

RECOMMANDATION UIT-R P.845-3

MESURE DU CHAMP DES ONDES DÉCAMÉTRIQUES

(Question UIT-R 223/3)

(1992-1994-1995-1997)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que, pour déterminer la précision des méthodes de prévision du champ des ondes décimétriques, il est nécessaire de comparer les valeurs prévues du champ avec des mesures de champ suffisamment précises;
- b) que, par conséquent, des mesures précises du champ des ondes décimétriques s'avèrent indispensables pour assurer une utilisation efficace du spectre des ondes décimétriques,

recommande

- 1** que des mesures du champ des ondes décimétriques effectuées conformément aux indications données à l'Annexe 1 soient poursuivies systématiquement en divers emplacements dans le monde;
- 2** que, dans la mesure du possible, les mesures soient effectuées selon la méthode normalisée exposée dans l'Annexe 2;
- 3** que les données de champ dérivées de ces mesures soient transmises au Directeur du Bureau des radiocommunications (BR) en vue de la constitution d'une base de données qui contienne des données de champ cohérentes.

ANNEXE 1

**Mesure du champ de l'onde ionosphérique
aux fréquences supérieures à 1,6 MHz****1 Introduction**

La mesure du champ de l'onde ionosphérique, si elle est effectuée dans des conditions soigneusement respectées, est précieuse lorsqu'il s'agit de déterminer la précision des méthodes d'évaluation du champ et de l'affaiblissement de transmission. Elle peut également fournir une indication des sources d'erreur dont risquent d'être entachées les méthodes de prévision existantes et peut donc, ou contribuer à améliorer ces méthodes, ou servir de base pour l'élaboration de nouvelles méthodes. Théoriquement, on doit systématiquement faire des mesures dans le plus grand nombre de conditions possibles, sur une série de fréquences et sur des trajets de diverses longueurs dans toutes les parties du monde. On a également besoin de résultats de mesure pour chaque heure du jour, pour chacune des saisons et pour différentes phases du cycle solaire.

Il est reconnu que les occasions de faire des mesures sur des circuits particuliers ne se présentent souvent que de façon fortuite, du fait que les horaires d'émission et les caractéristiques des systèmes, comme par exemple le choix des antennes, sont imposés par des questions d'exploitation; ces mesures peuvent néanmoins fournir des résultats utiles. Il est cependant évident que les données présentent le maximum d'intérêt lorsque les mesures sont effectuées dans des conditions normalisées et que leurs résultats sont analysés et tabulés selon des procédures uniformes. Cette Annexe expose les critères qu'il est souhaitable de respecter dans la mesure où d'autres contraintes le permettent.

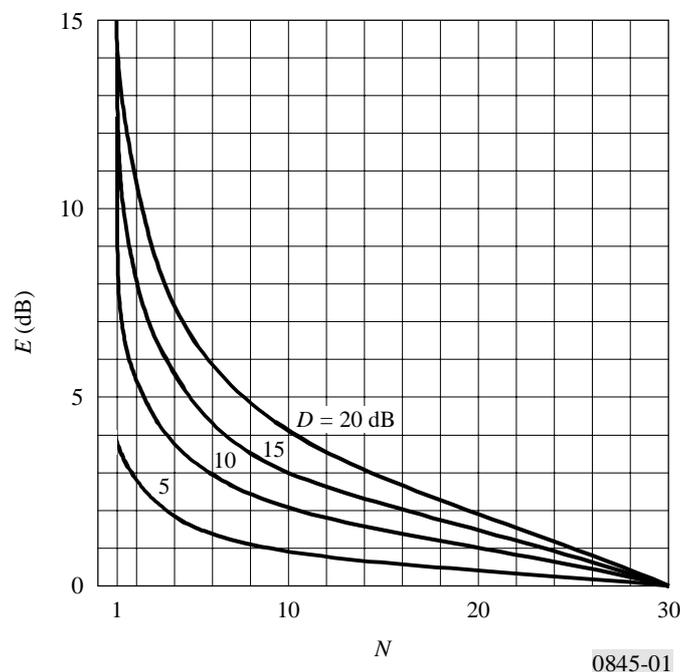
2 Choix des circuits et des périodes d'exploitation

On a besoin de rassembler des données relatives au champ qui se rapportent à des circuits de diverses longueurs situés dans toutes les régions du globe. Il convient de faire des enregistrements d'une émission donnée pendant le plus grand nombre d'heures possible chaque jour. L'objectif devrait être d'obtenir les médianes et autres percentiles de la distribution d'un jour à l'autre de l'intensité du signal pour tous les jours du mois. Lorsqu'il n'est pas possible d'effectuer des mesures chaque jour, les estimations de ces valeurs sont entachées d'une certaine incertitude. Dans l'hypothèse d'une loi log-normale de variation avec un écart en déciles par rapport à la médiane de D (dB), l'erreur type E de la médiane fondée sur un échantillon de N jours dans un mois de 30 jours (voir la Fig. 1) est:

$$E = \frac{D}{1,28} \sqrt{\frac{1}{N} - \frac{1}{30}} \quad \text{dB} \quad (1)$$

FIGURE 1

Erreur type dans la médiane mensuelle (E) en fonction du nombre de jours échantillonnés (N) pour différents écarts en déciles par rapport à la médiane (D)



Il est clair que l'erreur type augmente à mesure que le nombre de jours d'enregistrement diminue. Bien qu'on n'ait pas déterminé la taille d'échantillon au-dessous de laquelle se produit une augmentation brusque de l'erreur, en règle générale, il faut effectuer 10 mesures ou davantage pour calculer les médianes, 14 pour les quartiles et 18 pour les déciles.

On n'a pas souvent la possibilité pratique de se lancer dans une campagne de mesures qui s'étende sur une portion appréciable du cycle solaire; cependant, pour faciliter l'interprétation des résultats et pour que ceux-ci soient statistiquement significatifs, il faut que les mesures portent sur une durée d'au moins un an sur une fréquence fixe donnée. Il y a des avantages particuliers à essayer d'enregistrer les signaux simultanément sur une série de fréquences différentes pour un même trajet, à la fois pour faciliter la compréhension des effets de propagation et pour permettre d'obtenir des données quantitatives, la nuit, lorsque les MUF sont basses, aussi bien que le jour, lorsque les fréquences inférieures subissent une forte absorption, de sorte que les signaux sont masqués par le bruit de fond.

3 L'émetteur et l'antenne d'émission

L'émission dont on mesurera le champ doit pouvoir être identifiée sans ambiguïté, afin d'être sûr d'enregistrer l'émission désirée, et non un signal transmis dans la même voie ou dans une voie adjacente, ou un bruit parasite. Il est souhaitable que les signaux soient interrompus périodiquement, par exemple 5 min par heure, à la fois pour faciliter l'identification de l'émetteur et pour déterminer les niveaux de bruit de fond reçus en vue de confirmer l'absence de contamination

notable du signal. L'émetteur devrait fonctionner de préférence 24 h par jour. La stabilité de sa fréquence et de la puissance qu'il rayonne sont des conditions fondamentales, et ces deux caractéristiques doivent être connues avec précision. Pour la réception sur des liaisons de courte longueur, la puissance rayonnée devrait être d'au moins 1 kW; pour les distances moyennes ou longues, elle devrait être d'au moins 10 kW. Si l'émetteur utilisé est un émetteur spécial, il fonctionnera normalement en ondes entretenues, mais pourra aussi être utilisé en régime d'impulsions afin de pouvoir étudier les caractéristiques des divers modes de propagation. Si l'émetteur utilisé est un poste du commerce émettant des signaux modulés, il importe que le type de modulation reste le même et que la valeur moyenne du taux de modulation ne varie pas. Les émissions à bande étroite (au maximum 1 kHz environ) se prêtent le mieux à l'enregistrement; il en va de même d'une composante à bande étroite d'un signal composite. Les signaux à bande plus large risquent d'être contaminés par un brouilleur. Des émissions de fréquences étalon ont été employées autrefois, mais, dans de nombreux sites de réception, il y a aujourd'hui de sérieux brouillages dus aux divers émetteurs qui émettent sur la même fréquence. On peut néanmoins éviter ces brouillages dans une certaine mesure en utilisant un récepteur à bande étroite capable de séparer les diverses audiofréquences de modulation de chacun des émetteurs travaillant dans la même voie. Les émetteurs des services radiotéléphoniques ou radiotélégraphiques entre points fixes présentent deux avantages: ils fonctionnent dans des canaux relativement exempts de brouillages et l'on connaît généralement leurs vacations de manière détaillée; en revanche, ils emploient souvent des antennes à gain élevé, ce qui est plutôt un inconvénient.

Parmi les émetteurs adéquats répondant à presque tous les critères énumérés ci-dessus, il convient de citer les émetteurs de cartes météorologiques synoptiques (FAX) utilisant la modulation par déplacement de fréquences (± 400 Hz). Du fait que les positions d'un certain nombre de récepteurs (à bord de navires) ne sont pas connues, ces émetteurs utilisent des antennes équidirectives et émettent, pour la plupart, 24 h sur 24. Les systèmes de réception doivent être très sensibles, en particulier lorsque les enregistrements sont effectués pour des trajets très longs.

Un examen de la Liste internationale des fréquences que tient à jour le BR peut rendre de grands services lorsqu'il s'agit de choisir des émetteurs adéquats; dans la plupart des cas, elle donne des renseignements sur la puissance rayonnée, sur le type de modulation et sur l'horaire d'exploitation, parfois sur l'antenne et sur son orientation. La Liste internationale des fréquences est également utile en ce qu'elle indique les émetteurs, fonctionnant dans la même voie ou dans une voie adjacente, dont il faut tenir compte pour évaluer les probabilités de brouillage. Cependant, avant de se lancer dans un programme de mesures systématiques dès que l'on a découvert, comme il vient d'être dit, un émetteur qui s'y prête probablement, il est recommandé de commencer par faire une série de mesures de contrôle à différentes heures pendant environ un mois, afin de déterminer l'ordre de grandeur des champs que l'on rencontrera, les périodes de la journée pendant lesquelles le signal peut être reçu ainsi que les niveaux de brouillage. Ensuite, on se mettra en relation avec l'organisme qui exploite l'émetteur dont il s'agit afin de vérifier les inscriptions de la Liste internationale des fréquences et de se procurer les renseignements supplémentaires dont on peut avoir besoin (par exemple: type d'antenne, propriétés du sol, etc.). A cette occasion, on devra vérifier que la puissance rayonnée est bien maintenue constante, que c'est bien la même antenne qui est utilisée le jour et la nuit, enfin que l'émetteur ne fait pas partie d'un réseau d'émetteurs fonctionnant sur la même fréquence à partir d'emplacements géographiques différents – ce qui est un mode d'exploitation utilisé par certains pays pour le service de radiodiffusion en ondes décamétriques. Il importe encore de se faire confirmer que l'émetteur restera bien en service pendant toute la période durant laquelle on a l'intention de faire des mesures. Ce n'est qu'ensuite que l'on pourra prendre la décision de procéder à l'enregistrement systématique des émissions. Il serait souhaitable d'être informé en détail sur les incidents de fonctionnement de l'émetteur et notamment d'avoir connaissance de tout défaut ou de toute modification temporaire d'une caractéristique technique susceptible d'avoir des répercussions sur les mesures de champ; mais il est rare que l'on puisse se procurer ces renseignements et que l'on puisse grâce à eux appliquer a posteriori des corrections aux résultats. Aussi convient-il dès le début d'éviter de choisir des émetteurs connus pour les fluctuations de leurs caractéristiques.

