

QUEEN
TK
6655
.U6
E8
1981

Étude des effets des opérations du
service mobile terrestre et du service
mobile par satellite sur la réception
de télévision UHF dans la bande
806-890 MHz

COMMUNICATIONS

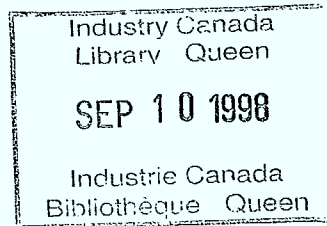


Gouvernement du Canada
Ministère des Communications

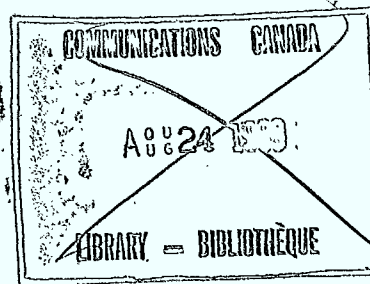
Government of Canada
Department of Communications

Canada

TK
6655
U6
E800077
1981



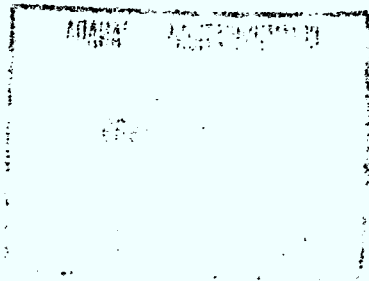
ÉTUDE DES EFFETS DES OPÉRATIONS DU SERVICE MOBILE TERRESTRE
ET DU SERVICE MOBILE PAR SATELLITE SUR LA RÉCEPTION DE
TÉLÉVISION UHF DANS LA BANDE 806-890 MHz



Service de la réglementation des
télécommunications

Ministère des Communications

Septembre 1981



DD 884244
DL 885648

TK
6655
U6
E8
1981

TABLE DES MATIÈRES

ÉTUDE DES EFFETS DES OPÉRATIONS DU SERVICE MOBILE TERRESTRE ET DU SERVICE MOBILE PAR SATELLITE SUR LA RÉCEPTION DE TÉLÉVISION UHF DANS LA BANDE 806-890 MHz.

1. Objet
 2. Introduction
 3. Analyse du potentiel de dégradation de la réception de télévision UHF en raison de la réponse à la fréquence image du récepteur de télévision
 - Réponse à la fréquence image
 - Analyse du brouillage de la réception de télévision UHF par réponse à la fréquence image produite par des systèmes mobiles terrestres
 - Caractéristiques de brouillage du récepteur de télévision UHF par réponse à la fréquence image
 - Mesures effectuées sur le terrain
 - Description de l'essai sur le terrain
 - Comparaison entre les résultats obtenus avec le modèle du système et ceux obtenus durant l'essai sur le terrain
 - Discrimination des antennes extérieures de télévision UHF
 - Discrimination des antennes intérieures de télévision UHF
 - Détermination du rayon d'influence
 - Probabilité de brouillage de la réception de télévision
 4. Analyse de la possibilité de dégradation de la réception de télévision UHF causée par les opérations du service mobile terrestre sur un canal adjacent
 5. Analyse de la possibilité de dégradation de la réception de télévision UHF causée par les opérations du service mobile par satellite
 6. Conclusions
 7. Mesures à adopter
- Annexe A Relations entre la qualité des signaux de télévision et les caractéristiques de réception de télévision
- Annexe B Essais sur le terrain
- B.1 Description du système d'essais sur le terrain
 - B.2 Essais sur le terrain
 - B.3 Résultats des essais sur le terrain
 - B.4 Description des résultats des essais
 - B.5 Résumé des résultats des essais sur le terrain
- Annexe C Analyse de la probabilité de dégradation de la réception de télévision causée par des émissions d'une station du service mobile

- C.1 Introduction
- C.2 Nombre moyen de stations mobiles contribuant au brouillage total
- C.3 Calcul de la durée du séjour de chaque station mobile
- C.4 Calcul de la probabilité de dégradation de la réception de télévision
- C.5 Calcul du rayon d'influence

Annexe D Impact des opérations du service mobile par satellite dans la bande des 800 MHz

- D.1 Généralités
- D.2 Émissions provenant d'une station terrienne mobile de télécommunication par satellite
- D.3 Émissions des satellites du service mobile

Tableaux

Bibliographie

Figures

1. OBJET

Le présent rapport vise à déterminer les effets de l'introduction des opérations du service mobile terrestre dans la bande 806-890 MHz sur la réception des canaux 55-69 UHF. L'impact de l'utilisation future des systèmes du service mobile par satellite sera déterminé en fonction des caractéristiques actuellement projetées de ces systèmes.

2. INTRODUCTION

Le déploiement prévu de systèmes du service mobile terrestre et le déploiement possible de systèmes du service mobile par satellite dans la bande 806-890 MHz (précédemment occupée par les canaux de télévision 70-83) laissent entrevoir la possibilité d'effets indésirables sur la réception de télévision dans les canaux 55-69, à cause de la réponse à la fréquence image des récepteurs de télévision UHF actuels. Cela provient du fait que les récepteurs de télévision actuels sont conçus pour recevoir dans la bande 806-890 MHz et sont incapables de présélection RF dans cette plage de fréquences.

La possibilité qu'il y ait dégradation de la réception de télévision causée par des émissions à la fréquence image a été identifiée dans un document (P/184) des États-Unis présenté à la Réunion préparatoire spéciale du CCIR d'octobre 1978. D'autres études ont été effectuées au Canada pour vérifier et quantifier ce phénomène. Le présent rapport résume les résultats de ces travaux.

Le présent rapport traite des sujets ci-dessous pour atteindre l'objectif indiqué à la section 1.

- (a) Une étude du phénomène physique de dégradation par fréquence image est suivie d'une analyse de l'extension possible de cette dégradation à la réception de télévision dans les canaux 55-69 en raison de l'exploitation du service mobile terrestre dans la bande 806-890 MHz, du fait de la réponse à la fréquence image. L'ampleur de cette dégradation potentielle due aux stations de base et mobiles de systèmes mobiles courants et cellulaires est examinée. La probabilité qu'une dégradation de la réception de télévision se produise est étudiée.
- (b) La possibilité de dégradation dans le canal adjacent 69 en raison de l'exploitation du service mobile terrestre au-dessus de 806 MHz est examinée.
- (c) La possibilité de dégradation de la réception de télévision en raison de la réponse à la fréquence image produite par les émissions du service mobile par satellite projeté est examinée. L'incidence des émissions provenant de la station satellite (espace) et des stations terriennes mobiles (véhicules) est aussi étudiée.

- (d) Une série de mesures est proposée pour réduire le plus possible l'impact à court terme de la susceptibilité des récepteurs de télévision au brouillage causé par la fréquence image que produit l'exploitation du service mobile terrestre et du service mobile par satellite dans la bande 806-890 MHz; une solution à plus long terme est également proposée.

3. ANALYSE DU POTENTIEL DE DÉGRADATION DE LA RÉCEPTION DE TÉLÉVISION UHF EN RAISON DE LA RÉPONSE A LA FRÉQUENCE IMAGE DU RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION

Réponse à la fréquence image

La réponse à la fréquence image de tout récepteur résulte de l'action du mélangeur qui est conçu pour faire passer la fréquence du signal reçu à la fréquence intermédiaire du récepteur (FI), pour fins d'amplification et de limitation de la largeur de bande. La figure 1 illustre ce processus. Le mélangeur produit des combinaisons de fréquences de la forme $\pm(f_{OL} - f_r)$, où f_{OL} est la fréquence de l'oscillateur local correspondant au signal désiré et f_r est la fréquence de toute composante du spectre provenant de l'antenne et arrivant au mélangeur. Dans un récepteur de télévision, la partie positive de la relation est le résultat désiré à la sortie de l'étage du mélangeur. La partie négative est celle qui entraîne la réponse à la fréquence image. L'amplitude relative des signaux désirés (ramenés à la FI) et non désirés (produits par fréquence image) dépend seulement des niveaux relatifs auxquels les signaux RF désirés et non désirés provenant de l'antenne arrivent au mélangeur. Ainsi, la sensibilité du récepteur au brouillage par la fréquence image est essentiellement fonction de la capacité des premiers étages du récepteur à discriminer les émissions désirées des émissions non désirées.

Dans le cas des récepteurs de télévision UHF, la réponse à la fréquence image peut entraîner la réception non désirée d'émissions dont la fréquence se situe à deux fois la fréquence intermédiaire (2×44 MHz) au-dessus de celle du canal de télévision syntonisé. Comme les récepteurs de télévision UHF actuels sont conçus pour recevoir la bande de 470-890 MHz (canaux 14-83), les émissions du service mobile dans la bande de 806-890 MHz peuvent être reçues sans discrimination importante par les premiers étages de la fréquence image des canaux 55-69. La figure 2 illustre la relation entre les émissions du service mobile terrestre dans la bande 806-890 MHz et la réponse à la fréquence image d'un récepteur de télévision dans les canaux 55-69. Comme cette relation avec la fréquence image existe, il est nécessaire de quantifier les paramètres en cause des systèmes de télévision UHF et des systèmes mobiles terrestres, et d'analyser ces systèmes pour déterminer si la réception dans les canaux 55-69 pourrait se dégrader et,

le cas échéant, quelles seraient l'ampleur et la probabilité de cette dégradation.

Analyse du brouillage de la réception de télévision UHF par réponse à la fréquence image produite par des systèmes mobiles terrestres

Avant de commencer l'analyse, il faut établir la configuration géographique ou physique du problème potentiel ainsi que les interrelations des systèmes de télévision UHF et des systèmes mobiles terrestres.

Configuration géographique ou physique - La figure 3 illustre la situation géographique pertinente où des stations mobiles et(ou) leur station de base associée sont exploitées dans la bande de 806-890 MHz, dans la zone de couverture d'un émetteur de télévision fonctionnant dans l'un des canaux de 55 à 69 inclusivement. La figure 4 montre les caractéristiques de distance en fonction de l'intensité de champ moyenne pour des émetteurs typiques de systèmes de télévision UHF et de systèmes mobiles.

L'extrémité de la zone de couverture de télévision se définit comme le contour des points où l'intensité de champ moyenne est établie à 64 dBuV/m à 30 pieds (9.1 mètres) au-dessus du sol. Ce contour est appelé "contour de la classe B", comme l'indique la figure 1. Par conséquent, c'est dans la zone délimitée par le contour de la classe B qu'il faut considérer la protection de la réception de télévision.

Si l'on revient à la figure 3, on voit un second contour, appelé "contour de la classe A", où l'intensité de champ moyenne est établie à 74 dBuV/m. Il est important de clarifier la relation entre les niveaux moyens des signaux et la qualité de réception des classes A et B. A cet égard, pour les deux contours l'objectif de qualité minimale à l'un ou l'autre des points de la zone de couverture est la classe subjective 3, ou cote passable, de l'Organisme d'étude sur l'attribution en télévision (Television Allocation Study Organization - TASO), qui correspond à un rapport signal/bruit de 30 dB à l'entrée du récepteur. Si l'on accroît l'intensité du signal du contour B en direction de l'émetteur, on augmente la probabilité que la qualité soit au moins égale à celle de la classe 3 du TASO en ce qui concerne les emplacements et le temps. Par exemple, l'intensité moyenne des signaux (50 % des emplacements, 50 % du temps) de 64 dBuV/m au contour de la classe B comporte une marge suffisante (6 dB) pour que le signal aux bornes du récepteur, dans le cas d'une installation d'antenne typique pour des zones périphériques ou presque limites (gain net de 10 dB à une hauteur de 30 pieds (9.1 mètres), permette d'obtenir la qualité de classe 3 du TASO 90 % du temps aux meilleurs 50% des emplacements de réception. Au contour de la classe A, l'intensité moyenne des signaux de 74 dB7V/m comporte une marge suffisante (9 dB) pour que le signal aux bornes du récepteur, dans le cas d'une installation d'antenne typique pour banlieue

(gain net de 3 dB), permette d'obtenir la qualité de classe 3 du TASO 90 % du temps aux meilleurs 70% des emplacements de réception. Si une installation d'antenne présente des caractéristiques inférieures aux caractéristiques typiques, c'est-à-dire une hauteur inférieure à 30 pieds (9.1 mètres), ou un gain net inférieur à 10 dB au contour de la classe B, ou un gain inférieur à 3 dB au contour de la classe A, la probabilité que l'on obtienne la qualité de classe 3 du TASO se trouve réduite. A l'inverse, si une installation d'antenne présente des caractéristiques supérieures aux caractéristiques typiques, la probabilité que l'on obtienne au moins la qualité de la classe 3 du TASO augmente. Le niveau des signaux aux bornes d'entrée du récepteur correspondant à la qualité de la classe 3 du TASO en réception de télévision UHF est -63 dBm. Par conséquent, il faut déterminer l'incidence des signaux brouilleurs à la fréquence image lorsque le niveau désiré des signaux aux bornes du récepteur est de -63 dBm ou plus. Les caractéristiques du système récepteur de télévision nécessaires à l'obtention de la qualité de la classe 3 du TASO aux contours de la classe A et de la classe B sont indiquées à l'annexe A et au tableau 1.

Comme l'indique la figure 3, les systèmes du service mobile sont constitués de stations de base et de stations mobiles. Les stations de base sont à un emplacement fixe et leur puissance d'émission est supérieure à celle des stations mobiles. Les stations mobiles sont normalement en déplacement aléatoire. Plusieurs stations mobiles sont associées à chaque station de base, et chacune des stations mobiles, sans exception, émet donc moins fréquemment que la station de base.

Modèle analytique - Après avoir examiné la configuration géographique ou physique du problème, nous allons maintenant établir un modèle des interrelations entre les paramètres pertinents des systèmes de télévision et des systèmes mobiles.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la sensibilité d'un récepteur au brouillage par fréquence image dépend principalement de l'aptitude des premiers étages du récepteur à discriminer les émissions désirées des émissions non désirées. Il s'ensuit que le niveau relatif des signaux de télévision UHF désirés et des signaux du service mobile non désirés aux bornes d'un récepteur de télévision UHF est d'une importance clé.

Toute station mobile est normalement en déplacement plus ou moins aléatoire et émet dans la région géographique desservie par sa station de base associée lorsque des communications sont nécessaires. Plusieurs stations mobiles sont associées à chaque station de base. Ainsi, chaque station mobile émet moins fréquemment que sa station de base associée, et les émissions proviennent d'emplacements aléatoires dans la zone de desserte, à des intervalles entre les émissions successives distribués de façon aléatoire autour d'une valeur caractéristique moyenne du service mobile de communication. Ce phénomène se prête donc parfaitement à une

analyse fondée sur les techniques statistiques.

Le signal désiré (c.-à-d. le signal de télévision UHF) peut s'exprimer en decibals comme suit:

$$D = P_T + G_T - L_{PT} + G_{RT}$$

où:

D = niveau désiré du signal aux bornes du récepteur

P_T = puissance de l'émetteur de télévision

G_T = gain de l'antenne de l'émetteur de télévision en direction du récepteur

L_{PT} = perte de propagation du signal de télévision

G_{RT} = gain de l'antenne de réception du signal de télévision

De même, le signal non désiré (stations mobiles) peut s'exprimer comme suit:

$$U = P_M + G_M - L_{PM} + G_{RM}$$

où:

U = niveau non désiré du signal aux bornes du récepteur de télévision

P_M = puissance de l'émetteur du service mobile

G_M = gain de l'antenne de l'émetteur du service mobile en direction du récepteur de télévision

L_{PM} = perte de propagation du signal du service mobile

G_{RM} = gain de l'antenne de réception de télévision du signal du service mobile

Par conséquent, le rapport signal désiré/signal non désiré peut s'exprimer comme suit:

$$D - U = P_T + G_T - L_{PT} - P_M - G_M + L_{PM} + (G_{RT} - G_{RM}) \quad (1)$$

L'expression $(G_{RT} - G_{RM})$ représente la discrimination de l'antenne de réception de télévision par rapport au signal des stations mobiles. De même, si P_T , G_T , P_M et G_M sont connus, l'équation se réduit comme suit:

$$D - U = L_{PM} - L_{PT} + C$$

où:

C = constante incorporant les paramètres d'exploitation de la station de télévision, de la station du service mobile et du récepteur de télévision

Solutions à l'inégalité:

$$D - U \ll (D/U)_R$$

où:

$(D/U)_R$ est le rapport acceptable signal désiré/signal non désiré en dessous duquel il y a dégradation de l'image. De même, les solutions de l'équation:

$$D - U = (D/U)_R$$

ou alternativement:

$$(D/U)_R = L_{PM} - L_{PT} + C \quad (2)$$

définissent un lieu de points qui est la limite géographique de la région de brouillage par fréquence image entourant un récepteur de télévision.

Par conséquent, si tous les paramètres ci-dessus peuvent être quantifiés, le rayon d'influence de la dégradation par fréquence image entourant un récepteur de télévision peut être déterminé pour n'importe quelle situation statique, abstraction faite pour le moment du mouvement aléatoire des émetteurs mobiles et des variations des paramètres des systèmes.

L'examen des paramètres des équations (1) et (2) montre que P_T , P_M et G_M sont quantifiables pour des systèmes réels aussi bien que typiques. Les valeurs moyennes de L_{PT} et L_{PM} se trouvent facilement grâce aux courbes de la norme FCC 6602 (50,50) et au modèle d'Egli (J.J. Egli, Proceedings of the IRE, octobre 1957) respectivement. Ces courbes et ce modèle sont utilisés au Canada pour les calculs des zones de couverture et de desserte des émetteurs de télévision et des émetteurs du service mobile terrestre et pour l'assignation des niveaux de puissance RF apparente rayonnée. Les valeurs typiques d'intensité de champ résultant de ces paramètres sont données sur la figure 4.

Par conséquent, les seuls paramètres exigeant une quantification pour permettre le calcul du rayon d'influence de la dégradation par fréquence image autour d'un récepteur de télévision sont la discrimination des antennes de récepteur de télévision par rapport aux signaux du service mobile ($G_{RT} - G_{RM}$) et le rapport critique signal désiré/signal non désiré (D/U) aux bornes du récepteur de télévision.

Caractéristiques de brouillage du récepteur de télévision UHF par réponse à la fréquence image - Trois principales séries d'essais ont été effectuées au laboratoire du Ministère pour déterminer les caractéristiques de réponse à la fréquence image des récepteurs de télévision UHF de conception actuelle. La méthode d'essai utilisée consistait à injecter un signal de télévision et un signal simulé de station mobile (modulé en fréquence à 1 kHz avec déviation de 3 kHz) aux bornes d'antenne, puis à observer les effets sur la qualité de l'image lorsque varient le niveau du signal de télévision et le rapport des signaux de télévision et de station mobile.

Dans un essai où en échantillon de quatre récepteurs était utilisé, on a fait varier le signal de télévision (canal 56) de -40 dBm à -80 dBm par paliers de 5 dB; à chaque palier, le niveau du signal de station mobile a été réglé à la fréquence de la porteuse vidéo pour produire du brouillage juste perceptible par un observateur habitué. Le rapport des signaux de télévision et de station mobile a été noté à chaque palier. Les résultats sont indiqués sur la figure 5. On remarquera que les courbes présentent un "coude" lorsque le niveau du signal de télévision est d'environ -60 dBm. Pour les niveaux du signal de télévision inférieurs à ce "coude", le rapport requis signal désiré (télévision)/signal non désiré (station mobile) diminue rapidement du fait que l'augmentation du bruit du récepteur rend difficiles à discerner les effets du brouillage par le signal de station mobile. Cela confirme la validité de la cote "passable", classe 3 du TASO, s'appliquant à la qualité de l'image pour le niveau d'entrée de télévision de -63 dBm. Par conséquent, l'étude du brouillage par fréquence image est particulièrement intéressante dans le cas des niveaux des signaux de télévision supérieurs à -63 dBm.

