

## RECOMMANDATION UIT-R P.844-1\*

**FACTEURS IONOSPHERIQUES QUI AFFECTENT LE PARTAGE DES FREQUENCES  
DANS LES BANDES DES ONDES METRIQUES ET DECIMETRIQUES (30 MHz-3 GHz)**

(Question UIT-R 218/3)

(1992-1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'ionosphère, principal responsable de la réflexion des ondes radioélectriques au-dessous de 30 MHz environ, peut, dans certaines conditions, faciliter la propagation dans la bande des ondes métriques (30-300 MHz) pendant des périodes de temps relativement courtes et dans certaines régions du monde;
- b) qu'il faudrait tenir compte des mécanismes de propagation qui existent pendant des durées relativement courtes lors de la planification de systèmes de radiocommunication qui partagent des fréquences;
- c) que le partage des fréquences est important pour une utilisation efficace du spectre radioélectrique,

*recommande*

qu'il soit tenu compte des renseignements qui suivent lors de la planification de systèmes de radiocommunication qui utilisent le partage des fréquences dans les bandes des ondes métriques et décimétriques (30 MHz-3 GHz).

## **1. Propagation terrestre**

### **1.1 Introduction**

La propagation des ondes métriques est surtout influencée par des éléments physiques, comme le terrain et la couverture du sol (fouillis d'échos), et par des facteurs troposphériques, principalement la réfraction. Cependant la propagation ionosphérique d'ondes métriques peut se produire avec des affaiblissements relativement faibles, sur de longues distances. De tels phénomènes de propagation peuvent s'avérer importants, en particulier pour les systèmes qui exigent une grande fiabilité, en ce qu'ils provoquent des brouillages dans le domaine des ondes métriques.

### **1.2 Résumé des mécanismes ionosphériques susceptibles de provoquer des brouillages**

Le Tableau 1 présente un résumé des mécanismes de propagation ionosphérique qui peuvent provoquer des brouillages importants aux fréquences métriques. Des renseignements sur les mécanismes les plus importants sont donnés dans les paragraphes qui suivent.

### **1.3 Propagation normale par la région F**

Au voisinage du maximum du cycle d'activité solaire, les transmissions à grande distance par la couche F2 peuvent se faire pendant un pourcentage de temps appréciable pour des fréquences supérieures à 30 MHz. Cet effet peut s'étendre jusqu'à 70 MHz aux latitudes basses. Les Fig. 1, 2 et 3 présentent des valeurs de la MUF pour une distance de 4 000 km dépassées pendant 1% des heures, pour trois saisons, au maximum d'activité solaire.

### **1.4 Propagation transéquatoriale**

Des transmissions peuvent se faire avec des niveaux élevés, notamment pendant les années de forte activité solaire, sur des trajets longs nord-sud franchissant l'équateur géomagnétique.

Il semble qu'il existe deux types de propagation transéquatoriale, caractérisés par les heures d'occurrence, les caractéristiques des évanouissements et les modes de propagation.

---

\* La Commission d'études 3 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2000 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

TABLEAU 1

Tableau des principales causes de brouillage pour les stations travaillant sur des fréquences de 30 à 300 MHz

Origine des brouillages	Zone de latitudes	Période où les brouillages sont intenses	Valeur approximative (MHz) de la fréquence la plus haute affectée d'un brouillage intense	Valeur approximative (MHz) de la fréquence au-dessus de laquelle le brouillage est négligable	Distances approximatives entre lesquelles les brouillages se font sentir (km)	Principales caractéristiques
Réflexions par la couche F normale	Latitudes moyennes	Jour, équinoxe et hiver, activité solaire maximale	50	60	Trajets E-O 3 000-6 000 ou trajets N-S 3 000-10 000	Occurrence généralement conforme à la morphologie de la couche normale.
	Latitudes basses	Entre l'après-midi et la fin de la soirée, activité solaire maximale	60	70		
Réflexions par l'ionisation E-sporadique	Latitudes élevées	Nuit	70	90	500-4 000	Principalement pendant les mois d'été aux latitudes moyennes. Début et fin soudains, commençant plus tard et se terminant plus tôt à mesure que la fréquence d'exploitation augmente. Zone concernée relativement restreinte et mobile. Durée plusieurs minutes ou plusieurs heures. Pas de renforcement du signal associé sur une courte distance.
	Latitudes moyennes	Jour et soir – Eté	60	83-135 <sup>(1)</sup>		
	Latitudes basses	Jour	60	90		
Diffusion par E-sporadique	Latitudes basses	Soir jusqu'à minuit	60	90	Jusqu'à 2 000	

