

Library circulation
REFERENCE COPY

Centre de Recherches sur les Communications

CALCULS DE PORTÉE DE BROUILLAGE VISANT L'ÉTABLISSEMENT DE
CRITÈRES DE PARTAGE DES FRÉQUENCES DE 406,1 MHZ À 410 MHZ
ENTRE LE SERVICE DE RADIOASTRONOMIE ET LES SERVICES MOBILE
PAR SATELLITE ET MOBILE TERRESTRE

par

D.B. ROSS ET F.H. PALMER

RAPPORT DU CRC N° 1311

TK
5102.5
C673f
#1311

IC 

Department of
Communications

Ministère des
Communications

OTTAWA, DÉCEMBRE 1977

CENTRE DE RECHERCHES SUR LES COMMUNICATIONS

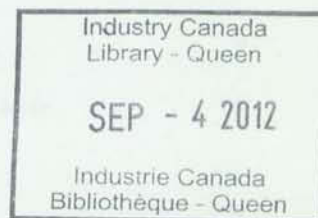
MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS
CANADA

CALCULS DE PORTÉE DE BROUILLAGE VISANT L'ÉTABLISSEMENT DE CRITÈRES DE PARTAGE DES
FRÉQUENCES DE 406,1 MHZ À 410 MHZ ENTRE LE SERVICE DE RADIOASTRONOMIE ET LES
SERVICES MOBILE PAR SATELLITE ET MOBILE TERRESTRE

par

D.B. Ross et F.H. Palmer

(Direction de recherche radio et radar)



RAPPORT DU CRC N° 1311

Décembre 1977

OTTAWA

ATTENTION

Ces renseignements sont fournis à la condition expresse que les droits de propriété et les droits de brevet soient protégés.

REPORT OF THE COMMISSIONER OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR

DATE

TO : DIRECTOR, FBI (100-441100)

FROM : SAC, NEW YORK (100-100000)

SUBJECT: [Illegible]

RE: [Illegible]

100-441100
100-100000
100-100000
100-100000

COMMUNICATIONS CANADA
C.R.C.
1981 01 15
3475671
4284502
LIBRARY - [Illegible]

TK
5102.5
C673C
#1311
c. b

100-441100
100-100000
100-100000
100-100000

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	1
1. INTRODUCTION	1
2. CALCULS DE L'AFFAIBLISSEMENT DE PROPAGATION	2
2.1 Modèle de terrain irrégulier	2
2.2 Modèle de terrain détaillé	2
2.3 Comparaison des modèles	2
2.4 Critère temps et effets de polarisation	6
3. PORTÉE DE BROUILLAGE	6
4. CONCLUSIONS	9
4.1 Affaiblissement de propagation	9
4.2 Portée de brouillage	9
5. OUVRAGES DE RÉFÉRENCE	9
ANNEXE A – Brouillage admissible du service de radioastronomie dans la bande de 408 MHz	11
ANNEXE B – Affaiblissement de propagation et puissance à la réception	12
ANNEXE C – Affaiblissement de propagation nécessaire	13
ANNEXE D – Glossaire	14



CALCULS DE PORTÉE DE BROUILLAGE VISANT L'ÉTABLISSEMENT DE CRITÈRES DE PARTAGE DES FRÉQUENCES DE 406,1 MHz À 410 MHz ENTRE LE SERVICE DE RADIOASTRONOMIE ET LES SERVICES MOBILE PAR SATELLITE ET MOBILE TERRESTRE

par

D.B. Ross et F.H. Palmer

RÉSUMÉ

Les auteurs ont calculé la distance géographique minimale permettant le partage de la bande des fréquences de 406,1 MHz à 410 MHz entre le service de radioastronomie et les services mobile par satellite et mobile terrestre. Pour des caractéristiques données des systèmes et pour des valeurs moyennes d'affaiblissement de propagation, cette distance varie de 200 km à 500 km, selon l'encombrement de la bande par les services mobiles. Si la présence de brouillage plus de la moitié du temps est intolérable, une distance supérieure à 650 km peut s'imposer.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'analyse des mémoires et autres documents concernant l'établissement d'une politique canadienne d'attribution des fréquences dans la bande de 406,1 MHz à 410 MHz, il était nécessaire d'évaluer les critères éventuels de partage de cette bande entre d'une part le service de radioastronomie et d'autre part les stations de liaisons ascendantes du service mobile par satellite et les stations mobiles terrestres. La présente étude a donc été entreprise.

Le tableau 1, rapport 224-3 du CCIR (ouvrage de référence 1), indique que, dans la bande de 408 MHz attribuée à la radioastronomie, un niveau de brouillage dont la puissance de bruit dépasse -203 dBW ou dont la densité de puissance de bruit excède -255 dB par rapport à $1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{Hz}$ est considéré comme nuisible. Dans le cas qui nous intéresse, ces valeurs semblent vérifiées, si on accepte les hypothèses établies à l'annexe A.

Une fois connues les caractéristiques types d'un émetteur brouilleur et d'un système récepteur de radioastronomie, il est possible de calculer l'affaiblissement de propagation minimal nécessaire pour éviter le brouillage nuisible. Afin de déterminer la portée de brouillage probable pour des systèmes donnés, on peut calculer l'affaiblissement de propagation en fonction de la distance.

Deux modèles ont servi à évaluer l'affaiblissement de propagation: le modèle de terrain irrégulier Longley-Rice⁽²⁾ et le modèle détaillé du CRC⁽³⁾. Le premier est caractérisé par l'emploi d'un paramètre Δh représentant le degré moyen d'irrégularité du terrain et permet de déterminer l'affaiblissement de propagation pour des liaisons types, quel que soit l'emplacement des antennes utilisées. Le modèle détaillé exige l'examen

du relief du terrain pour le calcul de l'affaiblissement de propagation sur un trajet donné. Les résultats de ces calculs sont donnés dans la section 2.

