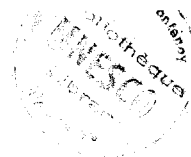


Commission océanographique intergouvernementale
série technique

3

**Besoins en radiocommunications
pour l'océanographie**

Unesco 1967



Les désignations employées et la présentation adoptée dans cette publication ne sauraient être interprétées comme exprimant une prise de position des Secrétariats de l'Unesco et de la COI sur le statut légal ou le régime d'un pays ou d'un territoire quelconque, non plus que sur le tracé de ses frontières.

Publié en 1966 par l'Organisation des Nations Unies
pour l'éducation, la science et la culture,
Place de Fontenoy, Paris 7e.
Imprimé dans les ateliers de l'Unesco

INTRODUCTION

La Commission océanographique intergouvernementale (COI) a décidé, à sa quatrième session, de demander au Secrétariat de rédiger et de distribuer, en collaboration avec le Président du Groupe de travail sur les télécommunications, un texte provisoire sur les besoins en radiocommunications pour l'océanographie. Conformément à cette demande, la présente brochure - COI - Série technique n° 3 - donne un bref aperçu des mesures que la Commission et ses organismes subsidiaires ont déjà prises, ainsi qu'une brève description des recherches scientifiques et des progrès techniques sur lesquels se fonde la COI.

Cette publication apportera, espère-t-on, les explications voulues sur les besoins des océanographes en fréquences radio-électriques pour la transmission des données océanographiques.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 Diagramme technique d'un système de communications océanographiques
- Figure 2 Rapport proposé entre les voies destinées à la transmission des données et la voie à usage multiple dans l'une des bandes de fréquences exclusives du service mobile maritime (ondes décimétriques)
- Figure 3 Dispositif hypothétique comprenant des stations de données océaniques et des stations de télécommande de données océaniques
- Figure 4 Dispositif hypothétique montrant quelle peut être la dispersion géographique des stations de télécommande de données océaniques par rapport à une station de données océaniques (bouée)
- Figure 5 Exemple de page imprimée par un ordinateur pour la station de télémessure de Tokyo portée sur la Figure 4
- Figure 6 Agrandissement partiel de la feuille imprimée de l'ordinateur, où figurent les données disponibles pour un hémisphère sur le rapport signal/bruit
- Figure 7 Prévion de fiabilité (dans chaque cas et pour l'ensemble) de la propagation radio-électrique entre une bouée et cinq points de réception. Activité solaire : 10
- Figure 7 (a) Prévion de fiabilité (dans chaque cas et pour l'ensemble) de la propagation radio-électrique entre une bouée et cinq points de réception. Activité solaire : 100

Le développement de l'océanographie se trouve considérablement gêné par le manque de données continues (ou suffisamment rapprochées). Ces données sont indispensables pour l'étude des variations dans le temps des paramètres océanographiques. La réception de données océanographiques et météorologiques en provenance de points océaniques fixes judicieusement disposés et donnant des lectures à intervalles rapprochés, fournit des séries d'observations vraiment synoptiques qui permettent de suivre les modifications de la circulation océanique et la répartition des propriétés et des phénomènes océaniques et météorologiques ; l'établissement de meilleures prévisions en est facilité. Ces observations pourraient être faites très efficacement par des stations-bouées automatiques. La bouée peut emmagasiner les données, qui sont relevées par un navire à des intervalles relativement longs ; mais pour l'utilisation dont il vient d'être question, ce dispositif ne sera pleinement efficace que si les données peuvent être transmises à de courts intervalles, c'est-à-dire plusieurs fois par jour. Pour cela, la meilleure solution serait d'employer un système de télémesure.

Jusqu'en 1960, rien de systématique n'avait été entrepris pour faire assigner des fréquences radio-électriques aux communications océanographiques. Mais, vers la fin de cette même année, plusieurs groupements se mirent aux Etats-Unis sérieusement à l'étude de cette question. Le comité d'océanographie du Conseil national de la recherche de la National Academy of Sciences subventionne une enquête technique afin de définir le problème.

La Commission océanographique intergouvernementale a créé à sa première session (Paris, 19-27 octobre 1961) un Groupe de travail sur les télécommunications, chargé d'étudier et de déterminer les besoins en radiocommunications pour l'océanographie (1).

Dès le début de l'enquête sur le problème des télécommunications, il est apparu tout à fait évident que des fréquences radio-électriques seraient nécessaires dans la bande des ondes décamétriques (entre 3 et 30 MHz), étant donné que les distances seraient de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres jusqu'à un maximum de 3.000 kilomètres. Le fait que la bande des ondes décamétriques soit déjà l'une des plus encombrées, à l'échelon national comme sur le plan international, aggrave le problème.

L'expérience que l'on possède en matière de radiomésure porte principalement sur les bandes des ondes métriques (30 à 300 MHz) et des ondes décimétriques (300 à 3.000 MHz) ; beaucoup des techniques que l'on y emploie sont inutiles dans la bande des ondes décamétriques. Il a fallu se rendre à l'évidence en ce qui concerne la propagation et la transmission des ondes radio-électriques dans la bande des ondes décamétriques : il serait manifestement impossible d'y obtenir des taux élevés de données en raison des aléas de la propagation et des problèmes posés par les trajets multiples. L'étendue de la zone de silence viendrait encore compliquer les problèmes de brouillage.

Il était nécessaire de tenir compte du fait qu'il faudra finalement mettre en place des milliers de bouées dans le monde entier. Il sera en outre indispensable que ces bouées transmettent des renseignements au moins quatre fois par vingt-quatre heures. Or les bouées ne sont qu'un élément du tableau, car il faut aussi prévoir de nombreux systèmes de mesure automatiques à bord de navires ou dans des stations côtières. Dans la mesure où l'on envisage un très vaste réseau couvrant vraiment le monde entier, il est apparu que seule l'assignation exclusive de fréquences pour ce genre de service pouvait en assurer le fonctionnement efficace.

Comme l'océanographie est relativement une nouvelle venue dans le domaine des radiocommunications

mondiales et comme il lui faut en outre, de toute évidence, des fréquences exclusives à l'échelle mondiale, il n'est nullement étonnant qu'elle rencontre une forte opposition.

On a pensé qu'une des tâches principales des océanographes est de mettre sur pied un réseau de radiocommunications complet et hautement efficace, utilisant au maximum chaque kilohertz et chaque minute de temps. En conséquence, une méthode nouvelle et plus efficace d'utilisation des fréquences radio-électriques a été élaborée. Cette méthode est nouvelle du point de vue aussi bien opérationnel qu'administratif. Les Boulder Laboratories du National Bureau of Standards* (Etats-Unis d'Amérique) ont apporté un concours technologique important en vérifiant une grande partie du système que nous proposons.

Les différents détails techniques du système sont étroitement interdépendants. Il est proposé, comme mesure principale de conservation des bandes de fréquences radio-électriques, d'employer la transmission par bande latérale unique de façon à réduire la largeur de bande nécessaire. Au moins une voie de 3,5 kHz est demandée dans chacune des bandes de fréquences exclusives du service mobile maritime. En outre, il y aura une répartition dans le temps, sévèrement contrôlée, de ces voies. Chaque voie de 3,5 kHz sera ensuite subdivisée en voies d'une largeur de 300 Hz pour la transmission des données. Les transmissions à horaire fixe seront autorisées au début, mais il est prévu que toutes les transmissions devront finir par être du type à interrogation, du moins en ce qui concerne les stations océanographiques à appareillage automatique.