<sup>(1)</sup> Pour 0,1% du temps, pendant les heures comprises entre 0800 et 2300 (heure locale), de mai à août (111 min au total), on peut déduire de l'Annexe I à la Recommandation UIT-R P.534 les fréquences suivantes, pour une distance de 1 800 km et pour  $\Gamma = 30$  dB aux latitudes moyennes:

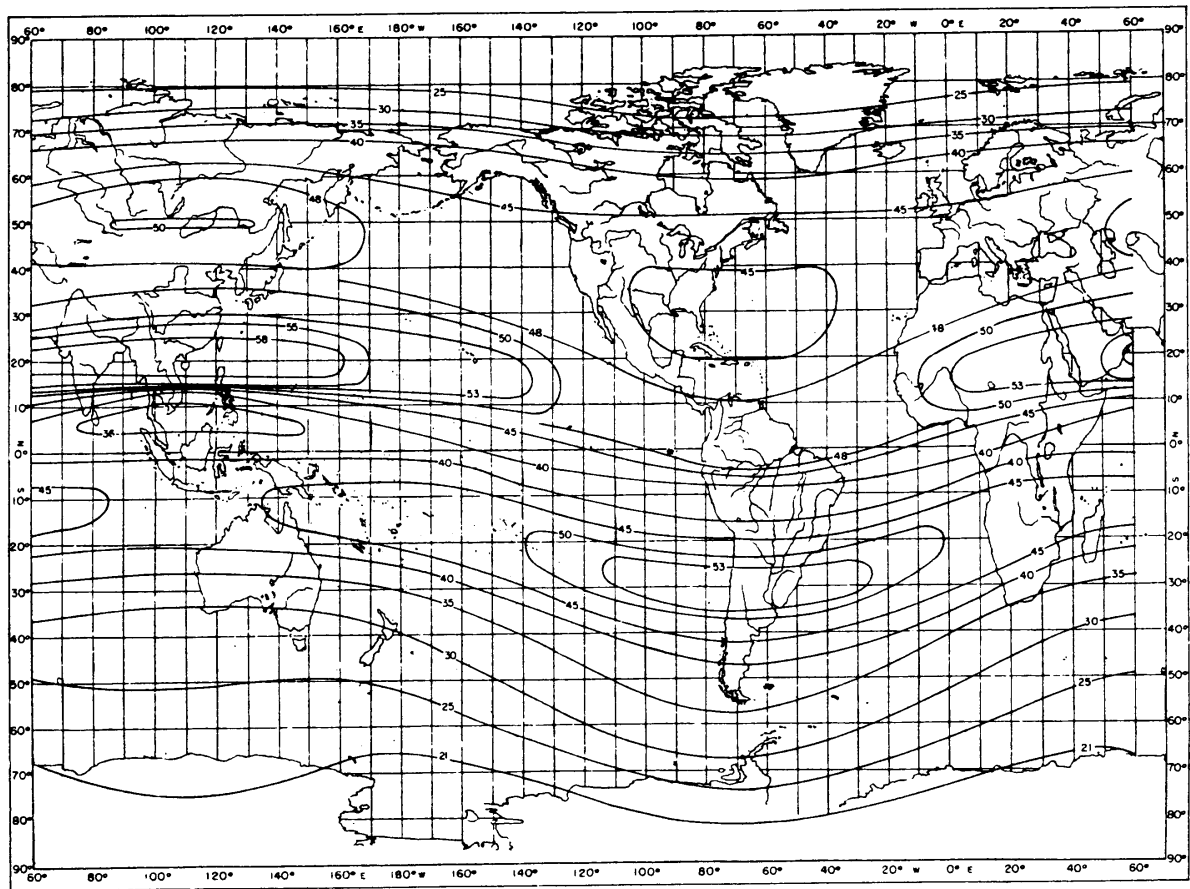
Région A (Europe et Afrique du Nord)	83 MHz
Région B (Amérique du Nord)	93 MHz
Région C (Asie)	135 MHz
Région D (Moyenne pour l'hémisphère Nord)	115 MHz