Une comparaison des calculs susmentionnés a montré que le modèle détaillé s'avérait le meilleur lorsque l'emplacement de réception ne devait être soumis qu'à un brouillage minimal, comme c'est par exemple le cas pour un observatoire de radioastronomie. C'est donc le modèle détaillé qui a servi à déterminer les portées de brouillage indiquées dans la section 3.

2. CALCULS DE L'AFFAIBLISSEMENT DE PROPAGATION

Dans le présent document, l'emploi des expressions "affaiblissement de propagation" et "affaiblissement de transmission de référence" est conforme aux définitions données dans les ouvrages de référence 4 et 5 (voir aussi l'annexe B). Les résultats ci-dessous ont été obtenus à l'aide d'un modèle de terrain irrégulier et d'un modèle de terrain détaillé. A moins d'indication contraire, tous les calculs d'affaiblissement de propagation s'appliquent à 50% des emplacements pendant 50% du temps: ils s'agit donc d'un affaiblissement de propagation moyen.

Une fréquence de 408 MHz et une conductivité de 0,005 S/m ont servi de données fondamentales pour tous les calculs. Pour la fréquence et les hauteurs d'antenne utilisées, on s'est rendu compte que la conductivité ne jouait qu'un rôle négligeable. La hauteur de l'antenne réceptrice utilisée était de 30 m, ce que est à peu près celle de l'antenne de l'Observatoire de radioastronomie Algonquin; c'est aussi la hauteur de la plupart des antennes réceptrices en radioastronomie. On a présumé que la hauteur de l'antenne émettrice était celle des systèmes brouilleurs (2 m pour la station mobile terrestre et 30 m pour la station terrienne mobile par satellite).

2.1 MODÈLE DE TERRAIN IRRÉGULIER

Le modèle de terrain irrégulier a servi à évaluer l'incidence du terrain et de la hauteur d'antenne sur l'affaiblissement de propagation. On a présumé que les deux antennes avaient la même polarisation. La figure 1(a) montre l'augmentation de l'affaiblissement de propagation lorsque la hauteur de l'antenne émettrice diminue. Cette incidence est particulièrement évidente pour de faibles hauteurs. La figure 1(b) donne l'affaiblissement de propagation moyen en fonction de la distance pour différents types de terrains. Les différences ne sont pas importantes pour les terrains en cause et sont négligeables au-delà de 110 km.

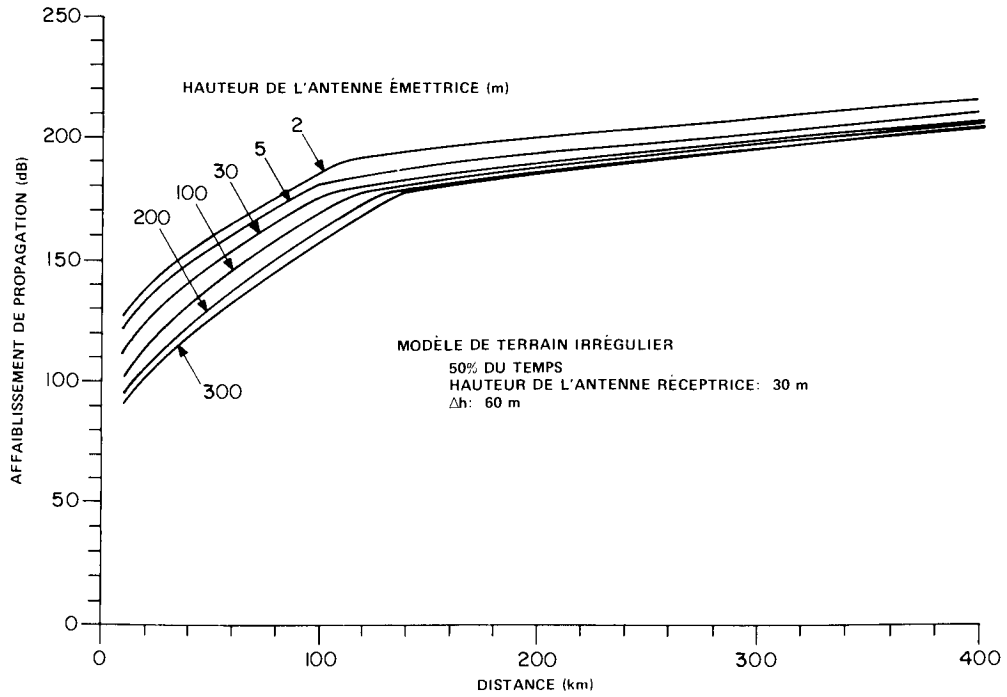
2.2 MODÈLE DE TERRAIN DÉTAILLÉ

Afin que le modèle de terrain détaillé puisse fournir un trajet représentatif, le profil du trajet entre l'Observatoire de radioastronomie Algonquin et le Lac Erié, en passant par Toronto, a été représenté à l'échelle à partir de cartes topographiques (figure 2). La représentation tient compte de la courbure de la Terre et de la réfraction atmosphérique normale.

