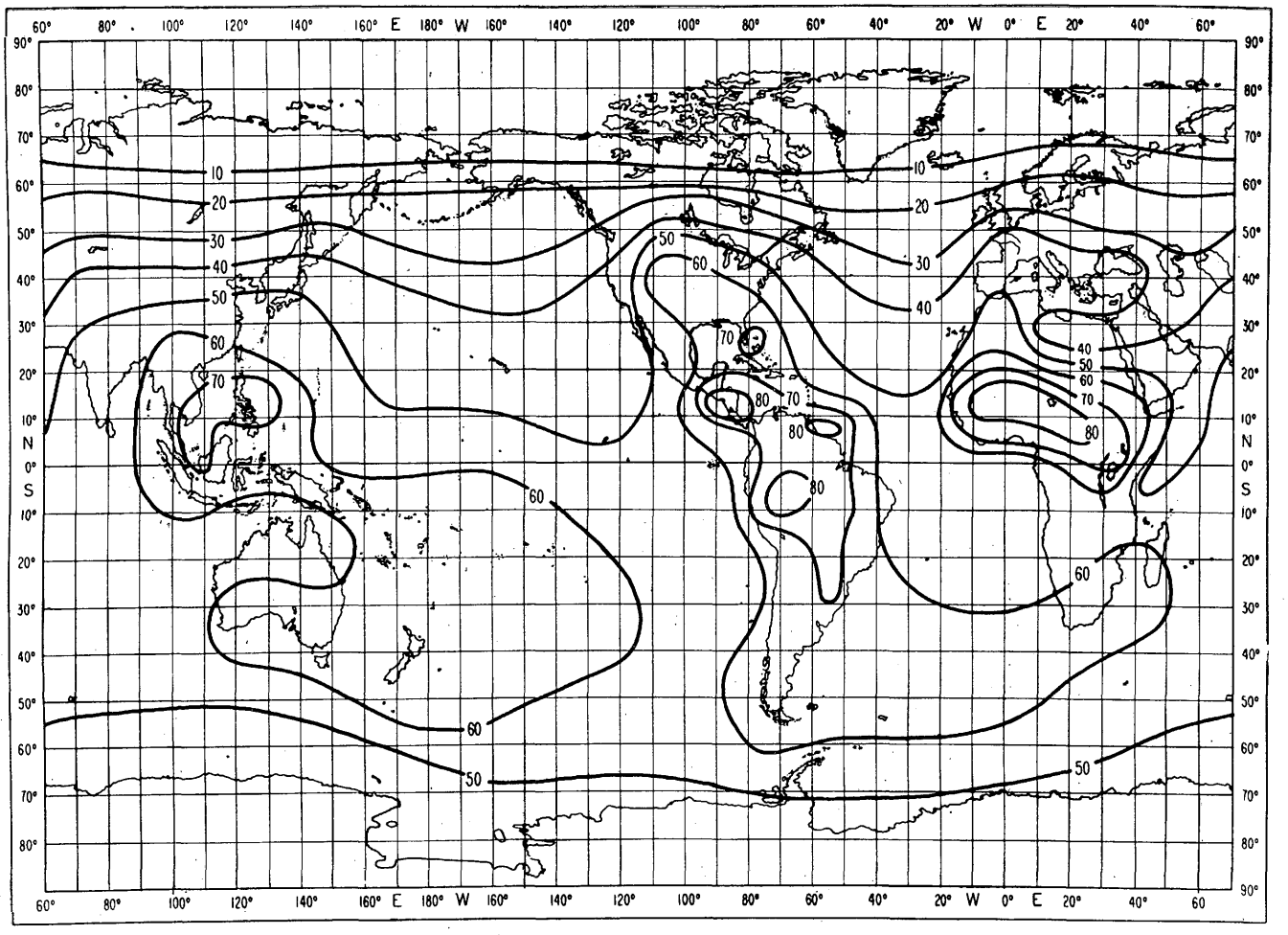


FIGURE 12

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0400 à 0800 heures, pour les mois de juin, juillet et août.

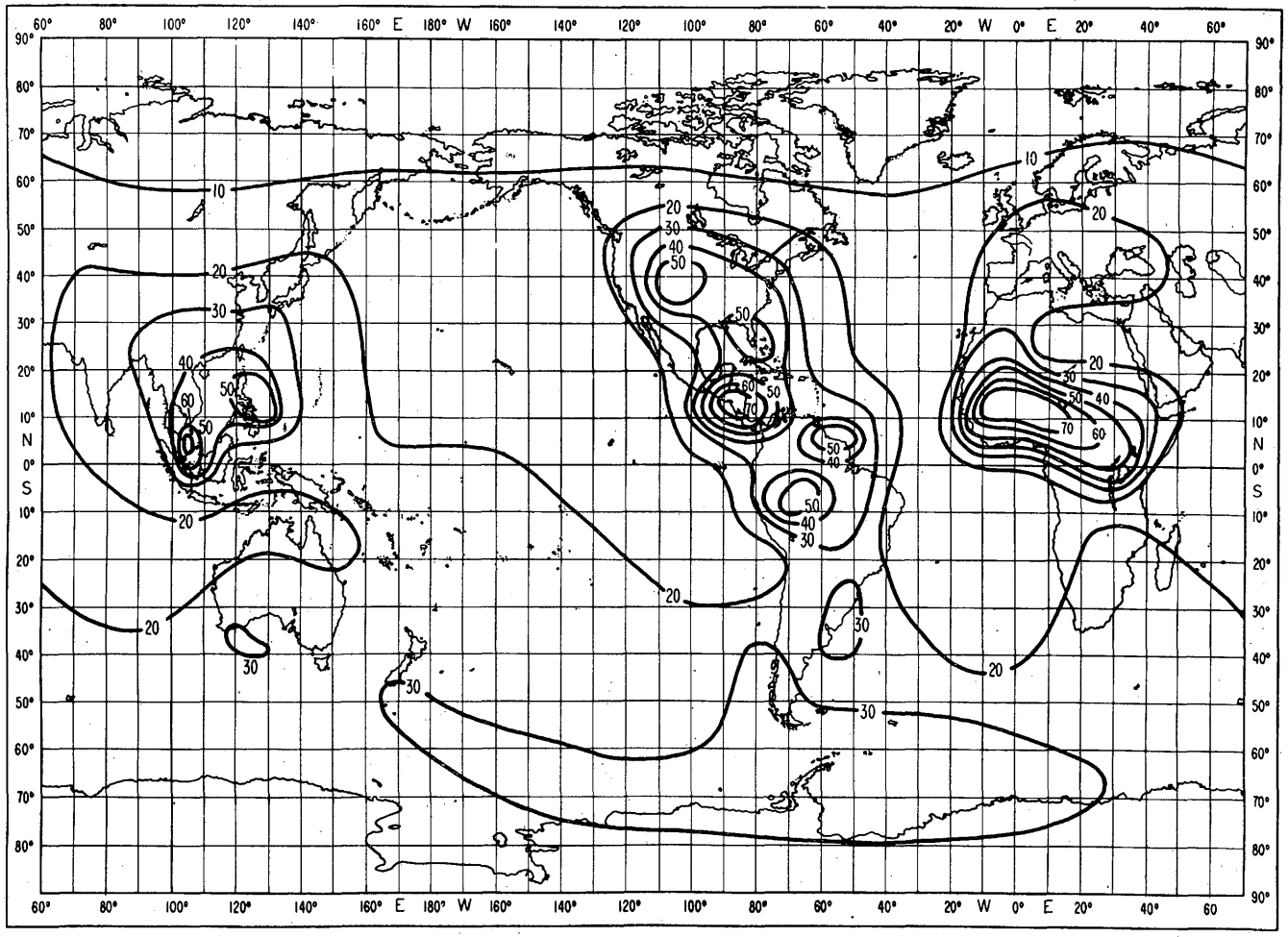


FIGURE 13

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0800 à 1200 heures, pour les mois de juin, juillet et août.