Une deuxième série d'essais a porté sur un échantillon de neuf récepteurs de conception actuelle. Des signaux de barre couleur de -55, -35 et -15 dBm ont été appliqués aux bornes d'entrée du récepteur de 300 ohms. Les canaux de télévision utilisés étaient 56 et 64. Ils ont été choisis arbitrairement en raison de leur caractère représentatif de la plage 55-69, mais aussi de leur réponse à la fréquence image dans les bandes 806-890 MHz, que l'on compte attribuer aux systèmes du service mobile terrestre, respectivement aux stations mobiles et de base. Le signal de station mobile (non désiré ou U) a été injecté à diverses fréquences dans la bande de réponse à la fréquence image des récepteurs de télévision. Pour chaque fréquence, le rapport minimal entre le signal de télévision (désiré ou D) et le signal du système mobile causant une dégradation juste perceptible de la sortie audio ou vidéo de télévision a été détecté par un observateur habitué et a été noté.

Les résultats de la deuxième série d'essais sur les récepteurs de télévision sont résumés sur le graphique de la figure 6. Sur ce graphique, la fréquence du signal de brouillage par rapport à la fréquence image de l'extrémité supérieure du canal de télévision sur lequel s'exerce le brouillage est portée sur l'abscisse et l'échelle est en MHz. Cela veut dire que le zéro correspond à une fréquence située à 41 MHz au-dessus de la fréquence de l'oscillateur local. Le rapport entre le niveau du signal de brouillage et le niveau de la porteuse image de télévision (U/D) pour lequel se produit une dégradation perceptible du signal vidéo est porté en ordonnée et l'échelle est en dB. Les points sur le graphique de la figure 6 représentent la mesure des rapports de protection de neuf récepteurs, sur deux canaux dans chaque cas, en n'utilisant que la barre couleur comme signal désiré. La dégradation vidéo s'est toujours produite avant la dégradation audio.

Pour ce qui est du critère de dégradation juste perceptible de la réception de télévision, la valeur très prudente de $(U/D) = -20$ dB ou $(D/U) = 20$ dB a été choisie pour déterminer le rapport de protection nécessaire aux bornes d'entrée du récepteur de télévision.

Une autre série d'essais a porté sur un échantillon de cinq récepteurs afin de déterminer quelle augmentation des niveaux des signaux non désirés au-dessus des niveaux de brouillage juste perceptible était nécessaire pour produire la condition de dégradation "désagréable", de même que la perte de la synchronisation de ligne ou de trame. Comme ces observations n'ont pas été effectuées par un groupe d'observateurs dans des conditions spécifiées, elles ne peuvent pas être directement considérées comme des normes de qualité reconnues en matière de télévision, toutes les observations ayant été faites par un seul observateur habitué et critique.

Les niveaux du signal de télévision désiré choisis pour ces mesures étaient de -60 dBm et de -48 dBm. Les figures 7 et 8 montrent un exemple des résultats obtenus avec ces niveaux. Les résultats indiquent que le choix d'un rapport de protection situé à environ 20 dB sous celui de la dégradation juste perceptible (détectée par un observateur habitué) expliquerait de façon prudente la dégradation "désagréable" de la qualité de la réception.

En résumé les essais en laboratoire ont montré qu'un rapport de protection (signal non désiré/signal désiré) de -20 dB est une valeur prudente à utiliser pour l'analyse d'une situation de brouillage par fréquence image dans le cas de tous les niveaux des signaux de télévision au-dessus de -63 dBm aux bornes du récepteur, cette valeur servant alors de critère de brouillage juste perceptible; une augmentation de 20 dB de cette valeur, portant celle-ci à 0 dB, convient à l'établissement d'un critère de brouillage "désagréable".

Caractéristiques des systèmes mobiles terrestres - A ce jour, deux catégories principales de systèmes destinés au service mobile terrestre sont considérées aux fins de mise en service dans la bande 806-890 MHz. La première catégorie comprend les systèmes "courants" c'est-à-dire à la fois les systèmes à voie unique à paire de fréquences et les systèmes "de jonction", qui utilisent l'accès automatique à un groupe de voies à paire de fréquences (typiquement cinq), de façon à augmenter la capacité de trafic. La deuxième catégorie de système mobile est le système "cellulaire", décrit dans bon nombre d'articles. Ce système fait appel à plusieurs cellules de service de petite taille, avec réutilisation de fréquence à l'intérieur d'une configuration de cellules. Un système de gestion permet de transférer une émission d'une cellule à l'autre, au moment où une station mobile passe de la zone de service d'une cellule à celle d'une autre cellule. Une configuration cellulaire est prévue pour l'établissement de systèmes mobiles complexes de radiotéléphonie publique. Les caractéristiques de ces systèmes sont telles que la puissance apparente rayonnée (PAR) des stations de base et des stations mobiles est inférieure à celle des systèmes courants.

Les valeurs typiques des paramètres de ces deux catégories de systèmes sont résumées ci-dessous:

Catégorie des systèmes courants du service mobile

	Hauteur d'antenne	PAR
Station de base	45,5 mètres (150 pieds)	150 watts
Station mobile	1,82 mètre (6 pieds)	25 watts

Catégorie des systèmes cellulaires du service mobile

	Hauteur d'antenne	PAR
Station de base initiale	60,6 mètres (200 pieds)	100 watts
Station mobile initiale	1,82 mètre (6 pieds)	5 watts
Station mobile après perfection- nement	1,82 mètre (6 pieds)	0,5 watt

Un aspect important des caractéristiques prévues pour les systèmes cellulaires est le fait que la puissance apparente rayonnée (PAR) des stations mobiles sera réduite à mesure que le système se perfectionnera, de façon à augmenter la capacité du système en le subdivisant en cellules plus petites.

Discrimination des signaux du service mobile terrestre par les antennes de télévision - Si les systèmes d'antenne des installations de réception de télévision répondent également aux signaux de télévision et aux signaux du service mobile, les rapports de protection peuvent être appliqués aux intensités de champ du système de télévision et du système mobile à une hauteur de 30 pieds (9.1 mètres) aux emplacements d'antenne. Par exemple,

si l'intensité de champ du signal de télévision est de 64 dBuV/m à l'antenne, l'intensité du signal du service mobile doit être d'au plus 44 dBuV/m pour satisfaire au critère U/D de -20 dB s'appliquant à une dégradation juste perceptible. Il est raisonnable de s'attendre à ce que la combinaison des caractéristiques d'azimut des antennes de télévision et la différence de polarisation (horizontale pour la télévision et verticale pour le service mobile) permettent une certaine discrimination des signaux du service mobile par les antennes de télévision. Elle peut être de l'ordre de 10-30 dB. Cela a pour incidence de faire varier le rapport U/D juste perceptible entre +10 dB et -10 dB.

Évaluation initiale - Si l'on se reporte à la figure 4 et que l'on applique le rapport de protection de -10 dB à +10 dB, on constate qu'aux emplacements où la réception de télévision est de 64 dBuV/m, du brouillage perceptible peut être produit par les émetteurs de stations de base typiques de la classe courante éloignées de 2 à 7 milles (3,2 à 11 kilomètres) ou de stations mobiles typiques de la classe courante éloignées de 0,26 à 0,8 mille (0,41 à 1,3 kilomètre).

L'importance des plages de brouillage indiquées par cette évaluation initiale a montré que des essais sur le terrain s'imposaient pour vérifier l'évaluation initiale dans des conditions réelles d'exploitation.

Mesures effectuées sur le terrain

Le but des mesures effectuées sur le terrain était de réduire la plage des résultats de l'évaluation initiale.

La méthode utilisée est décrite ci-dessous.

- a) Émettre des signaux provenant de stations de base simulées du service mobile, à des puissances et hauteurs connues, sur des fréquences images à l'intérieur de la zone couverte par deux stations de télévision UHF en service.
- b) Au moyen d'un véhicule muni de récepteurs de télévision dont les caractéristiques de réponse à la fréquence image sont connues et d'appareils de mesure d'intensité de champ, déterminer la zone autour de la station de base simulée dans laquelle la réception de télévision est affectée.
- c) A partir des caractéristiques du système utilisé pour l'essai sur le terrain, déterminer la zone autour de la station de base simulée à l'intérieur de laquelle la réception de télévision est affectée.

- d) Comparer les résultats des étapes b) et c).
- e) Modifier le modèle d'analyse du système de façon à tenir compte de la comparaison effectuée.
- f) Étendre la technique d'analyse confirmée par l'expérience à l'évaluation du cas général applicable aux stations de base du service mobile et, grâce à l'analyse statistique, aux stations mobiles du service mobile.

Description de l'essai sur le terrain

L'essai a porté sur deux stations de télévision en service (le canal 68 à Sarnia et le canal 59 à Chatham) choisies parce que leur fréquence image se situe dans la bande des émissions 806-890 MHz. La simulation du brouillage s'est faite au moyen d'émissions simulées de stations de base du service mobile terrestre. Deux récepteurs de télévision dont les caractéristiques de réponse à la fréquence image étaient connues ont été utilisés avec deux types d'antenne communs de réception de télévision UHF. La zone d'influence a été déterminée en observant le lieu où une dégradation juste perceptible de la réception de télévision se produisait. Au total, 300 observations ont été effectuées. Les mesures d'intensité de champ du signal désiré et du signal non désiré ont été effectuées à chaque emplacement d'observation. De plus, une vérification dans les foyers a été effectuée pour vérifier les résultats des observations faites au moyen des récepteurs de télévision de l'essai sur le terrain.

L'annexe B contient une description détaillée de l'essai sur le terrain et des résultats.

Comparaison entre les résultats obtenus avec le modèle du système et ceux obtenus durant l'essai sur le terrain

La corrélation entre les résultats obtenus sur le terrain et ceux prédits par les techniques analytiques était bonne dans le cas d'une valeur moyenne de 20 dB appliquée à la discrimination des signaux du service mobile terrestre par les antennes réceptrices de télévision. Les antennes qui ont servi aux essais sont des antennes extérieures de télévision typiques, d'obtention facile et peu coûteuses. Le prix de détail des antennes était de l'ordre de 11,00\$. Cette valeur de 20 dB est utilisée par la suite pour le calcul des distances auxquelles on peut s'attendre à une dégradation juste perceptible de la réception de télévision.

Discrimination des antennes extérieures de télévision UHF

Des mesures supplémentaires de la discrimination des antennes de télévision UHF ont été effectuées au laboratoire de l'avenue Clyde. La discrimination du réflecteur dièdre et des antennes papillons utilisés pour les essais sur le terrain a été mesurée avec un signal désiré provenant

d'une station de télévision UHF en exploitation et un signal non désiré de station mobile produit par une station mobile simulée pourvue d'une antenne à polarisation verticale et émettant sur la fréquence image du canal de télévision. Le canal 40 a été utilisé pour le signal désiré du fait qu'il était le canal de télévision au numéro le plus élevé attribué dans la région d'Ottawa-Hull. Les résultats indiqués de ces mesures ont été obtenus alors que l'antenne de télévision était orientée en azimut vers la station de télévision et que le signal incident de la station mobile se présentait à différents azimuts par rapport à l'antenne. Les résultats sont les suivants:

Type d'antenne UHF	Discrimination	
	Maximale	Minimale
Antenne papillon	39 dB	18,5 dB
Réflecteur dièdre	41 dB	23 dB

Les mesures ont été effectuées alors qu'une ligne de transmission de télévision de 300 ohms et d'une longueur de 6 mètres était raccordée à l'antenne papillon. Les résultats ont varié selon le nombre de torsions et n'ont généralement pas pu être répétés. La plupart des mesures ont donné en général des résultats inférieurs de 1 à 4 dB et parfois de 10 dB par rapport à ceux obtenus avec une ligne de transmission coaxiale. En conclusion, ces mesures justifient encore le choix dans l'analyse d'une discrimination moyenne de 20 dB pour les antennes extérieures.

Discrimination des antennes intérieures de télévision UHF

Comme il est indiqué dans la présente section (et dans l'annexe A), les caractéristiques des systèmes de réception de télévision aux contours de la classe A et de la classe B présupposent l'emploi d'une antenne extérieure de télévision. Bien qu'une étude de Harris and Associates¹ indique l'importance de l'emploi d'une antenne extérieure pour améliorer la réception de télévision, bon nombre de téléspectateurs utilisent une antenne intérieure pour la réception directe sur les ondes à l'intérieur du contour de la classe A. Des mesures ont été effectuées au laboratoire de l'avenue Clyde pour déterminer la discrimination de l'antenne cadre courante relativement aux signaux d'une station mobile avec antenne à polarisation verticale. Les mesures ont été reprises alors que l'antenne de réception de télévision était successivement placée à deux hauteurs différentes, sur une surface allant d'une grille métallique à du pavé. Des résultats semblables ont été obtenus dans ces diverses conditions. Lorsque le cadre est orienté de façon à produire la réponse maximale au signal de télévision désiré, la discrimination maximale composée du signal de station mobile terrestre par rapport au signal désiré est de 25 dB et la valeur minimale composée est de 13 dB, selon l'azimut d'incidence du signal de la station mobile terrestre à l'antenne de télévision. La valeur de 17 dB est considérée comme une valeur de discrimination typique pour l'antenne cadre.

Détermination du rayon d'influence

Le rayon d'influence sur la réception de télévision d'une source statique du service mobile se calcule maintenant à l'aide du modèle analytique établi plus haut dans la présente section pour ce qui est des installations de télévision des contours de la classe A et de la classe B utilisant une antenne extérieure.

Type de station du service mobile	Rayon d'influence (Rayon du cercle)	
(Caractéristiques données à la page 7)	Récepteur de télévision sur le contour de la classe B (64 dBu à 9,1 m [30 pi])	Récepteur de télévision sur le contour de la classe A (74 dBu à 9,1 m [30 pi])
Système courant		
Station de base	6,16 km (3,8 milles)	3,48 km (2,15 milles)
Station mobile	0,65 km (0,40 mille)	0,44 km (0,27 mille)
Système cellulaire		
Station de base initiale	6,5 km (4,0 milles)	3,56 km (2,2 milles)
Station mobile initiale	0,52 km (0,32 mille)	0,23 km (0,18 mille)
Station mobile après perfec- tionnement	0,3 km (0,18 mille)	0,162 km (0,10 mille)

Le rayon d'influence sur la réception de télévision des appareils situés à l'intérieur du contour de la classe A a également été évalué pour une source statique du service mobile. Les caractéristiques ci-dessous du système de réception de télévision sont sélectionnées.

Antenne cadre (orientée pour fournir le gain maximal)

Gain	= -4 dB (essais du MDC)
Discrimination typique des signaux de stations mobiles terrestres	= 17 dB (essais du MDC)
Hauteur par rapport au sol	= 2 mètres
Conversion à partir de 30 pieds (9,1 mètres)	= 5,2 dB (référence 2)
Atténuation par les immeubles	= 5,5 dB (référence 2)

Une intensité de champ de 83 dBu à 30 pieds (9,1 mètres) produit un signal de la classe 3 du TASO, dont le rapport signal/bruit est de 30 dB à l'entrée du récepteur de télévision dans les conditions moyennes du signal désiré compte tenu des caractéristiques indiquées ci-dessus. On peut considérer qu'il s'agit du niveau minimal du signal désiré pour lequel il existe une protection contre le brouillage lorsque des antennes intérieures sont utilisées. Ainsi, toute variation dans le sens négatif du signal de télévision est considérée comme étant à la source d'une image inacceptable et rend inutile toute autre protection contre le brouillage causé par le service mobile terrestre.

Le rayon d'influence des installations de réception de télévision est donné ci-dessous avec les mêmes caractéristiques que pour les systèmes mobiles données à la page 9.

Système courant		Réception de télévision avec antenne intérieure à une hauteur de 2 mètres
Station de base	2,46 km (1,53 mille)	
Station mobile	0,31 km (0,2 mille)	

Système cellulaire

Station de base initiale	2,56 km (1,6 mille)
Station mobile initiale	0,21 km (0,13 mille)
Station mobile après perfectionnement	0,12 km (0,73 mille)

En résumé, cela indique que le plus grand rayon d'influence des émetteurs du service mobile autour d'un récepteur de télévision est généralement obtenu à la limite de la zone de couverture de télévision (contour de la classe B).

Probabilité de brouillage de la réception de télévision

Dans la section précédente, une évaluation du rayon d'influence a été présentée, sans tenir compte du déplacement des stations ou de la durée des émissions. Les rayons en cause diffèrent grandement pour les stations de base et les stations mobiles du service mobile terrestre.

Stations de base - Les stations de base des systèmes du services mobile terrestre se caractérisent par le recours à des emplacements fixes, à partir desquels elles émettent fréquemment et communiquent avec un nombre élevé de stations mobiles. En conséquence, si le brouillage de

la réception de télévision est prévu, il y a lieu d'envisager qu'il se produira fréquemment. Les valeurs données ci-dessus donnent donc une indication raisonnable de l'impact des stations de base. En conclusion les émissions provenant de stations de base peuvent causer une dégradation importante de la réception de télévision des appareils actuels, à moins que des mesures particulières soient prises pour corriger ce problème.

Stations mobiles - Toutefois, le cas des stations mobiles (stations, radio dans des véhicules) est différent, puisqu'un appareil particulier a un plus faible rayon d'influence, ne transmet pas de façon continue et que son emplacement peut varier. La présente section traite de la probabilité que les stations mobiles entraînent une dégradation de la réception de télévision.

Cette question a déjà fait l'objet d'une étude selon des techniques statistiques dans le cas des stations mobiles des systèmes cellulaires (J. de Mercado et al.)³, et la conclusion de cette étude était que la dégradation de la réception de télévision était négligeable. L'analyse présentée dans le présent rapport (annexe C) est plus directe et aboutit à la même conclusion.

L'analyse tient compte des caractéristiques du trafic de communication et du caractère variable des emplacements du service mobile, qui sont des facteurs inexistantes dans le modèle statique s'appliquant aux stations de base. La variation du signal dans le service mobile terrestre est également considérée.

Le premier facteur, relatif à la concentration des stations mobiles, a déjà fait l'objet d'une publication⁴. Cette publication et une étude des assignations existantes de stations mobiles indiquent que la concentration maximale des stations mobiles sera de 5 à 15 par mille carré (1,95 à 5,8 stations mobiles par kilomètre carré) dans les régions urbaines, à la fois pour les systèmes courants et pour les systèmes cellulaires dans la bande des 800 MHz. Bien qu'il soit possible d'objecter que la concentration pourrait dans l'avenir dépasser cette limite au centre d'une région urbaine importante, ces centres ou "noyaux" se retrouvent toujours à l'intérieur du contour de la classe A. La valeur de 15 stations mobiles par mille carré (5,8 stations mobiles par kilomètre carré) est délibérément choisie pour donner un caractère de prudence à notre analyse. La valeur de concentration pour laquelle la fréquence image d'un canal particulier est affectée peut par la suite être déterminée en calculant la proportion de toutes les stations mobiles du service terrestre dont les émissions ont un effet sur la fréquence image d'un canal particulier.

Le deuxième facteur, relatif à la durée des émissions d'une station mobile particulière, a également fait l'objet d'une publication⁵ et la charge de trafic prévue pour les systèmes cellulaires canadiens projetés a aussi été examinée. Cette analyse se base sur une valeur de 0,004 Erlang dans le cas d'une station mobile des systèmes courants, et de 0,015 Erlang dans le cas d'une station mobile des systèmes cellulaires.

Analyse - L'annexe C donne l'analyse, fondée sur les facteurs décrits ci-dessus, de la probabilité de dégradation de la réception de télévision par des stations du service mobile. La conclusion de cette analyse est que la probabilité de dégradation est négligeable.

4. ANALYSE DE LA POSSIBILITÉ DE DÉGRADATION DE LA RÉCEPTION DE TÉLÉVISION UHF CAUSÉE PAR LES OPÉRATIONS DU SERVICE MOBILE TERRESTRE SUR UN CANAL ADJACENT

Un examen de la figure 2 indique que les stations mobiles de la classe courante fonctionnent juste au-dessus de 806 MHz. Leurs émissions sont donc voisines du canal de télévision UHF 69. Le rapport de protection nécessaire pour éviter une dégradation juste perceptible de la réception de télévision est de l'ordre de -10 dB à l'extrémité la plus rapprochée du canal adjacent supérieur, selon la conclusion d'un groupe de travail du CCPT⁶. Ce rapport est encore moins rigoureux que celui de la protection requise contre le brouillage par la fréquence image. Les opérations des stations mobiles des systèmes courants s'effectueront sur des fréquences voisines du canal de télévision 69. Étant donné que les caractéristiques de ces opérations sont identiques à celles décrites dans la section 3 relativement au brouillage par la fréquence image, la probabilité de dégradation de la réception de télévision sera inférieure, en raison du plus faible rapport de protection nécessaire. En conséquence, le processus de dégradation de la réception de télévision n'est pas considéré comme un problème, car la section 3 a montré qu'il n'existe aucune probabilité importante de dégradation de la réception de télévision par réponse à la fréquence image que produisent des stations mobiles.