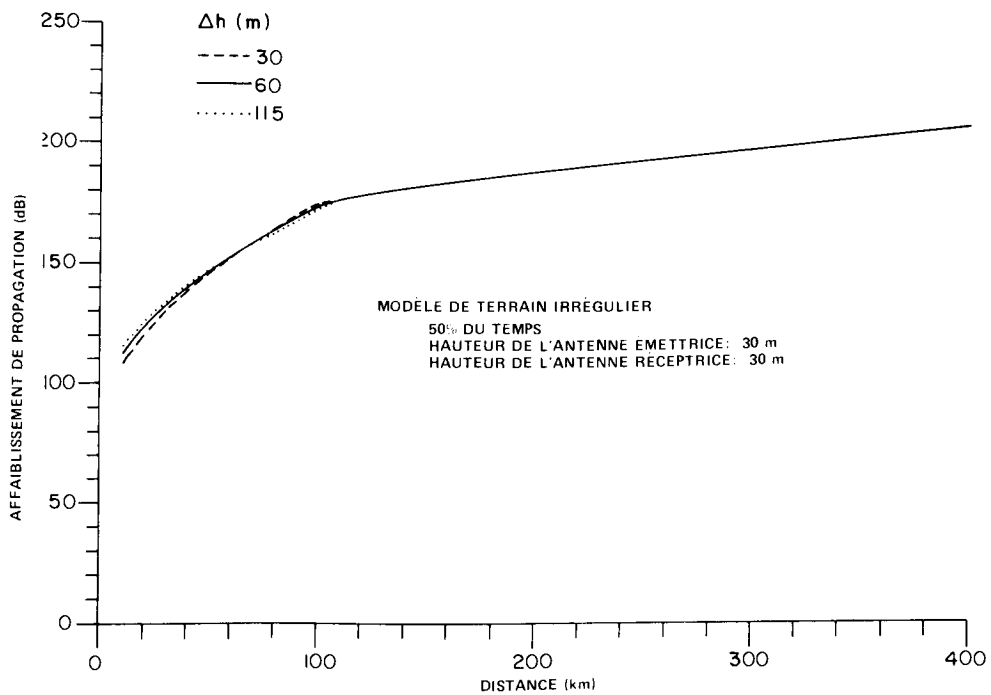
La figure 3 montre l'affaiblissement de propagation calculé au moyen du modèle détaillé pour le trajet ci-dessus; le récepteur se trouvait à l'Observatoire et on a changé la hauteur de l'antenne émettrice à plusieurs reprises. Lorsque la hauteur de l'antenne augmente, l'affaiblissement diminue et ses variations en fonction de la distance deviennent moins marquées.

2.3 COMPARAISON DES MODÈLES

Il est à prévoir que l'affaiblissement de propagation calculé à l'aide du modèle de terrain irrégulier, qui représente des trajets types de télécommunications, doit différer de l'affaiblissement calculé avec le modèle de terrain détaillé pour un trajet donné. Les courbes de la figure 4 donnent les résultats obtenus pour les deux modèles, la hauteur de l'antenne émettrice étant de 30 m.



(a) Comparaison des affaiblissements pour différentes hauteurs d'antenne émettrice



(b) Comparaison des affaiblissements pour différents degrés d'irrégularité du terrain

Figure 1. Calcul de l'affaiblissement en fonction de la distance à l'aide du modèle de terrain irrégulier

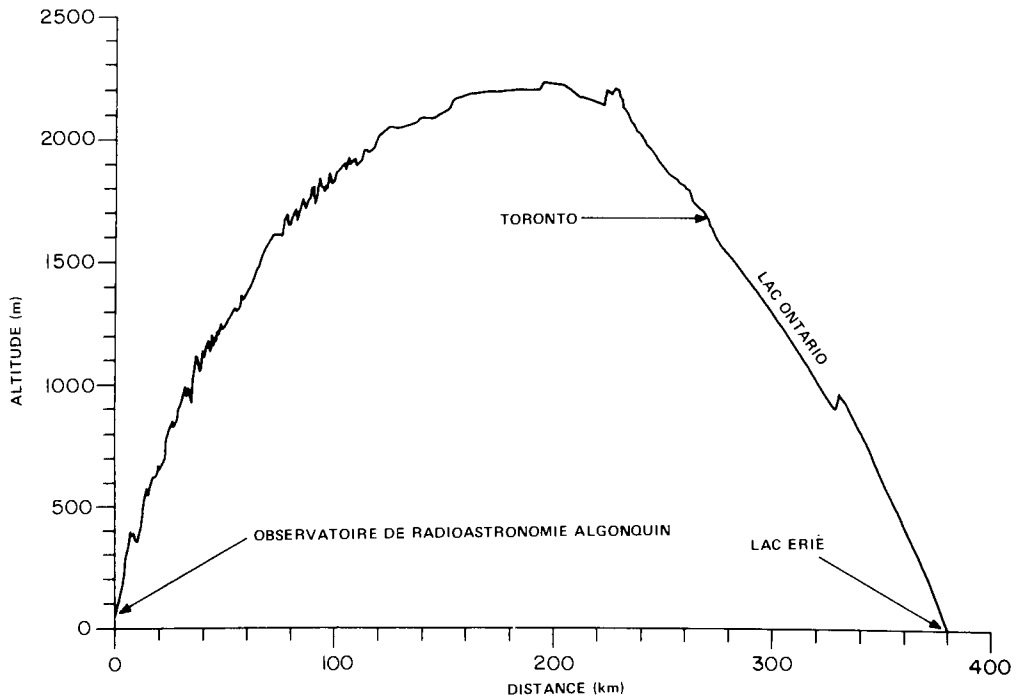


Figure 2. Profil de trajet servant aux calculs à l'aide du modèle de terrain détaillé

