

## RECOMMANDATION UIT-R M.1085-1\*

**CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET D'EXPLOITATION  
DES RADARS PROFILEURS DE VENT DANS LES BANDES SITUÉES  
AU VOISINAGE DE 400 MHz**

(Question UIT-R 102/8)

(1994-1997)

**Résumé**

La présente Recommandation spécifie les caractéristiques techniques et d'exploitation des radars profileurs de vent dans les bandes de fréquences au voisinage de 400 MHz. Elle indique la puissance type sur la ligne d'antenne, la largeur de bande nécessaire, la largeur de bande occupée, les suppressions types des lobes secondaires d'antenne et donne des indications sur le partage avec les radars profileurs de vent. L'Annexe 1 contient des valeurs types et les conditions minimales à remplir concernant les caractéristiques des radars profileurs de vent dans les bandes situées au voisinage des 400 MHz. Les Appendices contiennent des renseignements concernant la mise en œuvre pratique des radars profileurs de vent dans les bandes situées au voisinage de 400 MHz.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) la Recommandation N° 621 de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications chargée d'étudier les attributions de fréquences dans certaines parties du spectre (Malaga-Torremolinos, 1992) (CAMR-92);
- b) que les radars profileurs de vent sont des systèmes météorologiques importants pour mesurer la direction et la vitesse du vent en fonction de l'altitude;
- c) qu'un grand nombre d'administrations envisagent d'installer des radars profileurs de vent dans des réseaux opérationnels afin d'améliorer les prévisions et les avis météorologiques, de faciliter l'étude des climats et de renforcer la sécurité de la navigation;
- d) que, pour permettre l'exploitation, dans les meilleures conditions, des radars profileurs de vent, il faut leur attribuer des bandes de fréquences proches de 50, 400 et 1 000 MHz, conformément à la demande de l'Organisation météorologique mondiale (OMM);
- e) qu'une fois conçus et réalisés, les radars profileurs de vent peuvent fonctionner à des fréquences centrales avec une marge de  $\pm 1\%$ ;
- f) que les radars profileurs de vent peuvent être appelés à utiliser des fréquences en partage avec d'autres systèmes existants ou futurs;
- g) qu'il serait souhaitable de limiter le nombre de fréquences autorisées à l'échelle mondiale, afin de réduire au minimum les dépenses de recherche et de développement de composants;
- h) que les normes techniques pourraient faciliter la compatibilité avec les autres systèmes dans la même bande de fréquences en rendant minimales les influences défavorables des rayonnements non essentiels et des émissions hors bande;
- j) que les antennes types se trouvent dans la plage des 100-150 m<sup>2</sup>;
- k) que l'effet des lobes d'antenne secondaires peut être davantage réduit par le choix des lieux d'implantation des profileurs de vent pour tirer parti du relief et d'autres facteurs dépendant du site, et que d'autres moyens peuvent être utilisés pour améliorer la compatibilité (par exemple: obstacles, murets) et orientation des antennes,

---

\* Cette Recommandation doit être portée à l'attention des Commissions d'études 7, 9 et 11 des radiocommunications.

*recommande*

1 que les exigences minimales relatives aux caractéristiques de qualité de fonctionnement figurant dans l'Annexe 1 soient adoptées par les administrations désireuses de réaliser des radars profileurs de vent ou de les exploiter dans les bandes situées au voisinage de 400 MHz;

2 que la puissance de l'émetteur soit limitée à celle qui est nécessaire pour obtenir les données à l'altitude maximale pour laquelle le radar profileur de vent est conçu;

3 que la bande passante occupée (Note 1) soit aussi proche de la bande passante nécessaire (Note 2), pour obtenir le pouvoir séparateur en distance requis, pour autant que la faisabilité technique et économique le permette. Il faut noter qu'une diminution du pouvoir séparateur en distance est généralement tolérée à très haute altitude. Les valeurs figurent dans l'Annexe 1;

NOTE 1 – Largeur de bande occupée: Largeur de bande de fréquences telle que les puissances moyennes émises, au-dessous de sa fréquence limite inférieure et au-dessus de sa fréquence limite supérieure, soient égales chacune à 0,5% de la puissance moyenne totale de l'émission donnée.