Toutefois, des émissions non essentielles d'un émetteur fonctionnant dans le canal de télévision 69 peuvent influencer sur les opérations du service mobile terrestre sur un canal adjacent. Par conséquent, il est proposé d'exiger la suppression additionnelle des émissions non essentielles dans le canal de télévision 69.

5. ANALYSE DE LA POSSIBILITÉ DE DÉGRADATION DE LA RÉCEPTION DE TÉLÉVISION UHF CAUSÉE PAR LES OPÉRATIONS DU SERVICE MOBILE PAR SATELLITE

Une étude de faisabilité par étapes, portant sur le développement d'un système de service mobile par satellite utilisant la bande de 800 MHz pour ses émissions, est présentement effectuée par des fonctionnaires du Ministère et par attribution de contrats extérieurs. Bien qu'aucune décision n'ait encore été prise concernant l'attribution des fréquences du spectre, diverses options sont présentement considérées pour établir une sous-bande à 800 MHz.

L'annexe D contient une analyse de la possibilité de la dégradation de la réception de télévision causée par le satellite et ses stations terriennes mobiles. L'analyse conclut qu'il n'y a pas lieu de s'attendre à une dégradation appréciable de la réception de télévision causée par les opérations du service mobile par satellite.

Cette conclusion apparaît évidente si l'on considère tout d'abord que les émissions d'un satellite géostationnaire sont identiques à celles d'une station de base, sauf que l'éloignement est de 40 000 km. Ainsi, le niveau

sur terre du signal du satellite fournit le rapport requis (signal non désiré/signal désiré) dans la zone de couverture de télévision. En deuxième lieu, les caractéristiques d'émission d'une station terrienne à bord d'un véhicule sont semblables à celles des stations du service mobile terrestre, et la concentration des stations terriennes à bord d'un véhicule sera de beaucoup inférieure, dans tous les secteurs, à la concentration des stations de Terre du service mobile terrestre dans les régions urbaines, ce qui réduit encore plus les probabilités de dégradation de la réception de télévision.

6. CONCLUSIONS

Les résultats de notre étude montrent que la probabilité que se produise une dégradation de la réception de télévision UHF dans les canaux 62-69 causés par les émissions d'une station de base du service mobile dans la bande 851-890 MHz est élevée, en raison de la réponse à la fréquence image des récepteurs de télévision actuels. En conséquence, le déploiement sur une grande échelle de stations de base du service mobile terrestre dans une zone de couverture de télévision UHF dont la fréquence image correspond à la fréquence utilisée par le service mobile entraînera probablement du brouillage, plus particulièrement près de la limite de la zone de couverture.

La probabilité de dégradation de la réception de télévision UHF causée par les stations mobiles du service mobile terrestre fonctionnant dans la bande des 800 MHz est négligeable.

La probabilité de dégradation de la réception de télévision UHF causée par le service mobile par satellite est considérée comme négligeable, en raison des caractéristiques du système projeté.

Il est possible de réaliser de trois façons l'exploitation compatible de stations de base du service mobile dans la bande 851-890 MHz et de stations de télévision UHF sur les canaux 62-69:

- a) En limitant l'emplacement et(ou) les paramètres des stations de base du service mobile terrestre de façon que le rapport de protection nécessaire signal de télévision/signal du service mobile terrestre, puisse être obtenu dans les récepteurs de télévision à proximité des stations de base.
- b) En évitant d'assigner des fréquences correspondant aux fréquences images des téléviseurs, dans les cas où les deux services sont exploités dans la même zone.
- c) En améliorant la réjection de la fréquence image des récepteurs de télévision UHF.

7. MESURES A ADOPTER

Bien qu'il soit possible de co-implanter des stations de télévision et des stations mobiles terrestres dont la fréquence correspond à la fréquence image de télévision, la conclusion a) n'est pas pratique du fait qu'elle impose des restrictions trop sévères quant au choix de l'emplacement des stations de base du service mobile terrestre. Les zones de desserte d'une station de télévision et d'une station mobile terrestre ne coïncident pas nécessairement. Il peut aussi se présenter des cas où l'implantation au même emplacement d'équipement de télévision et d'équipement de station mobile terrestre pose des difficultés matérielles.

La conclusion b) apporte une solution pour un proche avenir. Les voies du service mobile terrestre et les canaux de télévision UHF peuvent être attribués et assignés de façon à éviter dans la mesure du possible les correspondances entre les fréquences images et les fréquences d'émission. Aux emplacements particuliers où la chose est impossible, l'établissement de la station mobile terrestre ou de la station de télévision UHF peut être provisionnement retardé, selon les priorités relatives, jusqu'à l'adoption d'une solution définitive. Cette mesure provisoire peut apporter une solution à court terme, mais elle ne permet pas une utilisation efficace du spectre du fait que les bandes de fréquences en cause approchent du point de saturation.

La conclusion c) peut fournir une solution définitive à long terme. Le perfectionnement des circuits de filtrage des récepteurs existants n'a pas été étudié dans le présent rapport, mais il pourrait réduire la sensibilité des récepteurs de télévision UHF à la dégradation par réponse à la fréquence image. La solution finale serait de commercialiser un récepteur de télévision amélioré offrant une meilleure réjection de la fréquence image au-dessus de 806 MHz.

Annexe A

Relations entre la qualité des signaux de télévision
et les caractéristiques de réception de télévision

Afin de déterminer le niveau du signal désiré aux bornes d'entrée du téléviseur, il est nécessaire d'examiner la qualité du service requis aux points de référence normalisés des contours de la classe A et de la classe B ainsi que les caractéristiques des installations de réception de télévision. Le MDC utilise les définitions ci-dessous des contours de la classe A et de la classe B aux fins de planification de l'allotissement des fréquences de télévision UHF.

Classe A: la valeur moyenne de l'intensité de champ ambiant qui indique qu'aux meilleurs 70 % des emplacements de réception de la région, on peut s'attendre au moins 90 % du temps en région urbaine à une réception passable ou de niveau 3 du TASO, lorsqu'une antenne extérieure d'une hauteur de 30 pieds (9,1 mètres) est utilisée.

Classe B: la valeur moyenne de l'intensité de champ ambiant qui indique qu'aux meilleurs 50 % des emplacements de réception de la région, on peut s'attendre au moins 90 % du temps en région rurale à une réception passable ou de niveau 3 du TASO, lorsqu'une antenne extérieure d'une hauteur de 30 pieds (9,1 mètres) est utilisé.

La classe 3 du TASO correspond à un niveau requis porteuse/bruit aléatoire (C/N) de 30 dB à l'entrée du récepteur, comme le précise Dean⁷.

Le bruit (N) d'un récepteur dont le facteur de bruit (NF) est de 15 dB équivaut à:

$$N = K T B_n \quad (1)$$

$$\text{où } K = 1,38 (10^{-23}) \text{ watt/Hz } ^\circ\text{K}$$
$$B_n = \text{largeur de bande du bruit RF} = 4 \text{ MHz}$$

$$T = 290 (f-1) \quad (2)$$
$$= 2874 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$NF = 10 \log_{10} f$$

Après résolution de (1) et (2), on obtient:

$$N = -93 \text{ dBm} \quad (3)$$

Comme C/N = 30 dB, le niveau de la porteuse (durant les crêtes de synchronisation) doit être de -63 dBm pour produire une image de la qualité de la classe 3 du TASO.

L'étape suivante consiste à identifier les caractéristiques nécessaires pour produire une porteuse de -63 dBm à l'entrée du téléviseur avec des intensités

de champ de 64 dBuV/m et 74 dBuV/m aux contours de la classe B et de la classe A respectivement, à 50 % des emplacements, 50 % du temps.

Le niveau efficace de la tension du signal aux bornes d'entrée du téléviseur est égal à:

$$V^2 = C R \text{ où } R = 300 \text{ ohms} \quad (4)$$

et

$$\begin{aligned} 20 \log V &= 10 \log C + 10 \log R \\ &= -63 \text{ dBm} + 25 \text{ dB (ohm)} \\ &= -68 \text{ dB (volt)} \\ &= 52 \text{ dB microvolt} \end{aligned}$$

Cette tension du signal aux bornes d'entrée du récepteur de télévision est fonction des caractéristiques du système de réception de l'antenne de télévision et de l'intensité du champ électrique du signal de télévision.

La relation est la suivante:

$$E = V - K_d - G + L \text{ (dB)} \quad (5)$$

où: K_d = facteur d'antenne pour un doublet
 G = gain relatif à un doublet
 L = affaiblissement de ligne

Afin de tenir compte de la possibilité qu'une qualité de réception donnée diffère de celle obtenue dans des conditions de propagation moyennes, l'équation (5) peut être modifiée comme suit en remplaçant E par $E(x,y)$:

$$E(50,50) = V - K_d - G + L + \Delta L_x + \Delta T_y \quad (6)$$

où: $E_{50,50}$ = intensité du champ électrique dans des conditions moyennes

V = tension efficace du signal requis à l'entrée du téléviseur
 ΔL_x = facteur de conversion des meilleurs 50 % des emplacements aux meilleurs x % des emplacements
 ΔT_y = facteur de conversion d'au moins 50 % du temps à au moins y % du temps

La valeur de K_d , facteur d'antenne d'un doublet, est dérivée par O'Connor.

Un doublet produit à ses bornes une tension en circuit ouvert V_{doublet} en présence d'un champ ambiant E de longueur d'onde λ .

$$V_{\text{doublet}} = \frac{E \lambda}{\pi} \quad (7)$$

Le transfert d'énergie maximal est obtenu avec une charge dont l'impédance est égale à celle du doublet de demi-longueur d'onde, soit 73,5 ohms, et développe aux bornes de la charge une tension de:

$$V_{\max} = \frac{V_{\text{doublet}}}{2} \quad (8)$$

Le récepteur de télévision en cause a une impédance de source de 300 ohms, et la tension d'entrée idéale V_{300} aux bornes d'une charge adaptée est transformée selon le rapport suivant:

$$V_{\max} \sqrt{\frac{300}{73.5}} = V_{300} \quad (9)$$

Cette relation peut être utilisée pour l'antenne de télévision si cette dernière présente une impédance qui s'adapte à peu près à celle d'une ligne de 300 ohms.

Si l'on combine (7), (8) et (9) et que l'on effectue la substitution, on obtient:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{300}{F(\text{MHz})} \text{ (mètres)} \\ V_{300} &= \frac{300}{2 F(\text{MHz})} \cdot \sqrt{\frac{300}{73.5}} \cdot \frac{E}{\pi} \\ &= \frac{96.5}{F(\text{MHz})} \cdot E \end{aligned} \quad (10)$$

L'expression $20 \log \frac{96.5}{F(\text{MHz})}$ est couramment appelée facteur de doublet, K_d . La valeur utilisée pour la planification de la télévision UHF est -16 dB (mètre).

L'équation (6) peut maintenant être résolue. Le tableau 1 indique les caractéristiques de l'installation de réception de télévision et les marges d'affaiblissement de propagation nécessaires pour satisfaire aux exigences particulières définies aux contours de la classe A et de la classe B.

Annexe B

ESSAIS SUR LE TERRAIN

B.1 DESCRIPTION DU SYSTÈME D'ESSAIS SUR LE TERRAIN

B.1.1 Émetteurs de télévision

Deux canaux de télévision UHF ont servi aux essais comme sources du signal de télévision d'antenne: le canal 68 de la station CBLFT-17 de Sarnia (Ont.) et le canal 59 de la station CICO-TV-59 de Chatham (Ont.). Ces deux stations ont été choisies parce qu'elles fonctionnent dans la plage des canaux 55-69 sujets au brouillage par la fréquence image provenant d'émissions du service mobile dans la bande 806-890 MHz et parce qu'elles sont assez rapprochées pour permettre d'effectuer au même emplacement les mesures sur les deux canaux. Les caractéristiques pertinentes de ces stations sont résumées dans les tableaux 2 et 3.

B.1.2 Stations de base du service mobile

Pour effectuer les mesures sur le terrain, les émissions des stations de base du service mobile ont été simulées par les émissions d'une source de radiofréquences raccordée aux bornes d'une antenne colinéaire omnidirectionnelle sur les fréquences images des deux porteuses vidéo de télévision UHF, de manière à obtenir une puissance apparente rayonnée typique des stations de base du service mobile terrestre qui pourraient obtenir une licence dans cette bande. Les emplacements des stations de base simulées ont été choisis de façon à satisfaire dans la mesure du possible aux exigences ci-dessous.

- a) Choisir trois emplacements situés dans la zone de couverture de chaque station de télévision: l'un dans la zone de couverture principale de l'émetteur de télévision (à l'intérieur du contour de la classe A), un autre près du contour de la classe A et le dernier près du contour de la classe B.
- b) Choisir une structure existante permettant l'installation de l'antenne de station de base à une hauteur typique des systèmes courants du service mobile, avec accès facile à une source d'alimentation et à un abri.

Quatre emplacements satisfaisants ont été choisis; ils sont illustrés sur la figure 9 dans le cas du canal 68 et la figure 10 dans le cas du canal 59.

Le tableau 4 rassemble les caractéristiques pertinentes de ces stations de base. Il est à remarquer dans ce tableau que les niveaux de PAR des stations de base simulées ne sont pas identiques dans tous les cas. Cela provient de deux facteurs: le gain d'antenne aux fréquences d'émission différerait considérablement du gain nominal de 7,5 dB à la fréquence médiane de l'antenne (858 MHz), et à Wallaceburg il a été nécessaire de

diminuer le niveau de la sortie de l'émetteur pour corriger une anomalie d'accord à 886,75 MHz.

B.1.3 Système de mesure

La figure 11 montre un schéma fonctionnel du système de mesure. Les récepteurs de télévision étaient installés à bord d'un véhicule de plaisance. L'alimentation principale stabilisée provenait d'un groupe électrogène à moteur Diesel blindé, situé à bord du véhicule. Les antennes étaient montées sur un mât hydraulique pouvant s'élever jusqu'à 10 mètres au-dessus du niveau du sol.

Le système des récepteurs de télévision devait simuler l'installation typique d'un foyer. Pour atteindre cet objectif, un préamplificateur à gain constant et un atténuateur variable ont été insérés dans la ligne d'antenne et réglés de façon à compenser la perte d'insertion du réseau d'adaptation d'impédance, du commutateur coaxial et du diviseur de tension qui habituellement ne se retrouvent pas dans l'installation d'un foyer.

Le montage ci-dessus a permis de mesurer les paramètres suivants:

- a) intensité du champ du signal de télévision;
- b) intensité du champ de la station de base;
- c) perceptibilité du brouillage sur l'écran de télévision (quatre mesures de perceptibilité du brouillage ont été effectuées à chaque emplacement avec deux récepteurs branchés à chacune des deux antennes. Il s'agissait d'évaluer si le brouillage était perceptible, juste perceptible ou imperceptible).
- d) le rapport signal de la station de télévision/signal de la station de base à l'entrée des récepteurs de télévision (une mesure pour chaque antenne de télévision);
- e) distance de la station de base et sens du signal;
- f) niveau du signal de la station de télévision à l'entrée des récepteurs;
- g) remarques sur différents points, comme par exemple les caractéristiques de l'emplacement.

Divers paramètres significatifs ont pu être calculés à partir de ceux qui avaient été mesurés. Les paramètres ci-dessous sont particulièrement importants:

- h) rapport intensité du champ de la station de télévision/intensité du champ de la station de base [a) moins b)]
- i) discrimination de l'antenne par rapport au signal de la station de base [d) moins h)].

B.1.4 Récepteurs de télévision

Deux récepteurs de télévision ont été choisis parmi les appareils soumis à des essais dans le laboratoire du Ministère afin d'obtenir des données relatives aux caractéristiques de réponse à la fréquence image des récepteurs, comme nous l'avons vu dans la section 3. Le critère de sélection était le fait que les deux appareils devaient être représentatifs des récepteurs ayant les "meilleures" et les "pires" caractéristiques de brouillage par la fréquence image, d'après les résultats des essais en laboratoire.

B.1.5 Antennes réceptrices de télévision

Les antennes utilisées pour les essais sur le terrain ont été choisies parce qu'elles étaient représentatives des antennes réceptrices de télévision UHF à large bande relativement peu coûteuses, comme celles utilisées dans des installations extérieures typiques pour la réception à la limite des zones de couverture. L'une des antennes était un réflecteur dièdre, l'autre une antenne du type papillon munie d'une grille formant un réflecteur plan. Les essais sur le terrain comportaient des mesures qui ont permis une détermination statistique des caractéristiques de discrimination des antennes réceptrices de télévision utilisées (voir la section B.4.3).

B.2 ESSAIS SUR LE TERRAIN

B.2.1 Programme de mesure

Les mesures ont été effectuées à des points fixes sur des lignes droites s'éloignant des stations de base simulées, jusqu'à ce que soit atteint le point où la dégradation n'était plus perceptible. Quatre trajectoires rectilignes perpendiculaires ont généralement été utilisées, chaque fois que des voies de circulation le long des trajectoires désirées le permettaient. Les contours de la limite de dégradation juste perceptible ont pu être dessinés à partir de ces mesures.

B.2.2 Méthode de mesure

Le choix de l'emplacement de la station de base simulée s'est fait compte tenu des exigences de la section B.1.2 et, après mise en marche du matériel, la puissance et la fréquence de sortie ont été stabilisées. La méthode de mesure appliquée à chaque emplacement, conformément au programme de mesure décrit dans la section B.2.1, est décrite ci-dessous:

MÉTHODE

- a) Établir l'emplacement de mesure en un point représentant un emplacement possible pour un récepteur de télévision UHF, en tenant compte des contraintes de stationnement du véhicule de mesure, et prendre note de cet emplacement.

- b) Lever le mât d'antenne et le faire tourner de façon à obtenir le signal de télévision de crête sur l'antenne dièdre. Prendre note de ce niveau.
- c) Évaluer la dégradation de l'image de chaque récepteur de télévision branché à l'antenne dièdre.
- d) Mesurer le rapport signal de télévision/signal de station de base sur le dièdre au moyen de l'analyseur de spectre, et prendre note de cette mesure.
- e) Mettre le commutateur coaxial sur la position de l'antenne papillon et reprendre les mesures des étapes b) à d). Étant donné que les antennes de télévision sont installées simultanément sur le mât en configuration standard, de sorte que les deux axes directionnels principaux sont parallèles, il est inutile de faire tourner le mât d'antenne durant l'étape b).
- f) Mesurer l'intensité du champ causé par l'émetteur de télévision au moyen du mesureur de champ.
- g) Mesurer l'intensité du champ causé par la station de base simulée au moyen du mesureur de champ.

B.2.3 Mesures en mouvement au voisinage immédiat des emplacements d'essai

Aux quatre emplacements où des mesures ont été effectuées, les intensités de champ ont été mesurées de façon continue pendant que la fourgonnette se déplaçait sur une ligne droite en s'éloignant de la station de télévision, sur une distance d'environ 30 mètres (100 pieds). Ces mesures ont été effectuées pour vérifier la validité des mesures dans le voisinage immédiat de l'emplacement d'essai. Les intensités de champ de la station de télévision et des stations de base ont été enregistrées simultanément sur deux tables traçantes X-Y.

B.2.4 Évaluation dans les foyers

Afin d'obtenir une mesure supplémentaire permettant de déterminer la validité des récepteurs de télévision utilisés pour les mesures sur le terrain, une évaluation a été effectuée dans les foyers situés à proximité de trois des emplacements de station de base. Un membre de l'équipe de mesure a déterminé et noté toute dégradation de la réception de télévision.