Pour qu'un émetteur se prête à des mesures de champ, il faut que les caractéristiques de son antenne soient connues avec précision. Les émetteurs associés à des antennes peu directives présentent des avantages sur ceux dont les antennes sont très directives: le diagramme de rayonnement réel est alors généralement plus voisin du diagramme de rayonnement théorique; les champs créés, au lieu de réception, par des ondes propagées selon des modes différents sont déterminés principalement par les effets de la propagation; on peut enfin aboutir à des conclusions valables moyennant une hypothèse unique sur le gain de l'antenne d'émission faute d'une connaissance des directions d'émission des ondes. Malheureusement, on utilise rarement des antennes à faible gain pour les applications courantes: la plupart des liaisons à ondes décamétriques entre points terrestres fixes se font avec des antennes en losange ou log-périodiques à gain élevé; en radiodiffusion par onde ionosphérique, on trouve généralement des réseaux de doublets horizontaux, dont l'effet directif est lui aussi élevé. Il y a cependant une exception: celle des émetteurs de signaux horaires, dont le but est d'assurer une couverture tous azimuts au moyen de doublets demi-onde verticaux. De telles émissions conviennent particulièrement bien pour les enregistrements concernés. Le diagramme de directivité d'un doublet vertical peut être estimé de façon assez précise, sauf toutefois aux faibles angles d'élévation, lorsque les constantes du sol ont sur le champ une influence prédominante. Cependant, même pour ces faibles angles d'élévation, le comportement de l'antenne est connu de façon plus précise que pour la plupart des autres types d'antenne. Mais si aucun émetteur de ce genre n'est situé d'une manière telle qu'il se prête bien aux mesures, on devra, avant de contrôler les émissions provenant d'une antenne directive, vérifier que le trajet du grand cercle aboutissant au récepteur n'implique pas la réception de signaux provenant

d'un lobe latéral. Si la mesure se fait après une propagation à moyenne ou à grande distance, l'idéal serait que le diagramme de directivité vertical de l'antenne pour des angles d'élévation inférieurs à 20° se rapproche de celui d'une antenne verticale courte située au-dessus d'un sol moyen (voir la Fig. 2a)).

Quand l'émetteur choisi pour les mesures est un émetteur spécial, on doit de préférence utiliser une antenne verticale courte. On peut encore, pour les faibles distances, utiliser un doublet horizontal orienté de manière que son rayonnement transversal se fasse dans la direction du grand cercle. Pour les plus grandes portées, qui correspondent à de faibles angles d'élévation, les deux composantes de l'onde ionosphérique (onde directe et onde réfléchie par le sol) s'annulent presque l'une l'autre; les antennes horizontales sont donc fort peu efficaces (à moins d'être installées à une grande hauteur) et il convient de les éviter.

Pour déterminer le gain d'une antenne d'émission – comme d'ailleurs celui d'une antenne de réception – le mieux est de procéder à des mesures du champ à son voisinage mais à une distance grande par rapport à la longueur d'onde. Toutefois, il faut reconnaître que ces mesures sont rarement incluses dans le programme normal de travail d'une installation d'émission et que l'on ne peut généralement pas les faire en un endroit éloigné autrement que sous le contrôle de l'organisme responsable de la réception. En conséquence, on doit d'ordinaire calculer le gain de l'antenne d'émission en se fondant sur des relations théoriques faisant intervenir ce que l'on sait de la géométrie de l'antenne et sur certaines hypothèses relatives à la nature du terrain.

4 L'antenne de réception, le récepteur et les techniques d'enregistrement

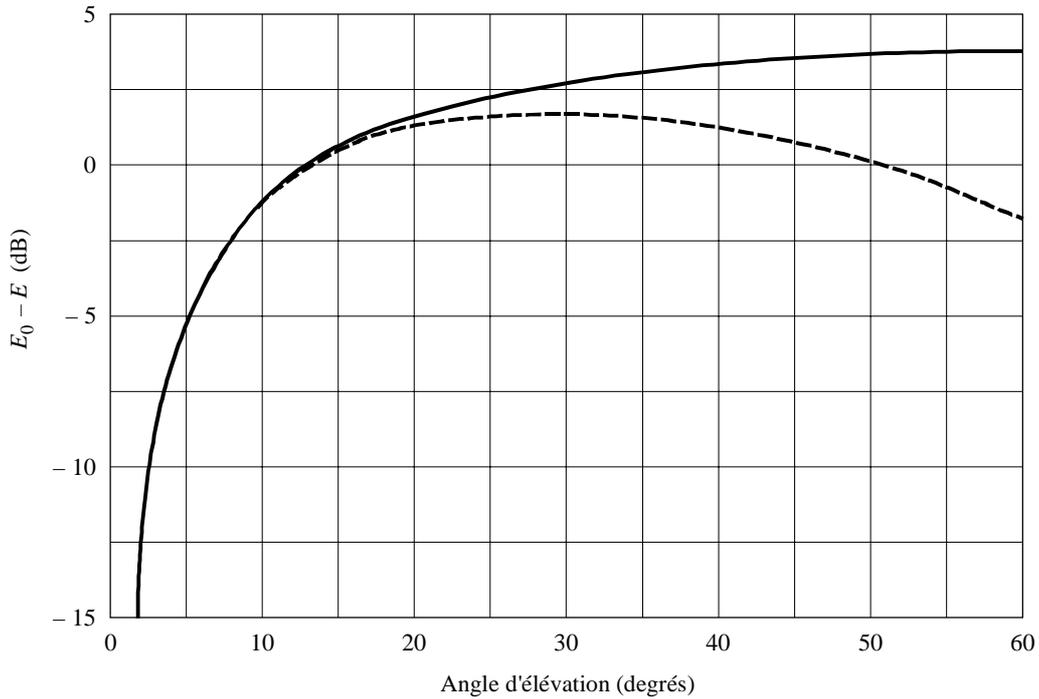
Les méthodes de prévision du champ actuellement en vigueur ne tiennent pas compte des déformations du champ provoquées par certaines particularités de l'emplacement de réception, telles que les ondulations du terrain et les obstacles que constituent les bâtiments, la végétation ou encore les antennes voisines qui se comportent comme des sources de rayonnement secondaire; il est donc important d'installer l'antenne de réception de manière que ces effets soient réduits au minimum. La pente du terrain, en deçà d'une distance égale à cinq longueurs d'onde, ne doit pas dépasser 2° et il ne doit exister aucun obstacle qui, du centre de l'antenne, soit vu, dans le plan horizontal, sous un angle de plus de 5° . Aucune autre antenne ne doit se trouver à une distance inférieure à 10 fois la longueur de l'antenne de réception.

Pour l'antenne de réception, le plus important n'est pas qu'elle ait un gain élevé, mais que ses caractéristiques soient connues avec précision. Sauf sur les fréquences les plus basses et de jour, quand l'absorption ionosphérique est importante, les niveaux de seuil pour la détection du signal sont normalement déterminés par l'intensité des bruits extérieurs, quelle que soit l'antenne de réception. En règle générale, plus le gain d'une antenne est grand, plus on risque de faire des erreurs dans l'évaluation de ses caractéristiques. Aussi, il convient d'utiliser soit une antenne verticale active courte, soit une antenne verticale unipolaire reliée à la terre et plus courte que le quart de la longueur d'onde soit un cadre de petites dimensions. Normalement, le plan du cadre devrait coïncider avec le plan vertical du grand cercle passant par l'émetteur. Pour les grandes portées, la propagation en dehors du grand cercle risque de jouer un rôle important, l'antenne verticale unipolaire est préférable en raison de son effet équidirectif dans le plan horizontal. Si plusieurs émissions provenant d'azimuts différents sont enregistrées à l'aide d'une seule antenne, il convient d'utiliser uniquement une antenne verticale. Il y a des organisations qui mesurent les champs avec des antennes verticales unipolaires, puis qui normalisent les résultats au moyen de données d'étalonnage impliquant la comparaison d'échantillons de signaux sélectionnés avec les indications d'un «mesureur de champ» portatif comportant un cadre de réception incorporé.

La Fig. 2a) représente la variation, en fonction de l'angle d'élévation, du terme $E_0 - E$, (mesure du niveau du signal capté résultant d'une onde ionosphérique incidente d'intensité constante et de l'onde réfléchie au sol qui lui est associée, selon les définitions données plus loin au § 6.2) pour une antenne verticale unipolaire courte mise à la terre et pour un cadre, l'un et l'autre situés au-dessus d'un sol moyen. Pour des angles d'élévation inférieurs à 30° environ, les deux diagrammes de directivité sont très voisins mais, pour des angles d'élévation plus grands, le diagramme du cadre est plus avantageux car le niveau du signal capté dépend relativement peu de l'angle. La Fig. 2b) montre l'effet des constantes du sol au-dessus duquel l'antenne est située. Le niveau du champ reçu au-dessus d'un sol humide est supérieur de 2 à 6 dB à ce qu'il est au-dessus d'un sol très sec, la différence étant maximale aux faibles angles d'élévation. L'influence sensible des constantes du sol ainsi que de l'angle d'élévation lorsque celui-ci est faible, influence que nous avons déjà signalée à propos de l'antenne d'émission, rend particulièrement difficile l'interprétation des données pour les longs trajets associés à des angles d'élévation imparfaitement connus. En principe, l'emploi d'un réseau de terre rendrait le fonctionnement du système de réception moins sensible aux conditions météorologiques qui affectent le degré d'humidité du sol. Ce réseau de terre améliorerait les constantes du sol et augmenterait le niveau du signal reçu mais, pour être efficace, il devrait avoir des dimensions de l'ordre de plusieurs dizaines de longueurs d'onde, ce que l'on peut rarement atteindre dans la pratique. En revanche, on peut poser des réseaux de terre plus petits, de dimensions au plus égales à cinq longueurs d'onde, qui contribuent à stabiliser l'impédance de l'antenne et par conséquent à améliorer ses conditions d'adaptation. Lorsqu'un réseau de terre a été installé, il est bon d'évaluer son effet en procédant à des mesures d'étalonnage sur des signaux émis par un émetteur aéroporté dans son voisinage mais à une distance grande par rapport à la longueur d'onde.

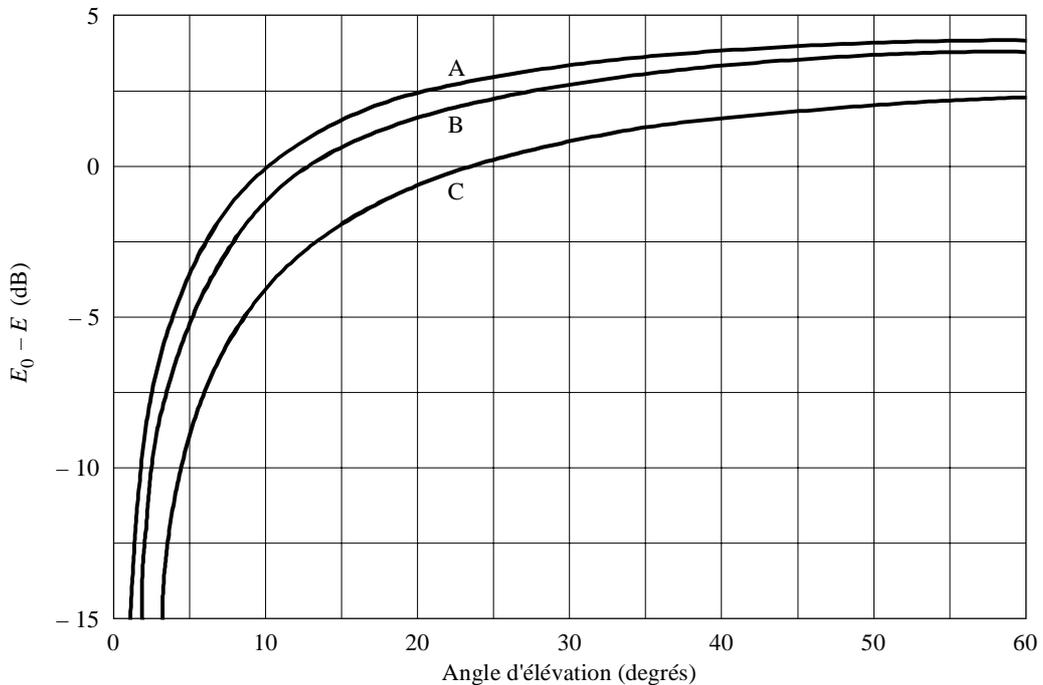
FIGURE 2

Différence entre E_0 (valeur efficace du champ équivalent) et E (valeur efficace du champ ionosphérique) pour une antenne unipolaire verticale courte et pour un cadre à une hauteur de 1 m. Fréquence: 15 MHz



a) Antenne unipolaire et cadre situés au-dessus d'un sol moyen, de conductivité $\sigma = 0,01$ S/m et de constante diélectrique relative $\epsilon = 15$

----- Antenne unipolaire
 ——— Cadre



b) Cadre situé sur sol humide, sur sol moyen et sur sol très sec

Courbes A: sol humide $\sigma = 0,02$ S/m, $\epsilon = 20$
 B: sol moyen $\sigma = 0,01$ S/m, $\epsilon = 15$
 C: sol très sec $\sigma = 0,002$ S/m, $\epsilon = 5$

0845-02

Pour la réception de signaux à courte distance, il est préférable d'employer des doublets horizontaux demi-onde en cas d'enregistrement sur une seule fréquence, ou bien des doublets avec impédance terminale en cas d'enregistrement sur plusieurs fréquences; le niveau du champ capté ne dépend pas alors beaucoup des constantes du sol. Cependant, aux

distances moyennes et longues, quand les angles d'élévation sont faibles, le niveau reçu par ces antennes est limité et il dépend de nouveau beaucoup de l'angle d'élévation, à moins que les antennes ne soient placées à une grande hauteur. On ne devrait pas les utiliser sur de telles distances en raison des difficultés d'étalonnage.