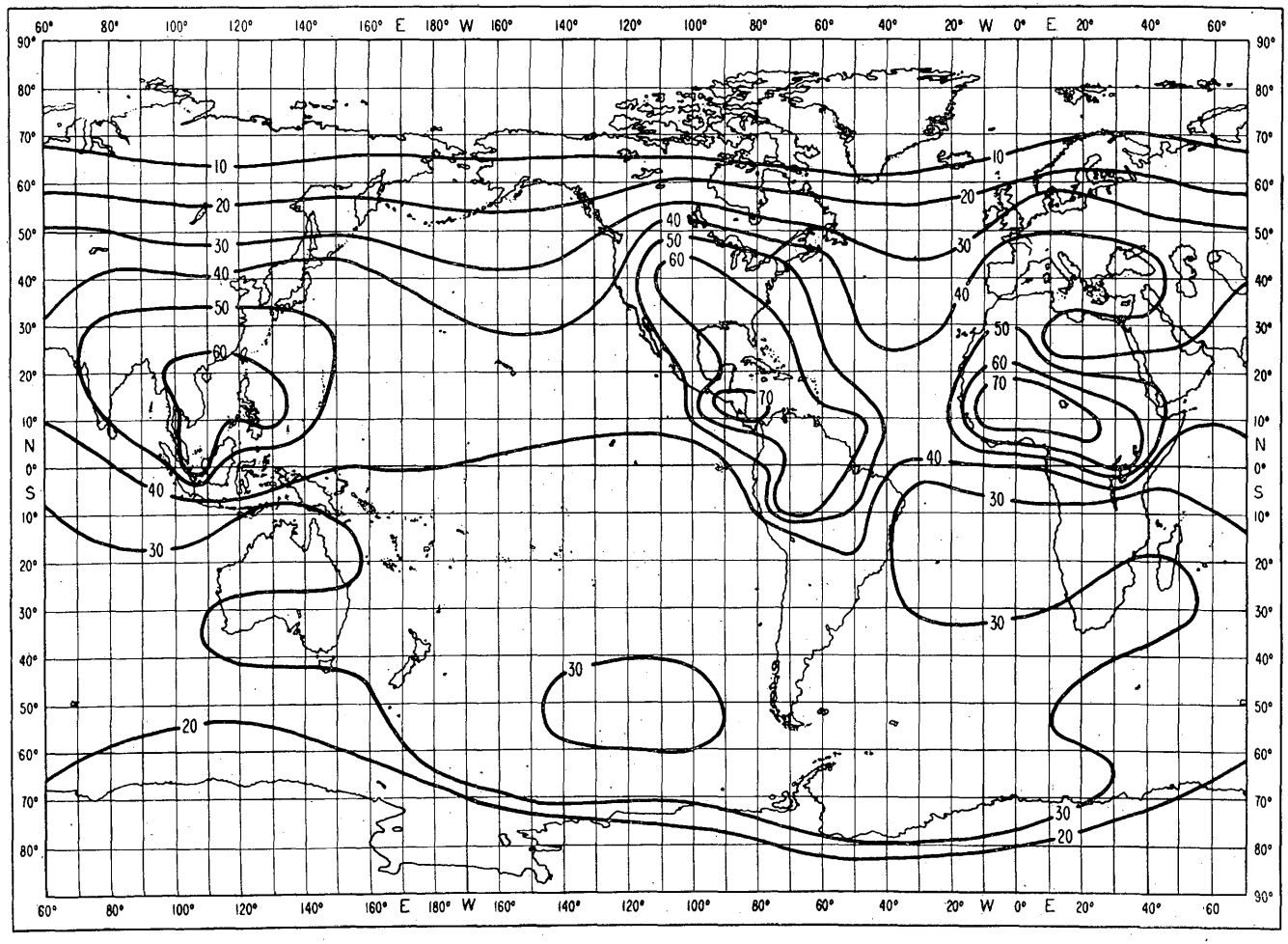


FIGURE 14

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1200 à 1600 heures, pour les mois de juin, juillet et août.

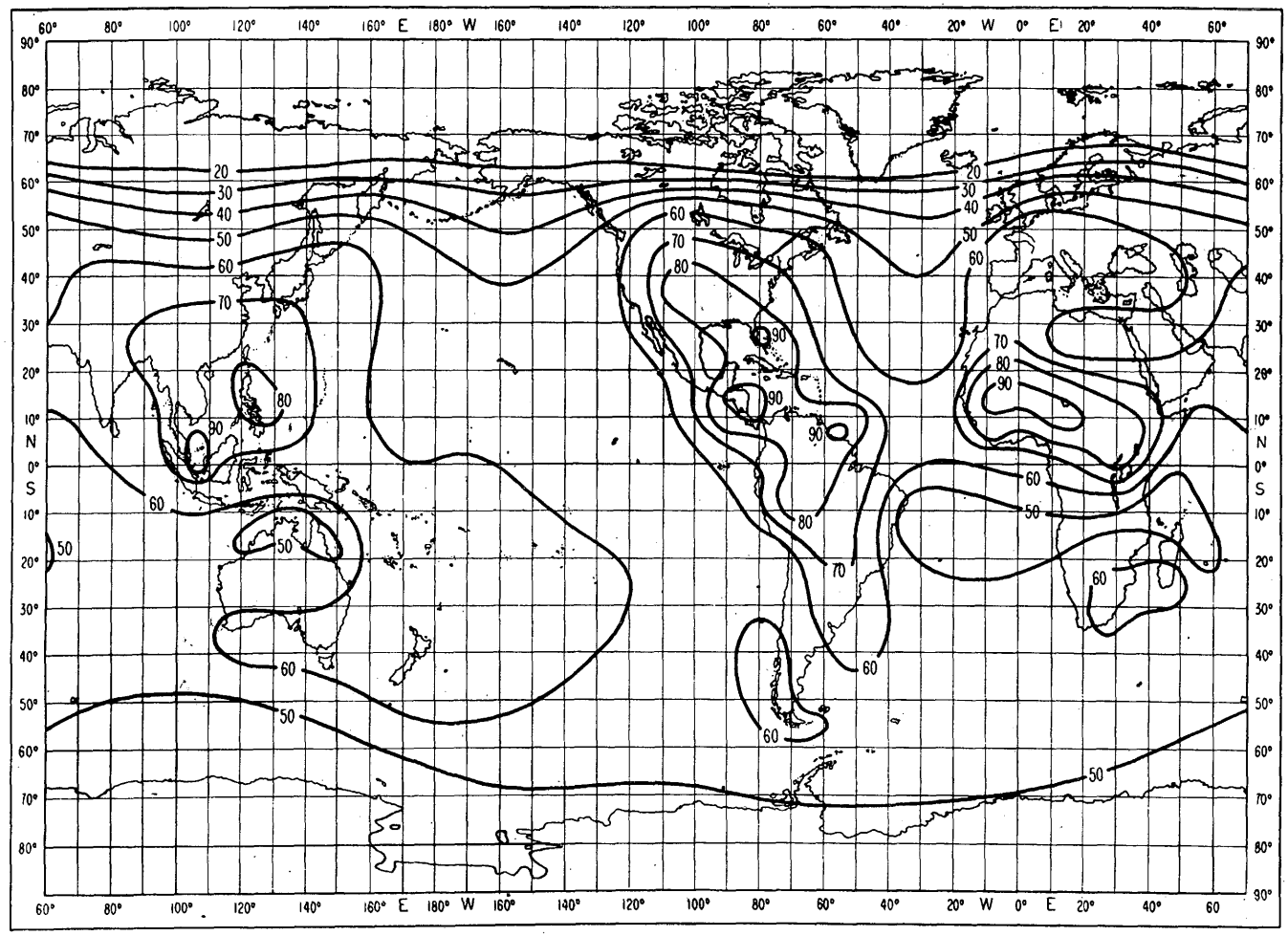


FIGURE 15

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1600 à 2000 heures, pour les mois de juin, juillet et août.