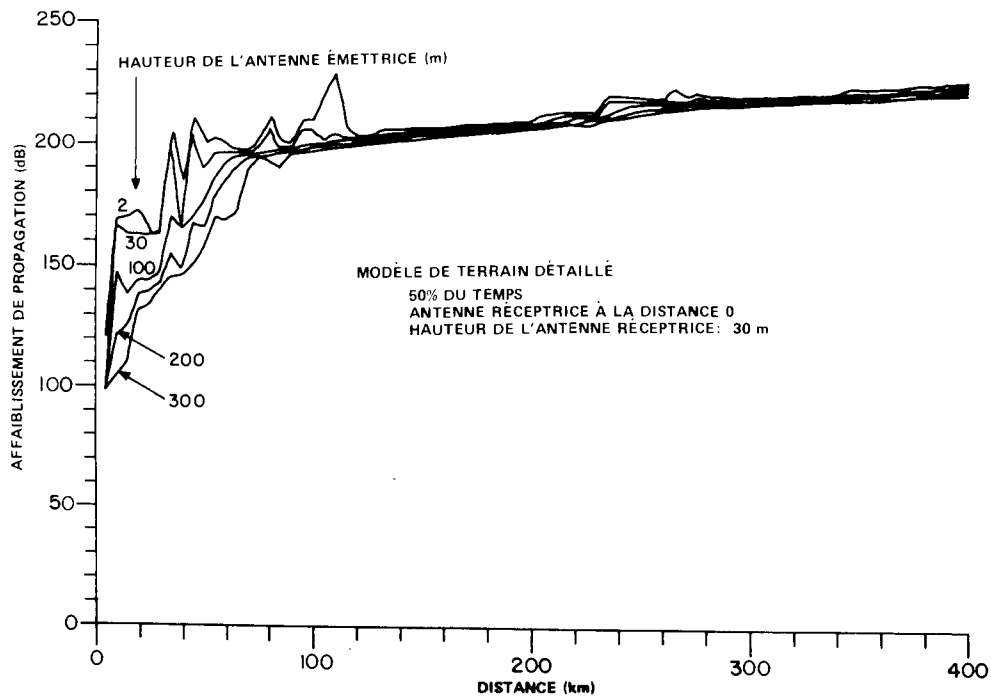


Figure 3. Calcul à l'aide du modèle de terrain détaillé de l'affaiblissement en fonction de la distance pour différentes hauteurs d'antenne, l'Observatoire de radioastronomie Algonquin se trouvant à l'origine.

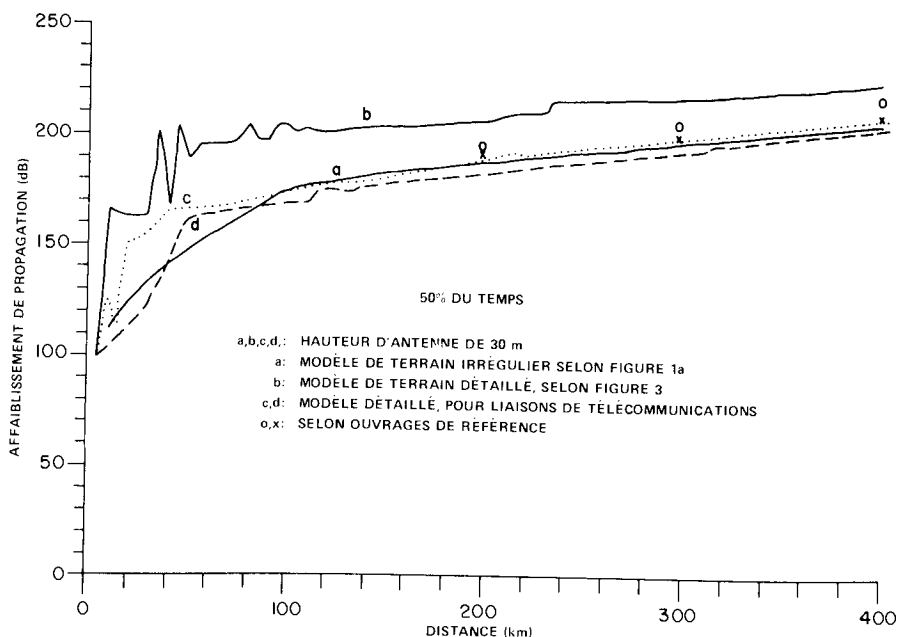


Figure 4. Comparaison des affaiblissements de propagation calculés à l'aide de divers modèles

Comparer la courbe “a” (terrain irrégulier $\Delta h = 60$ m) avec la courbe “b” (modèle de terrain détaillé). Les affaiblissements obtenus à l'aide du modèle détaillé sont supérieurs étant donné que les collines environnantes fournissent un bon blindage à l'emplacement de l'Observatoire de radioastronomie Algonquin. Pour des distances supérieures à environ 150 km, la différence d'affaiblissement entre les deux modèles est environ de 20 dB. On pouvait d'ailleurs s'y attendre étant donné que l'affaiblissement de propagation en diffusion troposphérique (mode de propagation prédominant à ces distances) est fonction de la hauteur de l'horizon par rapport à l'émetteur et au récepteur. Plus le blindage de l'emplacement est efficace en raison des collines et plus l'horizon est élevé, plus l'affaiblissement de propagation est marqué, tant à de grandes qu'à de courtes distances.

Afin de vérifier les prévisions du programme détaillé, on a choisi certains profils de trajet plus représentatifs des liaisons de télécommunications. Ces trajets sont des extensions de ceux qu'a utilisés le CRC pour des essais de propagation UHF. Dans ces cas, l'antenne émettrice se trouvait à une hauteur relativement importante, sans obstacles environnants. Les courbes à tirets “c” et “d” de la figure 4 montrent les affaiblissements de propagation pour ces trajets. Les résultats sont conformes aux prévisions obtenues grâce au modèle de terrain irrégulier pour ces types de trajet.