Certaines organisations sont équipées pour faire des mesures à l'aide de systèmes d'antenne spéciaux, comme des rideaux de losange, conçus pour améliorer le rapport signal/bruit sur des circuits particuliers et permettre des mesures dans des conditions où une antenne unique serait inutilisable. Il est difficile d'interpréter les résultats obtenus avec un système d'antennes étendu, en présence d'un champ complexe constitué de plusieurs ondes arrivant sous des angles d'incidence différents, mais ces résultats peuvent néanmoins être acceptables pour le but poursuivi si l'on peut les rattacher de façon cohérente à ceux que fournirait en même temps une antenne de type normalisé. Avant de se décider pour une antenne sensible à la polarisation verticale ou horizontale, il est prudent de vérifier que, si les trajets de propagation font intervenir des ondes dont la polarisation est nettement non circulaire, la réception (ou l'émission) porte essentiellement sur l'onde ordinaire la plus intense.

La liaison entre l'antenne de réception et le récepteur doit se faire par un câble coaxial enterré avec circuit d'adaptation approprié: transformateur ou préamplificateur à large bande. La bande passante du récepteur devrait être aussi étroite que le permet la largeur de bande des signaux à recevoir, cela afin que le rapport signal/bruit soit le meilleur possible. Pour la réception d'ondes entretenues et pour le contrôle des signaux audibles permanents transmis sur les bandes latérales des émissions de signaux horaires, on suggère que la bande passante soit de l'ordre de 100 Hz au maximum.

Le niveau du signal reçu dépend de la puissance rayonnée à l'intérieur de la bande passante du récepteur. Les facteurs déterminants sont: la porteuse, la modulation et le mode d'enregistrement. Si la bande passante du récepteur englobe la porteuse et toutes les bandes latérales, la puissance rayonnée agissante est égale à la somme de celle de la porteuse et de toutes les autres composantes. La Recommandation UIT-R SM.326 donne des valeurs numériques pour divers types de modulation. Dans le cas de la réception à bande étroite d'une bande latérale unique d'une émission de signaux horaires dont la puissance de l'onde porteuse est P et le taux de modulation m , la puissance dans une bande latérale est égale à $m^2P/4$.

Les signaux reçus doivent être détectés, appliqués au circuit approprié d'intégration et de lissage puis enregistrés.

Certaines organisations contrôlent les émissions reçues sur des trajets obliques afin de pouvoir noter l'occurrence d'événements comme les perturbations ionosphériques à début brusque (PIDB) et les orages magnétiques ou étudier statistiquement les évanouissements. En pareil cas, on peut être obligé de recourir à des méthodes d'enregistrement spéciales. Mais lorsque l'on cherche avant tout à rassembler des données horaires représentatives des variations du champ, le mieux est d'employer un enregistreur à plume avec échelle d'amplitude logarithmique (c'est-à-dire graduée linéairement en décibels), la vitesse de déroulement du diagramme étant d'environ 2 cm par heure. La constante de temps d'intégration devrait être de l'ordre de 20 s. On obtient de la sorte une longueur d'enregistrement qui convient aux opérations de lissage effectuées à la main et l'on est à même d'écarter les sections visiblement contaminées par des brouillages ou de forts atmosphériques. Il est souvent plus simple d'enregistrer la tension de CAG d'un récepteur du commerce après l'avoir modifié de manière à porter à 20 s les constantes de temps de montée et de descente. Cette manière de procéder peut cependant conduire, dans certaines conditions, à des erreurs inacceptables, même après étalonnage de la courbe de réponse en ondes entretenues. La tension de sortie est d'ordinaire approximativement proportionnelle au logarithme de la tension d'entrée mais, puisque cette non-linéarité est associée au processus de détection et qu'elle se produit avant l'intégration, les enregistrements donnent le logarithme moyen du champ, et non pas sa moyenne en unités logarithmiques, qui est ce que l'on désire. Ces grandeurs diffèrent lorsqu'il y a évanouissement. Un autre mode d'enregistrement acceptable met en œuvre la quantification numérique des amplitudes instantanées, avec un taux d'échantillonnage convenable, de manière que soit couverte la périodicité connue des composantes typiques de l'évanouissement (avec des périodes d'évanouissement de l'ordre de 20 min). Un traitement par ordinateur permet alors de déterminer des valeurs représentatives. Indépendamment des problèmes d'identification des stations, le recours à l'ordinateur pour commander le récepteur de mesure peut accélérer et simplifier beaucoup les mesures et l'analyse statistique. On ne saurait toutefois trop insister sur le fait qu'avec ces techniques, il faut exercer un contrôle régulier qui permette de s'assurer que ce que l'on mesure est bien l'émission utile.

La meilleure représentation des valeurs horaires journalières est la médiane. Le mieux est de la calculer directement comme étant l'amplitude qui est dépassée pendant la moitié de la durée d'enregistrement, c'est-à-dire pour le cas de la médiane horaire, pendant 30 min. Cette façon de procéder est indépendante de l'échelle d'amplitude du diagramme. Lorsque l'enregistrement se fait avec une échelle d'amplitude logarithmique précise, la médiane peut encore s'obtenir approximativement en prenant sur le diagramme les 2/3 de l'écart entre le quasi-minimum et le quasi-maximum (le quasi-minimum étant la valeur dépassée pendant $Q\%$ du temps, avec $Q \geq 90\%$, et le quasi-maximum étant la valeur dépassée pendant $(100 - Q)\%$ du temps), cela dans l'hypothèse où les évanouissements suivent la loi de distribution de Rayleigh. Lorsque l'enregistrement et le traitement sont informatisés, l'Annexe 2 suggère que 12 échantillons indépendants au moins sont nécessaires pour obtenir des valeurs médianes horaires représentatives. Théoriquement, les échantillons devraient être répartis de manière uniforme sur chaque heure, mais si l'on doit recourir à l'enregistrement commuté de signaux provenant de plusieurs émetteurs, des groupes de 4 échantillons sur 4 min, répétés trois fois pendant l'heure, sont acceptables.

5 Mesures d'étalonnage

Il y a lieu d'établir la relation entre la déviation de l'enregistreur à plume ou les données enregistrées par ordinateur et la tension associée injectée directement dans le récepteur par un générateur de signaux. On devra faire des mesures d'étalonnage périodiques afin d'exprimer la lecture de la tension (valeur quadratique moyenne) de ce générateur en fonction de l'amplitude correspondante du champ de l'onde ionosphérique enregistrée. Deux solutions sont possibles. Dans l'une on doit mesurer l'affaiblissement du câble, l'affaiblissement d'adaptation et l'affaiblissement de couplage ainsi que l'impédance de l'antenne afin de pouvoir exprimer les données enregistrées en puissance disponible au récepteur et en intensité de champ associée. Dans l'autre, qui ne convient que pour la réception de composantes à polarisation verticale, on procède à une comparaison directe avec les valeurs indiquées par un «mesureur de champ» portatif comportant un cadre vertical. Dans ce cas, il importe que l'on soit certain des hypothèses que l'on a faites pour étalonner le mesureur de champ et que l'on sache bien quels sont les champs qui sont exprimés (voir le § 6.2).

6 Passage des résultats de mesure à la puissance moyenne disponible au récepteur et à la valeur quadratique moyenne du champ de l'onde ionosphérique

La méthode d'estimation du champ de l'onde ionosphérique décrite dans la Recommandation UIT-R P.533 donne les valeurs de la puissance moyenne disponible au récepteur en l'absence d'affaiblissements dans le système de réception ainsi que la valeur quadratique moyenne du champ de l'onde ionosphérique. Il faut donc établir des relations entre ces grandeurs et les tensions mesurées aux bornes d'entrée du récepteur.

6.1 Puissance moyenne disponible au récepteur

La relation entre la tension mesurée à l'entrée du récepteur lorsque celui-ci est alimenté par une antenne réelle et la puissance disponible d'une antenne de réception théoriquement sans pertes couplée à une charge adaptée dépend des affaiblissements du système de réception ainsi que des impédances de l'antenne et du récepteur. En règle générale, les affaiblissements du système de réception et l'impédance de l'antenne dépendent de la fréquence. Il est à noter que la relation dont il est question ici ne fait pas intervenir les directions d'arrivée des ondes ni leurs polarisations.

Considérons en premier lieu le cas théorique d'une antenne de réception sans pertes alimentant une charge adaptée.

Soit:

P_a : la puissance disponible à l'antenne de réception (dBW)

V_0 : la valeur efficace de la tension aux bornes de la charge adaptée (dB(1 μ V))

r : la résistance de charge de l'antenne (Ω).

On a:

$$P_a = V_0 - 10 \log r - 120$$

En particulier, si $r = 50 \Omega$:

$$P_a = V_0 - 137 \quad \text{dB} \quad (2)$$

Considérons maintenant le cas pratique d'une antenne couplée à un récepteur par un câble d'alimentation et par un transformateur (ou tout autre circuit d'adaptation), mais où il y a certains affaiblissements d'adaptation. r est alors la résistance de charge présentée par le récepteur.

Soit:

V_r : la valeur efficace de la tension aux bornes d'entrée du récepteur (dB(1 μ V))

L : l'affaiblissement du câble (dB)

T : l'affaiblissement d'adaptation et de couplage (dB).

L'évaluation de T suppose en général que l'on connaisse l'impédance de l'antenne. T comprend les pertes dans les transformateurs et autres circuits d'adaptation de l'antenne ainsi que les pertes relatives à l'adaptation du câble d'alimentation au récepteur. On a alors:

$$V_0 = V_r + L + T$$

de sorte que la formule (2) devient:

$$P_a = V_r + L + T - 137 \quad \text{dB} \quad (3)$$

Pour la réception d'ondes ionosphériques sujettes à évanouissement, P_a représentant la puissance moyenne disponible (dBW) et V_m la médiane horaire de la tension à l'entrée du récepteur (dB(1 μ V)), on doit inclure dans la formule (3) une certaine marge contre les évanouissements. Si l'on admet que l'évanouissement est de type Rayleigh, la valeur efficace de la tension est supérieure de 1,6 dB à sa médiane, de sorte que l'on a :

$$P_a = V_m + L + T - 135,4 \quad \text{dB} \quad (4)$$

Cette dernière relation permet de rapporter les valeurs mesurées de V_m à la puissance P_a à condition de connaître les divers affaiblissements du système. Si l'on ne peut pas déterminer L et T , comme c'est par exemple le cas lorsque l'étalonnage se fait par normalisation au moyen d'un mesureur de champ portatif, on choisira alors de déterminer P_a en fonction de E , valeur efficace du champ de l'onde ionosphérique (dB(μ V/m)), dans le cas où cette grandeur est connue (voir le § 6.2). La formule est alors :

$$\begin{aligned} P_a &= E + G_r - 120 + 10 \log \left(\frac{\lambda^2}{480 \pi^2} \right) \\ &= E + G_r - 20 \log f - 107,2 \quad \text{dB} \end{aligned} \quad (5)$$

λ étant la longueur d'onde (m) et f la fréquence (MHz). G_r est le gain de l'antenne de réception (dB par rapport à une antenne isotrope en espace libre), lequel dépend en particulier de la direction d'arrivée des ondes. Cette direction n'est en général pas déterminée par une mesure, mais prévue. On voit donc que cette manière d'obtenir P_a est moins satisfaisante, puisqu'elle ne conduit pas à des données indépendantes pour contrôler l'exactitude des prévisions.