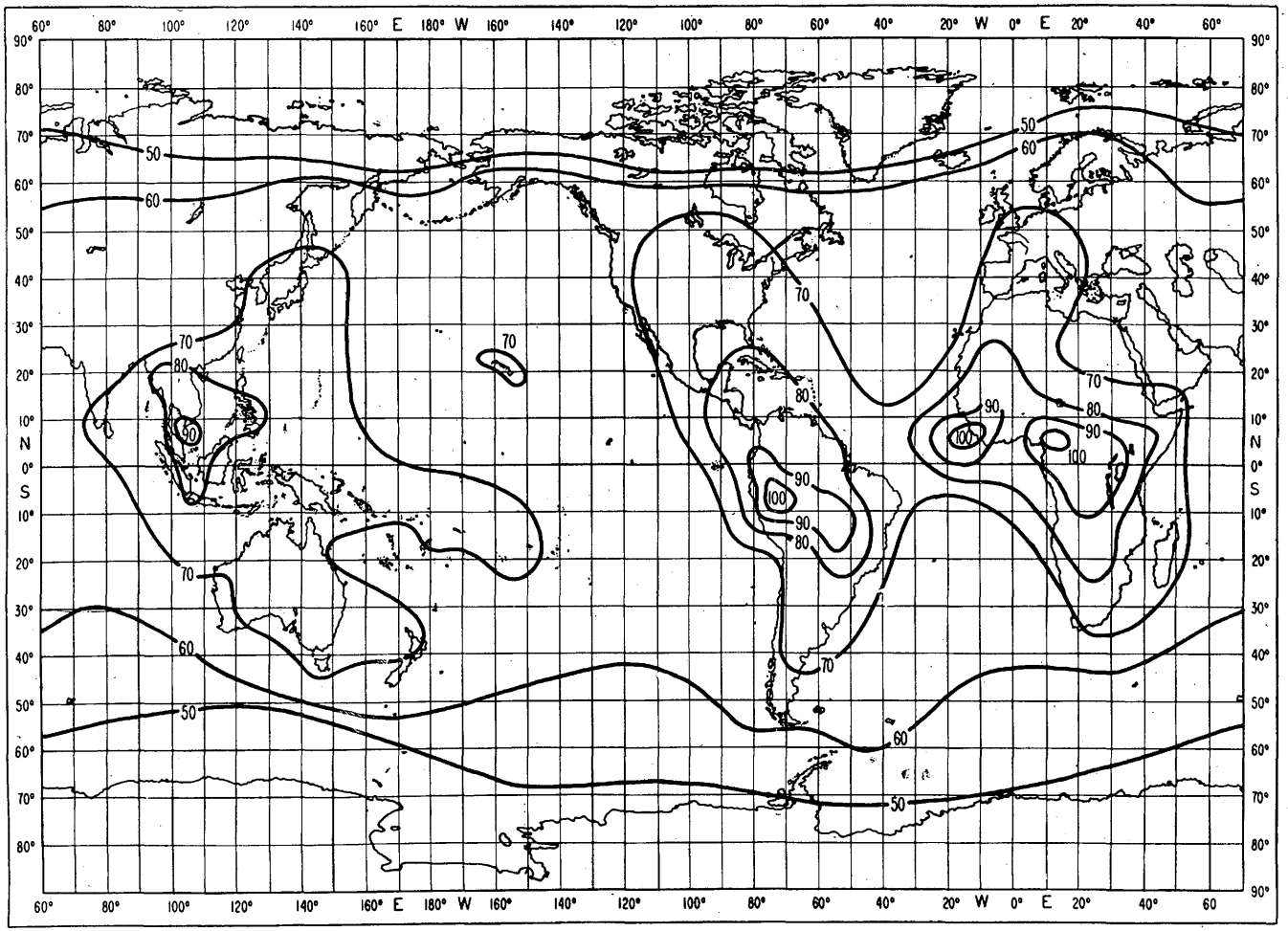


FIGURE 16

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0000 à 0400 heures et de 2000 à 2400 heures, pour les mois de septembre, octobre et novembre