NOTE 2 – Largeur de bande nécessaire: Pour une classe d'émission donnée, largeur de la bande de fréquences qui est juste suffisante pour assurer la transmission des informations au débit requis avec la qualité requise sous des conditions spécifiques.

4 que les rayonnements non désirés des radars profileurs de vent aient une puissance aussi faible que possible, compte tenu des facteurs techniques et économiques. Les valeurs figurent dans l'Annexe 1;

5 que le niveau des lobes secondaires du diagramme de rayonnement de l'antenne, à et proche de l'horizon, soit minimal. Les valeurs de gain des lobes secondaires de même que celles de champ, figurent dans l'Annexe 1;

6 que les administrations concernées élaborent leurs propres critères de partage tels que les séparations fréquence-distance (FD) conformément à la Recommandation UIT-R SM.337 concernant les types spécifiques de radars profileurs de vent utilisés qui fonctionnent en présence d'autres systèmes;

7 que le choix du lieu d'implantation des radars profileurs de vent tire parti du relief et de la configuration du site pour réduire au minimum les probabilités de brouillage avec les autres systèmes; d'autres moyens peuvent être utilisés pour améliorer la compatibilité (par exemple: obstacles, murets et orientation des antennes);

8 que le partage temporel ne soit pas considéré comme une solution techniquement satisfaisante pour protéger les systèmes de sécurité de la vie humaine sensibles tels que le COSPAS-SARSAT;

9 que les fréquences situées dans la gamme des 300-500 MHz soient choisies, lorsque la compatibilité des systèmes doit être envisagée, compte tenu de la protection nécessaire.

## ANNEXE 1

**Valeurs types et exigences minimales des caractéristiques de système concernant les radars profileurs de vent fonctionnant au voisinage de 400 MHz****1 Introduction**

Les valeurs données ci-après reposent sur les connaissances actuelles et les mesures de champ relatives aux systèmes modulés par impulsion.

## 2 Valeurs types relatives aux radars profileurs de vent en exploitation dans les bandes situées au voisinage de 400 MHz

TABLEAU 1

Paramètre de système	Plage des valeurs types <sup>(1)</sup>
Puissance de crête d'impulsion (kW)	5-50
Puissance moyenne émise (kW)	0,2-2,0
Gain d'antenne du faisceau principal (dBi)	26-34
Largeur de faisceau (degrés)	3-8
Angle d'inclinaison (degrés)	12-18
Dimension de l'antenne (m <sup>2</sup> )	30-150
Plage de hauteurs <sup>(2)</sup> (km)	0,5-16
Pouvoir séparateur en hauteur (m)	150-1 200

(1) Les utilisateurs de ce tableau doivent prendre des précautions lorsqu'ils utilisent des combinaisons de ces valeurs pour représenter un profileur «typique» ou «dans le cas le plus défavorable». Par exemple, un profileur fonctionnant avec une puissance de crête de 50 kW alors qu'il utilise des impulsions permettant d'offrir un pouvoir séparateur en hauteur de 150 m sort de la normale.

(2) La hauteur maximale de fonctionnement est fonction du produit: (puissance moyenne) × (aire de captation).

## 3 Exigences minimales pour les caractéristiques de qualité de fonctionnement du système

### 3.1 Largeur de bande d'émission

TABLEAU 2

Largeur d'impulsion (µs)	Largeur de bande nécessaire (MHz)	Rapport: largeur de bande occupée/largeur de bande nécessaire
1-8	2,2-0,3	≤ 2,5 <sup>(1)</sup>

(1) Il est possible d'obtenir des valeurs inférieures à 1,2 au prix d'une augmentation du coût et d'une légère baisse de la qualité qui résultent de la forme de l'impulsion. La limite s'applique à la combinaison de la puissance et de la largeur d'impulsion qui produit la densité de puissance la plus élevée dans les bandes latérales du signal.