Les données sur l'affaiblissement de propagation pour de longs trajets de télécommunications dans la gamme des fréquences de 385 MHz à 505 MHz sont tirées de l'ouvrage de référence 6. Portées sur graphique, ces données indiquent que l'on peut s'attendre aux affaiblissements indiqués par un “X” sur la figure 4. Les intensités de champ données sur la figure 9 de l'ouvrage de référence 7 ont servi à déterminer les affaiblissements marqués d'un “O”. Ces derniers s'appliquent à la gamme de 450 MHz à 1 000 MHz pour un terrain dont les caractéristiques sont les suivantes: $\Delta h = 50$ m, $h_T = 37,5$ m et $h_R = 10$ m. Tel que prévu, les données tirées de ces deux sources se traduisent par des valeurs rapprochées des prévisions obtenues avec le modèle de terrain irrégulier, et par des valeurs inférieures aux prévisions fournies par le modèle détaillé pour un emplacement d'antenne “blindé”.

En résumé, les résultats ci-dessus montrent qu'un bon blindage des emplacements d'observatoire de radioastronomie peut produire, sur de grandes distances, un affaiblissement de propagation supplémentaire de 20 dB, comparativement aux valeurs prévues en supposant que les antennes aux deux extrémités du trajet sont relativement bien situées du point de vue des télécommunications. Par conséquent, on a utilisé les prévisions du modèle détaillé, au lieu de celles du modèle de terrain irrégulier, pour calculer les portées de brouillage données dans la section 3.

2.4 CRITÈRE TEMPS ET EFFETS DE POLARISATION

Tous les affaiblissements de propagation susmentionnés sont des affaiblissements moyens, c'est-à-dire des valeurs dépassées 50% du temps. La figure 5 compare les calculs dont nous avons déjà parlé avec ceux qui s'appliquent dans le cas de périodes plus courtes. La courbe de 10% indique une diminution de 20 dB de l'affaiblissement à 200 km, cette diminution passant à 13 dB à 400 km. Pour des pourcentages de temps plus petits, les affaiblissements diminuent encore plus, c'est-à-dire de 39 dB et 25 dB respectivement sur la courbe de 0.1%.

Les affaiblissements de propagation ci-dessus ont été calculés pour des antennes à polarisation verticale. A de courtes distances, l'emploi de polarisations différentes peut produire un affaiblissement supplémentaire pouvant atteindre 3 dB pour des antennes à polarisation verticale et circulaire, ou 20 dB pour des antennes à polarisation verticale et horizontale. Étant donné la dépolarisation du signal par effets de diffusion troposphérique, il est possible que l'on n'atteigne pas ces valeurs d'affaiblissement dans les régions éloignées de plus d'environ 100 km. Dans tous les cas, la polarisation de l'antenne de radioastronomie peut varier selon l'orientation de celle-ci. On n'a donc pas tenu compte de ces affaiblissements pour l'étude de la portée de brouillage.

3. PORTÉE DE BROUILLAGE

Les caractéristiques supposées des systèmes récepteurs de radioastronomie et des émetteurs brouilleurs sont données au tableau 1. Les gains d'antenne indiqués pour la liaison ascendante de la station mobile par satellite et pour le récepteur sont des gains sur lobes secondaires et sur lobe arrière, dont la valeur est de 10 dB et de 54 dB respectivement en deça du gain du faisceau. On a employé ces valeurs en supposant qu'il n'existait aucun couplage de faisceau.

Fondées sur ces caractéristiques et les niveaux de brouillage tolérables, les équations de l'annexe C ont servi à déterminer les affaiblissements de propagation minimaux nécessaires donnés au tableau 2. L_b désigne l'affaiblissement de propagation nécessaire pour qu'un émetteur unique n'ajoute pas plus de -203 dBW dans la bande de 406,1 MHz à 401 MHz, et L_b^1 symbolise l'affaiblissement de propagation qui serait nécessaire si toute la bande était assignée à des systèmes mobiles (1 utilisateur par voie). La valeur de L_b^1 dépasse de beaucoup celle de L_b à cause de la différence marquée dans la largeur de bande de l'émetteur et du récepteur.

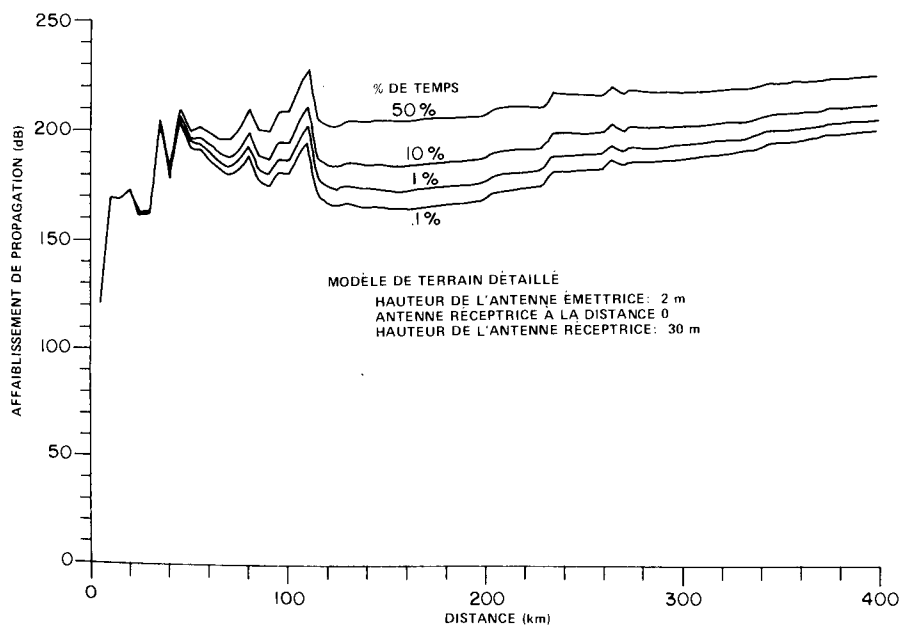


Figure 5. Comparaison des affaiblissements de propagation prévus pour divers pourcentages de temps. L'affaiblissement de propagation est inférieur à la valeur en ordonnée correspondant au pourcentage de temps indiqué.