6.2 Valeur efficace du champ de l'onde ionosphérique

Les valeurs mesurées de la tension à l'entrée du récepteur peuvent s'exprimer par les valeurs correspondantes de la tension induite dans l'antenne de réception et, à partir de là, en fonction de celles du champ. Dans le cas de systèmes simples, comme ceux d'une antenne unipolaire verticale, d'un doublet transversal ou fermé sur impédance ou encore d'un cadre, sensibles à une onde à polarisation unique (horizontale ou verticale), il convient d'introduire la notion de champ incident équivalent. On entend par là un champ résultant, de même polarisation que celle à laquelle l'antenne est sensible. On peut le considérer comme la somme d'une onde ionosphérique incidente et d'une onde réfléchie par le sol. Les mesureurs de champ portatifs du commerce sont généralement étalonnés de manière à indiquer le champ incident équivalent. D'autre part, pour les antennes de grandes dimensions constituées d'éléments séparés d'orientations différentes, comme par exemple un losange horizontal, l'expression de «champ incident équivalent» n'a pas de signification physique. Le niveau de signal capté et le champ résultant ne sont pas les mêmes pour les divers éléments. De même, pour le signal capté en dehors de l'axe principal dans le cas d'une antenne simple comme un doublet ou un cadre, la notion de champ incident équivalent n'a pas grand intérêt. L'antenne est alors sensible à des ondes à polarisation elliptique, et les tensions induites ne dépendent pas seulement du champ, mais aussi de l'adaptation entre les polarisations des ondes et celles auxquelles l'antenne est sensible pour les directions d'arrivée à considérer. Des ondes de polarisation et d'intensité différentes provenant de la même direction peuvent ainsi induire la même tension.

La relation entre le champ incident équivalent et la tension induite dans l'antenne de réception fait intervenir la fréquence, mais, contrairement à la relation correspondante pour le champ de l'onde ionosphérique, elle ne dépend ni de la direction d'arrivée de l'onde ni des constantes du sol. Dans les deux cas, le facteur de conversion a les dimensions d'une longueur, de sorte que, lorsque la notion de champ incident équivalent a un sens, il est commode de se rapporter à deux «longueurs équivalentes» de l'antenne. L'une d'elles : l_{ei} relie le champ incident équivalent à la f.é.m. induite dans l'antenne, et l'autre, l_{es} relie le champ de l'onde ionosphérique à cette même f.é.m. La comparaison du champ incident équivalent au champ de l'onde ionosphérique, opération qui équivaut à relier l_{ei} à une valeur appropriée de l_{es} , est une chose généralement compliquée, qui implique des hypothèses sur les amplitudes, les polarisations et les angles d'arrivée prédominants des composantes de l'onde et qui suppose également une connaissance du diagramme de directivité de l'antenne.

Soit :

E_0 : la valeur efficace du champ incident équivalent (dB(μ V/m))

V_m : la valeur médiane de la tension aux bornes d'entrée du récepteur (dB(1 μ V))

l_{ei} étant exprimé en mètres. On peut alors écrire, en supposant que l'évanouissement est de type Rayleigh:

$$E_0 = V_m + L + T - 20 \log (l_{ei}) + 7,6 \quad \text{dB} \quad (6)$$

Pour une antenne unipolaire verticale de longueur physique l (m), on a:

$$l_{ei} = \frac{\lambda}{2\pi} \operatorname{tg} \frac{\pi l}{\lambda} \quad (7)$$

On voit que, si $l \ll \lambda$, on a sensiblement $l_{ei} \approx \frac{l}{2}$.

Pour un petit cadre de n spires et d'aire A , orienté dans le plan d'incidence, on a:

$$l_{ei} = \frac{2\pi n A}{\lambda} \quad (8)$$

Si maintenant E est la valeur efficace du champ de l'onde ionosphérique (dB(μ V/m)), et si l_{es} est exprimé en mètres, la comparaison avec la formule (6) conduit à:

$$E = V_m + L + T - 20 \log (l_{es}) + 7,6 \quad \text{dB} \quad (9)$$

Or, l_{es} s'exprime en fonction du gain de l'antenne par rapport à une antenne isotrope en espace libre (g_r) et de la résistance de rayonnement r_a (Ω) par la formule:

$$l_{es}^2 = \frac{g_r \lambda^2 r_a}{120 \pi^2} \quad (10)$$

de sorte que, en posant $G_r = 10 \log g_r$, et f étant exprimé en MHz, E peut encore s'écrire:

$$E = V_m + L + T - G_r - 10 \log r_a + 20 \log f - 11,2 \quad \text{dB} \quad (11)$$

La différence entre le champ incident équivalent et le champ de l'onde ionosphérique s'obtient en faisant la différence entre les formules (6) et (11) pour une même valeur de V_m . C'est ce que montre la Fig. 2 pour les cas d'une courte antenne verticale unipolaire mise à la terre et pour un cadre.

6.3 Caractéristique du champ préférable pour effectuer une comparaison entre les valeurs mesurées et les valeurs prévues

D'après ce que l'on a vu aux § 6.1 et 6.2 ci-dessus, la relation entre les valeurs mesurées et la puissance disponible au récepteur ne fait intervenir que les paramètres du système de réception; au contraire, pour relier les mesures aux valeurs correspondantes du champ de l'onde ionosphérique, on doit connaître les directions d'arrivée des ondes et leurs polarisations. Les directions d'arrivée ne sont normalement pas mesurées, mais doivent être prévues. Il s'ensuit donc, lorsque cela est possible, que la caractéristique du champ à laquelle il convient de donner la préférence lorsque l'on veut faire des comparaisons avec les prévisions est la puissance disponible au récepteur. Par conséquent, lorsqu'une nouvelle mesure du champ des ondes décimétriques sera effectuée, il est recommandé de déduire directement la puissance disponible au récepteur P_a des valeurs mesurées de V_m au moyen de la formule (4) donnée au § 6.1. Par ailleurs, pour déduire P_a de la valeur médiane mensuelle des valeurs efficaces du champ E figurant dans la banque de données D1, il faut appliquer la formule suivante déduite des formules (4) et (11).

$$P_a = E + G_r + 10 \log r_a - 20 \log f - 124,2 \quad \text{dBW} \quad (12)$$

7 Tabulation des données

L'organisation qui entreprend les mesures a la possibilité de préparer quatre modèles de feuilles de tabulation des données, selon qu'elle désire indiquer:

- la puissance disponible au récepteur (dBW) (sans facteur de correction pour les effets de l'antenne de réception),
- la tension à l'entrée du récepteur (dB(μ V)) (sans facteur de correction pour les effets de l'antenne de réception),
- le champ incident (dB(μ V/m)) (la tolérance de l'antenne de réception ignore la réflexion de l'onde ionosphérique descendante près de l'antenne de réception),
- le champ de l'onde ionosphérique (dB(μ V/m)).

Bien que la puissance disponible au récepteur soit le paramètre le mieux adapté, il est souhaitable actuellement d'utiliser le champ incident du fait que la tolérance de l'antenne de réception est probablement mieux connue à l'emplacement de réception.

7.1 Renseignements sur les circuits et leur exploitation

Un modèle de feuille pour les renseignements techniques requis est illustré au Tableau 1. Les Tableaux 2 et 3 explicitent les renseignements demandés au Tableau 1. Ces trois Tableaux sont destinés aux organisations qui entreprennent des mesures de l'amplitude des signaux en ondes décimétriques.

TABLEAU 1
Feuille de renseignements techniques

Banque de données de l'UIT-R des mesures d'amplitude des signaux en ondes décimétriques		
Cette feuille de renseignements techniques doit accompagner les feuilles de relevé des données horaires		
Type de renseignements	Emetteur	Récepteur
Emplacement		
Latitude géographique	N/S	N/S
Longitude géographique	E/O	E/O
Nom et adresse de la station et/ou numéro de téléphone, télex et télécopie		
Conductivité du sol	S/m	S/m
Permittivité du sol		
Antenne: type		
polarisation		
faisceau horizontal	degrés	degrés
faisceau vertical	degrés	degrés
gain	dBi	dBi
longueur	m	m
hauteur	m	m
système de terre		
nombre d'éléments		
Fréquence	kHz	
Indicatif d'appel		
Classe de modulation		
Puissance sur l'onde porteuse	kW	
Puissance au point d'alimentation de l'antenne	kW	
Heures d'exploitation	UTC	
Source des renseignements		
Fiabilité des renseignements		
Type de récepteur		
Période d'enregistrement		min/h
Largeur de bande du récepteur		kHz
Paramètre horaire signalé (veuillez cocher le bon)		médiane moyenne valeur efficace
Unité signalée (veuillez cocher la bonne)		
Puissance disponible au récepteur		dBW
Tension à l'entrée du récepteur		dB(μV)
Champ incident		dB(μV/m)
Champ de l'onde ionosphérique		dB(μV/m)
Données ramenées à 1 kW		répondez par oui ou par non
Puissance de l'antenne d'émission ramenée à celle d'une antenne isotrope	répondez par oui ou par non	
Angle d'élévation présumé	degrés	degrés

7.2 Feuilles de tabulation mensuelles des mesures de l'amplitude des signaux

Le Tableau 4 illustre un modèle de feuille d'enregistrement des valeurs mensuelles et horaires des mesures de l'amplitude des signaux. Le Tableau 5 explicite le Tableau 4. Le Tableau 4 est indispensable pour chaque fréquence, chaque mois, alors que le Tableau 1 n'est nécessaire qu'une fois pour chaque fréquence.

L'évaluation de la base, du décile supérieur, du décile inférieur, du quartile supérieur et du quartile inférieur et de la médiane est effectuée par un ordinateur ou s'il n'y a pas d'ordinateur au moyen de la procédure décrite au Tableau 6.

TABLEAU 2

Explications pour la feuille de renseignements techniques (Partie 1)

Banque de données de l'UIT-R des mesures d'amplitude des signaux en ondes décamétriques	
Explications pour la feuille de renseignements techniques	
Emplacement	Nom du lieu d'émission ou de réception
Latitude géographique	Latitude de l'émetteur/récepteur en degrés et minutes
Longitude géographique	Longitude de l'émetteur/récepteur en degrés et minutes
Nom et adresse de la station	Nom de l'organisme chargé de la station d'émission ou de réception et adresse postale et numéro de téléphone, de télex ou de télécopie
Conductivité du sol	Sur le lieu de l'émetteur ou du récepteur
Permittivité du sol	Sur le lieu de l'émetteur ou du récepteur
Antenne	Type (dipôle, log-périodique, rideau ...) Polarisation verticale ou horizontale Orientation du faisceau principal horizontal en degrés Orientation du faisceau principal vertical en degrés Gain en dBi dans le lobe principal Longueur en m Hauteur en m Système de terre, le cas échéant; donner des détails Nombre d'éléments
Fréquence	en kHz
Indicatif d'appel	Le cas échéant
Classe de modulation	Radiodiffusion, rtty, fax ...
Puissance sur l'onde porteuse	Puissance nominale de l'émetteur en kW
Puissance au point d'alimentation de l'antenne	Puissance sur l'onde porteuse moins l'affaiblissement du câble et l'affaiblissement d'adaptation entre l'émetteur et l'antenne en kW
Heures d'exploitation	En UTC

Les valeurs médianes horaires doivent être arrondies au décibel le plus proche. Lorsque l'on a des raisons de croire qu'une valeur n'est connue qu'à 2 à 4 dB près, on doit la faire suivre d'un symbole littéral descriptif et la qualifier d'incertaine. Dans le cas où l'on ne peut pas garantir une précision à 4 dB près, on se borne à inscrire le symbole littéral descriptif sans indiquer de valeur numérique. Les symboles littéraux à employer sont les suivants:

- symboles qualificatifs (placés avant la valeur numérique)
 - D: signifie que la valeur numérique est une limite inférieure,
 - E: signifie que la valeur numérique est une limite supérieure,
 - U: signifie que la valeur numérique est incertaine;
- symboles descriptifs (placés après la valeur numérique, ou figurant seuls)
 - C: signifie que l'on n'a pas fait de mesure, ou que l'on n'a pas pu en faire en raison d'un ennui technique,
 - S: signifie que la mesure a été influencée, ou rendue impossible, en raison de brouillages ou d'atmosphériques.