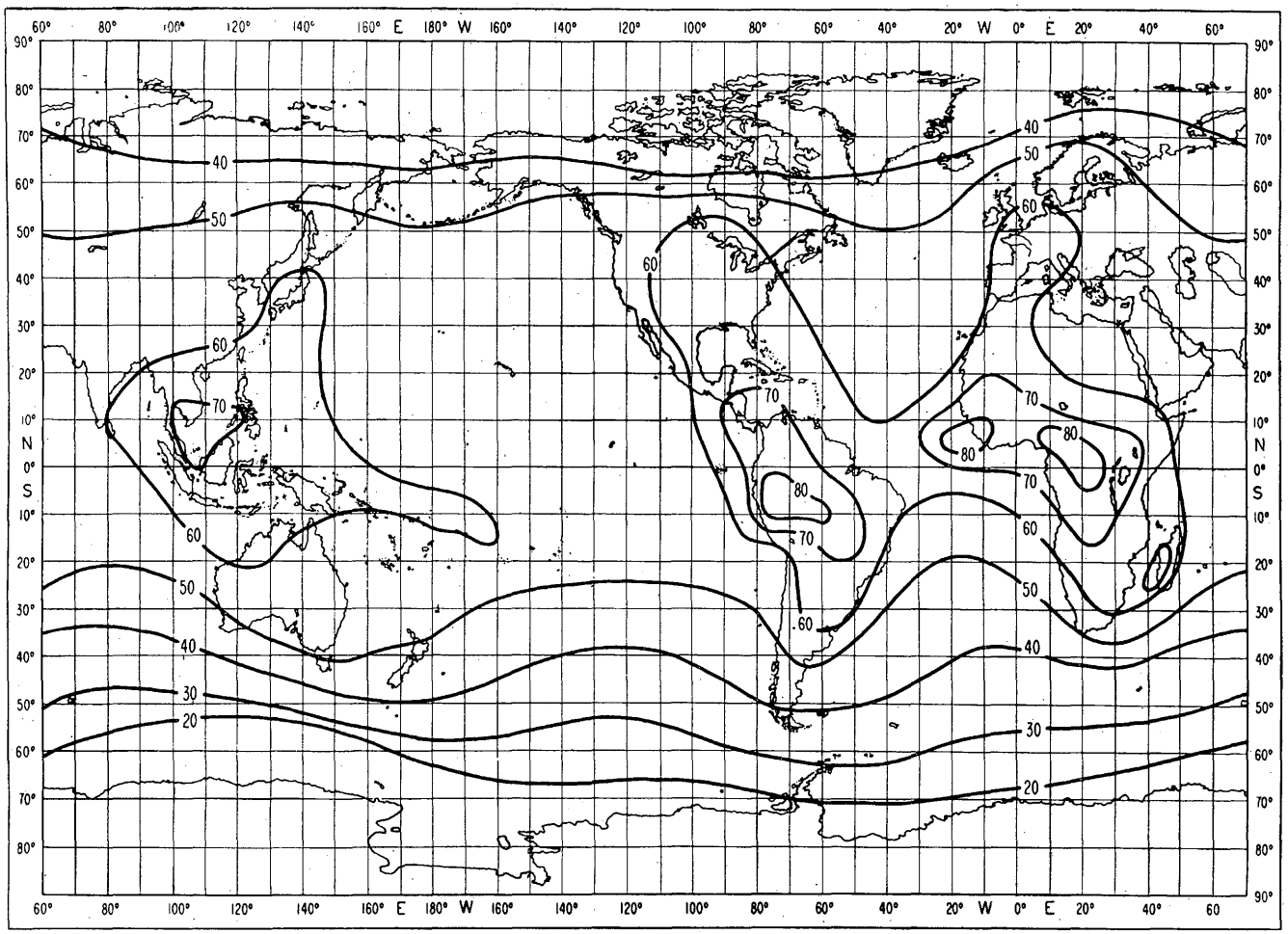


FIGURE 17

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0400 à 0800 heures, pour les mois de septembre, octobre et novembre.

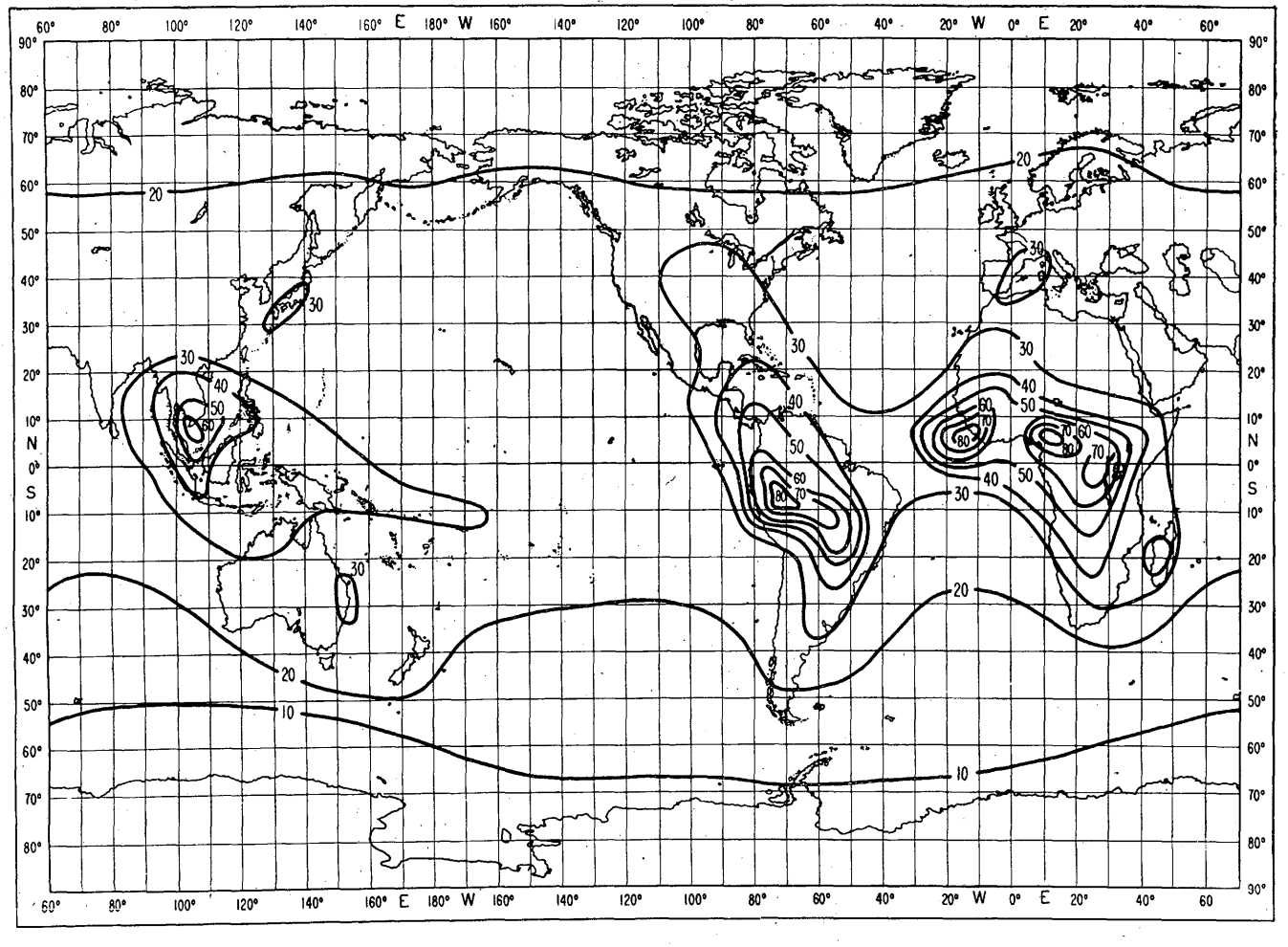


FIGURE 18

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 0800 à 1200 heures, pour les mois de septembre, octobre et novembre.