Afin de mieux faire comprendre les rapports entre les divers aspects du système de transmission des données et de radiocommunications, nous donnons à la fig. 1 un diagramme général. Pour les besoins présents, nous nous limiterons aux faisceaux hertziens en ondes décimétriques, c'est-à-dire que nous laisserons de côté les faisceaux d'ondes métriques et décimétriques, qui intéressent les satellites et les avions. Les distances étant souvent relativement courtes, certains faisceaux hertziens pourraient être desservis par des ondes métriques ou décimétriques, s'ils étaient basés sur la terre ferme. Mais en mer, souvent par suite de l'existence de conduits météorologiques à haut indice de réfraction, les fréquences décimétriques, qui ne sont pas normalement sensibles à ces conduits, s'imposent. Il est souhaitable, pour des raisons d'économie, que les stations commerciales actuelles de radiocommunications s'intéressent à ce nouveau genre de trafic.

La fig. 2 montre le rapport entre la voie de 3,5 kHz et les voies de transmission des données. La ligne mince située dans la bande de fréquence exclusive du service mobile maritime représente la position hypothétique d'une voie unique de 3,5 kHz. Quand la voie est utilisée pour la collecte des données, comme nous le verrons plus loin, elle est subdivisée en dix voies de transmission de 300 Hz, bordées de chaque côté par une voie-tampon de 250 Hz. Comme il est projeté d'interroger les

stations, on prévoit de grouper jusqu'à cent de ces stations télécommandées sur la même voie de 300 Hz, dans une même zone géographique ; pour cela, on interrogerait successivement chaque bouée par des appels en code binaire. Il est évident que, lorsque l'éloignement géographique le justifiera, on pourra ajouter d'autres stations de mesure télécommandées à cette même voie de transmission de 300 Hz.

Nous n'avons encore rien dit de la puissance des stations équipées en instruments télécommandés : cette puissance sera nécessairement relativement faible, tandis que les stations qui interrogeront, et qui seront installées sur la terre ferme ou à bord d'un navire, seront vraisemblablement de puissance relativement élevée. Sans doute, le brouillage entre les interrogations par des stations de puissance relativement élevée et les transmissions de données par des stations de puissance relativement faible risque d'être gênant ; il est proposé d'y remédier en recourant à l'interrogation synchrone. Pour plus de précision, il a été indiqué que la clé du problème était donnée par la répartition dans le temps ; les interrogations n'auraient lieu qu'à certains intervalles de temps déterminés en TMG. Toutes les interrogations à l'échelle mondiale seraient alors interrompues et les stations côtières ou à bord de navire seraient uniquement occupées à recevoir les données transmises par les émetteurs de puissance relativement faible.

La COI a recommandé pour la transmission des données des stations océanographiques flottantes les normes techniques suivantes :

- a. Capacité nominale d'un message : 300 bits.
- b. Vitesse maximale de transmission : 100 bits/seconde.
- c. Largeur de bande maximale pour la transmission des messages : 300 Hz.
- d. Limite de la puissance d'entrée de l'antenne : 100 W.

La limitation de la puissance d'une bouée à 100 W a été accueillie avec beaucoup de scepticisme. Or des études par ordinateur au sujet de la propagation radio-électrique confirment qu'une puissance de 100 W peut être utilisée. En outre, des expériences minutieuses réalisées entre Honolulu, les Hawaii et San Diego en Californie ont montré que le modèle mathématique employé pour nos études au moyen d'un

* Actuellement "Institute for Telecommunication Sciences and Aeronomy" (ITSA), qui fait partie de "The Environmental Science Service Administration" (ESSA).

ordinateur sous-estime les possibilités de la propagation radio-électrique. Du reste, l'ITT et le WHOI se sont livrés pendant plus de deux ans à des expériences avec une puissance inférieure à 35 W.

Parmi les questions qui se sont posées très tôt, il en existe une fort simple à laquelle une réponse satisfaisante n'a pu être apportée que tout récemment. Cette question est la suivante : de combien de fréquences faut-il doter une station océanographique flottante pour lui permettre de transmettre les données qui lui sont demandées ? Comme on l'a vu plus haut, les Boulder Laboratories du National Bureau of Standards ont mis au point le système de communication proposé (2) ; et puisque ces laboratoires ont introduit dans l'un de leurs ordinateurs le modèle mathématique de la propagation radio-électrique telle que nous la concevons actuellement, il est possible de programmer cet ordinateur afin qu'il réponde à des questions pertinentes comme celle qui vient d'être posée. La figure 3 fournit un exemple du genre de situation que nous avons présentée à l'ordinateur des Boulder Laboratories. Une station océanographique flottante se trouve située dans une région du Pacifique nord offrant de l'intérêt pour un éventuel service d'alerte sismologique précoce. Deux points de réception ont été choisis : l'un à Adak, en Alaska, l'autre à San Francisco. Une deuxième station océanographique flottante est prévue dans l'océan Atlantique ; les stations réceptrices sont à Boston (Massachusetts) et à Madison (Wisconsin). Une troisième station océanographique flottante est située dans le golfe du Mexique ; les stations réceptrices sont à Washington (D.C.) et à Jacksonville (Floride). On a choisi plusieurs stations réceptrices pour un seul point d'émission afin d'étudier si l'utilisation des zones de silence dans la bande des ondes décimétriques permettrait d'améliorer la fiabilité globale du système. La zone extrême-occidentale du Pacifique n'a pas été négligée (fig. 4) : les stations réceptrices y sont à Tokyo, à Vladivostok, à Glinka et aux Midway.

La figure 5 donne un exemple, sous forme de tableau, des données fournies par l'ordinateur des Boulder Laboratories. Comme ces données sont assez complexes, la figure est accompagnée de notes détaillées. En l'occurrence, l'ordinateur était programmé pour les prévisions de fiabilité des fréquences choisies dans la bande des ondes décimétriques, aux heures paires exprimées en TMG, dans les conditions décrites dans la légende. Il convient de préciser que l'ordinateur est programmé de manière à indiquer zéro chaque fois que le rapport signal/bruit devient inférieur au rapport souhaité de 45 dB. La prédominance des zéros à droite des chiffres de fiabilité imprimés signifie simplement que le niveau du signal était au-dessous du niveau souhaité de 45 dB. Par exemple, même si le rapport signal/bruit tombe à 44 dB, qui est encore un niveau très satisfaisant, cette valeur est automatiquement remplacée par zéro. Comme la page imprimée par l'ordinateur et que nous examinons ne correspond qu'à une seule station réceptrice et à un seul emplacement

d'interrogation, à savoir Tokyo, il est très facile de distinguer le changement de fréquence entre le jour et la nuit ; en effet, pour une fiabilité maximale, elle s'abaisse de 0100 à 1200 TMG, puis augmente progressivement de 1900 à 2400 TMG.

Les recommandations du Groupe de travail sur les télécommunications ont été adoptées officiellement par la COI à la réunion qu'elle a tenue à Paris du 20 au 28 septembre 1962. A la suite de cette approbation, le Président du Comité international d'enregistrement des fréquences, dans la lettre circulaire n° 60 qu'il a envoyée au Secrétaire général de l'UIT et aux administrations des télécommunications des Etats membres de la COI au sujet des décisions prises par la COI concernant les fréquences nécessaires à l'océanographie, a suggéré aux différentes administrations, suivant les recommandations de la COI, d'étudier la possibilité d'attribuer aux besoins de l'océanographie une bande de 3,5 kHz dans la portion des bandes de fréquence attribuée exclusivement au Service mobile maritime, c'est-à-dire entre 4063 kHz - 22.720 kHz.