TABLEAU 3

Explications pour la feuille de renseignements techniques (Partie 2)

Banque de données de l'UIT-R des mesures d'amplitude des signaux en ondes décimétriques	
Explications pour la feuille de renseignements techniques	
Source des renseignements	D'où sont tirés les renseignements concernant l'émetteur?
Fiabilité des renseignements	Jugement subjectif de la fiabilité des renseignements susmentionnés. Les renseignements les plus fiables sont ceux obtenus directement auprès de la station d'émission. Les renseignements les moins fiables sont par exemple ceux tirés de la Liste internationale des fréquences.
Type de récepteur	Fabricant, type de récepteur
Période d'enregistrement	Combien de minutes par tranche horaire sont enregistrées pour obtenir la valeur horaire?
Largeur de bande du récepteur	En kHz
Paramètre horaire enregistré	Les données mesurées correspondent-elles aux valeurs médianes, moyennes ou aux valeurs efficaces?
Unités signalées	Les valeurs mesurées correspondent-elles à la puissance disponible au récepteur en dBW (sans le facteur de correction pour les effets de l'antenne de réception) ou à la tension à l'entrée du récepteur en dB(μV) (sans facteur de correction pour les effets de l'antenne de réception) ou au champ incident en dB(μV/m) (la tolérance de l'antenne de réception ignore la réflexion de l'onde ionosphérique descendante à proximité de l'antenne de réception) ou au champ de l'onde ionosphérique en dB(μV/m)?
Données ramenées à une puissance de 1 kW	Les données mesurées sont-elles ramenées à une puissance rayonnée de 1 kW?
Puissance de l'antenne d'émission ramenée à celle d'une antenne isotrope	Les valeurs mesurées sont-elles ramenées à celle d'une antenne d'émission isotrope?
Angle d'élévation évalué	Comment a été calculé ou évalué l'angle d'élévation de l'onde entrante: lorsque le gain de l'antenne d'émission était déduit ou lorsque les données mesurées ont été transformées en champ de l'onde ionosphérique?

Les médianes, les quartiles et les déciles ne doivent pas être indiqués si les résultats obtenus ne dépassent pas de plus de 2 dB le niveau du bruit de fond à la réception.

Si plus de la moitié de toutes les valeurs numériques journalières possibles d'un mois donné sont manquantes ou accompagnées, pour une raison quelconque, d'un symbole qualitatif, les médianes, les quartiles et les déciles doivent être précédés de la lettre U et accompagnés du symbole littéral descriptif approprié, c'est-à-dire de celui qui convient pour qualifier la majorité des données manquantes ou accompagnées d'un tel symbole. Si la médiane, le quartile ou le décile ne dépasse le niveau du bruit de fond que de 2 à 4 dB, sa valeur numérique doit aussi être précédée par le symbole U et suivie par le symbole S.

7.3 Tabulation des données à traiter par ordinateur

Si les mesures de l'intensité des signaux sont effectuées à l'aide d'un système informatique, l'échange des données doit se faire conformément à la procédure décrite au Tableau 7.

TABLEAU 4

Modèle de feuille pour les mesures horaires et mensuelles de l'amplitude des signaux

Banque de données de l'UIT-R des mesures de l'amplitude des signaux en ondes décimétriques												Circuit:				Fréquence: kHz				Mois:			Année:				
Jour	Heure UTC	0030-0130	0130-0230	0230-0330	0330-0430	0430-0530	0530-0630	0630-0730	0730-0830	0830-0930	0930-1030	1030-1130	1130-1230	1230-1330	1330-1430	1430-1530	1530-1630	1630-1730	1730-1830	1830-1930	1930-2030	2030-2130	2130-2230	2230-2330	2330-0030		
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											
19																											
20																											
21																											
22																											
23																											
24																											
25																											
26																											
27																											
28																											
29																											
30																											
31																											
Base																											
Décile supérieur																											
Quartile supérieur																											
Médiane																											
Quartile inférieur																											
Décile inférieur																											
Symboles littéraux qualificatifs:	E: puissance à l'entée du récepteur en deçà du seuil d'enregistrement					D: puissance à l'entrée du récepteur supérieure au maximum d'enregistrement					U: valeur incertaine																
Symboles littéraux descriptifs:	C: pas de mesure effectuée ou incident technique					S: brouillage																					

TABLEAU 5

Explications pour les mesures horaires et mensuelles de l'amplitude des signaux

Banque de données de l'UIT-R des mesures de l'amplitude des signaux en ondes décimétriques	
Explications pour la feuille de tabulation des mesures horaires	
Circuit	Nom de la station d'émission/réception
Valeurs horaires	<p>Pour les émissions continues, il faut retenir le signal moyen émis 30 min avant l'heure jusqu'à 30 min après l'heure. Si l'émission dure 60 min, d'une heure précise à l'heure suivante précise, elle sera divisée en deux périodes de 30 min et deux valeurs horaires figureront dans le tableau</p> <p>Pour les heures pendant lesquelles il n'y a pas eu de mesure, le symbole C doit être inscrit dans le tableau</p> <p>Pour les heures pendant lesquelles il y a eu une mesure et pendant lesquelles la fréquence a été brouillée, le symbole S doit être inscrit dans le tableau</p> <p>Pour les heures pendant lesquelles il y a eu une mesure, mais portant sur un signal utile inférieur au seuil d'enregistrement, ce seuil ainsi que le symbole E doivent être inscrits dans le tableau</p> <p>Pour les heures pendant lesquelles on a effectué une mesure portant sur un signal utile supérieur au maximum d'enregistrement, le maximum et le symbole D doivent être inscrits dans le tableau</p> <p>Pour les heures pendant lesquelles il y a eu une mesure portant sur un signal utile incertain pour une raison quelconque, la valeur mesurée ainsi que le symbole U doivent être inscrits dans le tableau</p> <p>Toutes les amplitudes journalières et mensuelles doivent être indiquées, en arrondissant au décibel le plus proche</p>
Base	Le nombre d'heures pour lesquelles on a obtenu des valeurs numériques ainsi que celles accompagnées des symboles D, E et U est «la base»
Déciles, quartiles et médianes	Toutes les valeurs mesurées doivent être classées par ordre de grandeur décroissante. Les valeurs D doivent figurer à l'extrémité supérieure et les valeurs E à l'extrémité inférieure. Les déciles, les quartiles et les médianes sont obtenus conformément à la procédure du Tableau 6

TABLEAU 6

Tableau de calcul des déciles, quartiles et médianes

Banque de données de l'UIT-R des mesures d'amplitude des signaux en ondes décamétriques			
Procédure de calcul des déciles, quartiles et médianes			
Le tableau ci-dessous donne la procédure de calcul des déciles, des quartiles et des médianes.			
Si le tableau classé contient 31 valeurs, la 4 ^e depuis le haut est le décile supérieur, la moitié de la somme des 8 ^e et 9 ^e valeurs constitue le quartile supérieur et la 16 ^e valeur est la médiane.			
Si le tableau classé contient 30 valeurs, le décile supérieur est égal à la somme de 9 fois la 4 ^e valeur plus la 3 ^e valeur, divisée par dix, etc.			
Les déciles et les quartiles supérieurs sont comptés en commençant depuis l'extrémité supérieure du tableau. Les déciles et quartiles inférieurs sont comptés en commençant à l'extrémité inférieure du tableau.			
Base	Valeurs à utiliser dans les calculs		
	Décile	Quartile	Médiane
31	4 ^e	$(8^e + 9^e)/2$	16 ^e
30	$(9*4^e + 3^e)/10$	$(3*8^e + 9^e)/4$	$(16^e + 15^e)/2$
29	$(4*4^e + 3^e)/5$	8 ^e	15 ^e
28	$(7*4^e + 3*3^e)/10$	$(3*8^e + 7^e)/4$	$(15^e + 14^e)/2$
27	$(3*4^e + 2*3^e)/5$	$(7^e + 8^e)/2$	14 ^e
26	$(3^e + 4^e)/2$	$(3*7^e + 8^e)/4$	$(14^e + 13^e)/2$
25	$(2*4^e + 3*3^e)/5$	7 ^e	13 ^e
24	$(3*4^e + 7*3^e)/10$	$(3*7^e + 6^e)/4$	$(13^e + 12^e)/2$
23	$(4^e + 4*3^e)/5$	$(6^e + 7^e)/2$	12 ^e
22	$(4^e + 9*3^e)/10$	$(3*6^e + 7^e)/4$	$(12^e + 11^e)/2$
21	3 ^e	6 ^e	11 ^e
20	$(9*3^e + 2^e)/10$	$(3*6^e + 5^e)/4$	$(11^e + 10^e)/2$
19	$(4*3^e + 2^e)/5$	$(5^e + 6^e)/2$	10 ^e
18	$(7*3^e + 3*2^e)/10$	$(3*5^e + 6^e)/4$	$(10^e + 9^e)/2$
17		5 ^e	9 ^e
16		$(3*5^e + 4^e)/4$	$(9^e + 8^e)/2$
15		$(4^e + 5^e)/2$	8 ^e
14		$(3*4^e + 5^e)/4$	$(8^e + 7^e)/2$
13			7 ^e
12			$(7^e + 6^e)/2$
11			6 ^e
10			$(6^e + 5^e)/2$

TABLEAU 7

Explications pour la feuille de données traitées par ordinateur

Banque de données de l'UIT-R des mesures d'amplitude des signaux en ondes décamétriques	
Explications pour les données traitées par ordinateur	
Des renseignements techniques doivent également accompagner les mesures si les données sont traitées par ordinateur. Les valeurs mesurées journalières et mensuelles peuvent être présentées comme suit:	
Colonnes 1-3	Code désignant le circuit et la fréquence
Colonne 5	1: valeurs journalières 2: déciles supérieurs 3: quartiles supérieurs 4: médianes 5: quartiles inférieurs 6: déciles inférieurs
Colonne 7	1: médiane 2: moyenne 3: valeur efficace
Colonne 8	1: puissance disponible au récepteur en dBW 2: tension à l'entrée du récepteur en dB(μ V) 3: champ incident en dB(μ V/m) 4: champ de l'onde ionosphérique en dB(μ V/m)
Colonnes 10-11	Année (deux chiffres)
Colonnes 13-14	Mois (deux chiffres)
Colonne 16	1 = 01-12 UTC 2 = 13-24 UTC
Colonnes 18-19	Jour du mois
Autres colonnes (21 à 80: 5 colonnes par 12 heures)	
	Colonne 1: symbole qualificatif (ou espace) Colonne 2: données – centaines Colonne 3: données – dizaines Colonne 4: données – unités Colonne 5: symbole littéral (ou espace)
Les données doivent être enregistrées sur disquettes (3,5 pouces en format MS-DOS).	

ANNEXE 2

**Techniques de mesure du champ en ondes décamétriques –
Spécifications pour une campagne de mesure du champ
destinée à améliorer les méthodes de prévision**

1 Introduction

La mesure du champ en ondes décamétriques se heurte à de graves difficultés en ce qui concerne l'identification de certaines des émissions et les caractéristiques des équipements et des antennes dont on dispose pour ces mesures. C'est pourquoi il est proposé que soit mis en place un réseau d'émetteurs et de récepteurs nouveaux, commandés par ordinateur, dont les caractéristiques sont celles décrites dans la présente Annexe. Ces dispositions réduiront les incertitudes, en assurant une haute qualité des données, et devraient permettre que des stations de réception de prix modéré soient installées en grand nombre dans le monde entier.

2 La campagne de mesure du champ en ondes décimétriques

Les nouvelles données dont on a besoin ne pourront être obtenues que si de nouveaux émetteurs et de nouveaux récepteurs sont installés. Il est proposé que ces émetteurs possèdent une agilité de fréquence, chacun d'eux émettant, selon un programme prédéterminé, sur 5 fréquences les unes à la suite des autres. Dans chaque cas, il doit y avoir une période d'émission continue de signaux pour que des mesures manuelles et des séquences codées permettent une identification auditive de la source, une identification par ordinateur de la source ainsi qu'une évaluation informatisée des intensités du signal et du bruit de fond ou du brouillage.

Pour minimiser la possibilité de brouillage, les émissions devraient être faites à des fréquences assignées, probablement dans les bandes du service fixe.