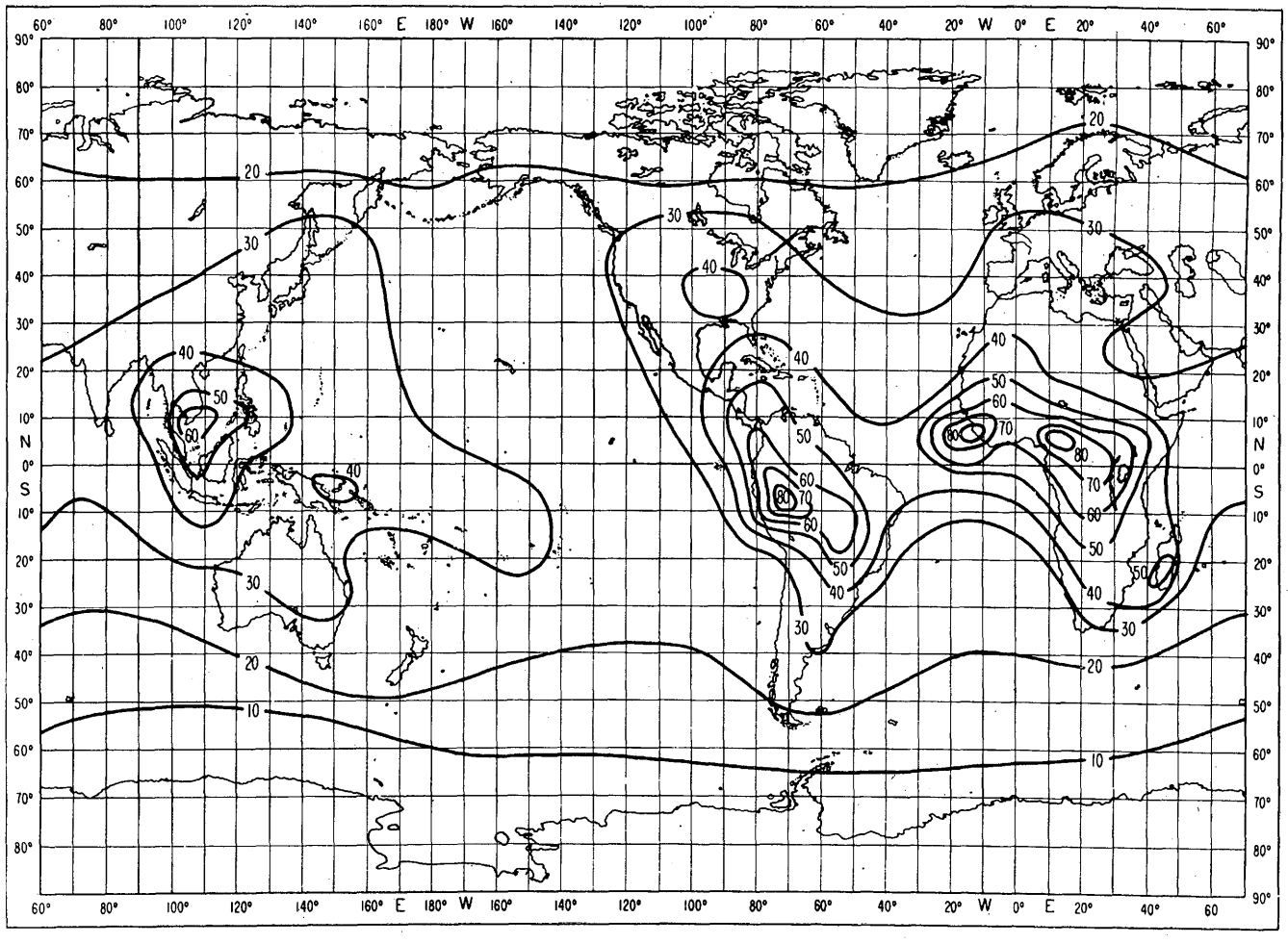


FIGURE 19

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1200 à 1600 heures, pour les mois de septembre, octobre et novembre.

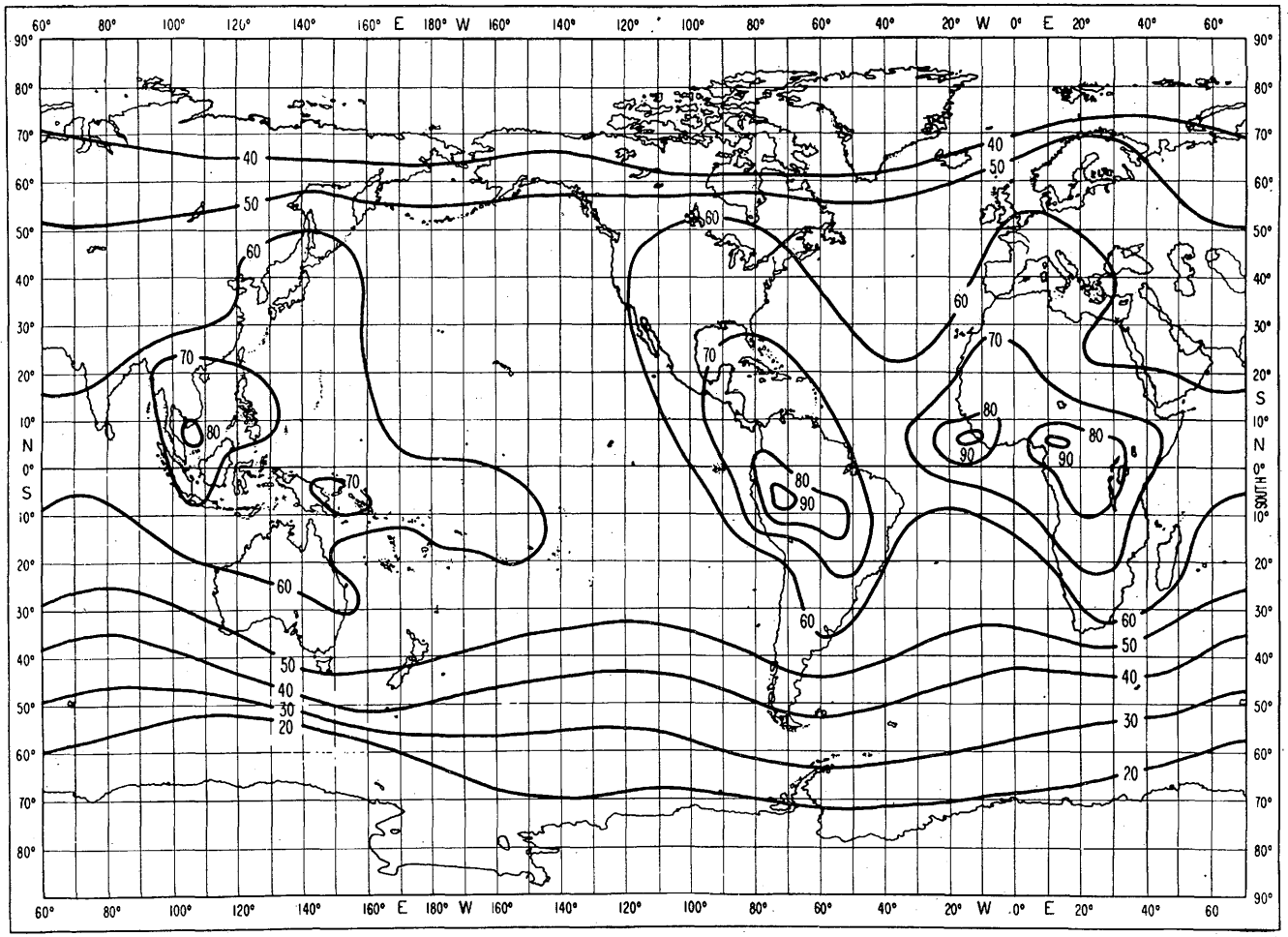
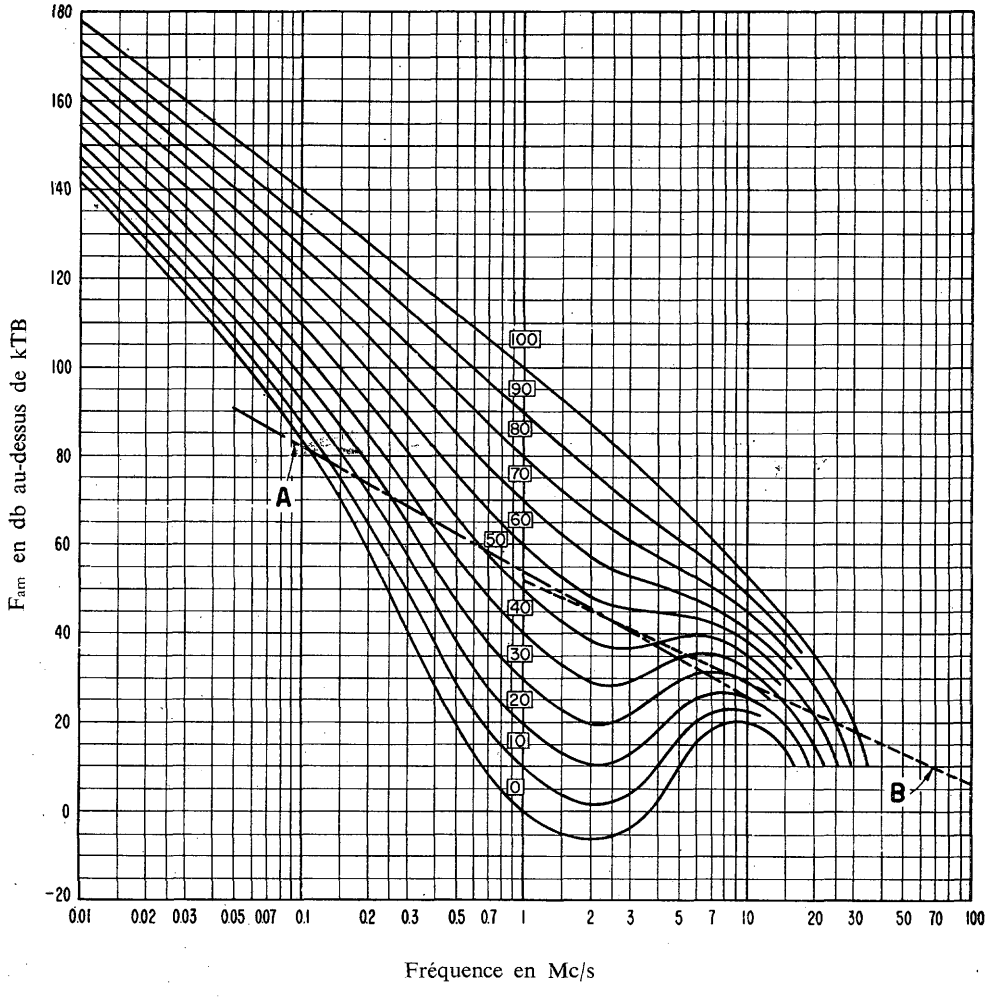