A la suite des recommandations adoptées par la COI à sa deuxième session, une Réunion mixte d'experts en télécommunications, océanographie et météorologie concernant les besoins en radio-communications pour l'océanographie, s'est réunie à l'Unesco, à Paris, du 2 au 6 septembre 1963 (4). Les administrations représentées ont "reconnu que les océanographes ont un besoin justifié de radiocommunications, puisqu'il n'existe pas d'autre moyen de recevoir les données fournies par les stations. En raison des distances à considérer et des conditions de propagation des ondes radio-électriques, il faut recourir à des voies comprises dans la bande des ondes décimétriques. Pour assurer une exploitation 24 heures sur 24 dans ces conditions, on doit pouvoir disposer dans la bande des ondes décimétriques d'une famille de voies comprise entre 4 et 23 MHz".

Considérant que ces problèmes ne peuvent être résolus dans l'immédiat, la Réunion d'experts a suggéré ce qui suit : "Notant que seule une Conférence administrative des radiocommunications serait compétente pour procéder à l'attribution définitive de fréquences au Service de données océaniques, la Réunion a jugé nécessaire de rechercher une solution provisoire pour trouver une place à ce service dans les bandes considérées. Parmi les diverses solutions provisoires envisagées, l'assignation d'une fréquence conformément aux dispositions du n° 115 du Règlement des radiocommunications (pas de brouillage, pas de protection) est apparue possible, mais elle ne constituerait pas une utilisation rationnelle du spectre des fréquences. Une meilleure solution consisterait à considérer le service de données océaniques comme service secondaire, conformément aux dispositions du n° 139* du Règlement des radiocommunications, ce qui lui donnerait une certaine base réglementaire."

* Il a été établi ultérieurement que les dispositions du n° 139 du Règlement des radiocommunications ne sont pas applicables.

Comme la recommandation de la Réunion mixte d'experts traite de ce sujet, on en trouvera un extrait ci-après :

"Besoins de radiocommunications, et de bandes de fréquences correspondantes, définis par la Commission océanographique intergouvernementale (COI).

La Réunion mixte d'experts représentant les autorités nationales des télécommunications, de l'océanographie et de la météorologie,

Ayant étudié les observations présentées par les membres de l'Union internationale des télécommunications et par les organisations intéressées,

Considérant :

- (a) que le Service de données océaniques* a un besoin certain de radiocommunications et que ce besoin, compte tenu des caractéristiques d'exploitation de ce service, ne peut être satisfait que dans la bande des ondes décimétriques du spectre radio-électrique,
- (b) qu'il est souhaitable de normaliser et d'utiliser à l'échelle mondiale les fréquences pour assurer une exploitation efficace et l'emploi économique du spectre radio-électrique,
- (c) que le Service de données océaniques a besoin, dans les régions arctique et antarctique, de fréquences supplémentaires dans la bande des ondes hectométriques, ces fréquences et la largeur de bande occupée devant être déterminées d'un commun accord, sur le plan local, par les administrations intéressées,
- (d) que le Service de données océaniques a besoin d'une bande de 20 kHz dans les fréquences de 30 à 60 MHz, cette bande devant être déterminée d'un commun accord, sur le plan local, par les administrations intéressées,
- (e) que le Service de données océaniques a besoin d'une bande de 10 MHz dans les ondes métriques et décimétriques du spectre radio-électrique, de l'ordre des fréquences les plus basses, cette bande devant être déterminée d'un commun accord, sur le plan local, par les administrations intéressées,

Reconnaissant :

- (a) que, dans le Tableau de répartition des bandes de fréquences du Règlement des radiocommunications, aucune bande n'est attribuée au Service de données océaniques ;
- (b) que la question des besoins de radiocommunications du Service de données océaniques ne peut dans l'immédiat que recevoir une solution provisoire, en attendant son examen définitif par une Conférence administrative des radiocommunications compétente, convoquée par l'Union internationale des télécommunications,
- (c) qu'une solution plus appropriée pourra être donnée à la question des besoins de radiocommunications du Service de données océaniques lorsqu'on disposera d'un plan indiquant la répartition géographique des stations de données océaniques, leur caractère (permanent ou provisoire), le volume des informations à transmettre et le nombre d'émissions par période de 24 heures,
- (d) que, provisoirement et sans préjudice de

l'utilisation future des bandes du Service mobile maritime, le Service de données océaniques peut utiliser, comme service secondaire conformément aux dispositions du n° 139 du Règlement des radiocommunications, une bande de 3,5 kHz dans chacune des bandes attribuées exclusivement au Service mobile maritime, entre 4 et 23 MHz, à savoir :

4 140 - 4 143,5 ou 4 136,5 - 4 140 kHz

6 211 - 6 214,5 ou 6 207,5 - 6 211

8 280 - 8 283,5 ou 8 276,5 - 8 280

12 421 - 12 424,5 ou 12 417,5 - 12 421

16 562 - 16 565,5 ou 16 558 - 16 561,5

22 100 - 22 103,5 ou 22 095,5 - 22 099

- (e) que la largeur de la bande occupée par chaque émission ne doit pas dépasser les fréquences limites indiquées à l'alinéa (d) ci-dessus ;"

.....

La recommandation de la Réunion mixte a été communiquée, par l'entremise du Comité international d'enregistrement des fréquences, aux administrations des membres de l'UIT pour qu'ils fassent connaître leurs observations.

A la troisième session de la Commission, un représentant de l'UIT a présenté à la Commission (5) une analyse des observations formulées par les administrations. La proposition de la Réunion mixte n'a pas recueilli une adhésion unanime ; certaines administrations ont proposé, comme solution de remplacement, d'employer les bandes attribuées au service aéronautique, tandis que d'autres indiquaient leur préférence pour des bandes attribuées au service fixe.

Le Groupe de travail des télécommunications de la COI a tenu une réunion extraordinaire en septembre 1965 à Genève ; son rapport a été adopté par la Commission à sa quatrième session (6).

Le Groupe a examiné les observations formulées par les administrations au sujet de la proposition de la Réunion mixte d'experts et a conclu qu'il faut bien distinguer entre la solution provisoire et la solution définitive.

Une solution provisoire peut être appliquée unilatéralement par toute administration qui, en vertu des dispositions du n° 115 du Règlement des radiocommunications, est habilitée à assigner des fréquences de n'importe quelle bande à toute station relevant de son autorité. Toutefois, par souci d'économie et pour assurer l'utilisation rationnelle du spectre des fréquences, les administrations

* Aux fins de la présente recommandation, les définitions suivantes ont été adoptées :

Service de données océaniques : service de radiocommunication destiné à permettre l'acquisition de données provenant de stations de données océaniques.

Station de télécommande de données océaniques : station de service de données océaniques destinée à télécommander des stations de données océaniques.

Station de données océaniques : station du service de données océaniques destinée à transmettre automatiquement des données recueillies à l'emplacement de la station.

doivent alors être instamment priées de s'entendre pour assigner les mêmes fréquences.

Etant donné que seule une Conférence administrative des radiocommunications est compétente pour donner à ce problème une solution définitive, la COI espère que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications chargée de traiter de questions concernant le Service mobile maritime, qui doit se réunir prochainement, résoudra ce problème.

Des études complémentaires par le moyen d'un ordinateur sur les prévisions de la propagation radio-électrique ont été faites récemment (rapport n° 7937 du National Bureau of Standards). La figure 6 expose les résultats d'un genre de programmation différant de celui qui a été employé, par exemple, dans le cas de la figure 5. La figure 6 présente pour tout un hémisphère les données dont on dispose sur le rapport signal/bruit, avec une bouée se trouvant à 28° 00 N et 150° 00 E.