B.3 RÉSULTATS DES ESSAIS SUR LE TERRAIN

B.3.1 Contours de dégradation

Durant les essais sur le terrain, quatre séries d'appréciations de perceptibilité ou d'imperceptibilité de dégradation de l'image ont été faites à chaque emplacement de station de base, une pour chaque combinaison de deux récepteurs et de deux antennes. Un graphique de

perceptibilité a été tracé pour chacune des séries de données recueillies et un contour a été dessiné à partir de ce graphique. A l'intérieur du contour, la dégradation était perceptible avec la combinaison récepteur-antenne spécifiée, tandis qu'elle était imperceptible à l'extérieur du contour. Vingt-quatre contours ont été tracés et les figures 12 et 13 montrent deux contours représentatifs.

La surface à l'intérieur de chaque contour est, dans chaque cas, une mesure de l'effet de brouillage de la station de base. Les résultats sont indiqués dans le tableau 5, dans les colonnes VALEUR MESURÉE et peuvent être comparés aux valeurs correspondantes calculées à partir des valeurs supposées de la section 3.

Il est significatif de constater que pour chaque emplacement de station de base la forme des contours est semblable, quelle que soit la combinaison récepteur-antenne à laquelle ils correspondent, et que cette forme fondamentale change d'un emplacement de base à un autre. Cela implique que l'influence la plus importante sur la forme du contour de brouillage provient des effets de propagation locaux.

B.3.2 Évaluation dans les foyers

Les résultats des évaluations dans les foyers sont portés sur les graphiques des contours de dégradation des figures 12, 13 et 14. Ces graphiques montrent qu'à toutes fins pratiques le passage de la dégradation perceptible à la dégradation imperceptible correspond aux contours obtenus durant les essais sur le terrain, ce qui signifie donc que les essais sur le terrain étaient représentatifs des conditions de réception qui se retrouvent normalement dans les foyers.

B.4 Description des résultats des essais

B.4.1 Mesures

Les essais sur le terrain comportaient les mesures d'intensité de champ du signal de télévision et du signal des stations de base. Quelques mesures représentatives sont portées sur un graphique montrant l'intensité de champ en fonction de la distance de l'émetteur (voir les figures 15, 16 et 17). Sur la figure 15, la ligne pleine indique l'intensité de champ calculée en tenant compte des courbes F(50,50) du rapport R6602 de la FCC, et en utilisant les caractéristiques d'émission de la station de télévision UHF qui se retrouvent dans le mémoire technique présenté avec la demande de licence de la station.

Les figures 16 et 17 montrent des graphiques représentatifs des 6 graphiques de la prédiction de variation de l'intensité de champ en fonction de la distance des stations de base simulées, obtenus à partir du modèle de propagation d'Egli, sauf dans le cas des courtes distances pour lesquelles la propagation dans l'espace libre a été utilisée. On a observé pour les stations de base et les stations de télévision une différence appréciable mais typique pouvant aller jusqu'à environ 30 dB, entre les conditions de propagation prévues et les conditions réelles.

B.4.2 Vérifications en mouvement au voisinage immédiat des emplacements d'essai

Neuf mesures d'intensité de champ ont été enregistrées sur des tables traçantes X-Y branchées à la sortie des mesureurs de champ, durant de courts passages sur environ 30 mètres (100 pieds) à quatre des emplacements de mesure. L'enregistrement s'est fait simultanément pour le signal de télévision et le signal de station de base simulée à chaque emplacement, sur une droite s'éloignant de la station de télévision. Les figures 18 et 19 montrent des résultats représentatifs. L'échelle horizontale des graphiques n'est pas proportionnelle, mais chaque tracé représente les niveaux mesurés sur une distance d'environ 30 mètres. Quelques-uns des graphiques montrent les caractéristiques d'évanouissement simple sur trajet multiple, tandis que d'autres montrent l'effet des obstructions qui se trouvent sur le trajet de propagation. La variation maximale entre la crête et le minimum mesurée à tous les passages de 30 mètres était d'environ 30 dB, la plupart des variations étant inférieures. Pour fins de comparaison, les niveaux des mesures correspondant à chaque zone de mesure en mouvement sont illustrés sur la figure par des lignes de tirets horizontales.

Ces mesures confirment que les niveaux obtenus par suite de mesures sont représentatifs des niveaux d'intensité de champ dans la zone où les mesures ont été effectuées.

B.4.3 Discrimination des antennes réceptrices de télévision

En général, la plupart des antennes réceptrices de télévision UHF sont orientées de façon à recevoir des signaux polarisés horizontalement dans un sens déterminé (celui de l'émetteur de télévision), tandis que les émissions du système mobile terrestre sont polarisés verticalement et leur provenance n'est pas fixe. Par conséquent, l'antenne d'un téléviseur effectue une discrimination sélective entre les émissions du service mobile terrestre et les émissions des stations de télévision. Ce processus permet une amélioration statistique du rapport signal non désiré/signal désiré aux bornes d'entrée d'un récepteur de télévision UHF. Comme nous l'avons dit dans la section 3.5, il a été possible de calculer, à partir des données obtenues durant les essais sur le terrain, la discrimination (entre le signal de la station de base et le signal de la station de télévision) des antennes réceptrices de télévision UHF. Les valeurs de discrimination des deux antennes ont été portées sur du papier graphique logarithmique et les valeurs moyennes ont été obtenues. Les graphiques sont illustrés sur les figures 20 et 21 qui correspondent respectivement au réflecteur dièdre et à l'antenne papillon. Les valeurs moyennes de la discrimination, 25,5 dB (réflecteur dièdre) et 18,5 dB (antenne papillon), résultent d'une discrimination polarisée et d'une discrimination directionnelle, en proportions indéterminées. La plage totale de discrimination d'antenne mesurée s'étend sur 26 dB dans le cas du réflecteur dièdre et 29 dB dans le cas de l'antenne papillon.

B.5 Résumé des résultats des essais sur le terrain

Le but des essais sur le terrain était de vérifier la validité et l'étalonnage du modèle analytique décrit dans la section 3. Pour ce

faire, le modèle analytique a été appliqué en utilisant les paramètres des stations d'essais sur le terrain et les zones de brouillage calculées ont été comparées aux résultats des mesures sur le terrain. La corrélation entre les résultats obtenus sur le terrain et les calculs analytiques était bonne dans le cas d'une valeur moyenne d'environ 20 dB (voir section B.4.3) utilisée pour la discrimination des signaux du service mobile terrestre par les antennes réceptrices de télévision.

Annexe C

ANALYSE DE LA PROBABILITÉ DE DÉGRADATION DE LA RÉCEPTION DE TÉLÉVISION
CAUSÉE PAR DES ÉMISSIONS D'UNE STATION DU SERVICE MOBILE

C.1 INTRODUCTION

L'objet de cette annexe est de calculer la probabilité de dégradation de la réception de télévision causée par les émetteurs de stations mobiles.

C'est un fait bien documenté que l'enveloppe du signal radio d'une station mobile suit la distribution de Rayleigh lorsqu'elle est mesurée sur des distances de quelques dizaines de longueur d'onde, tandis que le signal moyen (moyenne locale) est essentiellement constant.

Cependant, le signal radio peut être atténué par des immeubles et des collines, ce qui entraîne des variations graduelles de la moyenne locale à mesure que le véhicule se déplace. En raison du déplacement du véhicule, le niveau moyen local suit lui aussi une distribution normale logarithmique. Il est donc nécessaire pour calculer la fonction de densité de probabilité réelle d'un signal d'une station mobile à l'antenne du récepteur de télévision de combiner ces deux fonctions de densité de probabilité. Afin de réduire la complexité des calculs nous avons développé un modèle de brouillage qui n'utilise que les valeurs médianes et la variation de l'enveloppe du signal de la station mobile.

On peut objecter qu'avec une telle simplification la probabilité n'est valide qu'une fois sur deux et seulement pour la moitié des emplacements. Cependant, il faut se rappeler que la définition de la qualité de l'image d'un récepteur de télévision résulte d'une analyse statistique basée sur les valeurs moyennes. Toute simplification basée sur des valeurs moyennes permet donc elle aussi d'obtenir une idée générale de l'effet du brouillage causé par un émetteur de station mobile sur un récepteur de télévision.

C.2 NOMBRE MOYEN DE STATIONS MOBILES CONTRIBUANT AU BROUILLAGE TOTAL

Supposons que la surface de la zone autour du récepteur de télévision est A et que son rayon est r (figure 22).

Le nombre de stations mobiles qui entrent dans la zone durant un intervalle de temps dt est égal au nombre de stations mobiles situées dans un anneau de largeur dr, au temps t où $dr = \bar{v} dt$.

Le nombre de station mobiles situées à l'intérieur de l'anneau au temps t est égal à l'expression:

$$2 \pi r D dr$$

Le nombre moyen de mobiles qui traversent la circonférence de la zone est donc:

$$\bar{n} = 2 \pi r \bar{v} D dt$$

où \bar{v} = vitesse moyenne des stations mobiles en milles/heure

D = concentration moyenne des stations mobiles en stations mobiles/mille carré

La probabilité que n véhicules entrent dans la zone étant égale à la probabilité que n véhicules en sortent, le nombre moyen de stations mobiles qui traversent la surface A durant une période de temps de durée T et qui contribuent au brouillage total est:

$$N = \frac{1}{2} \int_t^{T+t} 2\pi r \bar{v} D dt = \pi r v D T \quad (1)$$

et pour T = 1 heure:

$$N = \pi r v D \quad (2)$$

C.3 CALCUL DE LA DURÉE DU SÉJOUR DE CHAQUE STATION MOBILE

La durée du séjour est le temps que passe une station mobile à l'intérieur de la zone de brouillage A. Si nous supposons que la probabilité qu'une station mobile pénétrant dans la zone A emprunte n'importe quelle trajectoire rectiligne avant de sortir de la zone est la même pour toutes les trajectoires (figures 23), on trouve que la durée du séjour pour chaque mobile pour le i^e trajet est:

$$t_i = \frac{2 r \cos \phi_i}{v} \quad (3)$$

où ϕ_i se distribue de façon uniforme entre $-\frac{\pi}{2}$ et $\frac{\pi}{2}$.

Ainsi, la durée de séjour moyenne par mobile est donnée par:

$$t = \frac{1}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{2 r \cos \phi d\phi}{v} = \frac{4 r}{v \pi} \quad (4)$$

et la durée de séjour moyenne t_D pour tous les mobiles durant une heure est:

$$t_{D,T} = N^* t (\pi r v D) \frac{4 r}{v \pi} = 4 r^2 D \quad (5)$$

C.4 CALCUL DE LA PROBABILITÉ DE DÉGRADATION DE LA RÉCEPTION DE TÉLÉVISION

Sachant que ρ en Erlangs représente le coefficient d'occupation d'une voie durant les heures de pointe par station mobile, l'intervalle t_T durant lequel une voie de communication du service mobile est occupée par les stations mobiles situées à l'intérieur de la zone d'influence est donc donné par le produit de la durée de séjour T_D, T pour toutes les stations mobiles et de l'intervalle durant lequel une station mobile émet. Ainsi nous obtenons:

$$t_T = 4 r^2 D \rho \quad (6)$$

Probabilité de dégradation durant les heures de pointe = (Partie des heures de pointe durant laquelle la voie du service mobile est occupée par une station mobile se trouvant à l'intérieur de la zone d'influence) X (probabilité que la voie occupée se situe dans la plage du canal de télévision).

La largeur de bande du canal de télévision est de 6 MHz, tandis que la largeur de bande du service mobile courant est de 15 MHz, et la probabilité que la voie occupée par le service mobile se situe dans la largeur de bande du canal de télévision est donc:

$$\frac{6 \text{ MHz}}{15 \text{ MHz}} = 0,4 \quad (7)$$

La durée du brouillage, exprimée en fraction d'heure d'occupation, pour une station mobile courante est donc:

$$D_{\text{courant}} = t_r * 0,4 = (4r^2 D \rho) * 0,4 \quad (8)$$

La probabilité de brouillage, exprimée en pourcentage d'heure d'occupation, est alors:

$$P_{\text{courante}} = 160 * r^2 * D * \rho \% \quad (9)$$

Dans le cas d'une station mobile courante et de l'heure de pointe qui nous intéresse, $D = 15$ mobiles/mille carré et $\rho = 0,004$ Erlangs/mobile. L'équation 9 nous permet donc d'obtenir:

$$\begin{aligned} D_{\text{courant}} &= 0,096 * r^2 \\ P_{\text{courante}} &= 9,6 * r^2 \end{aligned}$$

De la même façon, si nous supposons que la largeur de bande dans le cas du système cellulaire est de 20 MHz, la probabilité que la voie occupée du service mobile se trouve à l'intérieur du canal de télévision est

$$\frac{6}{20} = 0,3.$$

$$D_{\text{cell}} = (4r^2 D \rho) * (0,3) \text{ de l'heure de pointe} \quad (11)$$

et

$$P_{\text{cell}} = 120 \times r^2 * D * \rho \% \text{ de l'heure de pointe} \quad (12)$$

Pour un système cellulaire $D = 15$ mobiles/mille carré et $\rho = 0,015$ Erlangs/mobile L'équation (12) nous donne donc:

$$D_{\text{cell}} = 0,27 * r^2$$
$$P_{\text{cell}} = 27 * r^2 \% \quad (13)$$

Les valeurs du rayon r de la zone d'influence ont été calculées au moyen du modèle de propagation d'Egli décrit ci-dessous.

C.5 CALCUL DU RAYON D'INFLUENCE

L'équation de la relation entre l'intensité du champ E , et la distance r , obtenue au moyen du modèle de propagation d'Egli, est la suivante:⁹

$$E = 10 \log \text{PAR} - 40 \log r + 20 \log H_T + 10 \log H_R + 7,3 \text{ dB} \quad (11)$$

pour $H_R \leq 30$ pieds

En substituant dans l'équation 11 les valeurs:

$$H_T = 6 \text{ pieds}$$

$$H_R = 30 \text{ pieds}$$

$$E_A \text{ sur le contour de la classe A} = 74 \text{ dBuV/m}$$

$$E_B \text{ sur le contour de la classe B} = 64 \text{ dBuV/m}$$

$$\text{La PAR dans le cas d'une station du service mobile courant} = 25 \text{ W}$$

$$\text{La PAR dans le cas du système cellulaire initial} = 5 \text{ W}$$

$$\text{La PAR pour le système cellulaire après perfectionnement} = 0,5 \text{ W}$$

nous avons calculé les valeurs du rayon r pour la dégradation juste perceptible de la réception de télévision sur les contours de la classe A et de la classe B. Le tableau 6 rassemble les résultats de ces calculs.

Pour le calcul du rayon r correspondant au brouillage désagréable sur le contour de la classe A et sur le contour de la classe B, les résultats des mesures en laboratoire décrites dans la section 3.0 indiquent une différence de 20 dB entre le brouillage juste perceptible et le brouillage désagréable. Cela veut dire que le signal de la station mobile doit augmenter de 20 dB ou que le rayon de la zone de brouillage doit être divisé par un facteur de 3,1625.

Si nous substituons les valeurs calculées pour le rayon r dans les équations 8 et 9, nous obtenons la probabilité de dégradation juste perceptible et de dégradation désagréable de la réception de télévision sur les contours de la classe A et de la classe B. Ces résultats sont rassemblés dans le tableau 6.

Annexe D

IMPACT DES OPÉRATIONS DU SERVICE MOBILE PAR
SATELLITE DANS LA BANDE DES 800 MHZ

D.1 GÉNÉRALITÉS

Un document relatif au service mobile par satellite propose d'étendre le système mobile cellulaire terrestre de façon à permettre la couverture des régions éloignées du Canada et des États-Unis au moyen d'une liaison par satellite. Il est proposé que les liaisons de télécommunications entre la station mobile et le satellite se fassent dans la bande des 800 MHz et que pratiquement le même matériel soit utilisé pour le service mobile terrestre ou par satellite. Il est nécessaire d'utiliser dans ce cas une deuxième antenne et un récepteur à faible bruit de même qu'une voie d'assignation en fonction de la demande pour les stations terminales de service mobile pouvant servir au service par satellite. La puissance isotrope rayonnée effective (PIRE) des stations terminales du service mobile n'a pas encore été déterminée, mais il semble qu'elle sera de l'ordre de 20 à 25 watts par voie. Il est proposé que l'émetteur - récepteur du satellite soit capable d'accès multiple par assignation en fonction de la demande (AMAD) et d'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF).

D.2 ÉMISSIONS PROVENANT D'UNE STATION TERRIENNE MOBILE DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITE

La possibilité de dégradation de la réception de télévision causée par les émissions de stations terriennes mobiles de télécommunication par satellite sera analysée en premier lieu. L'annexe C expose en détail les hypothèses et l'analyse utilisées pour le calcul de la dégradation causée par les stations du service mobile terrestre. La même analyse est utilisée dans le cas des stations terriennes sauf que la puissance passe à 25 watts et que la concentration est de 1 station mobile/mille carré. Cette hypothèse de concentration de stations terriennes est probablement très prudente, puisque le service mobile par satellite est conçu pour fournir un service dans les régions rurales et éloignées, à l'écart des systèmes de Terre.

Compte tenu de ces hypothèses, la probabilité que ne se produise aucune dégradation de la réception de télévision durant les heures de pointe est de 99,25 %. La probabilité qu'il n'y ait pas de dégradation désagréable de la réception de télévision durant les heures de pointe est de 99,93 %.

D.3 ÉMISSIONS DES SATELLITES DU SERVICE MOBILE

En ce qui a trait aux émissions provenant des satellites dans la bande des 800 MHz, la conception actuelle propose une PIRE de 42 dBW par voie RF. La densité de flux D en tout point de la surface terrestre est donnée par l'équation:

$$D = \text{PIRE} - L + \text{gain sur } 1 \text{ m}^2 \text{ dBW/m}^2 \quad (1)$$

La perte en trajet L à 879 MHz est donnée par l'équation:

$$L = 96,6 = 20 \log F + 20 \log S$$

où F = 0,870 et S est la distance entre le point concerné de la surface terrestre et le satellite, calculée au moyen de l'équation:

$$S = 26\,000 - 70 \sigma \quad (2)$$

où σ est l'angle de site du satellite. La proposition relative au service mobile par satellite suggère que l'exploitation se fasse avec un angle de site d'au moins 15°.

$$S = 40\,419 \text{ km (24\,950 milles)}$$

$$L = 183,3 \text{ dB}$$

Le gain sur 1 m² est donné par l'équation: $G = \frac{4\pi}{2\lambda}$ (3)

$$\text{ou } \frac{C}{F} = \frac{3}{8,7} = 0,345 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{donc } G &= 105,6 \\ &= 20,2 \text{ dB} \end{aligned}$$

En substituant ces valeurs dans l'équation 1, nous obtenons:

$$\begin{aligned} D &= 42 - 183,3 + 20,2 \\ &= -121,1 \text{ dBW/m}^2 \\ &= 24,9 \text{ dBuV/m par voie} \end{aligned}$$

La conception actuelle du service mobile par satellite comprend un plan de quatre fréquences, c'est-à-dire qu'un faisceau n'utilise qu'un quart des voies disponibles. Si par exemple une plage de 10 MHz est disponible et que des voies de 30 kHz sont utilisées, environ 83 voies pourront être utilisées dans chaque faisceau. En supposant qu'une voie sur quatre est assignée à tout faisceau, la situation la plus pessimiste donnera 50 voies dans un faisceau correspondant à la largeur de bande de la fréquence image du signal de télévision. Ainsi, dans le pire cas, un récepteur de télévision UHF syntonisant un canal dont la fréquence image correspond à la fréquence du signal du satellite pourrait être soumis à la densité du flux totale des 50 porteuses. Par conséquent:

$$\frac{C}{I_T} = \frac{C}{I_j} - 10 \log n$$

où $\frac{C}{I_T}$ est le rapport entre la puissance reçue de la porteuse et la puissance reçue de toutes les sources de brouillage.