FIGURE 20

Valeurs estimées du bruit radioélectrique F_a (en db au-dessus de kTB) à 1 Mc/s, de 1600 à 2000 heures, pour les mois de septembre, octobre et novembre.

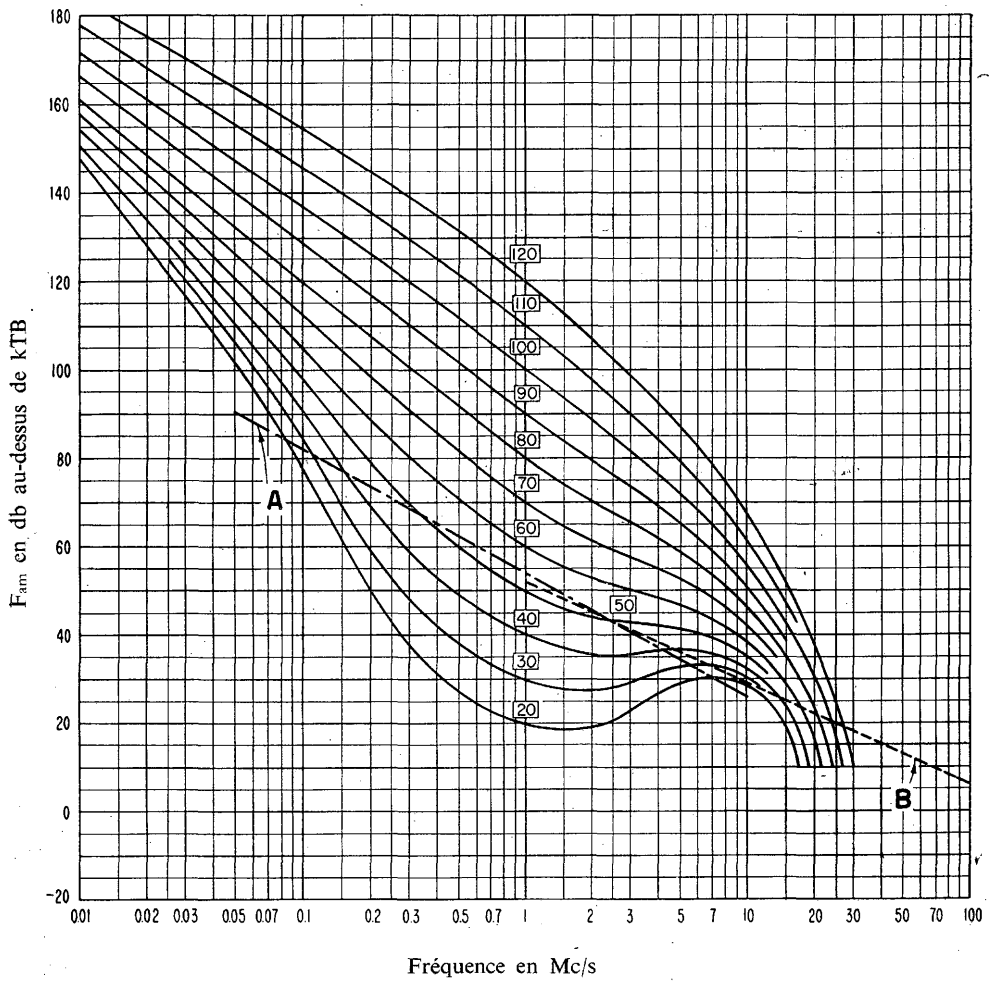


A — Valeurs estimées des parasites industriels en un lieu de réception tranquille.
B — Valeurs estimées du bruit radioélectrique d'origine galactique.
Les chiffres donnés dans les rectangles désignent le degré de bruit pour 1 Mc/s.

FIGURE 21

Valeurs médianes du bruit radioélectrique estimées, dans le cas d'une antenne verticale courte, pour les tranches allant :

de 0800 à 1200 heures et de 1200 à 1600 heures en toutes saisons,
de 0400 à 0800 heures et de 1600 à 2000 heures au printemps et en été.