Plusieurs systèmes de réception satisfaisant aux spécifications données ci-après sont possibles, mais une norme unique est recommandée pour l'antenne de réception. Chaque récepteur devrait fonctionner de façon à obtenir des séquences rapides de mesure, restant sur chaque fréquence jusqu'à 12 s et être capable de mesurer des niveaux de signal à la plupart des fréquences émises au cours de chaque heure. Au moins un ensemble de réception comprenant l'interface, le calculateur et le logiciel est disponible et l'on espère que quelques administrations prêteront des équipements aux pays en développement dans lesquels il est grand besoin de nouvelles mesures.

3 Emetteur

3.1 Emplacement des émetteurs

Pour recueillir des données qui illustrent les conditions de propagation en ondes décimétriques à l'échelle mondiale, il serait préférable d'avoir au moins 9 émetteurs situés dans les hémisphères Nord et Sud aux latitudes moyennes, et dans les zones tropicales dans les Régions 1, 2 et 3 (voir le Tableau 8). On notera cependant qu'il est possible d'obtenir des résultats utiles à partir d'un nombre moindre d'émetteurs, si la répartition proposée dans le Tableau 8 ne s'avère pas réalisable.

TABLEAU 8

	Région 1	Région 2	Région 3
Hémisphère Nord	Europe du Nord et centrale	Amérique du Nord	Asie
Tropiques	Afrique tropicale	Région des Caraïbes	Asie du Sud-Est
Hémisphère Sud	Afrique australe	Amérique du Sud	Australasie

3.2 Puissance des émetteurs

La puissance des émetteurs devrait être comprise entre 5 et 10 kW.

3.3 Antennes d'émission

Les antennes d'émission devraient être équidirectives dans le plan horizontal et avoir un diagramme de rayonnement large dans le plan vertical. Afin d'éviter la commutation fréquente de puissances élevées RF, il est préférable d'utiliser une antenne unipolaire à large bande ou une structure conique. Cependant de telles antennes ont généralement un diagramme de rayonnement vertical qui varie aux fréquences supérieures à environ trois fois la fréquence la plus basse de celles pour lesquelles a été conçue l'antenne, ce qui est le cas lorsque la hauteur de l'antenne est d'environ $\lambda/4$; les caractéristiques des antennes particulières qui sont proposées devront donc être soigneusement étudiées avant l'installation de ces dernières. Le critère pour le diagramme de rayonnement vertical est que, aux fréquences de fonctionnement les plus élevées, l'écart entre le diagramme de rayonnement et celui d'une antenne unipolaire demi-onde (cas du milieu de la bande) pour des angles d'élévation allant jusqu'à 65° , ne soit pas supérieur à 3 dB. Une possibilité est de choisir une antenne à large bande dont la fréquence de fonctionnement la plus élevée soit environ trois fois sa fréquence la plus basse de conception, et d'utiliser un réseau d'adaptation sélectif en fréquence pour permettre le fonctionnement à la fréquence la plus basse de fonctionnement.

L'antenne doit être installée sur un terrain plat dont la pente ne dépasse pas 2° , l'emplacement devant être dégagé et les obstacles ne devant pas être perçus sous un angle supérieur à 4° .

3.4 Fréquences et horaires des émissions

Les émissions à partir d'un même emplacement doivent être effectuées dans 5 bandes de fréquences, de préférence dans celles du service fixe, voisines de 5,5, 8, 11, 15 et 20 MHz. Les émissions sur chaque fréquence doivent être rayonnées les unes après les autres en commençant aux minutes 0, 4, 8, 12 . . . de chaque heure. L'horaire des émissions de fréquences doit être communiqué au Directeur du BR afin qu'il le transmette à tous les participants à la campagne de mesure.

Si plus de cinq émetteurs fonctionnent simultanément, plusieurs fréquences seront nécessaires dans toutes les bandes si l'on veut éviter un brouillage mutuel. 6 à 10 émetteurs nécessitent deux fréquences dans chaque bande, 11 à 14 émetteurs en nécessitent trois par bande, etc.: le nombre de fréquences requises pour n émetteurs est égal à $\lceil (n-1)/5 \rceil + 1$. Le Tableau 9 indique un horaire pour 9 émetteurs utilisant deux fréquences, 1 et 2, dans chacune des bandes A à E.

TABLEAU 9

Plan de fréquences pour neuf émetteurs

		Minutes					
		0	4	8	12	16	20
E m e t t e u r	1	A1	B1	C1	D1	E1	
	2	B1	C1	D1	E1	A2	
	3	C1	D1	E1	A2	B2	
	4	D1	E1	A2	B2	C2	
	5	E1	A2	B2	C2	D2	
	6	A2	B2	C2	D2	E2	
	7	B2	C2	D2	E2	A1	
	8	C2	D2	E2	A1	B1	
	9	D2	E2	A1	B1	C1	

3.5 Le signal émis

3.5.1 L'émission doit être de classe F1B avec un déplacement de fréquence de 850 Hz. Conformément aux dispositions de la Recommandation UIT-R F.246, le «repos» doit se situer sur la fréquence inférieure, c'est-à-dire 425 Hz en deçà de la fréquence assignée.

NOTE 1 – Si l'on produit une émission en appliquant les techniques à bande latérale unique à porteuse supprimée, il peut être commode d'utiliser, par exemple comme fréquence de référence, une fréquence à porteuse supprimée 1 225 Hz en deçà de la fréquence assignée, en association avec des fréquences à modulation de la bande latérale supérieure situées respectivement à 800 Hz pour la fréquence «de repos» et 1 650 Hz pour la fréquence de «travail».

3.5.2 La séquence émise sur chaque fréquence doit avoir les caractéristiques ci-après et une durée de 12 s. Elle doit être répétée pendant 4 min, les dernières répétitions étant, le cas échéant, raccourcies pour que le changement de fréquence de l'émetteur puisse se faire. La séquence doit être conforme au schéma suivant:

- un préambule MDF à 100 bit/s pendant 1 s comprenant des alternances de signaux à partir de la fréquence de repos;
- une pause de 50 ms;

- un signal d'identification émis en Morse sur la fréquence supérieure (voir la Recommandation UIT-R F.246) dans un intervalle qui ne dépasse pas 3,3 s:
 - les durées à l'intérieur de la séquence en Morse seront dans les rapports suivants:
 - durée d'un point: 1 unité
 - durée d'un trait: 3 unités
 - espace entre éléments à l'intérieur d'un caractère: 1 unité
 - espace entre les caractères du signal d'appel: 3 unités
 - la durée de l'unité pour un point, un trait, etc. sera le plus grand multiple de 100 ms afin que, dans la mesure du possible, le signal d'appel occupe les 3,3 s disponibles; le signal d'appel commencera au début de l'intervalle disponible, et la durée inutilisée sera à la fin de cet intervalle;
 - si cela est autorisé, on pourrait avantageusement employer le code international de localisation utilisé par les radioamateurs pour émettre ce signal d'identification à condition qu'il puisse tenir dans l'intervalle spécifié;
- une pause de 50 ms;
- une séquence complémentaire de 256 bits émise à 1 200 bit/s comme suit:

Séquence 1:

```
111001000010100000010100110110000001101 1001010001110101111011000000110
1111010111000101001101100011100100110101111110101111011000000110111101
0111111010110010011100011011001010001110101111011000111001000010100011
1010110010011111100100110101111110101111011000
```

- une pause de 50 ms;
- une deuxième séquence complémentaire de 256 bits émise à 1 200 bit/s, comme suit:

Séquence 2:

```
0001101111010111111010110010011111100100110101110001010000100111000110
1111010111000101001101100011100100110101111110101111011000111001000010
1000000101001101100011100100110101110001010000100111111001000010100011
1010110010011111100100110101111110101111011000
```

- une pause de 50 ms;
- une série d'alternances de signaux MDF comprenant 273 bits à 100 bit/s à partir de la fréquence inférieure;
- une séquence d'identification en code Gold de 127 bits, à 100 bit/s commençant à la fréquence inférieure. Les séquences à utiliser par les stations d'émission qui participent à la campagne peuvent être indiquées par le BR, qui fera connaître aux stations de réception quelles sont les séquences utilisées.
- un signal constant sur la fréquence supérieure pendant une durée d'au moins 3 s, qui doit continuer à être émis jusqu'à la fin des 12 s fixées pour la séquence.

NOTE 2 – L'identificateur automatique prend la forme d'un code Gold, de longueur 127 bits, obtenu en appliquant l'algorithme suivant pour le générateur avec enregistreur à décalage à 7 niveaux:

$$s_1 = x^7 + x^3 + x$$

$$s_2 = x^7 + x^3 + x^2 + x + 1$$

Les séquences assignées successivement aux stations d'émission seront dans l'ordre suivant:

$$s_1 ; s_2 ; (s_1 + s_2); (s_1 + \tau \cdot s_2); \dots (s_1 + \tau^{126} \cdot s_2)$$

où τ^n représente un déplacement cyclique de n places.

3.6 Tenue de journaux de bord

Des journaux de bord détaillés, contenant des informations sur l'état de l'émetteur et en particulier sur la puissance d'émission devraient être tenus dans toutes les stations d'émission et envoyés périodiquement au Directeur du BR.

4 Récepteur

4.1 Emplacement des récepteurs

Les stations de réception destinées à enregistrer les émissions des 9 émetteurs proposés devraient être aussi nombreuses que possible. A cause du zéro dans le diagramme vertical de rayonnement de l'antenne verticale d'émission, les mesures ne devraient pas être faites à des distances inférieures à 500 km environ.

4.2 Antennes et choix de l'emplacement

Il est recommandé d'utiliser des antennes actives verticales courtes pour les mesures de champ conformément aux spécifications données dans l'Appendice 1. Les antennes devraient être installées sur un sol plat de pente inférieure à 2°, en un emplacement dégagé d'au moins 25 m de rayon, les obstacles les plus éloignés étant d'une hauteur inférieure à 4° d'angle d'élévation, mesuré au niveau du sol. L'antenne ne devrait pas être située à proximité de lignes électriques et autres structures métalliques. L'antenne peut être protégée par une clôture ou une palissade en bois, de hauteur inférieure à 2 m, et à une distance d'au moins 3 m. Il est préférable que l'emplacement soit situé dans une zone où la conductivité du sol est bonne et homogène; dans tous les cas, il faut connaître la conductivité qui sera utilisée dans l'analyse des résultats.

4.3 Spécifications et étalonnage des récepteurs

Les récepteurs de mesure du champ devront satisfaire aux conditions minimales de fonctionnement suivantes:

- commande par synthétiseur (échelon de 10 Hz);
- bus externe disponible pour la commande par ordinateur;
- précision de la fréquence: $\pm 10^{-6}$;
- bandes latérales de bruit du synthétiseur: caractéristique de mélange réciproque meilleure que 70 dB dans une largeur de bande de 3 kHz pour un décalage de 20 kHz;
- sensibilité BLU: 1,0 μ V sur terminaison pour au moins 10 dB de $(S + N)/N$ pour une largeur de bande de 3 kHz;
- réponses parasites (par exemple, image, FI) meilleures que 70 dB;
- sélectivité: largeur de bande de 3 kHz environ, facteur de forme (–60 dB à –6 dB) 2:1;
- linéarité: interception au 3^e ordre, écartement 20 kHz, +10 dBm;
- capacité de mesurer une moyenne vraie en 4 s;
- précision de l'horloge du système de réception inférieure à 1 s.

4.4 Séquence de mesure du récepteur

Sur les 12 s de la séquence de code émis, seules 4 s sont nécessaires pour la mesure par l'ordinateur, ce qui permet une tolérance suffisante pour des écarts de minutage.

Il est indiqué au § 5 que 12 échantillons sont nécessaires pour évaluer le niveau médian du signal sur un intervalle de temps de 1 h. Il est donc suffisant de mesurer 4 échantillons pendant 4 min, en répétant l'opération trois fois par heure, en utilisant le cycle émission de 20 min. De cette façon, des mesures peuvent être faites sur 5 fréquences dans un intervalle de temps de 4 min, et sur 25 fréquences dans un intervalle de 1 h. La séquence est illustrée à la Fig. 3.