Cette illustration est extrêmement intéressante, car elle prouve qu'une bouée océanique de puissance relativement faible, située sensiblement à l'est du Japon, est capable de transmettre un signal remarquablement fort sur toute l'étendue de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, et d'une intensité encore très convenable sur l'océan Indien. Il devrait être tout à fait évident qu'avec une programmation appropriée, un ordinateur électronique est parfaitement capable de faciliter très largement la planification, même détaillée, d'un réseau de télécommunication projeté.

Les données fournies dans le rapport n° 7937 du National Bureau of Standards, dont il a été question plus haut, ont fait l'objet d'un nouveau traitement et ont été présentées en 1966 dans la première partie du volume 2 d' "Ocean Engineering" par la National Security Industrial Association (pages 61-67). Le cas illustré sur la figure 4 a été traité de façon un peu plus détaillée, et le calcul de la fiabilité globale du système présente un intérêt particulier. Le point important ici est que nous admettons que plusieurs stations côtières peuvent interroger une bouée donnée ou un réseau de bouées donné et en recevoir les signaux. En combinant plusieurs stations, comme dans le cas de la figure 4, il est facile de dresser le tableau reproduit à la figure 7. Il est bien évident que les fiabilités ainsi combinées sont extrêmement élevées, ce qui nous donne de très bonnes chances de pouvoir obtenir, à la demande, les renseignements fournis par les bouées. Il ne faut cependant pas oublier que ce tableau ne représente pas en fait un système nécessairement optimisé, mais qu'il doit être considéré simplement comme un exemple de ce que l'on peut faire si l'on applique, ainsi qu'il est proposé, les concepts fondamentaux du système. La figure 7 correspond à une activité solaire de 10, et la figure 7a, à une activité solaire de 100, pour les mêmes conditions.

Les expériences faites récemment par Page Engineers, Inc., de Washington (D.C.), en employant la fréquence de la bande d'ondes décimétriques

à fiabilité élevée (High Reliability High Frequency) (HRHF) peuvent présenter un grand intérêt pour les télécommunications sur ondes décimétriques en vue de la transmission de données en provenance des régions océaniques.

Cette fréquence HRHF utilise un mode de propagation radio-électrique à petit angle appelé "rayon de Pedersen", qui peut présenter de nombreux avantages. Ce mode de propagation est essentiellement limité aux circuits à grande distance et lorsque le rayonnement est injecté selon un angle de moins de 5°, et de préférence voisin de 2° ; ainsi l'on augmente la fréquence maximale utilisable (MUF) et l'on abaisse la fréquence la plus basse utilisable. Bref, ce mode de propagation a pour effet pratique de réduire au minimum les variations entre les heures diurnes et les heures nocturnes. En fait, les essais effectués pendant un peu plus d'un an entre Okinawa et Carter's Mountain (Virginie) ont prouvé que les circuits étaient fiables à plus de 98 %, jour après jour et d'heure en heure, sur une seule fréquence. Il est à souligner que ces essais ont été faits sur une seule fréquence et qu'il n'était pas nécessaire de les étendre à plusieurs fréquences. En outre, le niveau minimal du signal est supérieur de 15 dB à celui des transmissions de type plus courant sur ondes décimétriques, et l'on peut obtenir un gain supplémentaire de 15 dB au récepteur, de sorte que le circuit peut être amélioré, dans son ensemble, de 30 dB !

La COI estime que les éléments observés d'une plate-forme océanique automatique intéressent à la fois les météorologistes et les océanographes et que, pour assurer un emploi économique et rationnel du spectre radio-électrique, les mêmes bandes de fréquences peuvent être utilisées pour les besoins aussi bien de la météorologie que de l'océanographie. Par la résolution n° 16 adoptée à sa deuxième session (3), la COI a chargé son Bureau de prendre des mesures appropriées pour que l'OMM et la COI fassent en commun une étude sur ce sujet, en vue de :

- a. préparer et étudier dans le détail la coordination de la transmission des données météorologiques et océanographiques émanant de stations de données océaniques ;
- b. diffuser les données dans les pays intéressés.

La Réunion mixte d'experts a reconnu que, pour permettre aux autorités des télécommunications d'examiner les problèmes que posent les besoins de l'océanographie en fréquences, il faut leur communiquer des renseignements sur un plan de répartition géographique des stations de données océaniques, sur le type de ces stations (permanentes ou provisoires), sur le volume des informations à transmettre et sur le nombre de transmissions qui seront faites par période de 24 heures. Comme l'ont bien précisé le Groupe de travail de la COI sur les stations océanographiques, à sa deuxième réunion, et la Commission de météorologie synoptique de l'OMM, à sa quatrième session, les plans d'exploitation des stations de données océaniques

ne peuvent être élaborés que dans le cadre d'une collaboration étroite entre la COI et l'OMM. Le Groupe de travail de la COI sur les stations océanographiques a estimé économiquement peu souhaitable de créer un vaste réseau de plates-formes automatiques pour les observations météorologiques, et un autre entièrement distinct pour les observations océanographiques, et il s'est déclaré partisan d'une coordination des besoins de ces deux disciplines.

La suggestion de la COI tendant à instaurer une collaboration plus étroite avec l'OMM a été approuvée par celle-ci à diverses occasions. Dernièrement, la Conférence technique de l'OMM sur les stations météorologiques automatiques, qui s'est tenue du 20 septembre au 1er octobre 1966 à Genève, a adopté une recommandation demandant la création d'un groupe d'experts mixte chargé de coordonner les besoins météorologiques et océanographiques, y compris les besoins en fréquences radio-électriques nécessaires pour la transmission de données en provenance des plates-formes d'observation automatiques.

Documents cités

- (1) Rapport sur la première session de la COI, Unesco/NS/176, Paris, 1er février 1962
- (2) National Bureau of Standards, Rapport n° 7256, "High Frequency Radio Propagation Predictions for Data Transmission from Ocean Buoys", 13 juin 1962
National Bureau of Standards, Rapport n° 7284, "High Frequency Radio Propagation Predictions for North Pacific and North Atlantic Ocean Buoys", 19 juillet 1962
- (3) Rapport sur la deuxième session de la COI, Unesco/NS/180, Paris, 20-28 septembre 1962
- (4) Unesco/NS/9/89Ec CL. 54, 9 septembre 1963
Rapport du Président
- (5) Rapport sur la troisième session de la COI, Unesco/NS/191, Paris, 25 octobre 1964
- (6) Rapport sur la quatrième session de la COI, Unesco/NS/203, Paris, 31 mars 1966