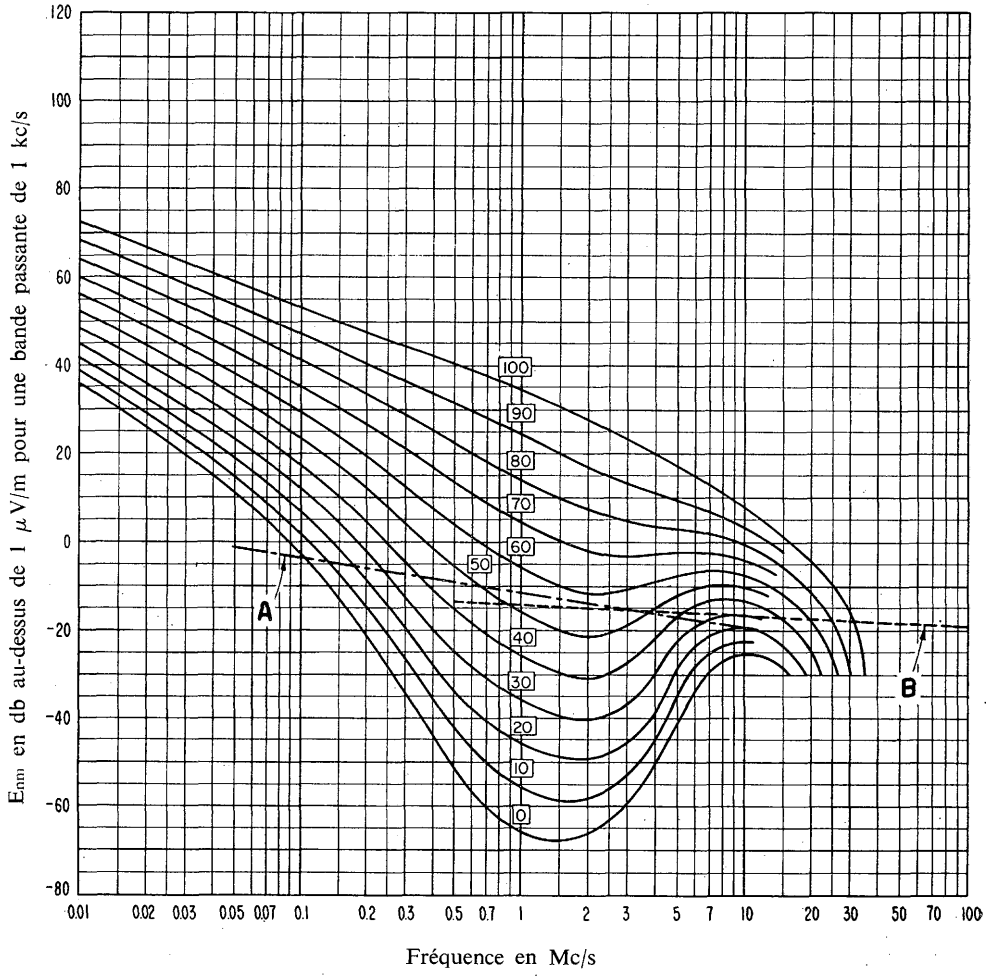


A — Valeurs estimées des parasites industriels en un lieu de réception tranquille.
B — Valeurs estimées du bruit radioélectrique d'origine galactique.
Les chiffres donnés dans les rectangles désignent le degré de bruit pour 1 Mc/s.

FIGURE 22

Valeurs médianes du bruit radioélectrique estimées, dans le cas d'une antenne verticale courte, pour les tranches allant :

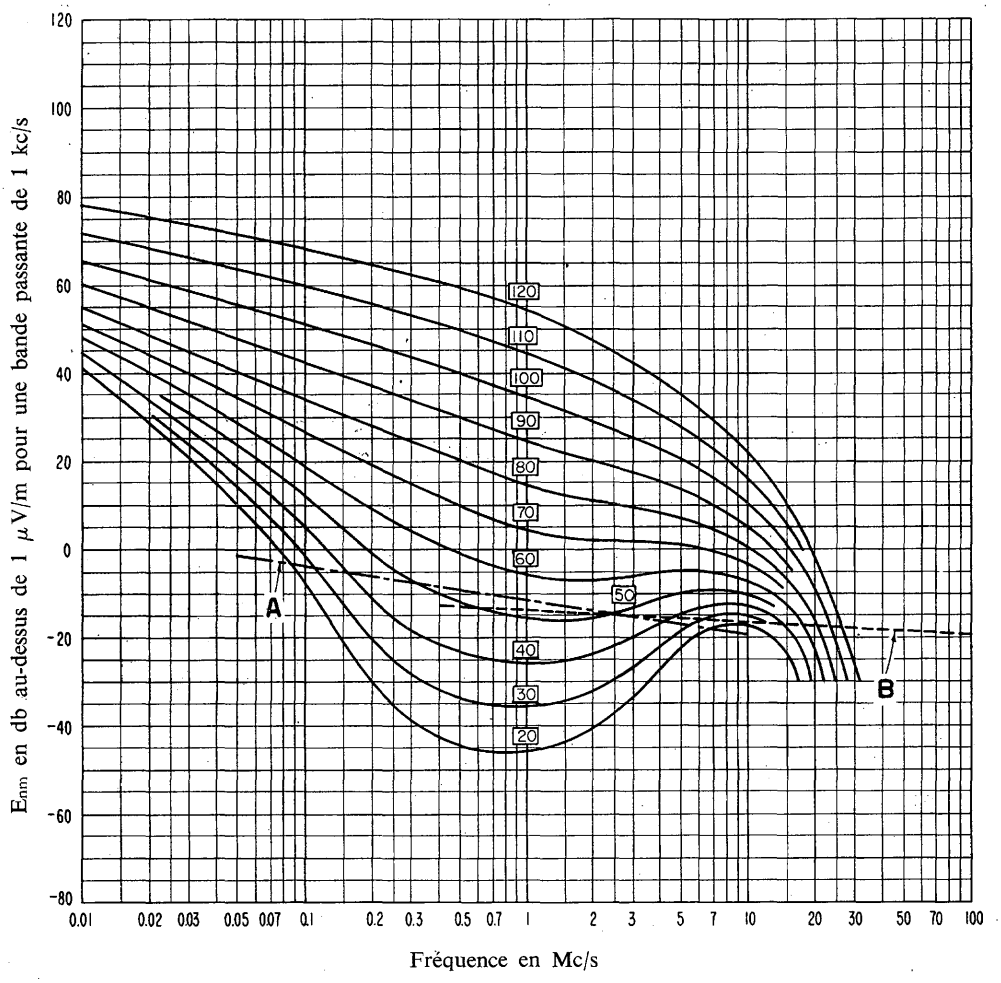
de 0000 à 0400 heures et de 2000 à 2400 heures en toutes saisons,
de 0400 à 0800 heures et de 1600 à 2000 heures en automne et en hiver.



A — Valeurs estimées des parasites industriels en un lieu de réception tranquille.
B — Valeurs estimées du bruit radioélectrique d'origine galactique.
Les chiffres donnés dans les rectangles désignent le degré de bruit pour 1 Mc/s.

FIGURE 23

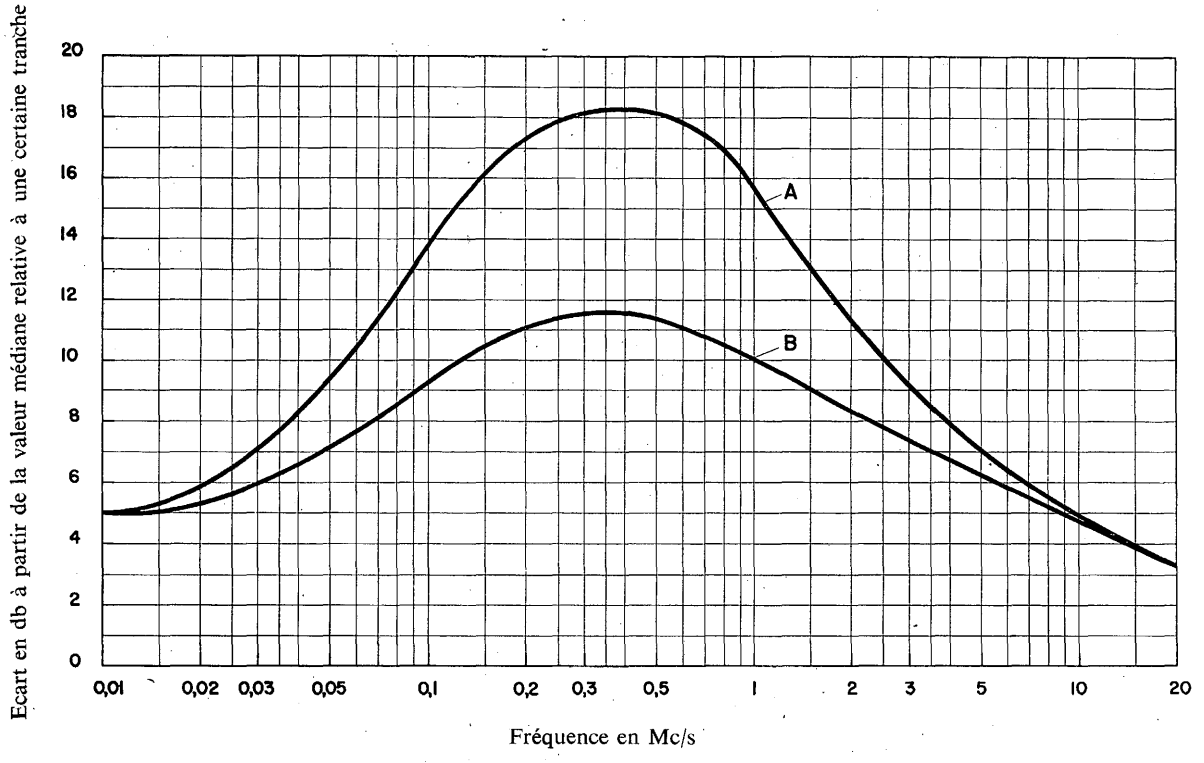
Valeurs médianes du bruit radioélectrique estimées, dans le cas d'une antenne verticale courte, pour les tranches allant:
de 0800 à 1200 heures et de 1200 à 1600 heures en toutes saisons,
de 0400 à 0800 heures et de 1600 à 2000 heures au printemps et en été.