$\frac{C}{I_j}$ est le rapport entre la puissance reçue de la porteuse et la puissance reçue de la j^e source de brouillage

et

n est le nombre de sources de brouillage.

$$1 \leq j \leq n$$

Par conséquent, dans le cas de la réception de télévision UHF à l'extrémité du contour de la classe B:

$$\frac{C}{I_T} = 39,1 - 10 \log 50 \text{ dB}$$
$$= 22,1 \text{ dB}$$

Ce rapport de protection ne comprend aucune réduction supplémentaire du signal non désiré grâce à la discrimination de l'antenne. Il en résulte que le brouillage provenant du satellite est imperceptible pour tout récepteur de télévision situé à l'intérieur du contour de la classe B.

Pour la télévision UHF

Paramètre	Classe A	Classe B
Puissance à l'entrée du téléviseur	-63 dBm	-63 dBm
Tension a l'entrée du téléviseur	52 dB (uV)	52 dB (uV)
Facteur d'antenne K_D	-16 dB	-16 dB
G: gain	8 dB	13 dB
L: affaiblissement de ligne	5 dB	5 dB
ΔL - 70 % à 50 %	6 dB	ne s'applique pas
ΔL - 50 %	ne s'applique pas	0 dB
ΔT - 90 % à 50%	3 dB	4 dB
Intensité du champ électrique à 30 pieds (9,1 mètres)	74 dBu	64 dBu

Tableau 1

Caractéristiques de réception de télévision

Hauteur (hauteur effective au-dessus du sol moyen)		133 m (438 pi)		
Canal		68		
Fréquence	Canal	794-800 MHz		
	Porteuse vidéo	795,25 MHz		
Fréquence image	Canal	888-882 MHz		
	Porteuse vidéo	886,75 MHz		
Emplacement d'essai (stations de base)		SARNIA OIL SPRINGS WALLACEBURG		
Distance de la station de base	km	9,64	22,74	35,12
	milles	5,99	14,13	21,82
Direction de la station de base	Azimut par rap- port au Nord	335 °	128 °	184,5 °
PAR vers la station de base	kW	14,7	58,8	58,8
Intensité de champ calculée à la station de base (dBuV/m)	F(50/50)	85,5	76,0	67,5
	Espace libre	98,9	97,5	93,7

Tableau 2

Caractéristiques du canal de la station CBLFT-17 de Sarnia (Ont.)

Hauteur (hauteur effective au-dessus du sol moyen)		218 m (715 pi)		
Canal		59		
Fréquence	Canal	740-747 MHz		
	Porteuse vidéo	741,25 MHz		
Fréquence image	Canal	834-822 MHz		
	Porteuse vidéo	832,75 MHz		
Emplacement d'essai (stations de base)		CHATHAM WALLACEBURG OIL SPRINGS		
Distance de la station de base	km	12,16	18,50	37,07
	milles	7,62	17,71	23,0
Direction de la station de base	Azimut par rap- port au Nord	241°	304°	355,5°
PAR vers la station de base	kW	19,0	20,6	20,0
Intensité de champ calculée à la station de base (dBuV/m)	F(50/50)	86,5	71,5	66,0
	Espace libre	97,9	91,0	88,6

Tableau 3

Caractéristiques du canal de la station CICO-TV-59 de Chatham (Ont.)

STATION DE BASE	HAUTEUR D'ANTENNE (mètres)	PAR (WATTS)	FRÉQUENCES (MHz)
SARNIA	26	51	886,75
OIL SPRINGS 68	10	51	886,75
WALLACEBURG 68	26	45	886,75
CHATHAM	38	114	832,75
WALLACEBURG 59	26	114	832,75
OIL SPRINGS 59	10	114	832,75

TABLEAU 4

CARACTÉRISTIQUES DES STATIONS DE BASE

STATION DE TV UHF	STATION DE BASE DU SERVICE MOBILE	RÉCEPTEUR N°1				RÉCEPTEUR 2			
		VALEUR CALCULÉE		VALEUR MESURÉE		VALEUR CALCULÉE		VALEUR MESURÉE	
		RÉFLECTEUR DIÈDRE	A.P.*	RÉFLECTEUR DIÈDRE	A.P.*	RÉFLECTEUR DIÈDRE	A.P.*	RÉFLECTEUR DIÈDRE	A.P.*
SARNIA (68)	SARNIA	0,5	1,2	2,5	3,0	2,1	4,8	3,6	3,1
	OIL SPRINGS	0,6	1,4	1,8	1,9	2,5	5,5	2,5	2,6
	WALLACEBURG	3,9	9,0	4,5	4,6	16,0	35,9	5,6	5,2
CHATHAM (59)	CHATHAM	0,3	0,9	2,4	2,9	1,9	5,0	4,3	5,1
	WALLACEBURG	2,2	5,6	3,7	4,4	9,9	22,7	3,7	4,9
	OIL SPRINGS	1,8	4,0	2,0	3,7	7,2	16,0	2,6	3,3

TABLEAU 5

Surface (km²) des zones de brouillage qui entourent les stations de base simulées du service mobile d'après les mesures effectuées durant les essais sur le terrain et d'après les calculs effectués d'après les systèmes statiques.

*A.P. = Antenne papillon

TYPE DE SYSTÈME DU SERVICE MOBILE	TYPE DE BROUILLAGE	CONTOUR	DISTANCE		DURÉE DE LA DÉGRADATION (exprimée en fract. des heures de pointe)	DURÉE DU BROUILLAGE EN SECONDES	PROBABILITÉ QU'IL N'Y AIT PAS DE BROUILLAGE (% DE L'HEURE)
			MILLES	km			
COURANT	JUSTE PERCEPTIBLE	A	0,275	0,442	$7,260 \times 10^{-3}$	26,136	99,274
		B	0,490	0,788	$2,305 \times 10^{-2}$	82,979	97,695
	DÉSAGRÉABLE	A	0,087	0,140	$7,266 \times 10^{-4}$	2,616	99,927
		B	0,154	0,247	$2,277 \times 10^{-3}$	8,196	99,772
CELLULAIRE INITIAL	JUSTE PERCEPTIBLE	A	0,181	0,291	$8,845 \times 10^{-3}$	31,844	99,115
		B	0,322	0,518	$2,799 \times 10^{-2}$	100,781	97,201
	DÉSAGRÉABLE	A	0,0572	0,092	$8,834 \times 10^{-4}$	3,180	99,912
		B	0,102	0,164	$2,809 \times 10^{-3}$	10,113	99,719
CELLULAIRE APRÈS PERFECTIONNEMENT	JUSTE PERCEPTIBLE	A	0,0998	0,160	$2,689 \times 10^{-3}$	9,681	99,731
		B	0,177	0,285	$8,459 \times 10^{-3}$	30,452	99,154
	DÉSAGRÉABLE	A	0,03156	0,050	$2,689 \times 10^{-4}$	0,968	99,973
		B	0,056	0,090	$8,467 \times 10^{-4}$	3,048	99,915

TABLEAU 6
PROBABILITÉ DE DÉGRADATION DE LA RÉCEPTION DE TÉLÉVISION

BIBLIOGRAPHIE

- 1.) Harris & Associates;
A Survey of Consumer Attitudes and Experience Regarding UHF Television
(septembre 1980)
- 2.) NTIA; Indoor Television Antenna Performance, US Department of Commerce,
PB80-128598, octobre 1979.
- 3.) J. de Mercado, G. Van der Maas et J. DaSilva;
A Model of Mobile to Television Interference (janvier 1980)
- 4.) Cellular Systems and Alternatives for Mobile Radio Communications 1980,
Frost & Sullivan Inc., 106 Fulton Street, New York, New York 10038
- 5.) High Capacity Mobile System, rapport technique par:
Bell Laboratories, décembre 1971
- 6.) Rapport au comité ad hoc du CCPTR sur la bande 470-960 MHz; projet de
groupe d'étude n° 6 (1974)
- 7.) Charles E. Dean;
Measurements of the Subjective Effects of Interference in Television
Reception, figure 8, Proceedings of IRE, juin 1960
- 8.) R.A. O'Connor;
Understanding Television's Grade A and B Service Contours.
IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING VOL BC-14, n° 4, déc. 1968
- 9.) J.J. Egli;
Radio Propagation above 40 Mc/s over Irregular Terrain,
Proceedings of IRE, octobre 1957

S.E. : SIGNAL D'ENTRÉE
 F.I. : FRÉQUENCE INTERMÉDIAIRE
 O.L. : OSCILLATEUR LOCAL

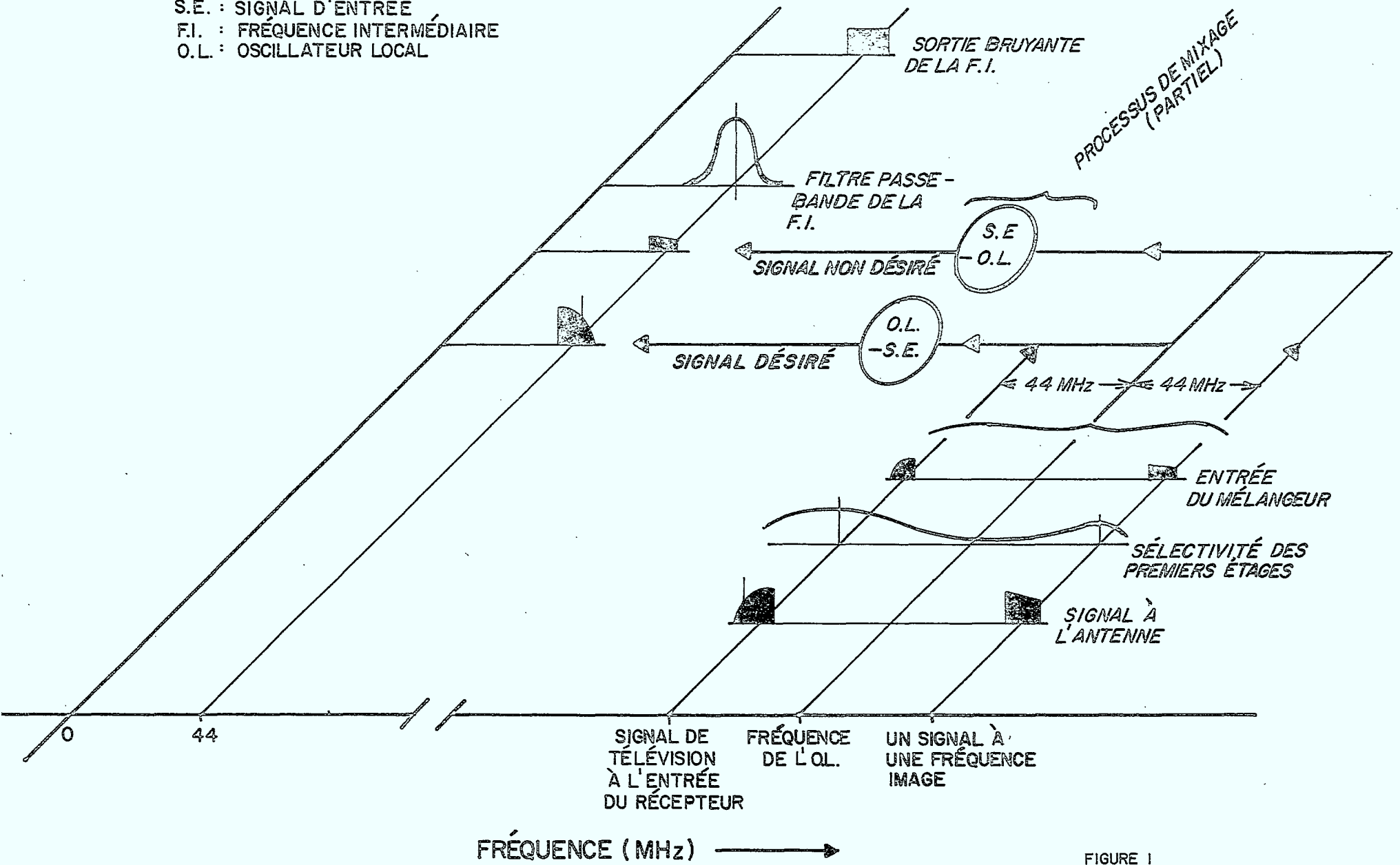
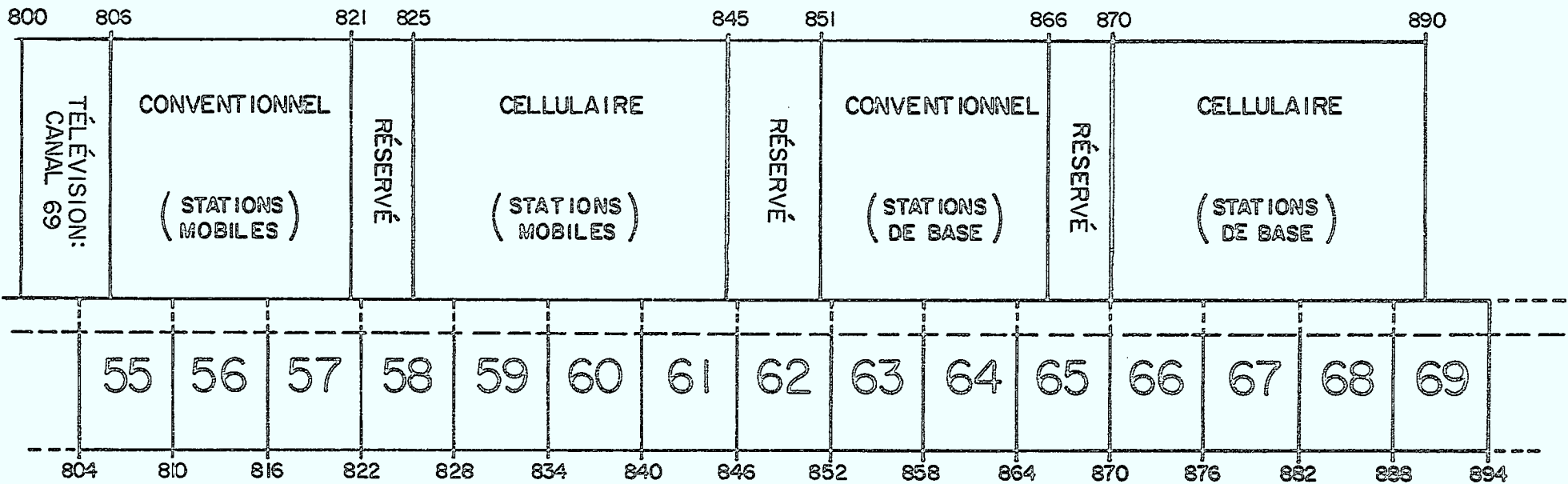


FIGURE 1

PROJET D'ATTRIBUTIONS

(MHz) →



IMAGES DES CANAUX DE TÉLÉVISION UHF

(MHz) →

RELATION ENTRE LES ATTRIBUTIONS PROJETÉES AU SERVICE MOBILE ET LES RÉPONSES À LA FRÉQUENCE IMAGE DE LA TÉLÉVISION UHF

FIGURE 2

LÉGENDE :-

- Rx - Poste Récepteur de Télévision
- ⬡ Tx_n - Émetteur de Base "n"
- * Tx_{n,m} - Émetteur Mobile ("m" émetteurs mobiles associés à la station de base "n")