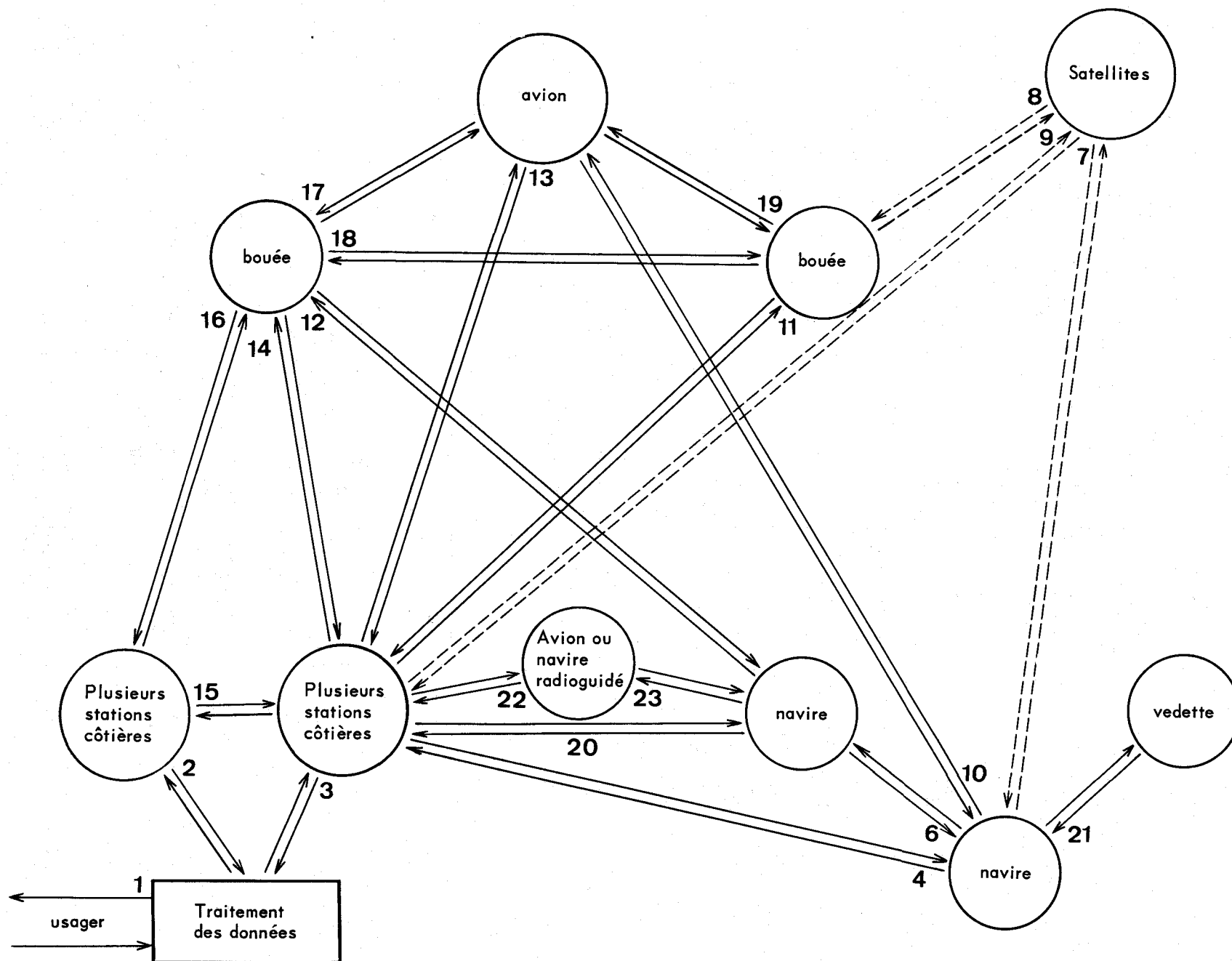


Fig. 1. Diagramme technique d'un système de communications océanographiques (8-16-62).

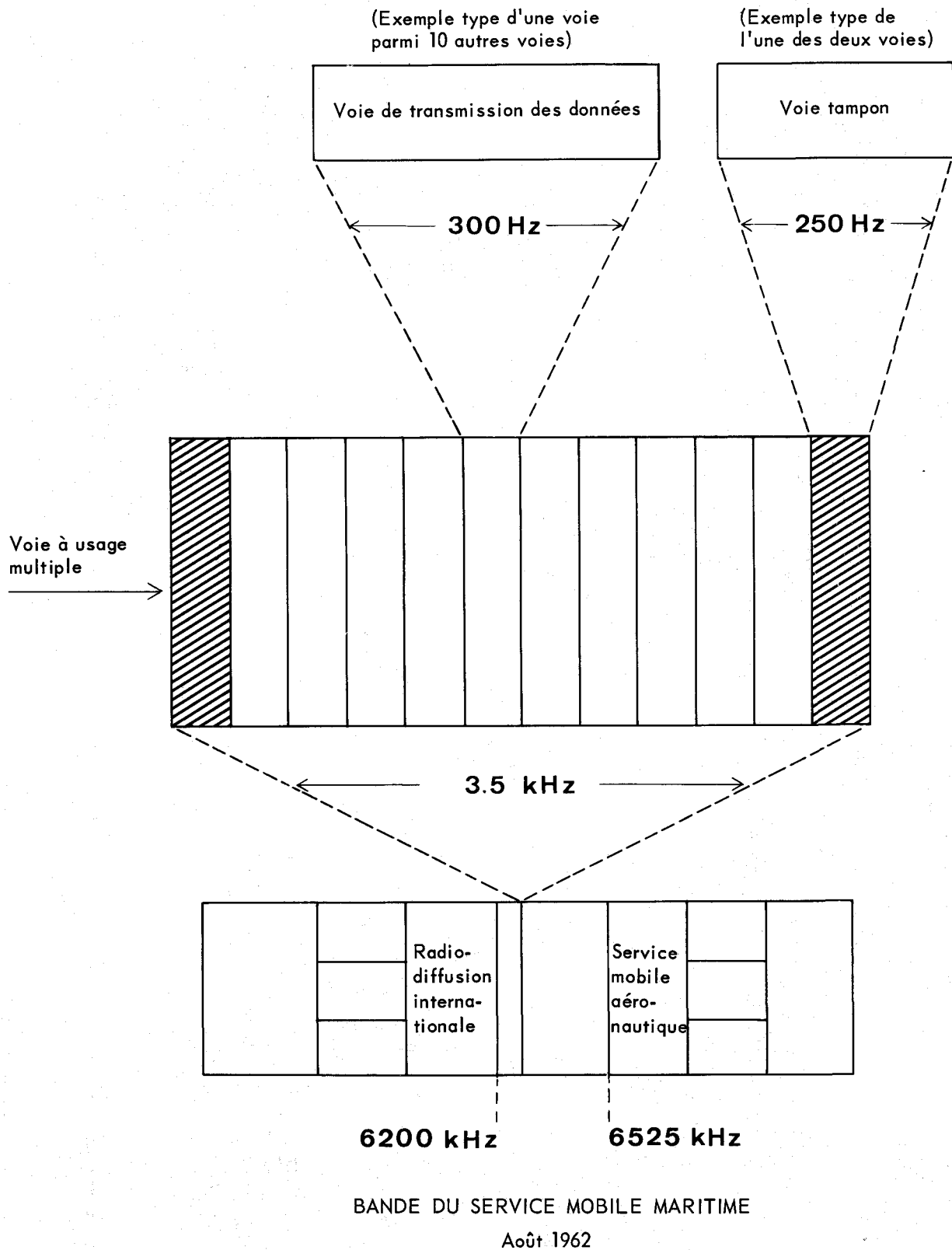


Fig. 2. Rapport proposé entre les voies destinées à la transmission des données et la voie à usage multiple dans l'une des bandes de fréquences exclusives du Service mobile maritime (ondes décamétriques).