### 3.2 Niveaux des rayonnements non essentiels

Les niveaux des rayonnements non essentiels doivent être mesurés à l'entrée de l'antenne en utilisant les valeurs de largeur de bande données ci-dessous:

Largeur de bande en FI: ≤ 1/ $T$  pour les radars à impulsions non codées en phase, à fréquence fixe, où  $T$  est la longueur d'impulsion. Par exemple, si la longueur d'impulsion de radar est 1 µs, la largeur de bande FI de mesure doit être ≤ 1/1 µs = 1 MHz

≤ 1/ $t$  pour les radars à impulsions codées en phase, à fréquence fixe, où  $t$  est la longueur de brise de phase. Par exemple, si un radar émet des impulsions de 26 µs, chaque impulsion consistant en 13 bribes codées en phase ayant une longueur de 2 µs, la largeur de bande FI de mesure doit être ≤ 1/2 µs = 500 kHz

Largeur de bande vidéo: ≥ largeur de bande FI du système de mesure

Suppression de rayonnement non essentiel: > 60 dB.

### 3.3 Caractéristiques d'antenne

#### 3.3.1 Suppression des lobes secondaires d'antenne

TABLEAU 3

#### Suppression des lobes secondaires d'antenne pour des angles spécifiés au-dessus de l'horizon

Angle au-dessus de l'horizon (degrés)	Suppression de lobes secondaires d'antenne (dB)	
	Valeur médiane	Valeur minimale
0-5	40	33
5-45	25	23
> 45	20	13

#### 3.3.2 Oscillation du faisceau d'antenne

Le centre du faisceau principal de l'antenne sera constamment positionné dans un cône vertical d'angle intérieur de 40°, c'est-à-dire de demi-angles de 20° à partir du zénith.

### 3.4 Tolérance de fréquence d'émetteur

Les émetteurs des radars profileurs de vent doivent maintenir une tolérance de fréquence égale à ou meilleure que  $10 \times 10^{-6}$ . Soit la fréquence du radar de profileur de vent qui doit fonctionner dans les bandes de télévision doit être synchronisée à celle de l'émetteur de télévision le plus proche dans le même canal, soit la stabilité de fréquence doit être égale ou meilleure que  $0,1 \times 10^{-6}$ .

### 3.5 Caractéristiques de récepteur (Note 1)

La bande passante à -3 dB du récepteur pourrait être égale à celle de l'émetteur augmentée de 2 fois la tolérance en fréquence de l'émetteur définie au § 3.4. La bande passante à -60 dB du récepteur sera adaptée à celle de l'émetteur. La bande passante des récepteurs sera adaptée à chaque changement de forme de l'impulsion émise. L'affaiblissement de la fréquence image en fréquence intermédiaire, lorsque cela s'applique, sera égal, au moins à 50 dB. L'affaiblissement des autres réponses parasites sera égal, au moins à 60 dB. Aucun oscillateur des récepteurs des radars profileurs de vent n'émettra des rayonnements supérieurs à -70 dBW à l'entrée de l'antenne. La stabilité en fréquence des récepteurs sera adaptée, ou supérieure à celle des émetteurs associés.

NOTE 1 – En général, le terme «adapté», utilisé plusieurs fois au § 3.5, est équivalent au terme «égal». De plus, la phrase «la largeur de bande du récepteur à -60 dB sera adaptée à celle de l'émetteur à -60 dB» signifie que la bande passante du récepteur est ajustée pour recevoir tout le signal utile et ne pas être sensible aux brouillages dans les canaux adjacents.

### 3.6 Rejet de brouillage

Des brouillages par impulsions non cohérentes de rapport cyclique inférieur à 1,5%, de niveau de crête de signaux brouilleurs supérieur de 30 dB au niveau de bruit du récepteur à la sortie FI, ne devront pas dégrader les caractéristiques de qualité de fonctionnement des radars profileurs de vent.

### 3.7 Puissance de sortie d'émetteur

La puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) de crête ne devra pas dépasser 80 dBW.