TABLEAU 1

Caractéristiques hypothétiques d'un système émetteur et récepteur

Système	Type d'antenne	Hauteur (m)	Polarisation	Gain (dBi) G_T	Puissance (dBW) P_T	Largeur de bande Δf (MHz) Δf_T	
<i>Émetteur</i>							
Station terrienne mobile par satellite	Hélicoïdale	30	Circulaire dextrorsum	3 (Lobe secondaire)	14 (25W)	0,016	
Station mobile terrestre	Dipôle	2	Verticale	4	14 (25W)	0,025	
				G_R		Δf	
Récepteur							
Radiotélescope 46 m (Observatoire de radioastronomie Algonquin)	Paraboloïde	30		-10 (Lobe arrière)		3,9	
(Lat. N: 45° 57' 19", long. O: 78° 04' 23")							

TABLEAU 2

Affaiblissements de propagation nécessaires

Émetteur	P_T (dBW)	P_H (dBW)	G_T (dBi)	G_R (dBi)	Δf (MHz)	Δf_t (kHz)	L_b (dB)	L_b^i (dB)
Station terrienne mobile par satellite	14	-203	3	-10	3,9	16	210	234
Station mobile terrestre	14	-203	4	-10	3,9	25	211	233

$$L_b = P_T - P_H + G_P$$

$$L_b^i = L_b + 10 \log (\Delta f / \Delta f_T)$$

$$G_P = G_T + G_R$$

Les affaiblissements nécessaires sont presque égaux pour les deux systèmes brouilleurs hypothétiques. Ainsi, les valeurs $L_b = 210$ dB et $L_b^i = 234$ dB ont été choisies aux fins de comparaison avec les affaiblissements calculés. Le tableau 3 donne, pour plusieurs hauteurs d'antenne émettrice les distances auxquelles ces affaiblissements sont susceptibles de se produire, d'après les courbes de la figure 3 (affaiblissement de propagation moyen calculé selon le modèle détaillé). La portée de brouillage varie peu en fonction de la hauteur d'antenne (de 10 à 20%); les portées de brouillage (pendant 50% du temps) de 210 km pour 210 dB et de 525 km pour 234 dB constituent donc des évaluations raisonnables dans le cas d'antennes de hauteur inférieure à 50 m.

Ces distances passent à environ 375 km et 615 km respectivement si l'on ne doit pas excéder les niveaux de brouillage spécifiés pendant plus de 10% du temps. Le pourcentage admissible du temps de brouillage joue en effet un rôle très important dans la détermination des portées de brouillage correspondantes. La figure 6

donne le graphique des portées de brouillage en fonction des pourcentages admissibles du temps de brouillage. Le calcul de ces portées a été fondé sur des extrapolations s'appliquant à une antenne émettrice d'une hauteur de 2 m. Les résultats sont quelque peu supérieurs dans le cas d'antennes plus hautes (voir tableau 3). La zone ombragée indique la variation de la portée de brouillage en fonction de l'encombrement de la bande.

TABLEAU 3

Portée de brouillage (km) en fonction de la hauteur de l'antenne émettrice, pour des affaiblissements de propagation de 210 et 234 dB. Les calculs s'appliquent à une hauteur d'antenne réceptrice de 30 m, pour 50% du temps.

Hauteur de l'antenne émettrice (m)	Affaiblissement de propagation	
	210 dB	234 dB
	Portée de brouillage (km)	
2	205	516
30	214	529
100	232	551
200	238	562
300	242	574

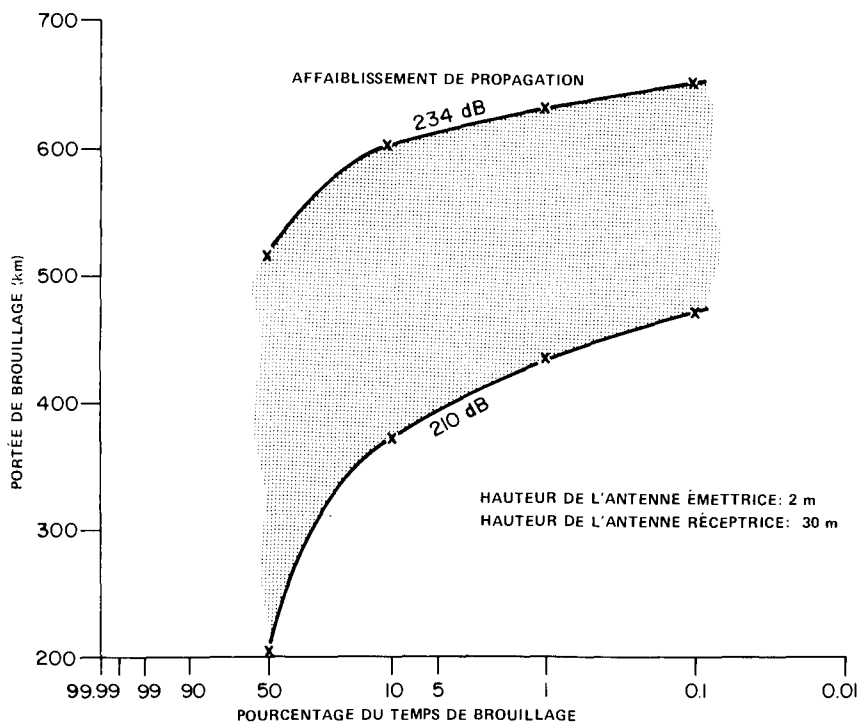


Figure 6. Portée de brouillage en fonction de pourcentages acceptables de temps de brouillage, pour deux valeurs d'affaiblissement de propagation.