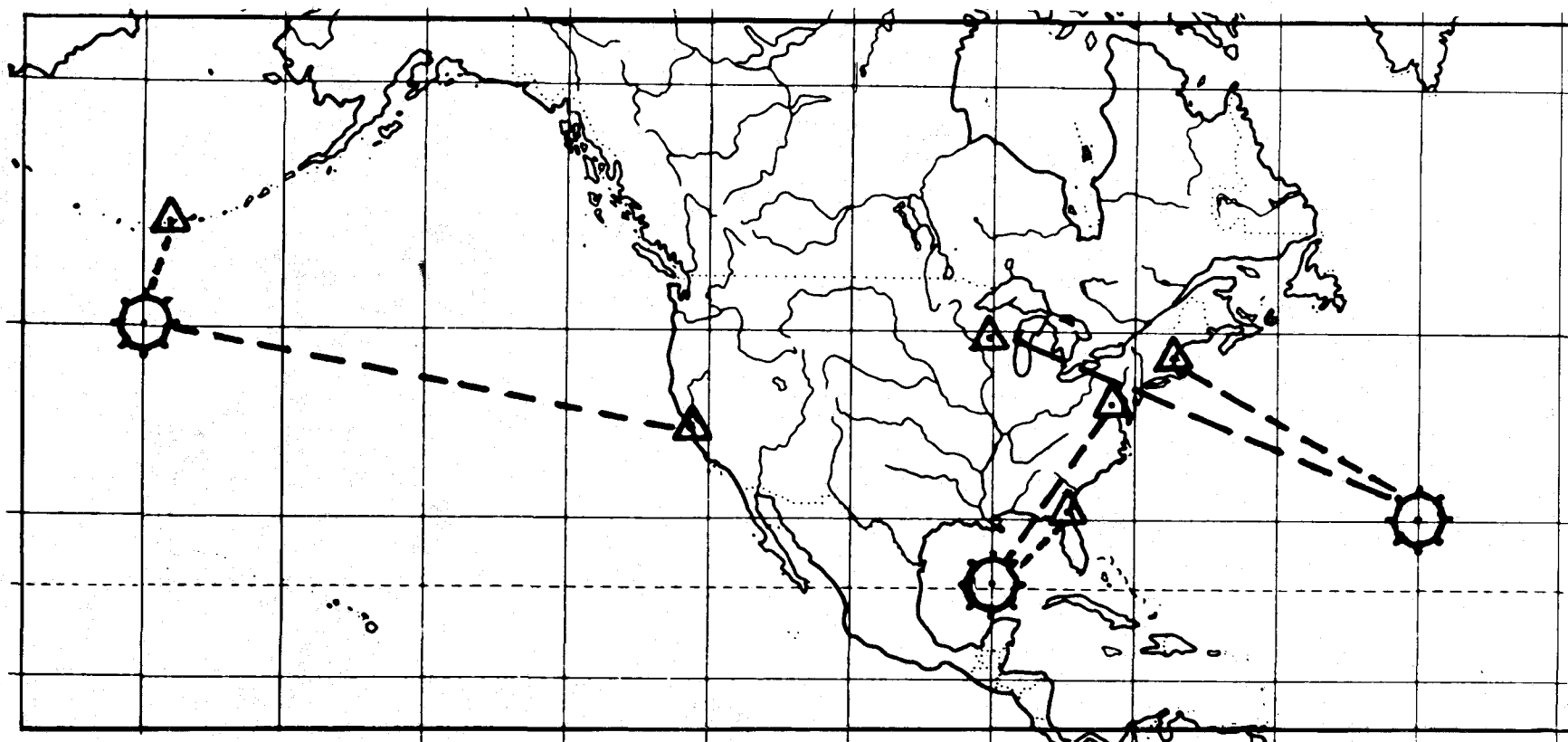


Fig. 3. Dispositif hypothétique comprenant des stations de données océaniques et des stations de télécommande de données océaniques.

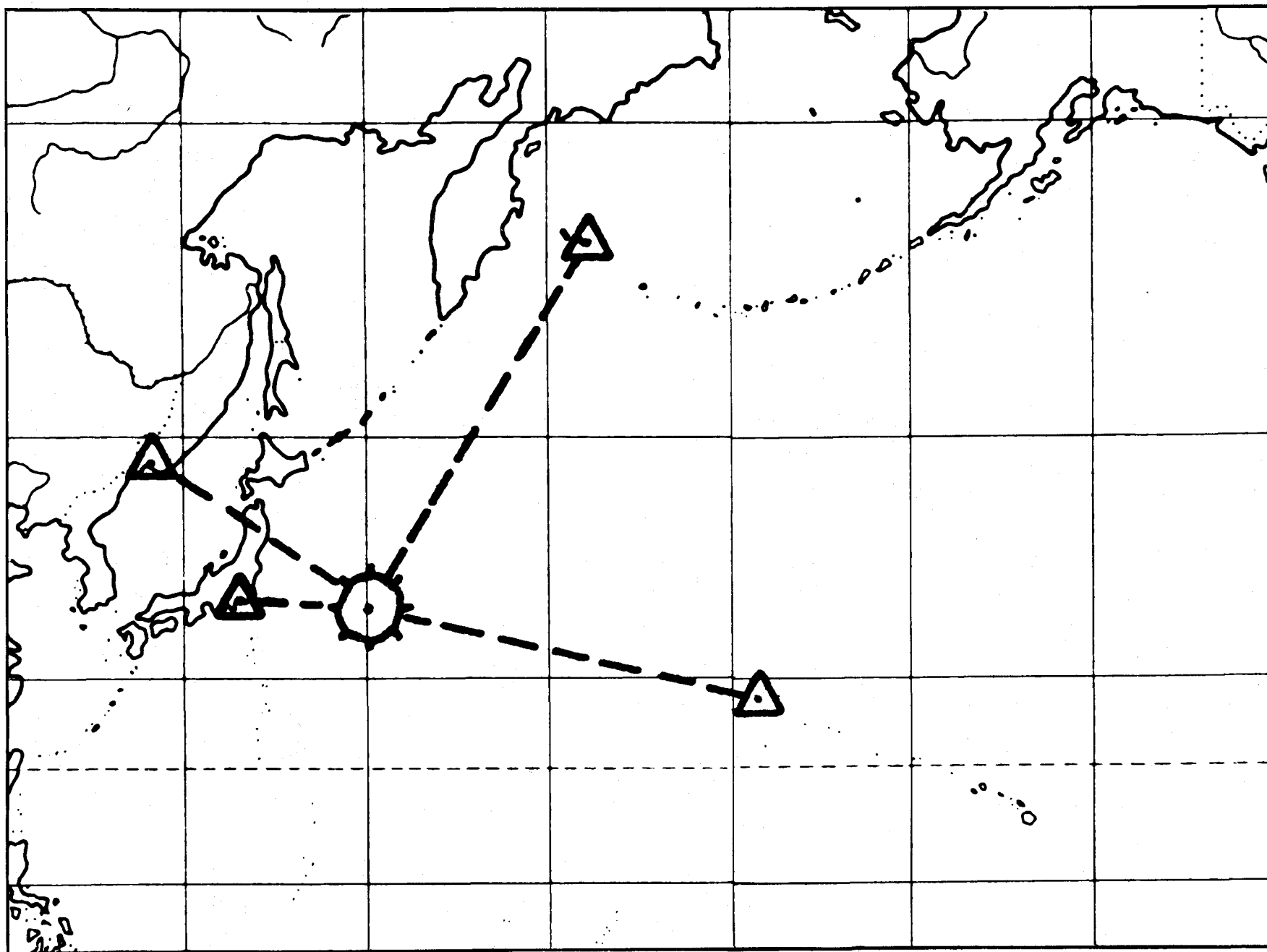


Fig. 4. Dispositif hypothétique montrant quelle peut être la dispersion géographique des stations de télécommande de données océaniques par rapport à une station de données océaniques (bouée).