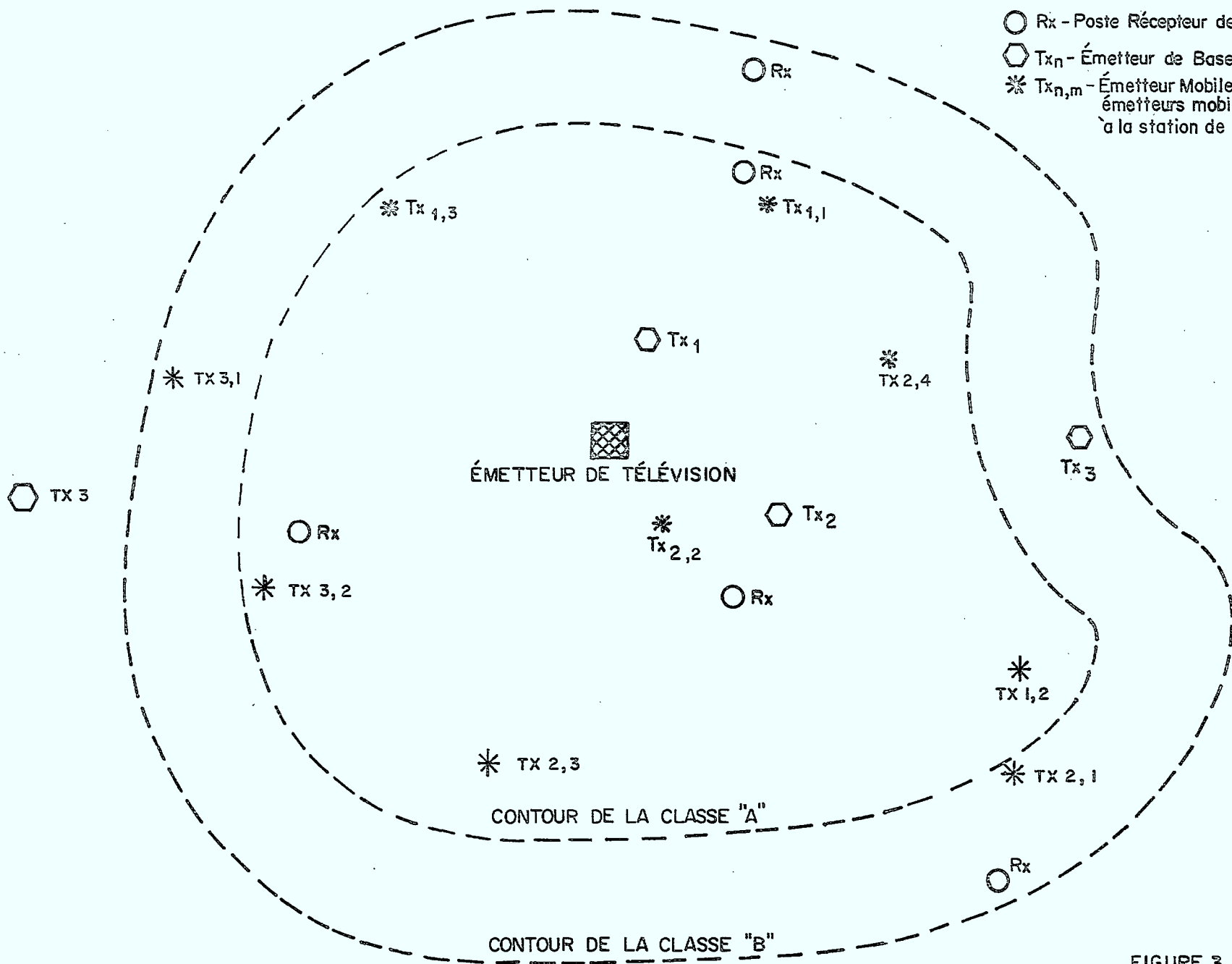
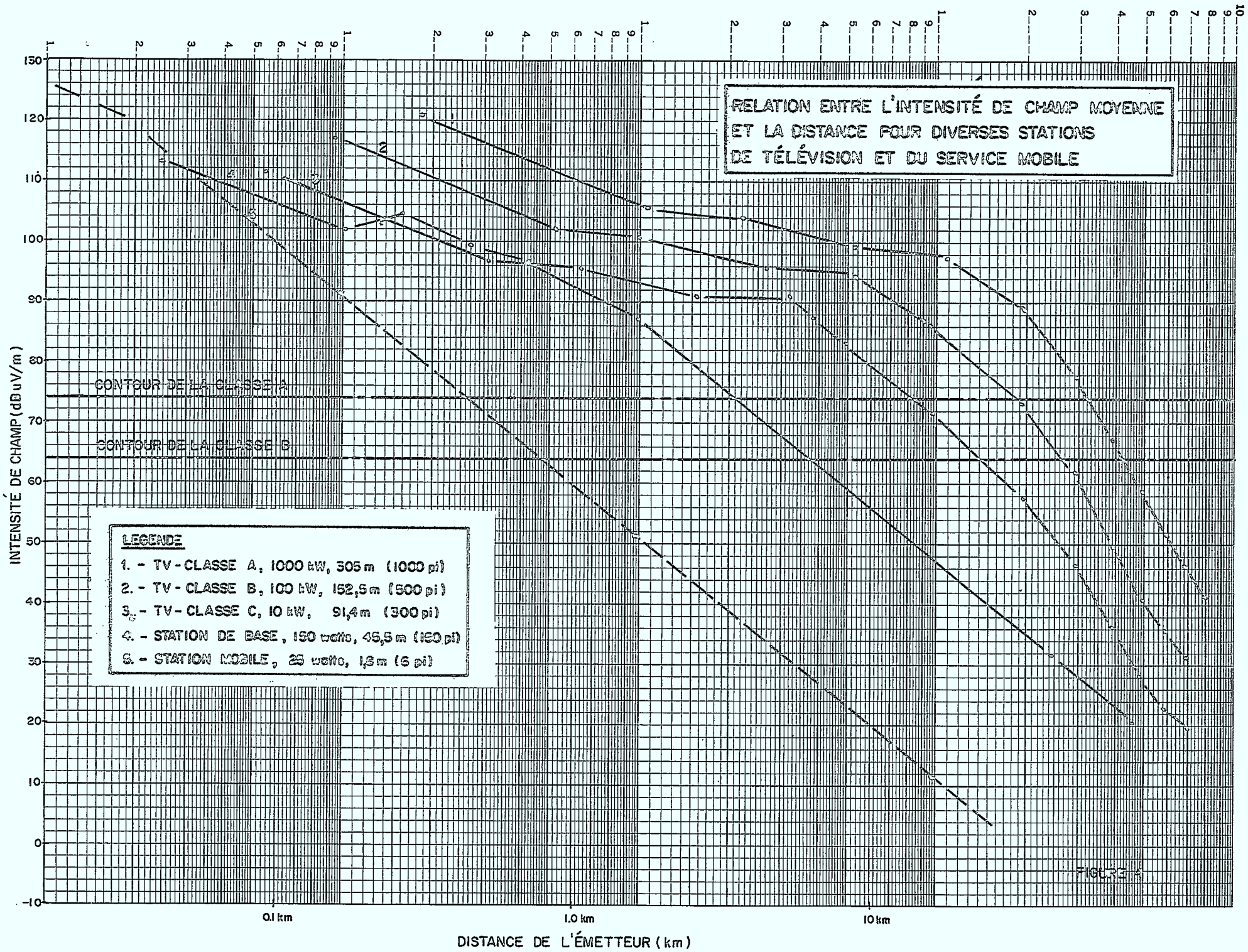
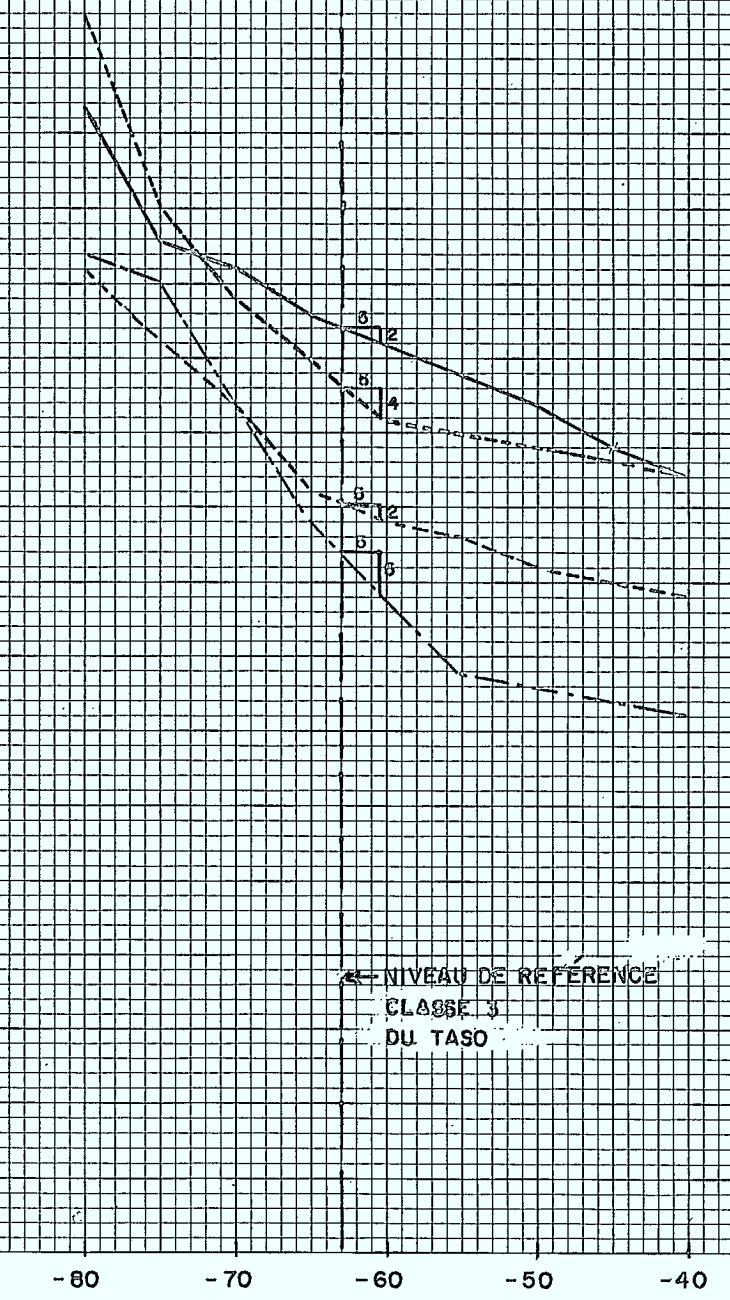


FIGURE 3



RÉPONSE À LA FRÉQUENCE IMAGE
 DE QUATRE RÉCEPTEURS DE
 TÉLÉVISION COULEUR AUX FRÉQUENCES
 UHF POUR DIVERS NIVEAUX DE LA
 PORTEUSE DE TÉLÉVISION

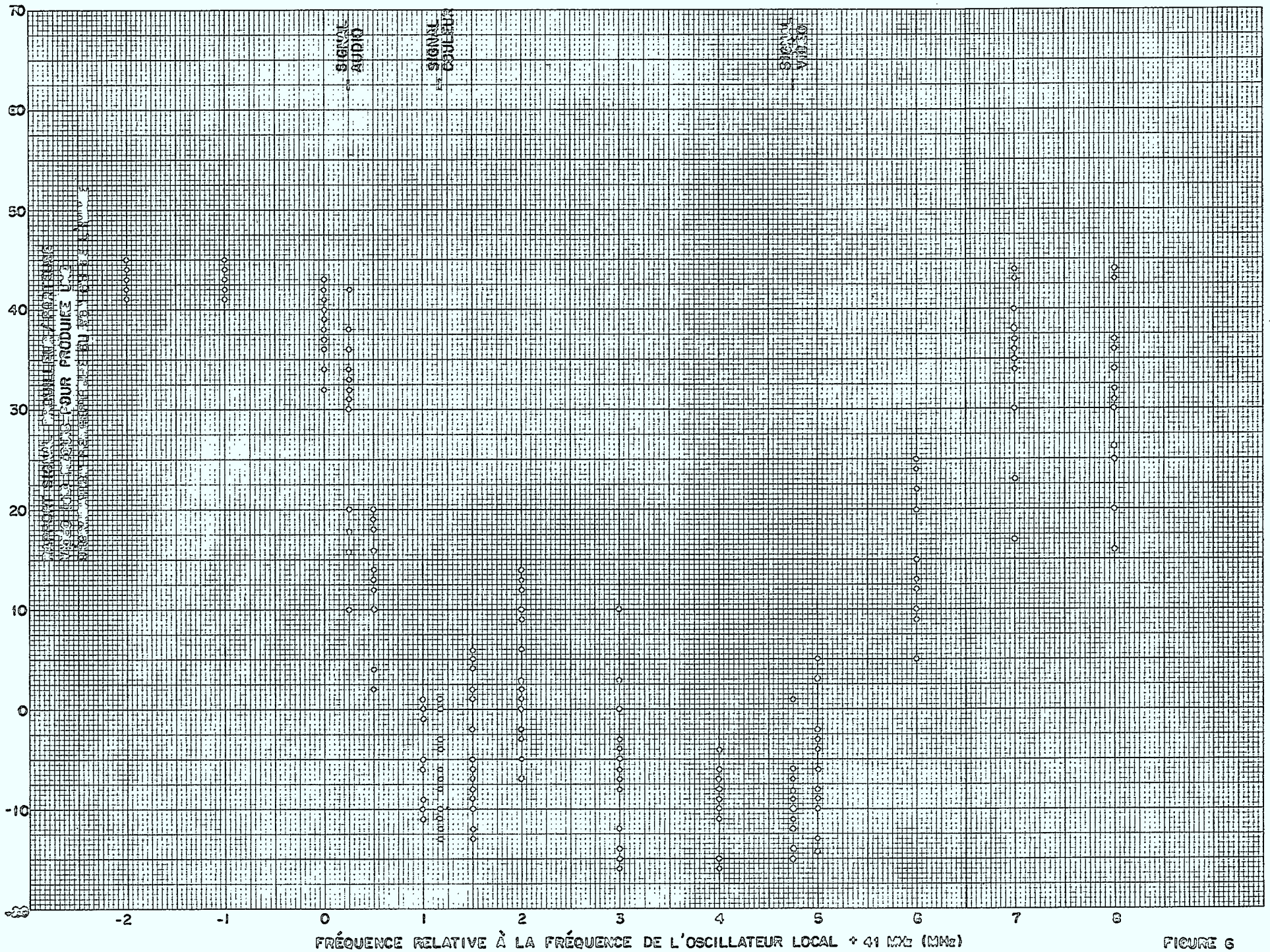
RAPPORT SIGNAL BROUILLEUR / PORTEUSE VIDEO (dB)



← NIVEAU DE REFERENCE
 CLASSE 3
 DU TSO

FIGURE 5

-80 -70 -60 -50 -40
 NIVEAU DE LA PORTEUSE DE TÉLÉVISION (dBm) Vc = 728.25 MHz



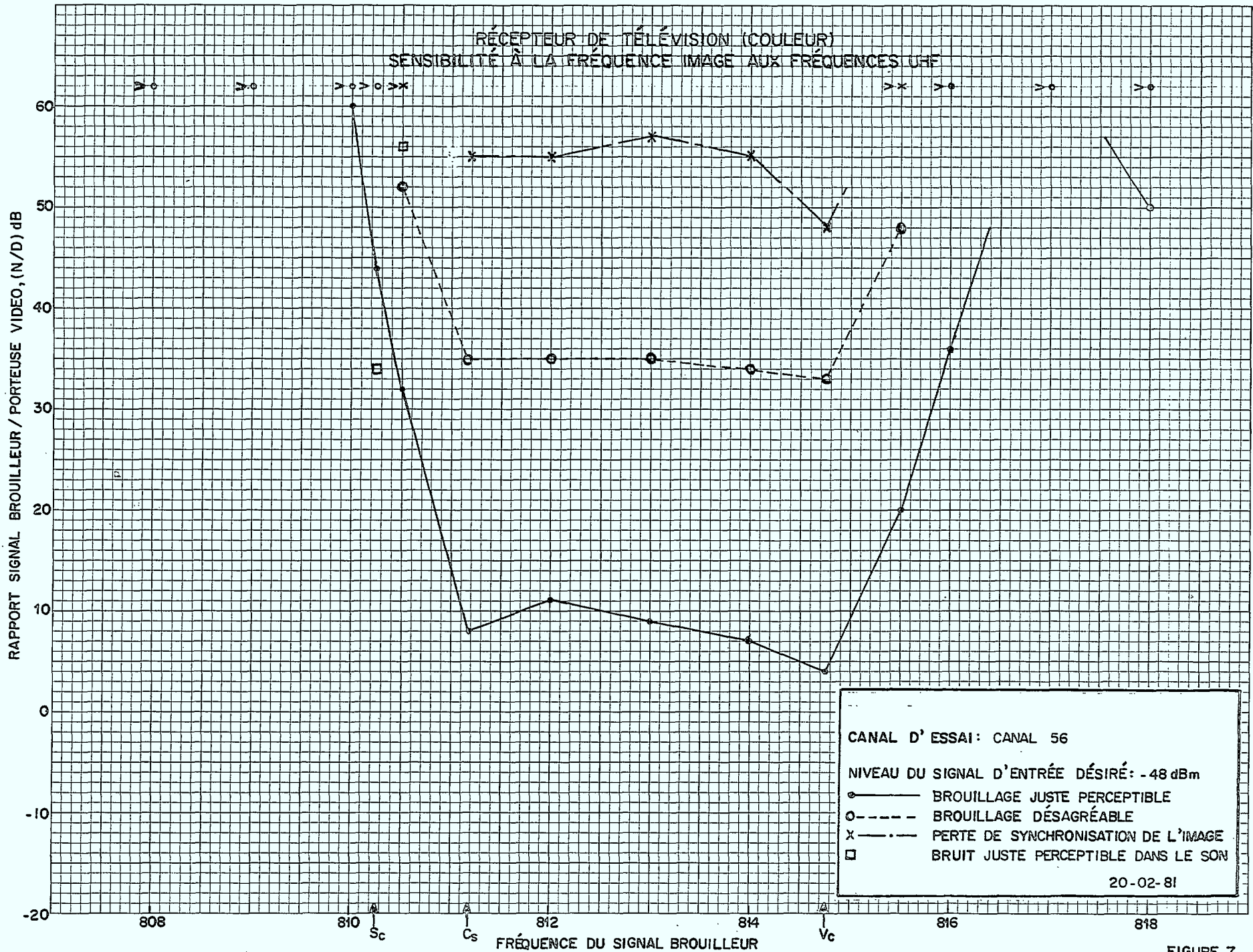


FIGURE 7

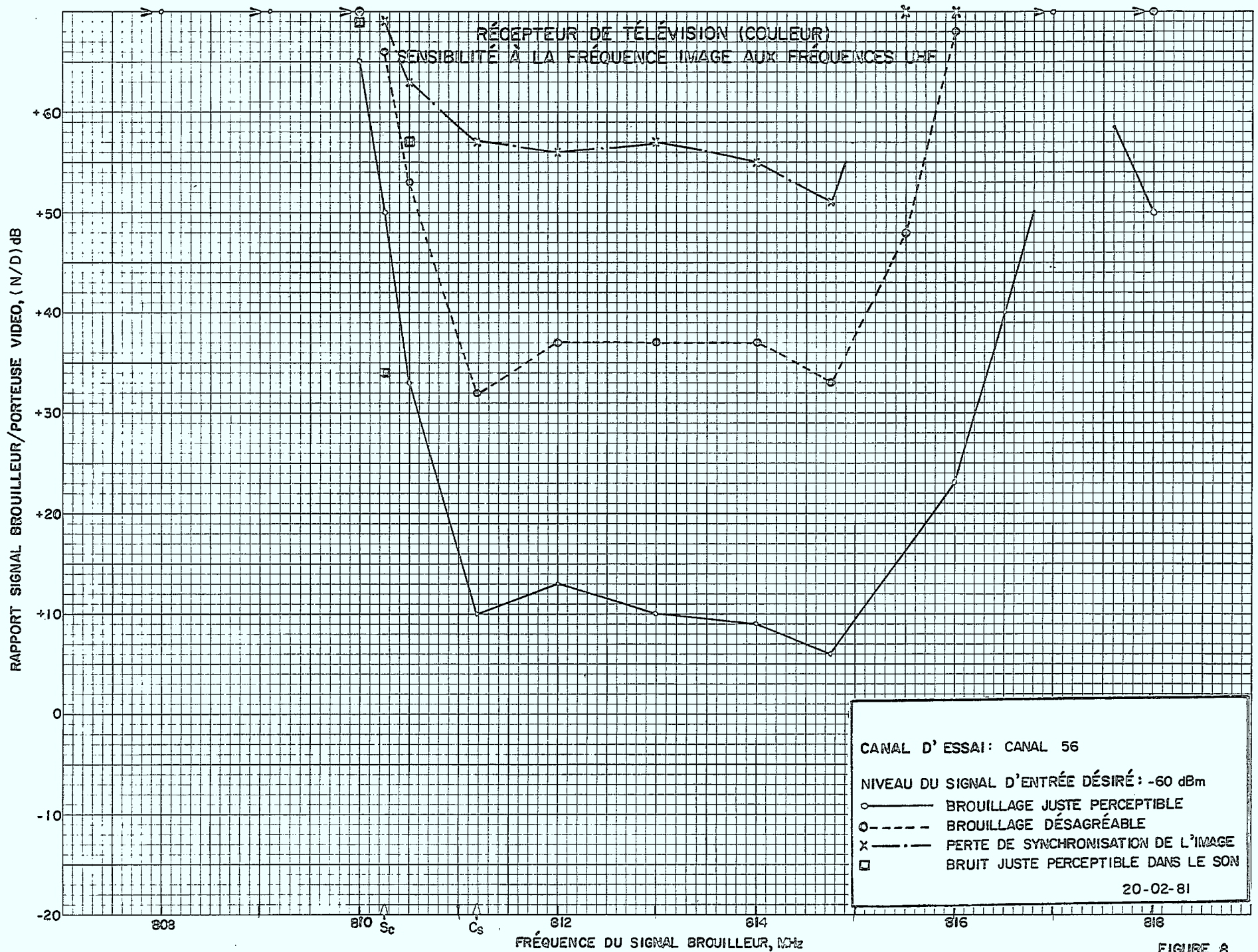
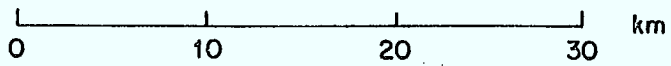
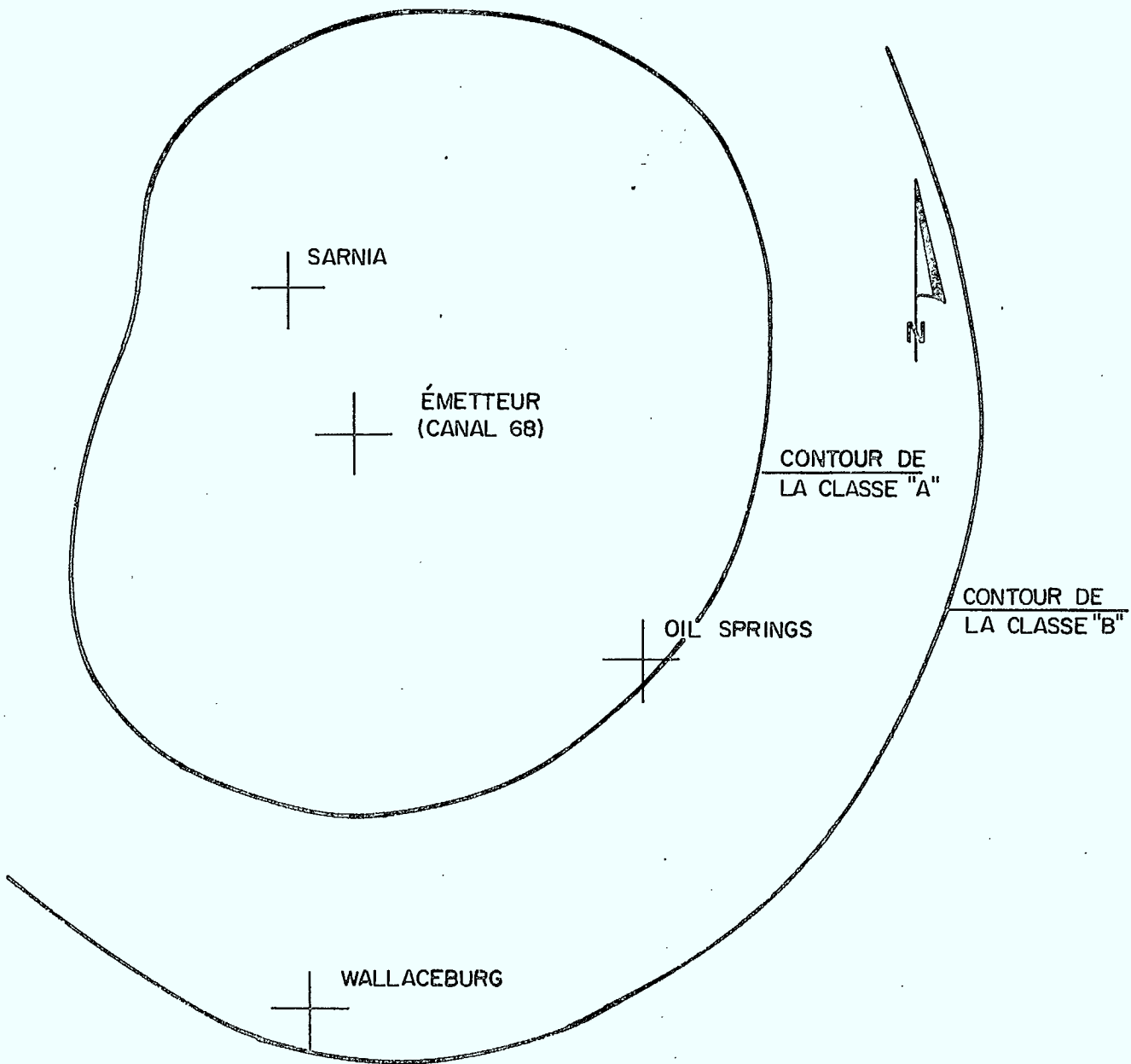
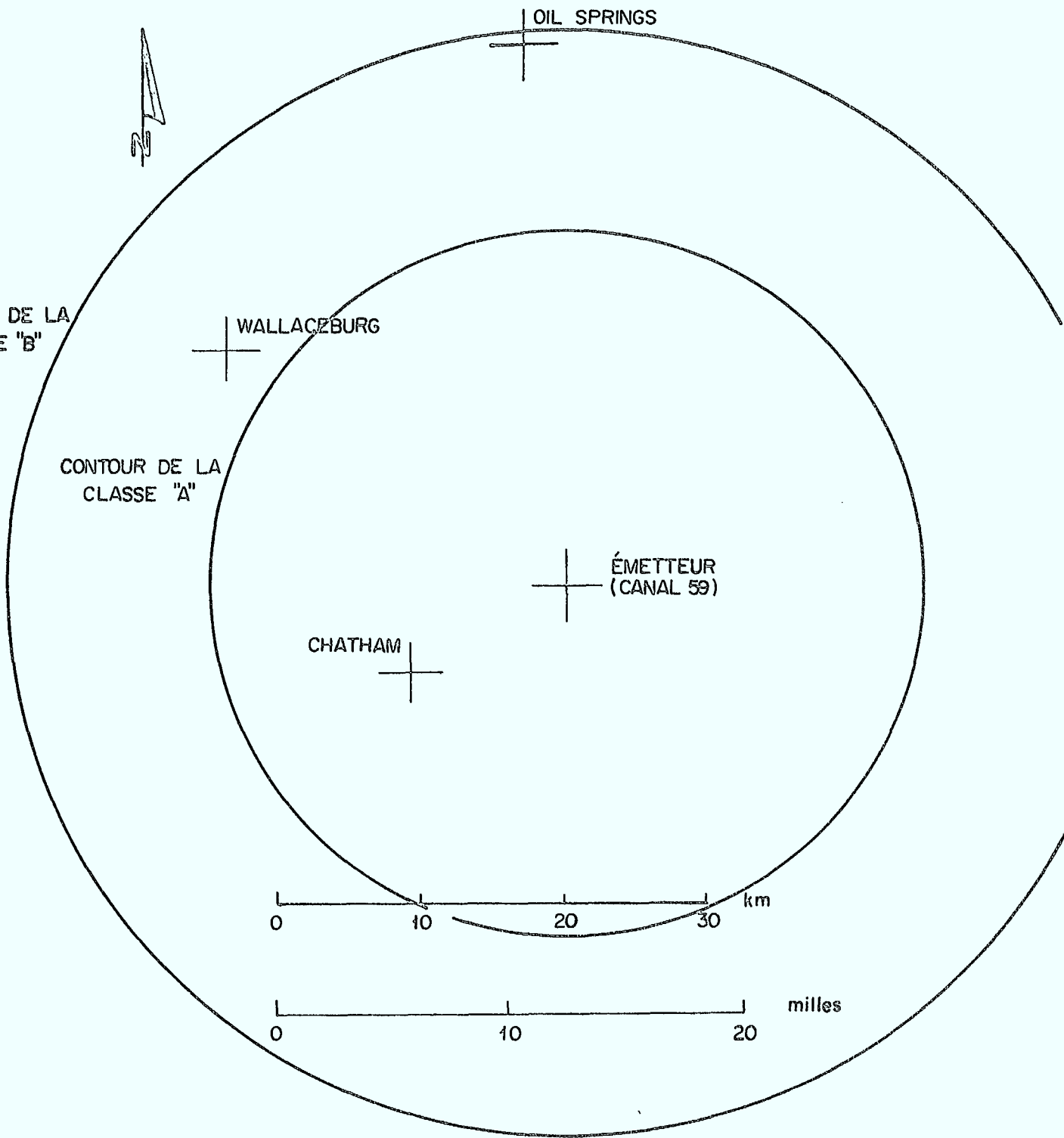