## APPENDICE 1

## DE L'ANNEXE 1

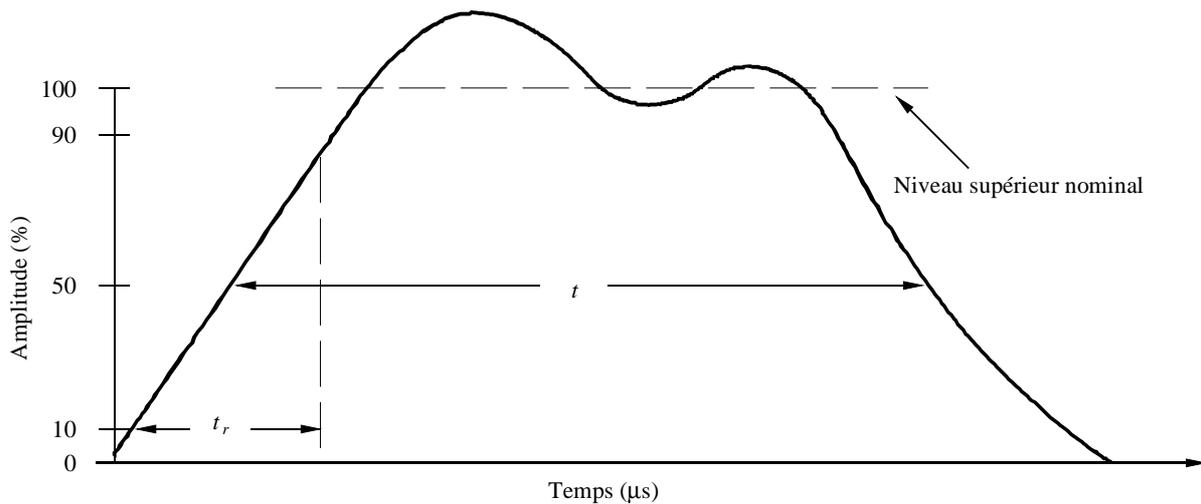
**Exemple de norme d'un radar profileur de vent à 400 MHz****1 Introduction**

Le présent Appendice donne un exemple de norme d'exploitation qui s'applique à un radar profileur de vent fonctionnant à 449 MHz. Cette norme est contenue dans le «Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio-Frequency Management» de National Telecommunications and Information Administration (NTIA).

**2 Symboles et termes employés**

- $B$ : largeur de bande d'émission (MHz)
- $B_c$ : largeur de bande de l'excursion de fréquence (MHz) (déplacement total de fréquence pendant la durée d'impulsion.)
- $B_d$ : largeur de bande de l'excursion de fréquence (différence de crête entre la fréquence instantanée de l'onde modulée et la fréquence porteuse) – (système radar MF/à onde entretenue)
- $B_s$ : plage maximale sur laquelle la fréquence porteuse sera déplacée (MHz) (systèmes radars à bonds de fréquence)
- $d$ : rapport de compression d'impulsion (durée d'impulsion émise/durée d'impulsion comprimée, aux points d'amplitude à 50%)
- $F_0$ : fréquence de travail (MHz). Pour des radars à impulsions non-MF, elle correspond à la fréquence de la raie la plus énergétique du spectre; pour les radars à impulsions MF, moyenne de la fréquence porteuse la plus basse et de la fréquence porteuse la plus haute pendant l'impulsion
- $N$ : nombre total d'échantillons inclus dans une impulsion. ( $N = 1$  pour un radar à impulsions MF et non-MF)
- $PG$ : gain de traitement du signal (dB). Pour un radar à impulsions non-MF,  $PG = 10 \log N$
- $P_p$ : puissance de crête (dBm)
- $PRR$ : taux de récurrence des impulsions (impulsions par seconde)
- $P_t$ : densité maximale de puissance spectrale (dB(mW/kHz))
- $t$ : durée de l'impulsion émise ( $\mu$ s), mesurée à mi-amplitude maximale (en tension). Pour des impulsions codées, la durée de l'impulsion est celle de l'échantillon, mesurée de la même manière. L'amplitude maximale correspond au niveau supérieur nominal de l'impulsion (voir la Fig. 1)
- $t_r$ : temps de montée de l'impulsion émise ( $\mu$ s), mesuré à 10% et 90% de l'amplitude maximale sur le front montant (voir la Fig. 1). Pour des impulsions codées, il correspond à celui de l'échantillon; si le temps de montée de l'échantillon n'est pas mesurable, prendre 40% de la durée de l'échantillon
- $t_f$ : temps de descente de l'impulsion émise ( $\mu$ s), mesuré à 90% et à 10% de l'amplitude maximale sur le front descendant (voir la Fig. 1). Si  $t_f$  est inférieur à  $t_r$ ,  $t_f$  doit être utilisé à la place de  $t_r$  lorsqu'on effectue les calculs de largeur de bande d'émission
- $S$ : pente de décroissance (dB/décade). Définit la pente du spectre de l'impulsion émise à partir du point à  $-40$  dB. Elle permet de calculer la limite supérieure admissible du niveau d'énergie, au delà de ce point, en fonction de la fréquence.