1- 2		2- Mars		3- Activité solaire: 10		4- TK 8.005		10- Milles marins 520,1									
5- Emetteur		Récepteur		9- Relèvement 275,7 89,6		13- Rapport s/b requis : 45 dB		ANT = 12 dB									
6- 35° 00 N	7- 150° E	8- 35° 40 N - 139° 40 E		11A- Bruit = 3		17- Fréquences d'exploitation		12- PEA = 0,10 kW									
11- Verticale	8H	0°		11A- Bruit = 3		17- Fréquences d'exploitation		12- PEA = 0,10 kW									
12- PEA = 0,10 kW	17- Fréquences d'exploitation		11A- Bruit = 3		17- Fréquences d'exploitation		12- PEA = 0,10 kW		12- PEA = 0,10 kW								
14- TMG	MUF	FOT	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	FOT	18- Mode	19- Angle	20- Fiabilité	
1	10.9	10.9	1E	2F	1F	1F	1F	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
2	11.9	11.1	11	46	26	26	26	0	0	0	0	0	0	26	Angle	Fiabilité	
3	12.7	11.1	0	0	78	97	99	0	0	0	0	0	0	99	Fiabilité		
4	12.8	10.8	1E	2F	1F	1F	00	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
5	12.1	10.2	11	46	26	26	0	0	0	0	0	0	0	26	Angle	Fiabilité	
6	11.2	9.5	0	1	82	98	0	0	0	0	0	0	0	99	Fiabilité		
7	10.2	8.7	1E	1F	1F	1F	00	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
8	9.0	7.6	11	25	25	25	0	0	0	0	0	0	0	25	Angle	Fiabilité	
9	7.5	6.4	0	56	96	99	0	0	0	0	0	0	0	99	Fiabilité		
10	6.1	5.2	2F	1F	1F	00	00	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
11	5.2	4.4	44	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24	Angle	Fiabilité	
12	4.9	4.2	36	97	99	0	0	0	0	0	0	0	0	99	Fiabilité		
13	4.9	4.2	1F	1F	00	00	00	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
14	5.0	4.2	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	Angle	Fiabilité	
15	5.1	4.4	91	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	Fiabilité		
16	5.1	4.4	1F	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
17	5.0	4.2	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	Angle	Fiabilité	
18	4.7	4.0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	Fiabilité		
19	4.2	3.6	1F	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
20	4.6	3.9	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	Angle	Fiabilité	
21	6.4	6.3	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	Fiabilité		
22	8.3	8.3	1F	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	1F	Mode	Angle	Fiabilité
23	9.6	9.6	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	Angle	Fiabilité	
24	10.3	10.3	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	Fiabilité		

Fig. 5. Exemple de page imprimée par un ordinateur pour la station de télémessure de Tokyo portée sur la fig. 4.

NOTES EXPLICATIVES SUR LA FIG. 5

1. N° d'ordre de l'ordinateur
2. Mois
3. Niveau d'activité solaire (taches) - 10 = faible; 100 = forte
4. Code de l'ordinateur pour l'emplacement du récepteur (TK 8.005 = Tokyo)
- 5, 6, 7. Emetteur : latitude et longitude
8. Récepteur : latitude et longitude
9. Relèvement (calculé) du récepteur par rapport à l'émetteur et relèvement de l'émetteur par rapport au récepteur
10. Distance en milles marins (calculée) entre l'émetteur et le récepteur.
11. Constantes de l'antenne d'émission (on suppose une antenne-fouet verticale dont le sommet est à 8 m au-dessus du niveau de la mer)
- 11A. Niveau de bruit à la latitude du récepteur
12. Puissance d'entrée de l'antenne de l'émetteur
13. Antenne de réception : gain hypothétique : 12 dB. Rapport signal/bruit requis : 45 dB, c'est-à-dire rapport entre le niveau total du signal et le niveau total du bruit dans une bande d'un Herz.
14. TMG : Temps moyen de Greenwich
15. MUF : Fréquences maximales utilisables
16. FOT : Fréquences optimales de trafic
17. Fréquences d'exploitation comprises entre 3 et 30 MHz pour lesquelles les données sont calculées.
18. MODE : Trajet de propagation. Couche de l'ionosphère et nombre de réflexions
19. Angle du signal reçu par rapport au plan horizontal
20. FIABILITE : Pourcentage de jours d'un mois (2) pendant lesquels un signal sera reçu avec un rapport signal/bruit de 45 dB (13) ou plus, à une heure TMG donnée (14) pour un niveau d'activité solaire spécifié (3) et sur des fréquences d'exploitation déterminées (17)

Note A : L'ordinateur calcule la fréquence maximale utilisable (MUF) (15) et la fréquence optimale de trafic (FOT) (16) pour chaque heure TMG (14). Toutes les deux heures TMG (14) le MODE (18), l'ANGLE (19) et la FIABILITE ou le rapport signal/bruit (20) sont calculés pour chacune des fréquences d'exploitation (17) et pour la fréquence optimale de trafic (colonne de droite des données)

Note B : Si le niveau calculé du signal reçu est inférieur au rapport signal/bruit de 45 dB (13), un zéro apparaîtra automatiquement à droite de la dernière valeur de FIABILITE imprimée, autrement dit, si le rapport signal/bruit est de 44 dB, etc. un zéro sera imprimé.