TABLEAU 1 (suite)

Origine des brouillages	Zone de latitudes	Période où les brouillages sont intenses	Valeur approximative (MHz) de la fréquence la plus haute affectée d'un brouillage intense	Valeur approximative (MHz) de la fréquence au-dessus de laquelle le brouillage est négligeable	Distances approximatives entre lesquelles les brouillages se font sentir (km)	Principales caractéristiques
Réflexions par l'ionisation météorique	Toutes latitudes	Surtout pendant les averses météoriques	Peut être importante sur n'importe quelle fréquence de la gamme		Jusqu'à 2 000	Sursauts de signaux d'une durée allant d'une fraction de seconde à plusieurs minutes. Variation diurne marquée, maximum 0600 (heure locale), minimum 1800 h. Une certaine activité présente à toutes les heures, avec augmentation considérable pendant les périodes d'averses prévisibles.
Réflexions sur des colonnes d'ionisation aurorale alignées sur le champ magnétique	Latitudes élevées	Fin de soirée et nuit				Associée aux perturbations géomagnétiques, en général lorsque l'indice K local atteint 5 ou plus. Note grinçante caractéristique due à l'effet Doppler multiple. Durée normale quelques heures, souvent entre les heures de l'après-midi et minuit.
Diffusion dans la région F	Latitudes basses	Soir jusqu'à minuit, équinoxe	60	80	1 000-4 000	
Effets spéciaux de propagation transéquatoriale	Latitudes basses	Soir jusqu'à minuit	60	80	4 000-9 000	Trajets généralement alignés de façon symétrique de part et d'autre de l'équateur d'inclinaison magnétique. En général aux environs des périodes d'équinoxe avec réapparitions régulières. Signaux forts. Se référer au corps du texte pour plus de détails.

FIGURE 1

MUF pour une distance de 4 000 km dépassée pendant 1%  
des heures – Solstice de décembre; maximum d'activité solaire



D01-sc

Le premier type de propagation transéquatoriale, appelé le type de l'après-midi, a les caractéristiques suivantes:

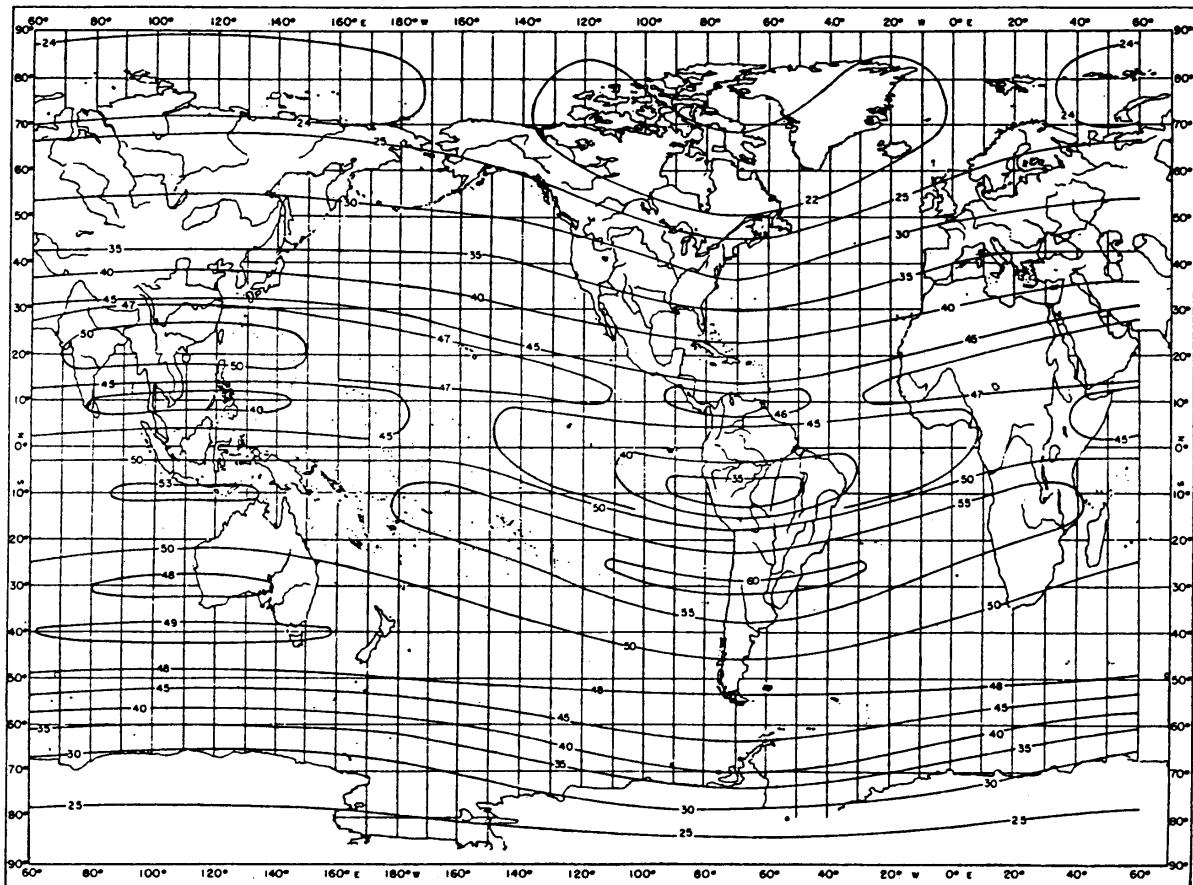
- maximum d'occurrence vers 1700-1900 h (temps local moyen), l'heure étant déterminée au point où le circuit coupe l'équateur magnétique;
- normalement, signaux forts et constants, avec un taux d'évanouissement peu élevé et un faible étalement par effet Doppler (environ  $\pm 2$  à 4 Hz);
- longueurs de trajet de l'ordre de 6 000 à 9 000 km, parfois plus.