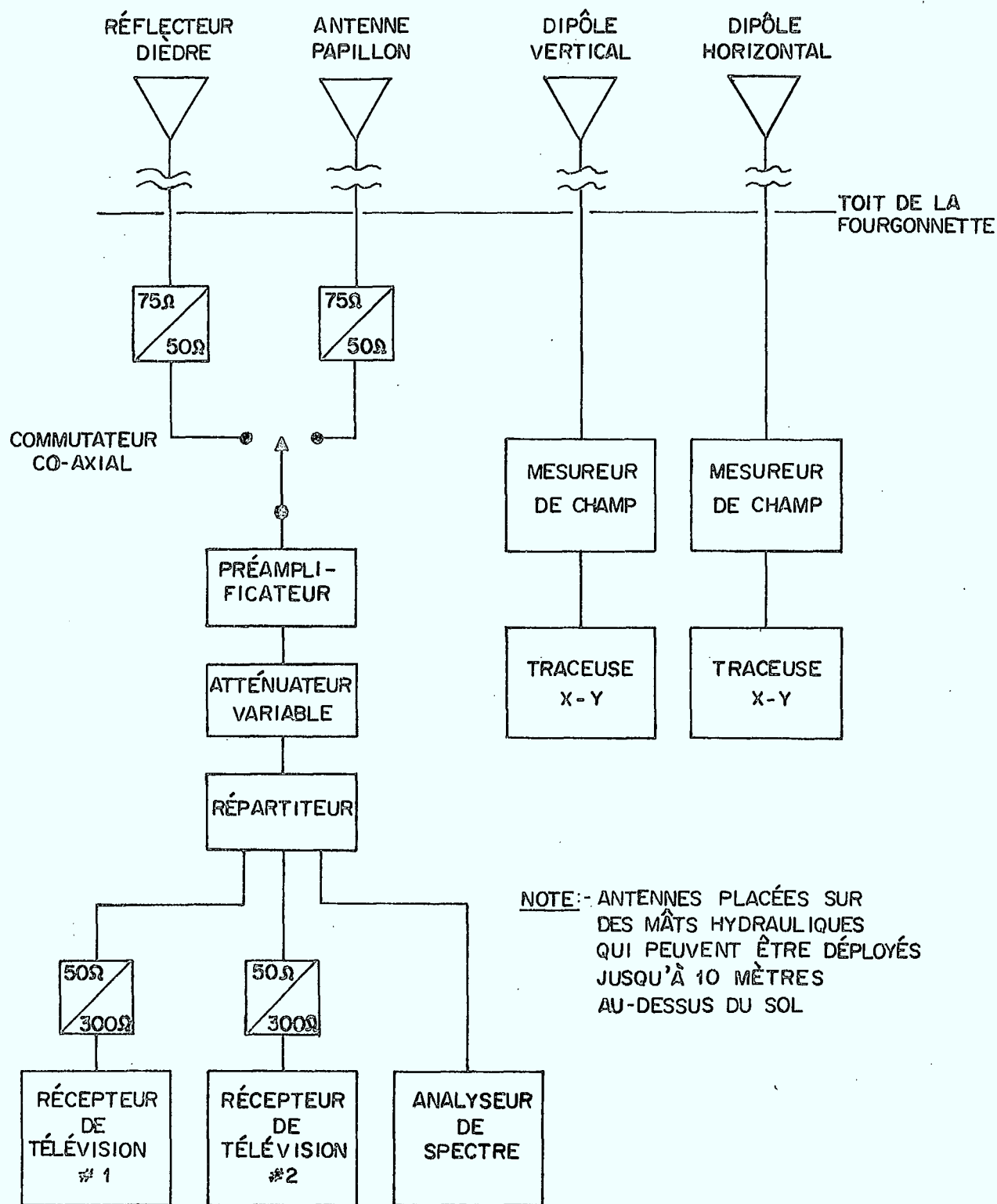
FIGURE 8



EMPLACEMENTS DES
MESURES DU CANAL 68



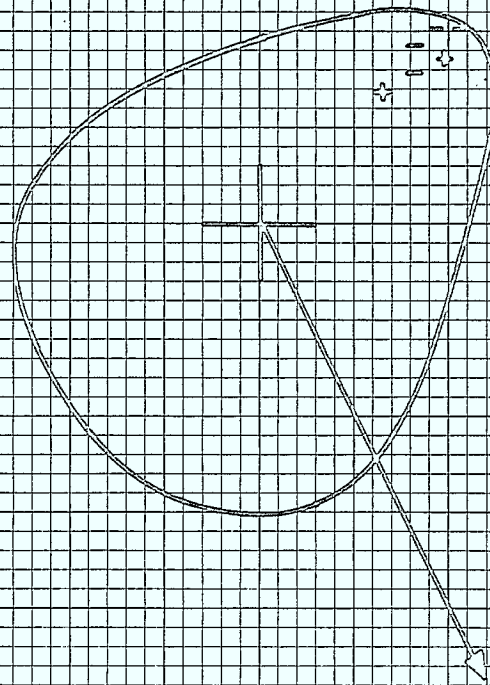
EMPLACEMENTS DES
MESURES DU CANAL 59



SCHEMA DE MONTAGE
DES APPAREILS DE MESURE

BASE: SARNIA
RÉCEPTEUR # 2
ANTENNE: PAPILLON

RÉSULTATS DES OBSERVATIONS
EFFECTUÉES DANS LES FOYERS
+ DÉGRADATION PERCEPTIBLE
- DÉGRADATION IMPERCEPTIBLE



CANAL 68
SARNIA

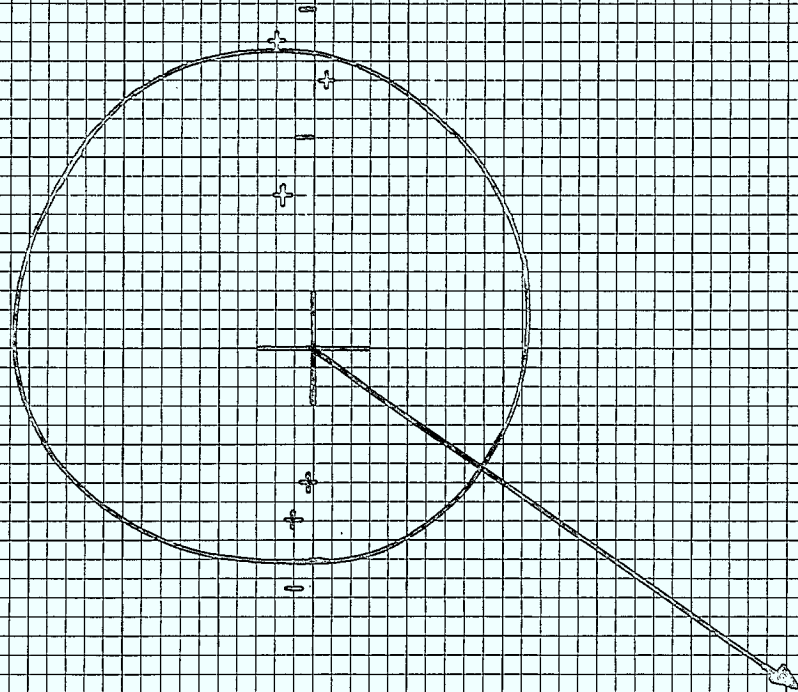
1.0 km

BASE: WALLACEBURG

RÉCEPTEUR #1

ANTENNE: RÉFLECTEUR DIÈDRE

RÉSULTATS DES OBSERVATIONS
EFFECTUÉES DANS LES FOYERS
+ DÉGRADATION PERCEPTIBLE
- DÉGRADATION IMPERCEPTIBLE



CANAL 59
CHATHAM

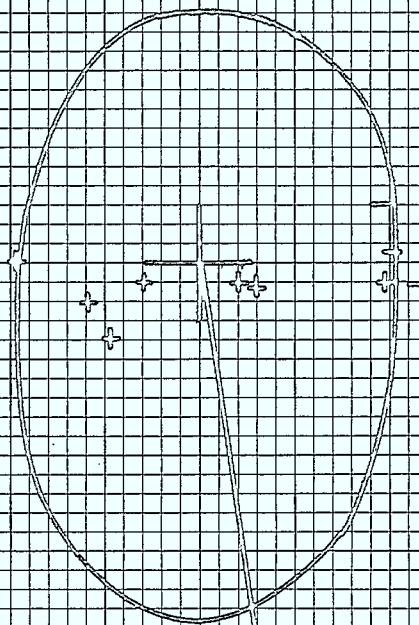
1.0 km

FIGURE 13

BASE: OIL SPRINGS
RÉCEPTEUR #2
ANTENNE: PAPILLON

RÉSULTATS DES OBSERVATIONS
EFFECTUÉES DANS LES FOYERS

- + DÉGRADATION PERCEPTIBLE
- DÉGRADATION IMPERCEPTIBLE



1.0 km

CANAL 59
CHATHAM

FIGURE 14

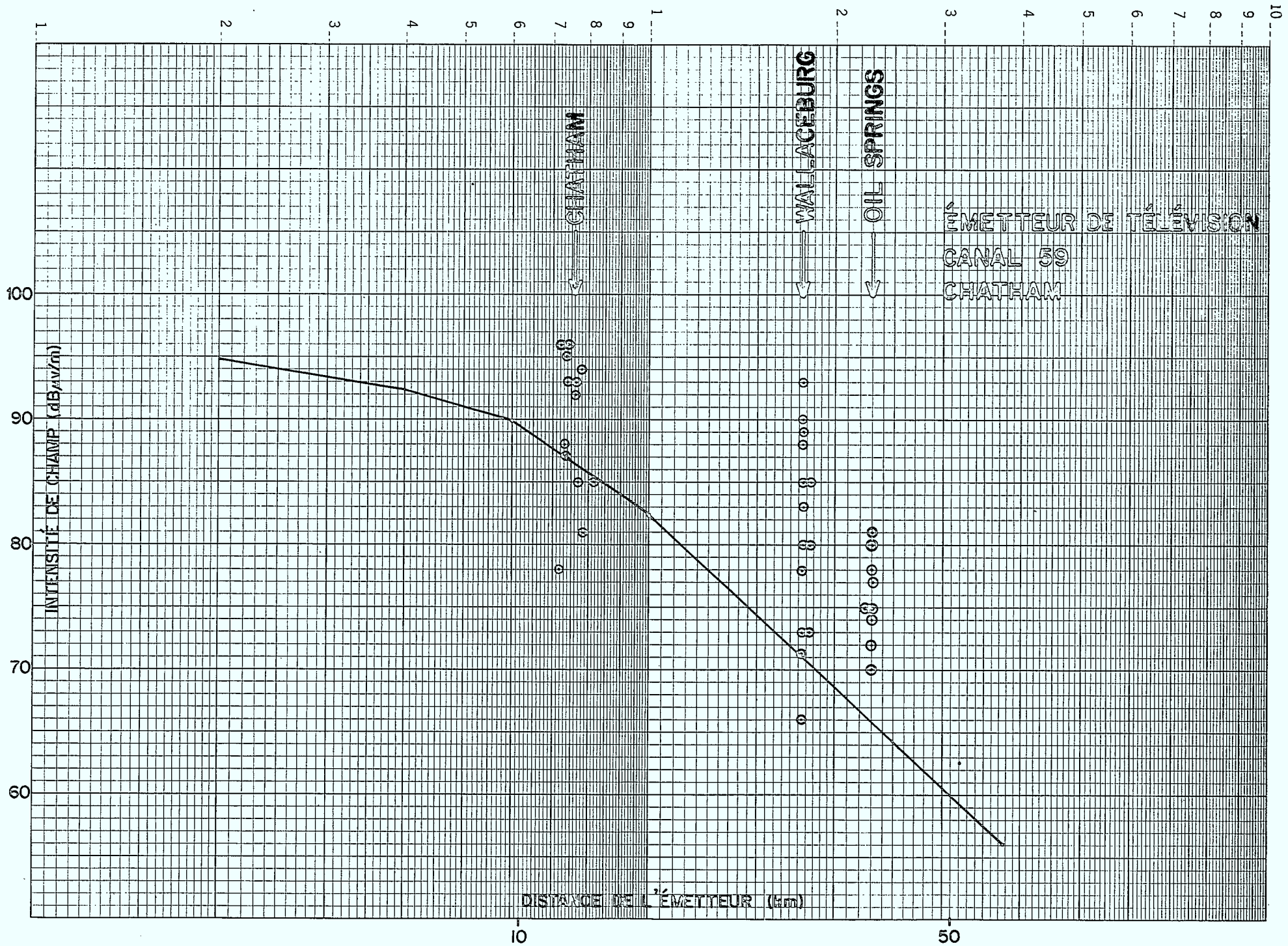


FIGURE 15

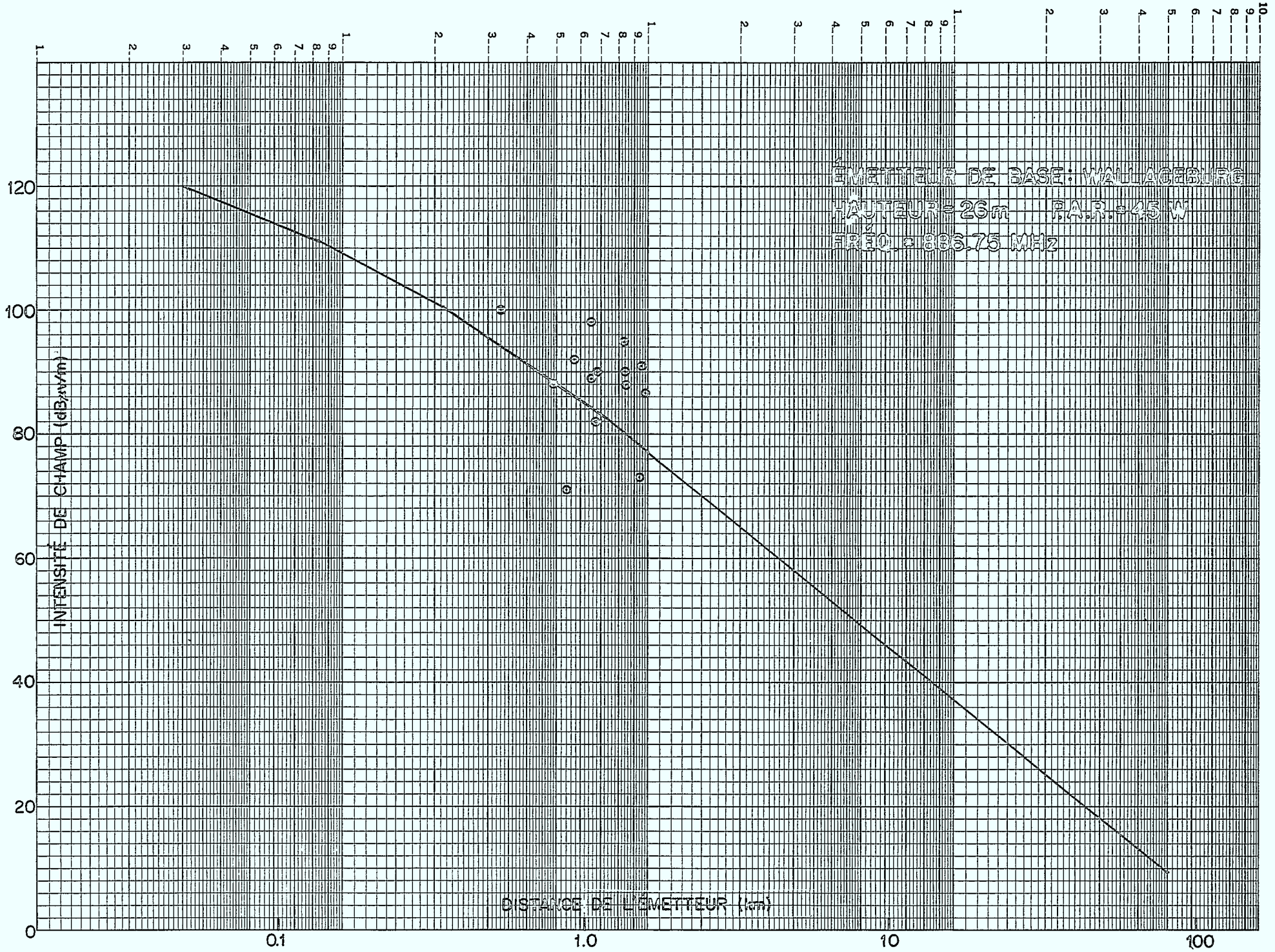