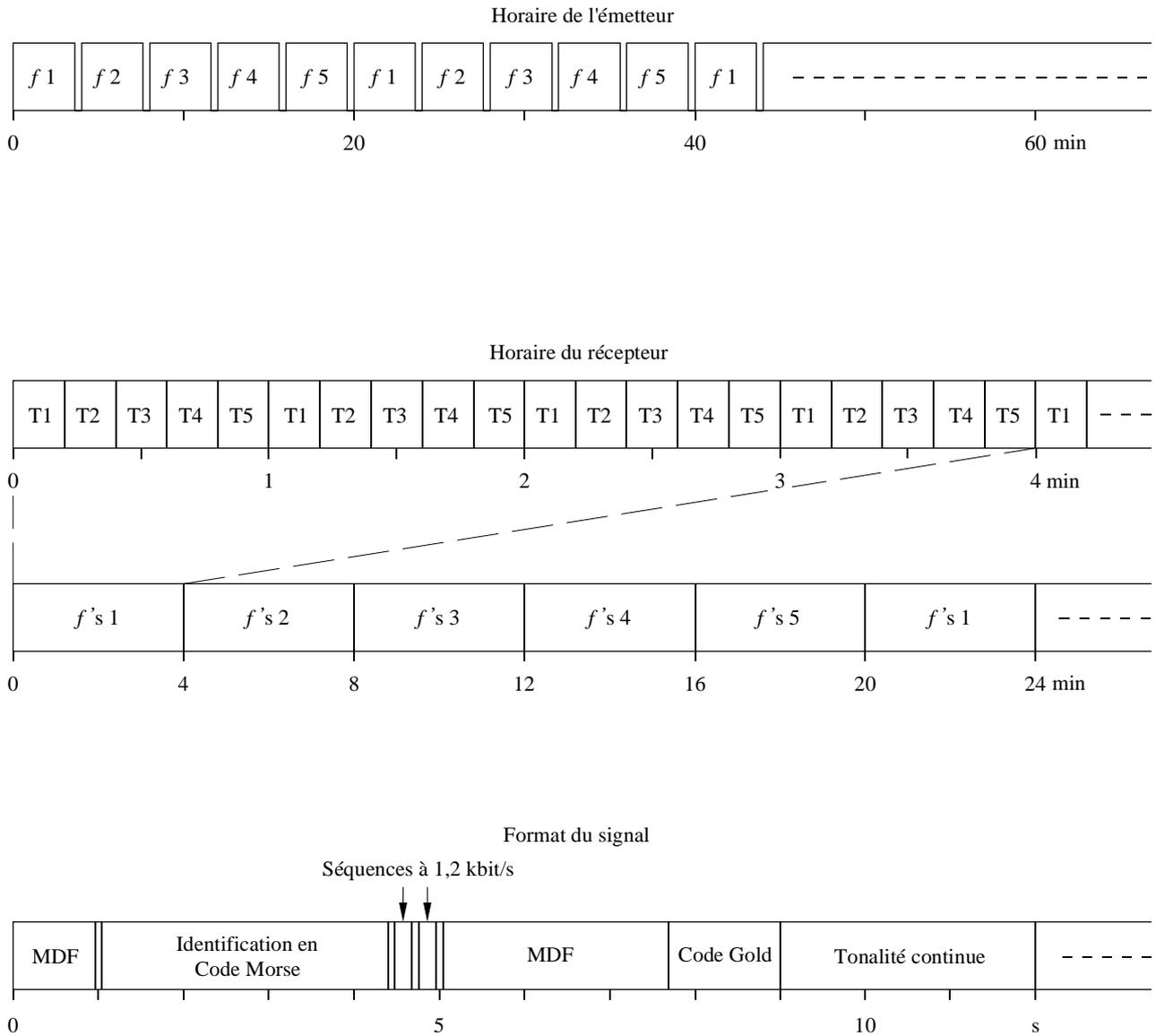
Les organisations qui n'exploitent qu'un seul récepteur peuvent choisir de mesurer jusqu'à 25 émissions parmi les 45 disponibles, afin de remplir les conditions qui viennent d'être exposées. On peut aussi faire fonctionner deux récepteurs en parallèle pour contrôler un nombre plus grand d'émissions. Le «groupe international» qui doit être constitué pourra donner des conseils sur le choix des émissions qui conviennent (voir le § 6).

4.5 Unités d'enregistrement et étalonnage

L'emploi d'une antenne de réception et d'un système de réception normalisés permet d'appliquer une conversion commune pour obtenir les champs dans toutes les stations, lors de l'analyse des données. On doit exprimer les amplitudes mesurées en tensions correspondantes à l'entrée du récepteur en injectant un signal d'étalonnage de référence

en principe, une fois par jour. Ce signal doit avoir une amplitude fixe et donner toute la gamme des valeurs de sortie du récepteur. L'intensité du signal d'étalonnage doit être consignée dans le journal de bord de la station avec l'indication des atténuations d'entrée utilisées; le niveau des signaux à la sortie du récepteur doit être enregistré sur disquette.

FIGURE 3
Horaires et formats



0845-03

5 Mesure du signal et du bruit de fond, et traitement des données

Ce paragraphe décrit les procédures fondamentales à appliquer pour obtenir l'amplitude des signaux à inclure dans une future banque de données de l'UIT-R. Le format du signal émis (§ 3.5.2) est conçu pour permettre aussi des mesures complémentaires destinées à d'autres types d'études de propagation si on le souhaite.

5.1 Echantillonnage

Pour chacun des circuits choisis (émetteur/récepteur/comboinaison de fréquences), le récepteur enregistre, au cours de chaque heure, des échantillons d'amplitude en nombre suffisant pour permettre d'évaluer, de façon statistiquement significative, les médianes horaires des intensités du signal et du bruit, en relation avec l'évanouissement probable au cours d'une heure. Les amplitudes moyennes de la tension sur une période de 4 s à l'intérieur de chacun des cycles d'émission de 12 s seront déterminées en premier lieu, par traitement analogique ou numérique du signal. On prendra au moins 12 échantillons de ce type pour chacune des heures d'un jour donné, qui devront être répartis à peu près uniformément sur la période pendant laquelle l'émetteur est en fonctionnement. Cela se traduit par une erreur type résultant de l'échantillonnage inférieur à 2 dB.

5.2 Affaiblissement d'entrée

Pour tenir compte de la variation en amplitude des signaux sur divers circuits et à des moments différents de la journée, il est suggéré d'introduire un affaiblisseur commuté, commandé par ordinateur, entre l'antenne et le récepteur et d'enregistrer sur disquette les valeurs de l'affaiblissement ainsi que les données relatives au signal et au bruit.

5.3 Enregistrement des données

Les données doivent être transférées sur disquette dans un format convenu (Appendice 2). Le calcul des valeurs médianes horaires sera centralisé. Les règles concernant le traitement des échantillons pour lesquels le signal n'est pas discernable du bruit ou du brouillage sont données à l'Appendice 3.

5.4 Détermination des médianes et déciles mensuels

Les valeurs médianes mensuelles et celles des déciles mensuels inférieur et supérieur de l'amplitude du signal seront calculées en combinant les données médianes horaires d'amplitude du signal pour les différents jours. Les règles de traitement des échantillons journaliers dans le cas où le niveau du signal est inférieur à celui du bruit sont exposées dans l'Annexe 1.

5.5 Normalisation des données

Les données provenant des différentes stations de réception seront accompagnées des facteurs d'étalonnage, pour chaque circuit, des systèmes correspondants antenne-récepteur. Ces informations et celles provenant des tableaux de bord des émetteurs permettront une normalisation centralisée des données des différentes valeurs journalières/horaires en vue de leur incorporation dans la banque de données.

6 Gestion des données, assurance de qualité et formation

Le projet prévoit un nombre important de stations de réception (dont certaines dans des régions où il y a une insuffisance notable d'ingénieurs qualifiés), qui enverront à un organisme central pour compilation et traitement une grande quantité de données, probablement sous forme de disquette. Un tel projet n'a de chances de succès que si une attention suffisante est apportée à son organisation et à la formation du personnel.

Il est recommandé que soit constitué un groupe international chargé de surveiller le programme de mesure et de fournir aide et conseils aux participants. Il est de plus recommandé que l'UIT fournisse le soutien nécessaire pour rassembler et traiter les données, en consultation avec le groupe.

Les tâches essentielles sont les suivantes:

- rassembler et valider les données de mesure fournies par les différentes stations de réception,
- créer et maintenir des fichiers récapitulatifs des champs médians journaliers horaires,
- normaliser ces résultats compte tenu des caractéristiques connues des systèmes d'émission et de réception, constituer une banque de données définitive, et
- organiser des cours de formation dans diverses parties du monde en vue d'assurer un fonctionnement satisfaisant des systèmes de réception.

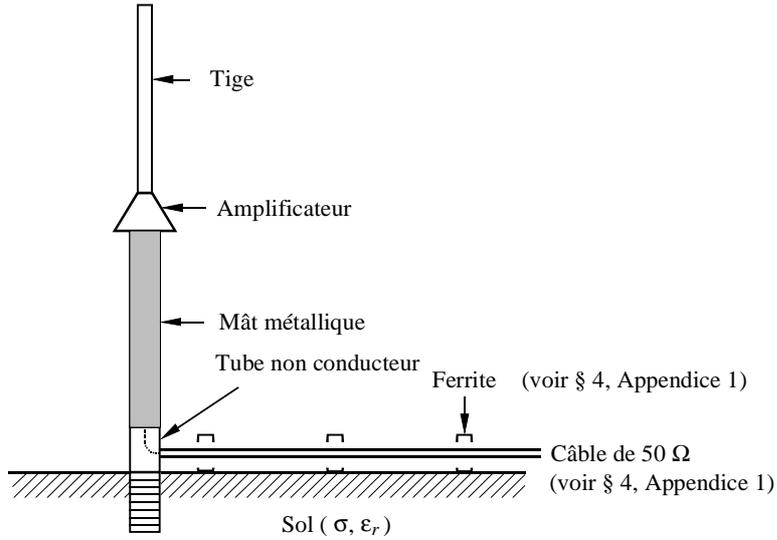
Il est recommandé que toutes les données enregistrées à l'aide d'un tel équipement soient transmises au Directeur du BR en vue de faciliter la constitution d'une nouvelle base de données de l'UIT-R concernant les mesures de champ.

APPENDICE 1

Spécifications pour une antenne verticale destinée à être utilisée
comme sonde pour les mesures de champ

1 Schéma général

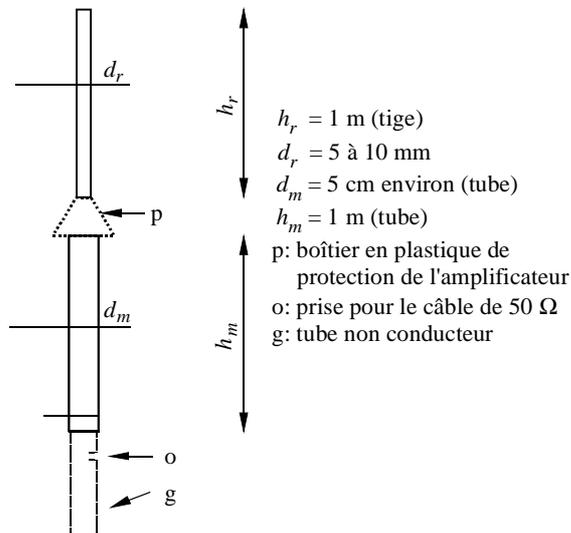
FIGURE 4a
Schéma général d'une antenne active



0845-04a

2 Structure géométrique

FIGURE 4b
Structure géométrique d'une antenne active



0845-04b

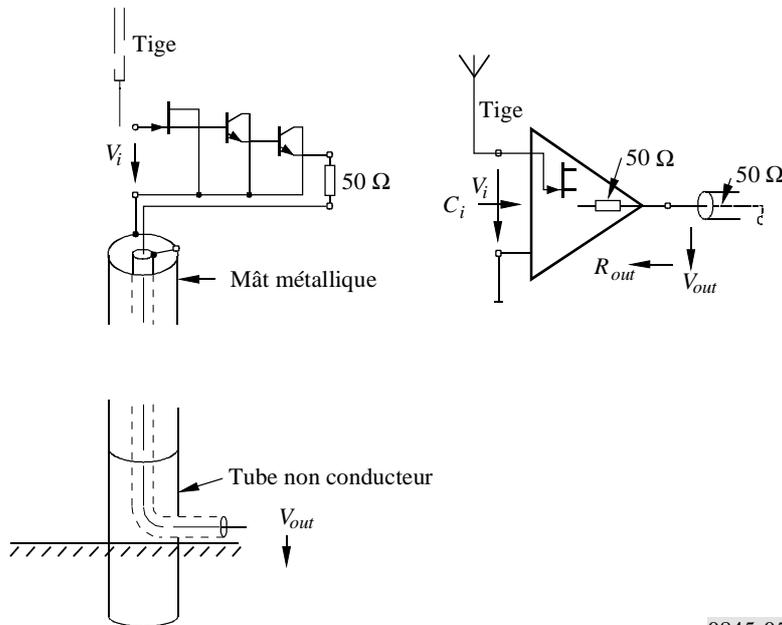
3 Amplificateur d'une antenne active

3.1 Schéma de principe

On peut utiliser par exemple un suiveur de source à transistor à effet de champ (TEC) et un émetteur suiveur bipolaire. Le système pourrait être alimenté en courant continu par le conducteur intérieur du câble coaxial.