Le deuxième type de propagation transéquatoriale, appelé le type du soir, fait généralement intervenir des fréquences plus élevées que le type de l'après-midi et possède des caractéristiques très différentes:

- maximum d'occurrence vers 2000-2300 h (temps local moyen);
- signaux forts, mais subissant des évanouissements profonds et rapides dont la période peut atteindre environ 15 Hz et avec un grand étalement par effet Doppler qui dépasse parfois 40 Hz;
- longueurs de trajet plus petites que pour le type de l'après-midi, de l'ordre de 3 000 à 6 000 km.

FIGURE 2

MUF pour une distance de 4 000 km dépassé pendant 1 %  
des heures – Solstice de juin; maximum d'activité solaire



D02-sc

## 1.5 Propagation par E-sporadique

L'ionisation sporadique de la région E se présente comme un renforcement de l'ionisation sous la forme d'un feuillet horizontal d'environ 1 km d'épaisseur moyenne et dont les dimensions horizontales sont de l'ordre de 100 km. L'altitude est ordinairement de 100 à 120 km. De telles couches E-sporadique peuvent être la cause de propagation anormale des ondes décimétriques pendant des périodes durant plusieurs heures.

La probabilité de propagation par E-sporadique diminue lorsque la fréquence augmente mais cette propagation peut être une cause non négligeable de brouillages à des fréquences jusqu'à 135 MHz.

La Recommandation UIT-R P.534 fournit une méthode de calcul du champ en présence d'ionisation E-sporadique et de sa probabilité d'occurrence.