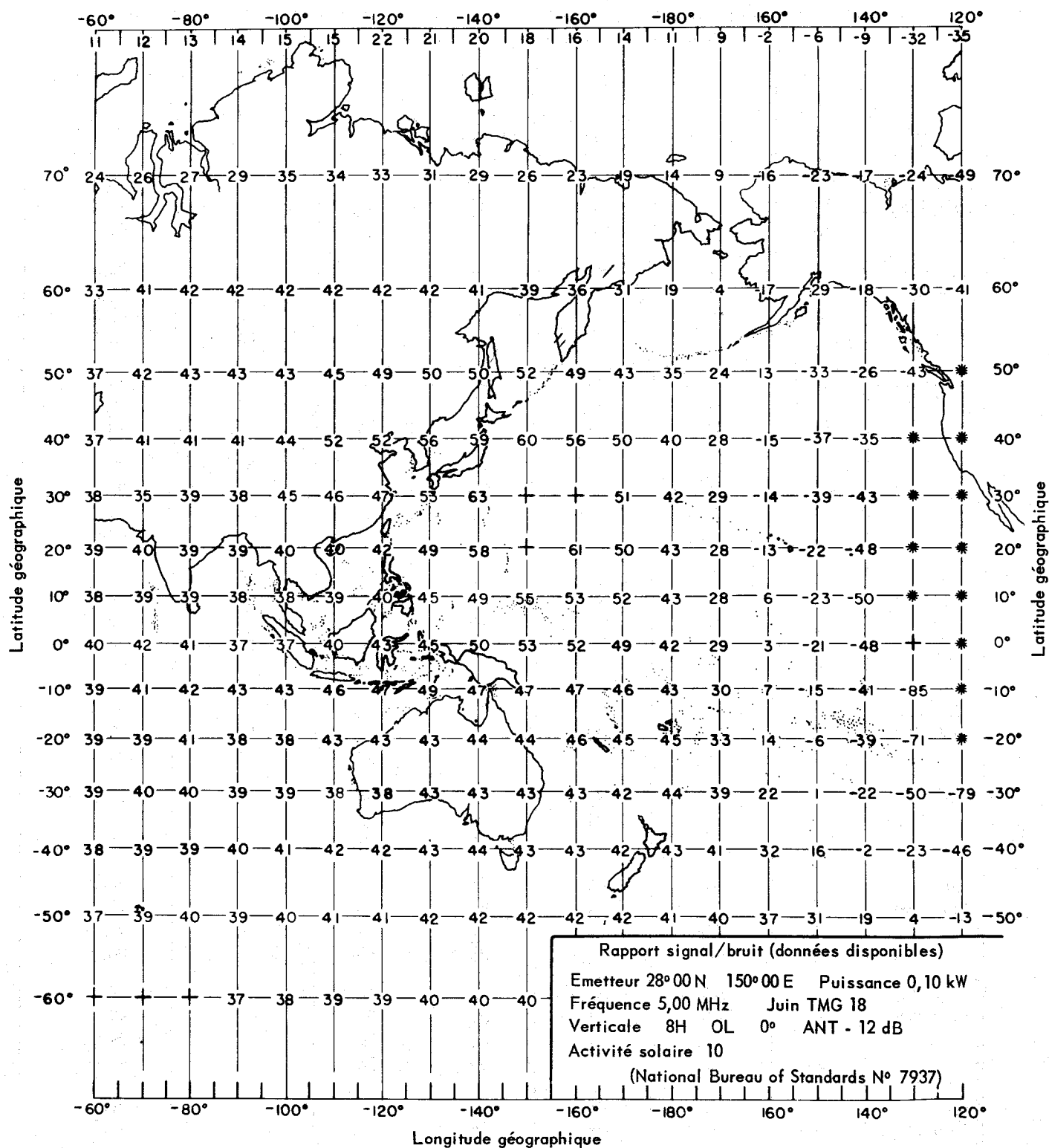


Fig. 6. Agrandissement partiel de la feuille imprimée de l'ordinateur, où figurent les données disponibles pour un hémisphère sur le rapport signal/bruit. Noter que l'illustrateur a reporté les parties continentales de cet hémisphère sur le croquis indiquant le rapport signal/bruit, afin de préciser les relations géographiques.

**Prévision de fiabilité (dans chaque cas et pour l'ensemble) de la propagation radio-électrique
entre une bouée et cinq points de réception. Activité solaire : 10**

Mois et heure	Fréquence MHz	Fiabilité de la réception à					Fiabilité globale
		Midway	Tokyo	Vladivostock	Glinka	Honolulu	
mars 0600 TMG	8	-	95	-	-	-	95,0
	12	92	-	85	85	69	99,4
	16	76	-	99	70	70	99,9
juin 0600 TMG	8	-	93	-	-	-	93,0
	12	85	92	89	-	-	99,9
	16	82	-	-	-	82	99,4
	22	-	-	-	-	96	96,0
décembre 0600 TMG	6	-	84	68	-	-	94,9
	8	79	98	92	74	63	99,9
	12	80	-	-	74	-	94,8
mars 1200 TMG	3	67	85	73	64	50	99,8
	4	73	91	81	73	57	99,9
	6	82	-	80	87	64	99,9
	8	74	-	-	74	54	97,0
juin 1200 TMG	3	67	85	73	64	50	99,8
	4	73	91	81	73	57	99,9
	6	82	97	90	82	71	99,9
	8	74	-	88	88	77	99,9
	12	-	-	-	78	-	78,0
décembre 1200 TMG	3	67	85	73	64	-	99,5
	4	73	91	81	73	50	99,9
	6	71	-	80	82	61	99,6
mars 1800 TMG	3	67	85	73	64	-	99,5
	4	70	91	81	73	-	99,8
	6	-	-	82	71	-	95,0
juin 1800 TMG	3	-	85	73	-	-	96,0
	4	-	91	81	-	-	98,3
	6	54	-	82	59	-	97,0
	8	67	-	88	63	-	96,9
décembre 1800 TMG	3	67	85	73	64	-	99,5
	4	70	91	81	73	-	99,8
	6	-	-	82	82	-	97,0
	8	-	-	88	74	-	96,9
mars 2400 TMG	8	-	87	-	-	-	87,0
	12	-	92	74	-	-	97,9
juin 2400 TMG	8	-	83	-	-	-	83,0
	12	-	80	85	-	-	97,0
	16	70	-	-	-	-	70,0
décembre 2400 TMG	8	-	95	-	-	-	95,0
	12	-	-	89	69	-	96,6
	16	50	-	-	64	-	82,0

Fig. 7. Ces données s'appliquent essentiellement au dispositif géographique schématisé à la Fig. 4. Il est à noter que ces conditions ne doivent nullement être considérées comme optimisées ; elles ne font que donner une idée des grands avantages que présente, du point de vue de la fiabilité la prise en considération de plusieurs points de réception.

Prévision de fiabilité (dans chaque cas et pour l'ensemble) de la propagation radio-électrique
entre une bouée et cinq points de réception. Activité solaire : 100

Mois et heure	Fréquence MHz	Fiabilité de la réception à					Fiabilité globale
		Midway	Tokyo	Vladivostok	Glinka	Honolulu	
mars 0600 TMG	8	-	87	-	-	-	87,0
	12	85	99	80	74	63	99,9
	16	94	-	99	98	90	99,9
	22	91	-	99	87	94	99,9
	24	96	-	-	91	98	99,9
	26	96	-	-	-	96	99,8
juin 0600 TMG	8	-	79	-	-	-	79,0
	12	69	99	74	50	-	99,9
	16	96	-	98	-	70	99,9
	22	99	-	-	-	94	99,9
	24	-	-	-	-	98	98,0
décembre 0600 TMG	8	74	96	-	68	68	99,9
	12	96	99	96	95	92	99,9
	16	99	-	99	99	98	99,9
	22	94	-	-	-	-	94,0
mars 1200 TMG	3	67	85	73	64	50	99,8
	4	73	91	81	73	57	99,9
	6	84	97	88	82	71	99,9
	8	88	98	93	88	79	99,9
	12	94	-	93	78	86	99,9
	16	82	-	-	-	79	96,2
juin 1200 TMG	3	67	85	73	64	50	99,8
	4	73	91	81	73	57	99,9
	6	84	97	90	82	71	99,9
	8	88	98	93	88	79	99,9
	12	94	-	94	93	86	99,9
décembre 1200 TMG	3	67	85	73	64	-	99,5
	4	73	94	81	73	50	99,6
	6	84	97	88	82	65	99,9
	8	88	-	86	74	78	99,9
	12	78	-	-	-	71	93,6
mars 1800 TMG	3	67	85	73	64	-	99,5
	4	73	91	81	73	-	99,9
	6	84	97	90	82	-	99,9
	8	74	-	93	88	-	99,8
juin 1800 TMG	3	-	85	73	-	-	96,0
	4	-	91	81	-	-	98,3
	6	-	97	90	-	-	99,7
	8	79	98	93	79	-	99,9
	12	74	-	94	74	-	99,6

Fig. 7(a). Ces données sont essentiellement les mêmes que celles de la Fig.7, mais pour une activité solaire de 100.

**Prévision de fiabilité (dans chaque cas et pour l'ensemble) de la propagation radio-électrique
entre une bouée et cinq points de réception. Activité solaire : 100 (suite)**

Mois et heure	Fréquence MHz	Fiabilité de la réception à					Fiabilité globale
		Midway	Tokyo	Vladivostok	Glinka	Honolulu	
décembre 1800 TMG	3	67	85	73	64	-	99,5
	4	73	91	81	73	-	99,9
	6	82	-	90	82	60	99,9
	8	-	-	88	74	50	98,4
mars 2400 TMG	8	-	63	-	-	-	63,0
	12	-	99	69	-	-	99,7
	16	57	-	98	76	-	99,8
	22	99	-	99	70	-	99,9
	24	86	-	99	81	61	99,9
	26	89	-	-	85	51	99,2
	28	78	-	-	-	-	78,0
juin 2400 TMG	8	-	63	-	-	-	63,0
	12	-	99	69	-	-	99,7
	16	-	-	98	-	-	98,0
décembre 2400 TMG	8	-	87	-	-	-	87,0
	12	-	99	89	-	-	99,9
	16	82	-	99	90	-	99,9
	22	70	-	99	99	63	99,9
	24	81	-	99	86	61	99,9
	26	85	-	-	85	66	99,3
	28	-	-	-	89	-	89,0

Fig. 7(a). Ces données sont essentiellement les mêmes que celles de la Fig. 7, mais pour une activité solaire de 100.