4. CONCLUSIONS

On trouvera ci-dessous les conclusions d'évaluations de l'affaiblissement de propagation à 408 MHz et des critères de partage de fréquences correspondants entre le service de radioastronomie et les services mobiles.

4.1 AFFAIBLISSEMENT DE PROPAGATION

Pour de courtes distances, les réflexions et réfractions sur des obstacles jouent en rôle extrêmement important dans la propagation: le relief du terrain et la hauteur d'antenne constituent donc des facteurs marquants. En général, aux distances inférieures à 60 km, l'affaiblissement de propagation augmente soit lorsque le terrain devient plus irrégulier, soit lorsque la hauteur d'antenne est réduite.

Au-delà de 100 km, l'incidence de l'irrégularité du terrain sur l'affaiblissement de propagation est beaucoup moins marquée. En outre, sauf pour des antennes situées près du sol, l'affaiblissement ne varie que très lentement en fonction de la hauteur d'antenne. C'est à ces distances que les affaiblissements de propagation atteignent la valeur de +200 dB nécessaire à un partage de fréquences. Le mode prédominant de propagation est alors la prodiffusion troposphérique. Dans le cas de faibles pourcentages de temps, la conduction troposphérique peut jouer un rôle important. Au cours de ces périodes, l'affaiblissement de propagation diminue et la portée de brouillage correspondante augmente. Du point de vue statistique, on tient compte de ces effets en calculant les portées de brouillage pour des pourcentages inférieurs à 50% du temps.

4.2 PORTÉE DE BROUILLAGE

L'établissement de critères de partage de fréquences entre le service de radioastronomie et les services mobiles, fondé sur des calculs de portée de brouillage, se complique en raison des variations temporelles de l'affaiblissement de propagation. Cependant, les résultats donnés à la section 3 montrent que, pour 50% du temps, une distance d'environ 210 km est nécessaire dans le cas d'un émetteur unique de station mobile fonctionnant dans la bande de 406,1 MHz à 410 MHz. Si l'on prévoit attribuer une grande partie de la bande aux services mobiles, la distance nécessaire passe alors à 525 km. Lorsque l'on ne peut tolérer que très peu longtemps des niveaux de brouillage excédant -203 dBW, les portées de brouillage peuvent facilement dépasser 650 km.

On a appris récemment que les gains des lobes latéraux (à environ 55° du faisceau principal) du radiotélescope de l'Observatoire de radioastronomie Algonquin pouvaient atteindre +10 dBi à 408 MHz. L'utilisation de ce chiffre dans les calculs plutôt que -10 dBi (Tableau 1) augmenterait de 20 dB les affaiblissements nécessaires, et d'environ 200 km les portées de brouillage pour tous les pourcentages de temps de brouillage.

5. OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

1. *Factors Affecting the Possibility of Frequency Sharing Between Radioastronomy and Other Services*, Draft Report 224-3 (Rev. 76), p. 331, DOC. 2/161-E (Interim Meeting of Study Group 2), CCIR, May 1976.
2. Longley, A.G. and P.L. Rice, *Prediction of Tropospheric Radio Transmission Loss Over Irregular Terrain – A Computer Method – 1968*, ESSA Technical Report ERL 79-ITS 67, July 1968.
3. Palmer, F.H., *Review of Propagation in the 470–890 MHz Band With Emphasis on Land Mobile and Cellular Systems*, CRC Report 1288, February 1976.
4. *Notion d'affaiblissement de transmission dans l'étude des systèmes radioélectriques*, Avis 341, p. 82, vol. 1, XIII^e Assemblée plénière, CCIR, Genève, 1974.

5. *Transmission Loss in Studies of Radio Systems, Report 112*, p. 85 *ibid.*
6. Longley, A.G., R.K. Reasoner and V.L. Feller, *Measured and Predicted Long-Term Distributions of Tropospheric Transmission Loss*, Telecommunications Research and Engineering Report 16 (OT/TRER 16), July 1971.
7. *Courbes de propagation sur ondes métriques et décimétriques dans la gamme des fréquences comprises entre 30 et 1 000 MHz, Avis 370-2*, p. 116, Vol. V, XIII^e Assemblée plénière, CCIR, Genève, 1974.

A N N E X E A

Brouillage admissible du service de radioastronomie dans la bande de 408 MHz

Note: Voir les unités à l'annexe D.

La puissance de bruit admissible provoquée par du brouillage (voir ouvrage de référence 1) est de:

$$P_H = kT \sqrt{\Delta f / 2t} \quad / \quad 10$$

Ainsi, pour

$$T = 125 \text{ K}, \Delta f = 3,9 \text{ MHz}, t = 2\,000 \text{ s},$$

$$P_H = 5,39 \times 10^{-21} \text{ W, or, in decibels,}$$

$$P_H = -202,69 \text{ dBW.}$$

La densité correspondante du spectre de puissance est de:

$$P_H^1 = P_H - 10 \log \Delta f,$$

et la densité de puissance de bruit est de:

$$S_H = P_H^1 - 10 \log (c^2 / 4\pi f^2)$$

$$= P_H + 13,67 - 65,91 \text{ at } 408 \text{ MHz}$$

$$S_H = -254,93 \text{ dB relative to } 1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{ Hz}$$

A N N E X E B

Affaiblissement de propagation et puissance à la réception

B1. AFFAIBLISSEMENT DE PROPAGATION

La définition de l'affaiblissement de propagation ou affaiblissement de transmission de référence utilisée dans le présent document est celle donnée dans l'Avis 341 du CCIR⁽⁴⁾, c'est-à-dire le rapport en décibels entre la puissance rayonnée par l'antenne émettrice et la puissance captée par l'antenne réceptrice, raccordée à une charge adaptée, lorsque les deux antennes sont isotropes et que les pertes sont nulles. L'affaiblissement de transmission L tient compte du gain des antennes pour le trajet G_p ($L = L_b - G_p$), et est donc généralement inférieur à l'affaiblissement de propagation.