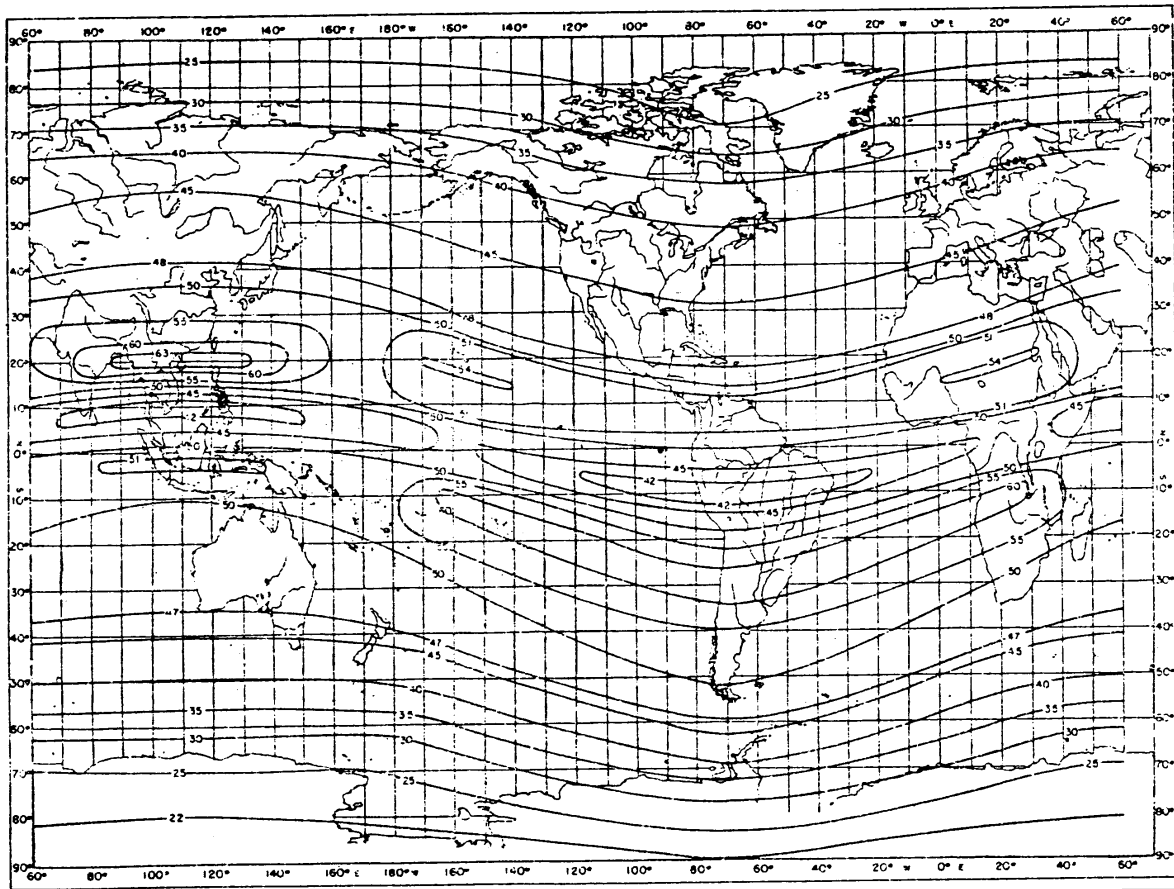
## 1.6 Ionisation provoquée par les traînées météoriques

La diffusion par l'ionisation provoquée par des traînées météoriques peut produire des brouillages dans la bande des ondes métriques sur des distances allant jusqu'à environ 2 000 km. Bien que les traînées météoriques ne restent efficaces que pour des périodes mesurées en secondes, une propagation continue ou quasi continue par impulsions météoriques peut durer pendant des périodes beaucoup plus longues.

L'effet des traînées météoriques sur la propagation des ondes métriques présente des variations spatiale, diurne et saisonnière. Des renseignements supplémentaires peuvent être trouvés dans la Recommandation UIT-R P.843.

FIGURE 3

MUF pour une distance de 4 000 km dépassée pendant 1%  
des heures – Equinoxe; maximum d'activité solaire



## 1.7 Ionisation aurorale

Des irrégularités d'ionisation alignées le long des lignes de force du champ magnétique terrestre dans les zones aurorales apparaissent pendant des périodes magnétiquement perturbées. Une telle ionisation peut provoquer des réflexions qui entraînent une propagation généralement en dehors du trajet dans le plan du grand cercle, qui peut être une cause de brouillages dans la bande des ondes métriques, principalement aux latitudes géomagnétiques moyennes et élevées.

## 2. Propagation Terre-espace

La propagation des ondes métriques et décimétriques sur des trajets Terre-espace qui traversent l'ionosphère est sujette à des affaiblissements, à la rotation de polarisation, à la scintillation d'amplitude et de phase et à la courbure du trajet des rayons. Ces effets peuvent avoir une influence sur l'étendue du partage des fréquences pour les services par satellite et entres services par satellite et services de Terre.

Pour les systèmes à satellites sur orbite, l'effet des variations des irrégularités de l'ionosphère en fonction du temps et du lieu peut être important, en particulier dans les régions équatoriales et aurorales.