FIGURE 16

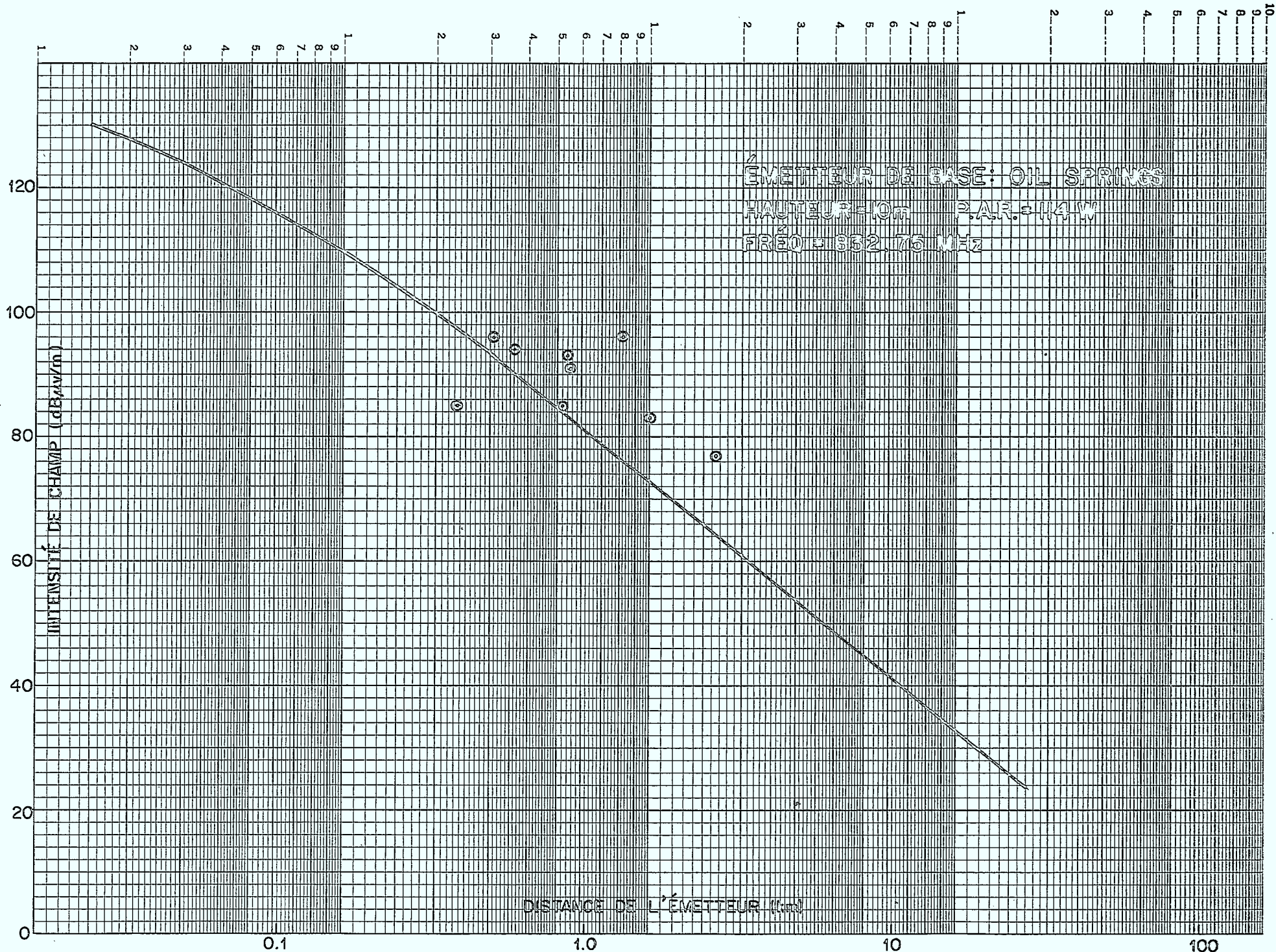
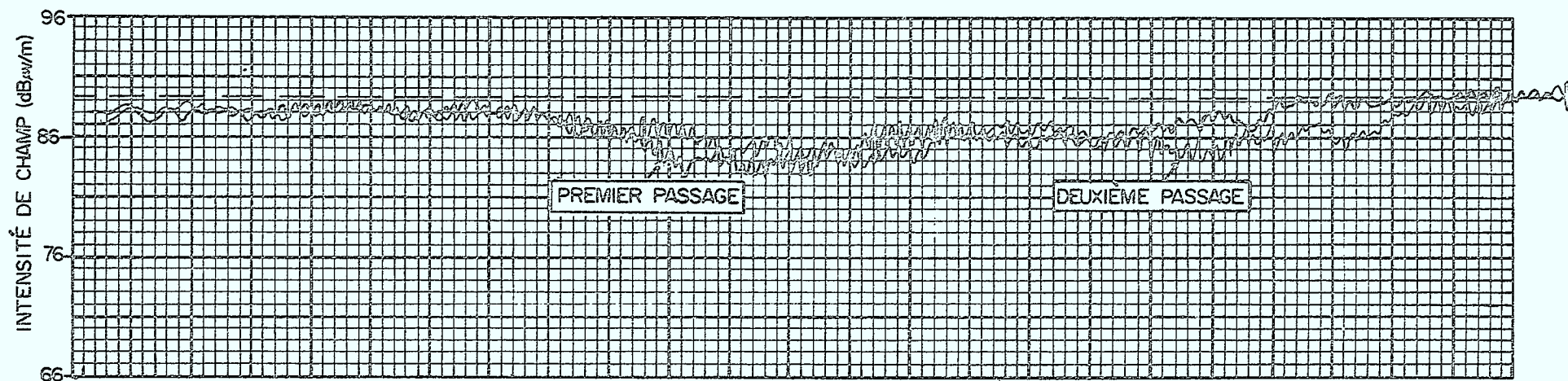


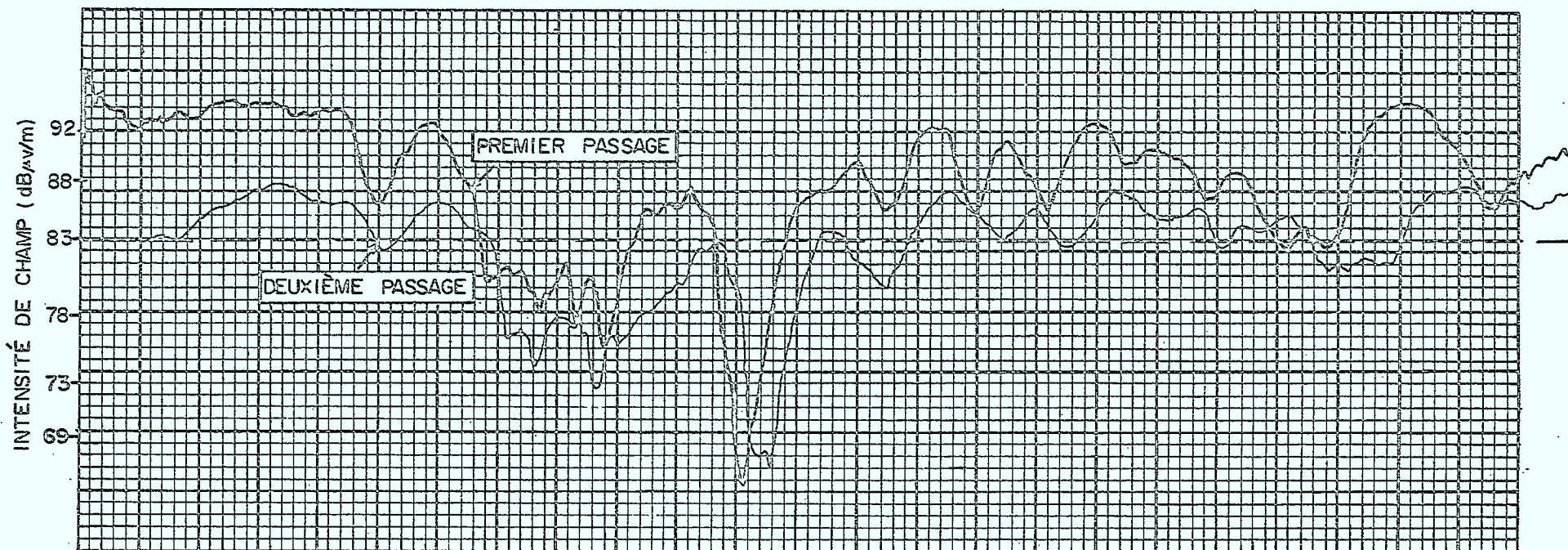
FIGURE 17

INTENSITÉ DE CHAMP DU CANAL DE TÉLÉVISION
68, À SARNIA, MESURÉE EN SE DÉPLAÇANT SUR
UNE DISTANCE HORIZONTALE D'ENVIRON 30m
(100 PIEDS) À SARNIA (S9)



NOTE:- L'ÉCHELLE HORIZONTALE N'EST PAS LINÉAIREMENT PROPORTIONNELLE À LA DISTANCE

INTENSITÉ DE CHAMP DE LA STATION DE BASE
SUR LA FRÉQUENCE IMAGE DU CANAL 63 MESURÉE
EN SE DÉPLAÇANT SUR UNE DISTANCE HORIZONTALE
D'ENVIRON 30 m, À SARNIA (S9)



NOTE:- L'ÉCHELLE HORIZONTALE N'EST PAS LINÉAIREMENT PROPORTIONNELLE À LA DISTANCE

FIGURE 19

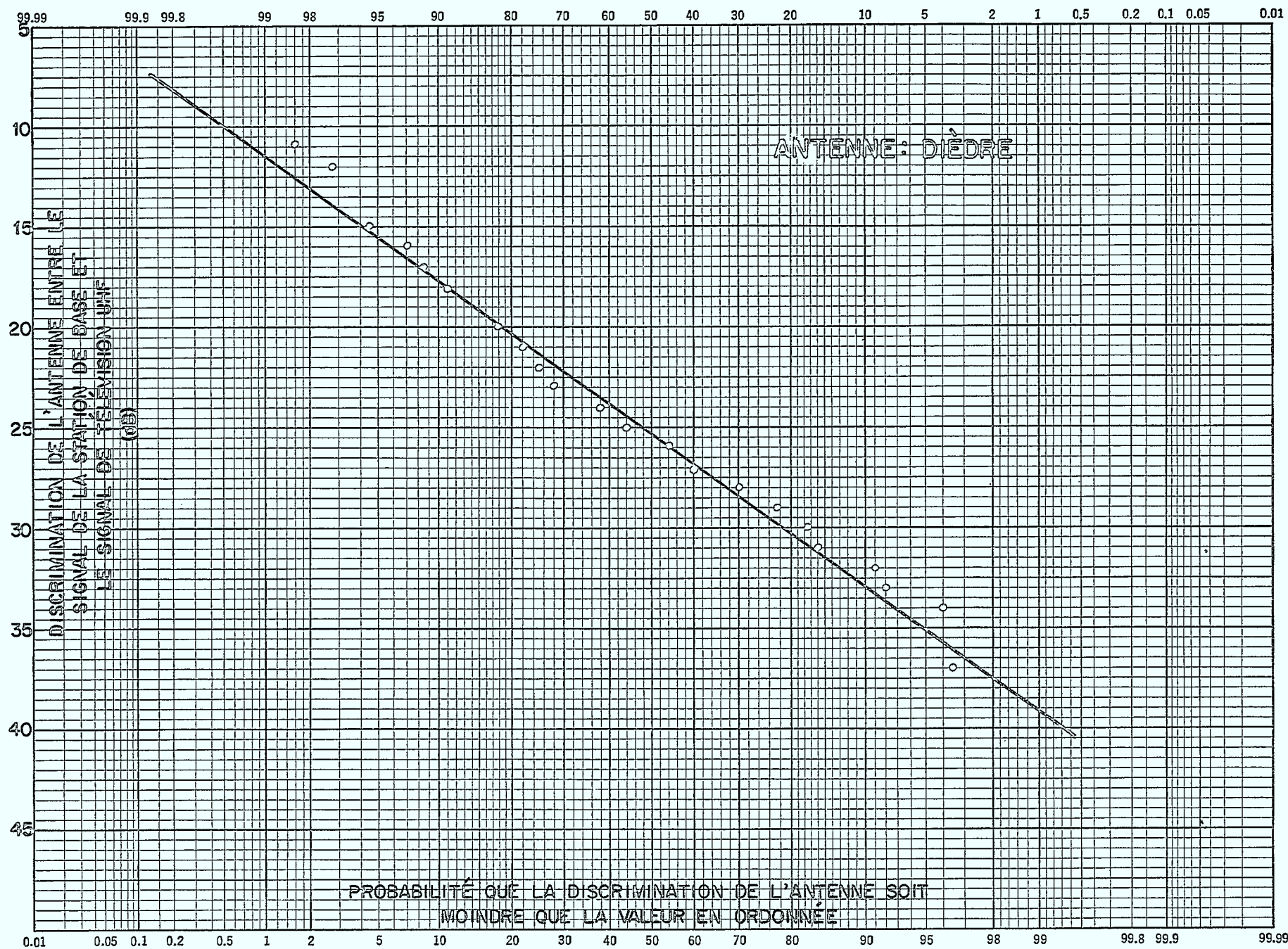


FIGURE 20

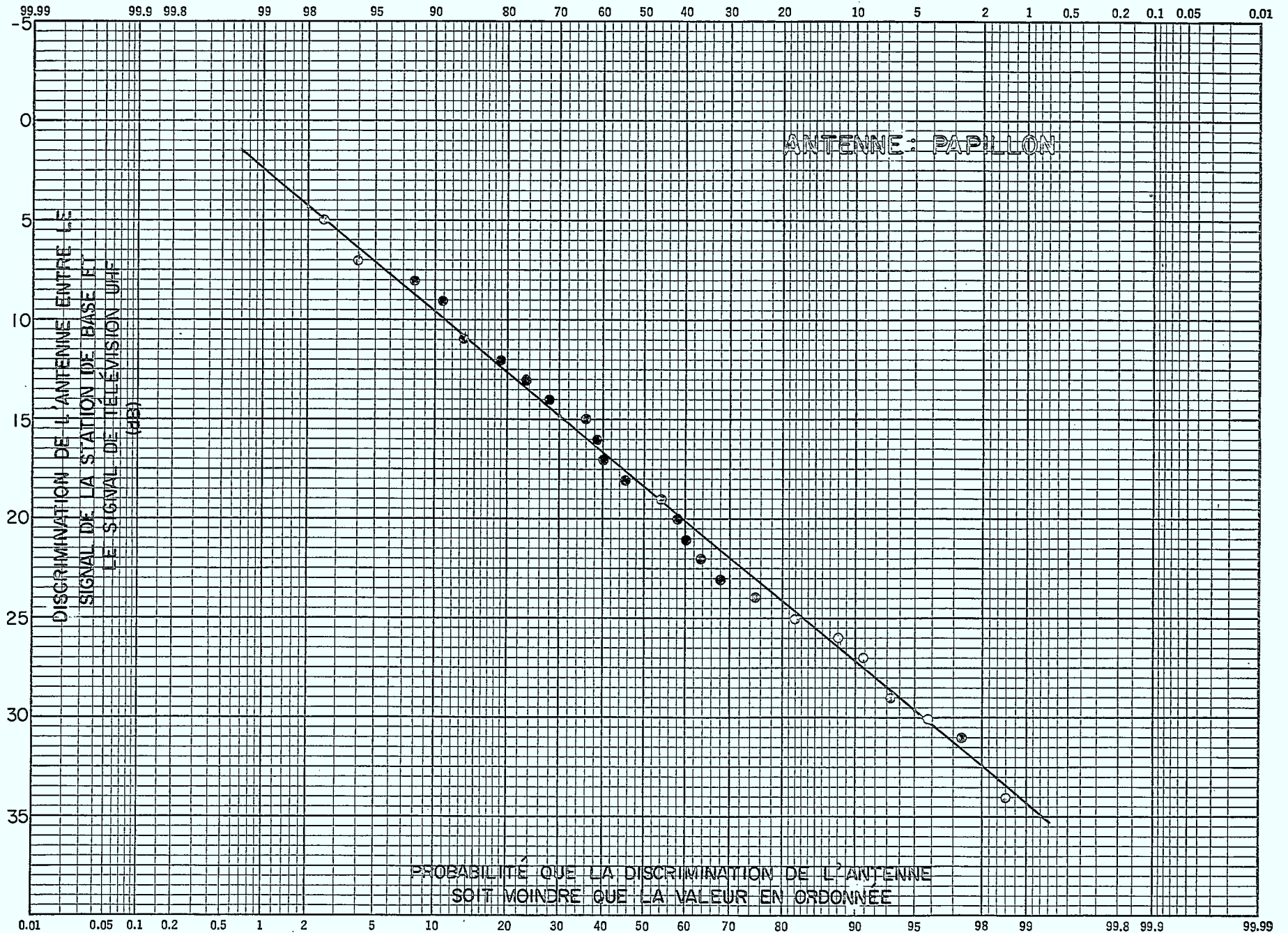


FIGURE 21

ILLUSTRATION DE LA ZONE DE BROUILLAGE

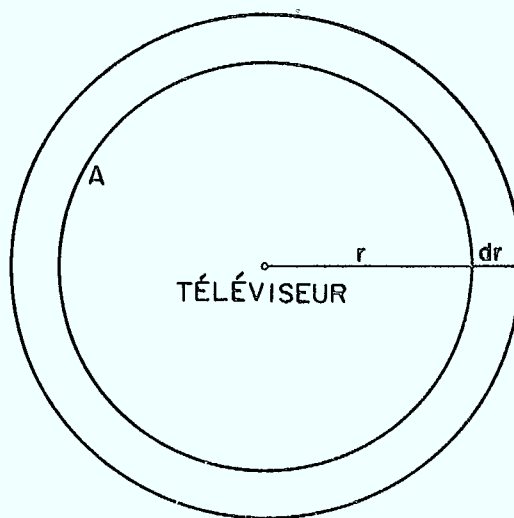


FIGURE 22

ILLUSTRATION DU SÉJOUR D'UNE STATION MOBILE
DANS UNE ZONE DÉTERMINÉE

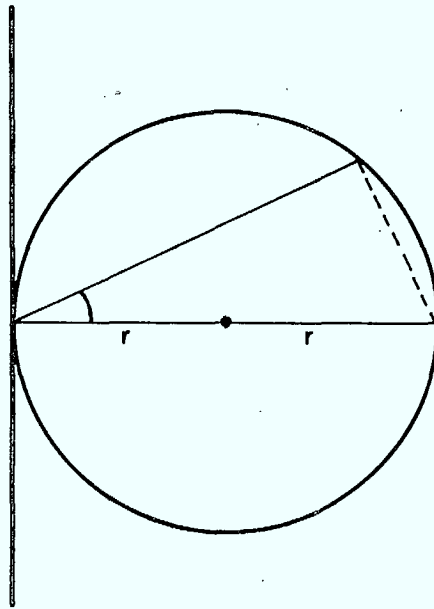


FIGURE 23