L'affaiblissement du système L_s pour un circuit radioélectrique désigne le rapport entre la puissance P_T aux bornes d'entrée de l'antenne émettrice et la puissance disponible P_A aux bornes de l'antenne réceptrice. Il comprend donc tous les affaiblissements, sauf ceux dans les lignes de transmission:

$$L_s = P_T - P_A = L + L_c,$$

où L_c désigne l'affaiblissement combiné des circuits d'antenne. Dans la présente étude $L_c = 0$, par conséquent:

$$L_b - G_p = L = L_s = P_T - P_A,$$

et la puissance disponible

$$P_A = P_T - L_b + G_p.$$

La densité correspondante du spectre de puissance est donc de $P_A^1 = P_A - 10 \log \Delta f_T$.

A N N E X E C

Affaiblissement de propagation nécessaire

L'affaiblissement de propagation L_b qui doit être dépassé pour que la puissance de bruit causée par le brouillage ajouté dans la bande soit inférieure à P_H est donné par l'égalité entre P_H et P_A (voir annexes A et B):

$$P_H = P_A = P_T - L_b + G_P \quad .$$

Par conséquent,

$$L_b = P_T - P_H + G_P \quad .$$

De même, l'affaiblissement de propagation minimal L_b^1 , si la densité admissible du spectre de bruit ne doit pas être dépassée, est donné par l'égalité entre de P_H^1 et P_A^1 :

$$P_H^1 = P_A^1 = P_A - 10 \log \Delta f_T$$

$$P_H - 10 \log \Delta f = P_T - L_b^1 + G_P - 10 \log \Delta f_T$$

$$L_b^1 = P_T - P_H + G_P + 10 \log (\Delta f / \Delta f_T)$$

$$L_b^1 = L_b + 10 \log (\Delta f / \Delta f_T).$$

Il s'agit de l'affaiblissement nécessaire dans le cas où la bande de 408 MHz serait soumise à du brouillage sur toutes les fréquences.

Les équations 1 et 2 ci-dessus ont servi aux calculs donnés au tableau 2.

ANNEXE D

Glossaire

Symbole	Paramètre	Unité
c	Vitesse de la lumière	m/s
f	Fréquence de l'onde	Hz
G_P	Gain de l'antenne pour le trajet	dBi*
G_R	Gain de l'antenne réceptrice	dBi
G_T	Gain de l'antenne émettrice	dBi
h_R	Hauteur de l'antenne réceptrice	m
h_T	Hauteur de l'antenne émettrice	m
K	Constante de Boltzman ($1,3806 \times 10^{-23}$)	J/K
L	Affaiblissement de transmission	dB
L_b	Affaiblissement de propagation ou affaiblissement de transmission de référence	dB
L_b^1	Affaiblissement de propagation selon la densité spectrale	dB
L_c	Affaiblissement dans les circuits d'antenne	dB
L_s	Affaiblissement du système	dB
P_A	Puissance disponible au récepteur	dBW
P_A^1	Densité du spectre de puissance disponible	dB(W/Hz)**
P_H	Puissance de bruit	W
P_H	Puissance de bruit	dBW
P_H^1	Densité spectrale de puissance de bruit	dB(W/Hz)
P_T	Puissance d'entrée de l'antenne d'émission	dBW
R	Portée de brouillage	km
S_H	Densité de puissance de bruit	dB(W/m ² .Hz)***
t	Temps d'intégration du récepteur	s
T	Température de bruit totale à la réception	K
Δf	Largeur de bande du récepteur	Hz
Δf_T	Largeur de bande de l'émetteur	Hz
Δh	Paramètre de degré moyen d'irrégularité du terrain	m

* Décibels par rapport à une antenne isotrope

** Décibels par rapport à un watt par hertz

*** Décibels par rapport à un watt par mètre carré par hertz

DONNÉES DE CONTRÔLE DE DOCUMENT DU CRC

1. ORIGINE: Ministère des Communications/Centre de Recherches sur les Communications
2. N° DU DOCUMENT: Rapport du CRC n° 1311
3. DATE: Décembre 1977
4. TITRE DU DOCUMENT: Calculs de portée de brouillage visant l'établissement de critères de partage des fréquences de 406,1 MHz à 410 MHz entre le service de radioastronomie et les services mobile par satellite et mobile terrestre
5. AUTEUR(s): D.B. Ross et F.H. Palmer
6. MOTS-CLÉS: (1) Radioastronomie
 (2) Portée de brouillage
 (3) Critères de partage des fréquences

7. DOMAINE D'APPLICATION ET GROUPE (COSATI)

20 Physique
20 14 Propagation des ondes

8. RÉSUMÉ:

Les autres ont calculé la distance géographique minimale permettant le partage de la bande des fréquences de 406,1 MHz à 410 MHz entre le service de radioastronomie et les services mobile par satellite et mobile terrestre. Pour des caractéristiques données des systèmes et pour des valeurs moyennes d'affaiblissement de propagation, cette distance varie de 200 km à 500 km, selon l'encombrement de la bande par les services mobiles. Si la présence de brouillage plus de la moitié du temps est intolérable, une distance supérieure à 650 km peut s'imposer.

9. CITATION: _____



Government
of Canada

Gouvernement
du Canada