FIGURE 5

Schéma de principe d'une antenne active



0845-05

3.2 Caractéristiques électriques d'une antenne active

- Amplification: $V_{out}/V_i \approx 1/2 \triangleq -6 \text{ dB}$
- Impédance d'entrée: $C_i = 15 \text{ pF}$
- Résistance de sortie: $R_{out} = 50 \Omega$, taux d'ondes stationnaires (TOS) ≤ 2
- Facteur de bruit mesuré à la sortie:

$$F_{out} \leq 15 \triangleq 11,8 \text{ dB}$$

(Puissance de bruit disponible mesurée à la sortie de l'antenne blindée ou à la sortie de l'amplificateur lorsque la charge $C_A = 10 \text{ pF}$ à l'entrée)

- Domaine de linéarité (niveau du signal pour une compression de 1 dB):

$$V_{comp, out} \geq 1,2 \text{ V (avec une charge de } 50 \Omega \text{)} \\ \text{mesuré avec une antenne fictive}$$

- Caractéristiques d'intermodulation:

Point d'interception du 2^e ordre mesuré à la sortie:

$$\text{IPOP2} \geq 50 \text{ V (ou } 47 \text{ dBm) (avec une antenne fictive)}$$

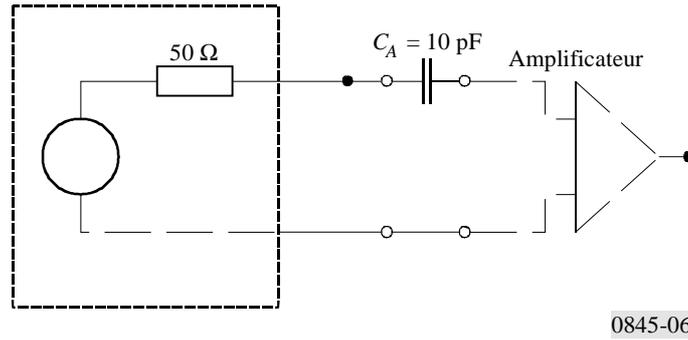
Point d'interception du 3^e ordre mesuré à la sortie:

$$\text{IPOP3} \geq 5 \text{ V (ou } 27 \text{ dBm) (avec une antenne fictive)}$$

Les points d'interception sont mesurés par la méthode de deux générateurs de signaux.

- Antenne fictive pour les mesures sur l'amplificateur

FIGURE 6

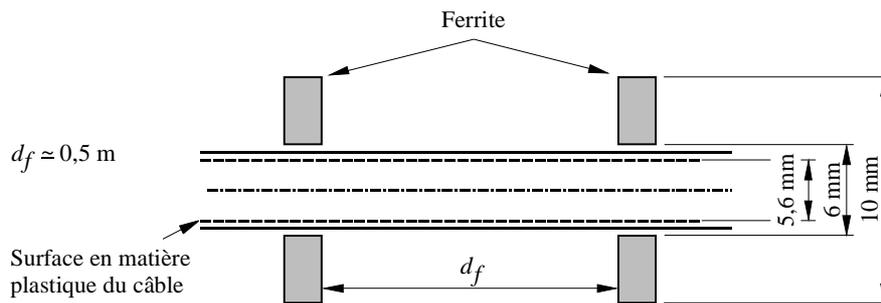


0845-06

4 Câble d'antenne

- Impédance caractéristique: $Z_c = 50$
- Suppression des courants sur le conducteur extérieur par anneaux de ferrite

FIGURE 7



0845-07

- Type de ferrite: $A_1 = 3\,000$ à $5\,000 \text{ nH/tour}^2$

NOTE 1 – Le dispositif présenté ci-dessus (anneaux de ferrite enfilés sur le câble coaxial d'alimentation et répartis sur toute sa longueur) convient pour des installations temporaires (par exemple, choix du site). Pour une utilisation permanente, ajuster 50 anneaux de type 73 (ne pas utiliser d'anneaux de type 77) sur l'extrémité côté antenne du câble coaxial d'alimentation, et utiliser un câble enterré à faible perte pour amener le signal à l'instrument de mesure de champ. Le circuit équivalent à 50 anneaux sur un câble coaxial de type RG 58 (câble de 27 cm sur lequel sont adaptés 50 anneaux de ferrite) est un transformateur d'isolement dissymétrique-dissymétrique.

5 Protection contre les décharges orageuses

L'amplificateur doit être protégé contre les décharges au moyen de diodes et d'un interstice à étincelles à l'entrée.

L'antenne doit pouvoir résister à des champs électriques transitoires de:

$$\left| \frac{dE}{dt} \right| \geq 500 \quad \text{kV}/(\text{m} \cdot \text{s})$$

APPENDICE 2

Enregistrement des amplitudes du signal et du bruit et d'autres renseignements connexes

1 Introduction

Les amplitudes moyennes du signal et du bruit relevées toutes les 4 s doivent être enregistrées sur disquettes. Cette solution donnera à l'équipe internationale plus de travail pour le traitement des données que si les amplitudes médianes étaient enregistrées toutes les heures; en revanche, elle aura l'avantage d'éviter l'analyse autonome des données en des lieux éloignés, et de permettre une modification des procédures d'analyse si cela s'avérait nécessaire par la suite.

2 Organisation générale des données

Les amplitudes du signal et du bruit seront archivées dans des fichiers séparés, dont chacun couvrira une période de 1 h.

Les renseignements relatifs à l'étalonnage constitueront un fichier séparé.

En outre, un fichier descriptif général contiendra des renseignements comme les titres des disquettes, etc.

Les données ayant des valeurs prédéterminées seront codées et disposées en tableaux, afin de gagner de la place et de faciliter les vérifications tout au long du processus.

3 Tableaux

3.1 Tabulation des données de réception

Chaque enregistrement contient:

– le code numérique du récepteur valeur maximale 65 536 (binaire)	2 octets
– le nom du récepteur 20 caractères	20 octets
Nombre d'enregistrements prévus	-----

3.2 Tabulation des données d'émission

Chaque enregistrement contient:

– le code numérique de l'émetteur valeur maximale 65 536 (binaire)	2 octets
– le signal d'appel de l'émetteur 5 caractères	5 octets
– le nom de l'émetteur 20 caractères	20 octets
Nombre d'enregistrements prévus	-----

3.3 Tabulation des données de fréquence

Chaque enregistrement contient:

– la fréquence (binaire) fréquence centrale arrondie aux 100 Hz les plus proches	2 octets
Nombre d'enregistrements prévus	25

4 Formats des fichiers

4.1 Fichier descriptif général

Un seul enregistrement contenant:

- le titre 32 caractères
contenant la chaîne de caractères
« SG 3 HF measurements»
- observations 50 caractères
(pour insertion des renseignements
pertinents de caractère général)

4.2 Fichier d'étalonnage

Chaque enregistrement contient:

- la date et l'heure de l'étalonnage (binaire) 4 octets
- un signal d'étalonnage pour
les 25 fréquences
1 octet par fréquence 25 octets
- Total 29 octets

Le nombre d'enregistrements dépend du nombre d'étalonnages effectués pendant la période hebdomadaire (un enregistrement par étalonnage).

4.3 Fichier de mesures (pour chaque heure et chaque circuit)

- Date et heure (binaire) 4 octets
- Code de l'émetteur (binaire) 2 octets
- Identification de la fréquence
(index des tableaux de fréquences) 1 octet
- Affaiblissement à l'entrée (dB) 1 octet
- Valeurs du signal et du bruit, 12 fois (binaire)
 - Amplitude du signal 1 octet
 - Symbole littéral qualificatif ou
descriptif du signal 1 octet
 - Amplitude du bruit 1 octet
- Total 44 octets

5 Agencement des disquettes

Chaque disquette porte sur une période d'une semaine (7 jours) et contient les éléments suivants:

- 1 fichier descriptif général
- 1 fichier d'étalonnage
- 168 fichiers horaires de signaux et de bruit

6 Considérations de stockage

Des disquettes de 3,5 pouces devraient être utilisées pour saisir les données. Une disquette peut contenir les données correspondant à une semaine d'enregistrement.

7 Observations

- Toutes les stations réceptrices devraient enregistrer leur activité auprès du groupe de coordination international, et un code d'identification devrait leur être attribué.
- La date et l'heure – un nombre binaire (4 octets) indiquant le nombre de secondes écoulées depuis le 1^{er} janvier 1970, 00:00:00 heure UT, d'après l'horloge du système, et qui permet de calculer la date et l'heure réelles.
- Les symboles qualificatifs figurent dans l'Annexe 1.
- Les règles pour qualifier les valeurs numériques incertaines se trouvent dans l'Annexe 1.
- Les amplitudes du signal et du bruit sont enregistrées en valeurs entières.

APPENDICE 3

Règles pour la détermination des amplitudes médianes horaires du signal

Pour un circuit donné, il y a normalement 12 échantillons d'amplitude du signal pendant une heure donnée, un jour donné. Si tous ces échantillons ont des valeurs numériques non accompagnées d'une lettre qualificative, la médiane s'obtient facilement en les classant dans l'ordre croissant et en faisant la moyenne des deux nombres du milieu.

Cependant, les choses se compliquent lorsque quelques valeurs d'échantillon sont qualifiées ou encore accompagnées, voire remplacées, par des symboles littéraux descriptifs. Il est proposé d'utiliser les symboles qualificatifs et descriptifs ci-dessous (voir aussi l'Annexe 1):

- D: signifie que la valeur numérique est inférieure ou égale à la valeur réelle (par exemple, lorsqu'elle est plus grande que la limite supérieure de la gamme du récepteur)
- E: signifie que la valeur numérique est supérieure ou égale à la valeur réelle (inférieure au bruit de fond composite constitué du bruit du récepteur, du bruit atmosphérique et du bruit et des brouillages artificiels)
- U: incertain. Une valeur numérique est qualifiée lorsqu'elle n'est connue qu'à 2 à 4 dB près
- C: signifie qu'aucune mesure n'a été possible en raison d'un ennui technique
- S: mesure influencée, ou impossible, en raison de brouillages ou d'atmosphériques.

Chaque amplitude du signal mesurée s'accompagne d'une amplitude associée du bruit de fond composite, avec laquelle elle est comparée pour choisir les lettres E et U.

Les valeurs accompagnées de la lettre C ou S ne sont pas comptabilisées dans la base des échantillons de signal, mais les valeurs numériques accompagnées de symboles qualificatifs le sont.

Lorsqu'il existe quelques valeurs de données qui sont accompagnées de symboles qualificatifs, une première médiane provisoire est déterminée en ne tenant aucun compte des symboles qualificatifs. Si, par la suite, on se rend compte que toutes les valeurs accompagnées de la lettre D sont supérieures à cette médiane et que toutes celles accompagnées de la lettre E lui sont inférieures, cette médiane provisoire est définitivement retenue. Dans l'hypothèse contraire, on détermine une seconde médiane provisoire en faisant descendre toutes les valeurs accompagnées de la lettre E au bas de la liste, et en faisant remonter toutes celles accompagnées de la lettre D au sommet. La médiane finale est alors la moyenne entre la première et la seconde médiane provisoire. Si ces dernières diffèrent de plus de 2 dB, la médiane finale est alors qualifiée par la lettre U.

Si plus de la moitié des échantillons de signal sont qualifiés par la lettre E (ou D), la médiane est déterminée en suivant la procédure normale et elle est qualifiée par la lettre E (ou D).