A — Valeurs estimées des parasites industriels en un lieu de réception tranquille.
B — Valeurs estimées du bruit radioélectrique d'origine galactique.
Les chiffres donnés dans les rectangles désignent le degré de bruit pour 1 Mc/s.

FIGURE 24

Valeurs médianes du bruit radioélectrique estimées, dans le cas d'une antenne verticale courte, pour les tranches allant:
de 0000 à 0400 heures et de 2000 à 2400 heures en toutes saisons,
de 0400 à 0800 heures et de 1600 à 2000 heures en automne et en hiver.



A — Valeurs D_u (en db) du rapport de la valeur quasi-maximum (à 90%) à la valeur médiane, pour les tranches allant de 0400 à 0800, de 0800 à 1200, de 1200 à 1600 et de 1600 à 2000 heures.

B — Valeurs D_u (en db) du rapport de la valeur quasi-maximum (à 90%) à la valeur médiane, pour les tranches allant de 0000 à 0400 heures et de 2000 à 2400 heures, et valeurs D_l du rapport de la valeur médiane à la valeur quasi-minimum (à 10%) pour toutes les tranches.

FIGURE 25

Variations du bruit radioélectrique à partir de la valeur médiane relative à une tranche.

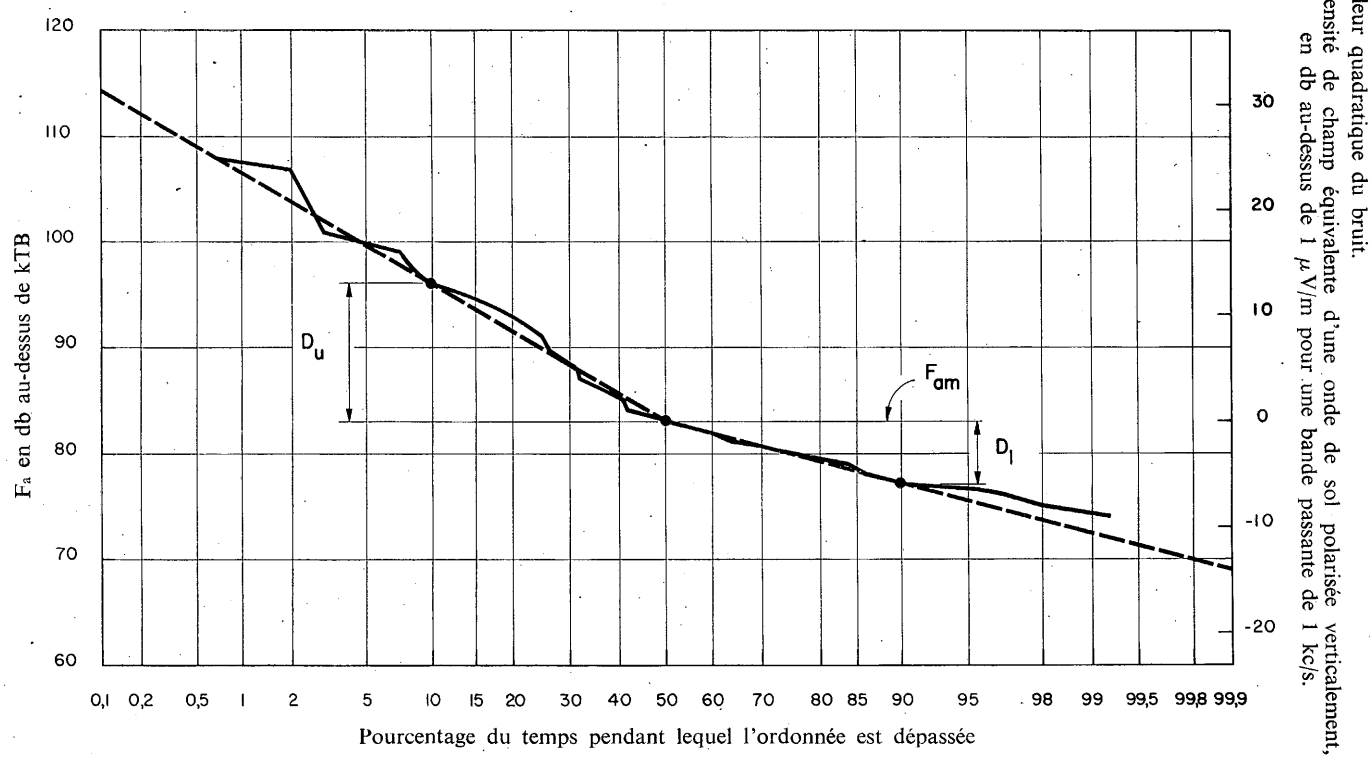
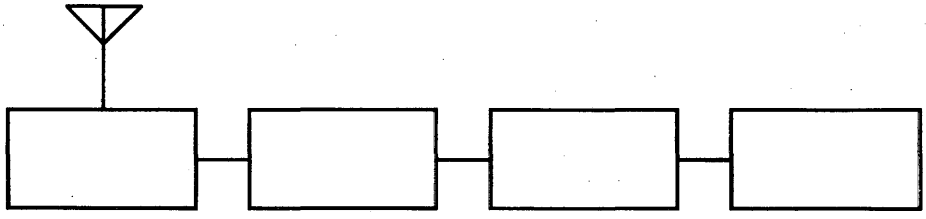


FIGURE 26

Exemple de répartition des valeurs médianes horaires

Front Royal, Virginia, 135 kc/s, pour la tranche de temps allant de 1200 à 1600 heures pendant les mois de septembre, octobre et novembre 1952.



Antenne sans perte soumise à un bruit externe	Circuit d'antenne	Ligne de transmission	Récepteur
(a)	(c)	(t)	(r)
F_a	F_c	F_t	F_r

$$F = F_{actr.} = F_a - 1 + F_c\, F_t\, F_r$$

FIGURE 27

Réseau servant à définir F, facteur de bruit équivalent de récepteur

Imprimé en Suisse