FIGURE 1  
Détermination de  $t$  et  $t_r$



1085-01

### 3 Critères

#### 3.1 Largeur de bande à l'émission

La largeur de bande à l'émission des radars profileurs de vent à l'entrée de l'antenne ne doit pas excéder les limites suivantes:

**3.1.1** Pour les radars à impulsions non-MF (y compris les radars à impulsions codées):

$$B(-40 \text{ dB}) = 6,2 / (t_r t)^{1/2} \text{ ou } 64 / t, \text{ par valeur inférieure.}$$

**3.1.2** Pour les radars à impulsions MF (MF intentionnelle):

$$B(-40 \text{ dB}) = 6,2 / (t_r t)^{1/2} + 2(B_c + 0,105 / t_r)$$

**3.1.3** Pour les radars profileurs de vent, une justification opérationnelle sera fournie si le temps de montée de l'impulsion,  $t_r$ , est inférieur à 0,01  $\mu\text{s}$ .

NOTE 1 – La largeur de bande à  $-20$  dB des radars profileurs de vent travaillant à 449 MHz est limitée à 2 MHz.

**3.1.4** Pour les radars à ondes entretenues:

$$B(-40 \text{ dB}) = 0,0003 F_0$$

**3.1.5** Pour les radars MF/à ondes entretenues:

$$B(-40 \text{ dB}) = 0,0003 F_0 + 2 B_d$$

#### 3.2 Niveaux d'émission

Les niveaux d'émission des radars profileurs de vent, à l'entrée de l'antenne, ne doivent pas dépasser les valeurs figurant sur la courbe de la Fig. 2. Aux fréquences  $\pm B(-40 \text{ dB})/2$  par rapport à  $F_0$ , le niveau doit être au moins inférieur de 40 dB par rapport à la valeur maximale. Aux fréquences  $\pm B(-X \text{ dB})/2$  par rapport à  $F_0$ , et au-delà, le niveau doit être au moins inférieur de X dB, par rapport à la densité spectrale de puissance, donné par:

$$X \text{ (dB)} = 60 \text{ dB, ou}$$

$$X \text{ (dB)} = P_t + 30, \text{ par valeur supérieure.}$$

Entre  $-40$  dB et  $-X$  dB, le niveau doit décroître au moins de 40 dB par décade ( $S = 40$ ) (voir la Fig. 2). Le niveau de toutes les fréquences harmoniques doit être au moins à  $-60$  dB du niveau de densité maximale de puissance spectrale.

NOTE 1 –  $P_t$  peut être mesuré ou calculé à partir de la formule suivante pour satisfaire ce critère:

$$P_t = P_p + 20 \log (N t) + 10 \log (P R R) - P G - 90$$

NOTE 2 – La pente de décroissance,  $S$ , de  $-40$  dB à  $-X$  dB est de 40 dB par décade. La bande passante à  $-20$  dB est limitée à 2 MHz pour les radars profileurs de vent travaillant à 449 MHz. Le niveau maximal du spectre émis entre  $-40$  dB et  $-X$  dB pour une pente de  $S$  dB par décade est donné par la formule:

$$\text{Affaiblissement (dB)} = -S \cdot \log \left| \frac{F - F_0}{\frac{1}{2} B(-40 \text{ dB})} \right| - 40$$

avec:

$$\frac{1}{2} B(-40 \text{ dB}) \leq |F - F_0| \leq \frac{1}{2} B(-X \text{ dB})$$

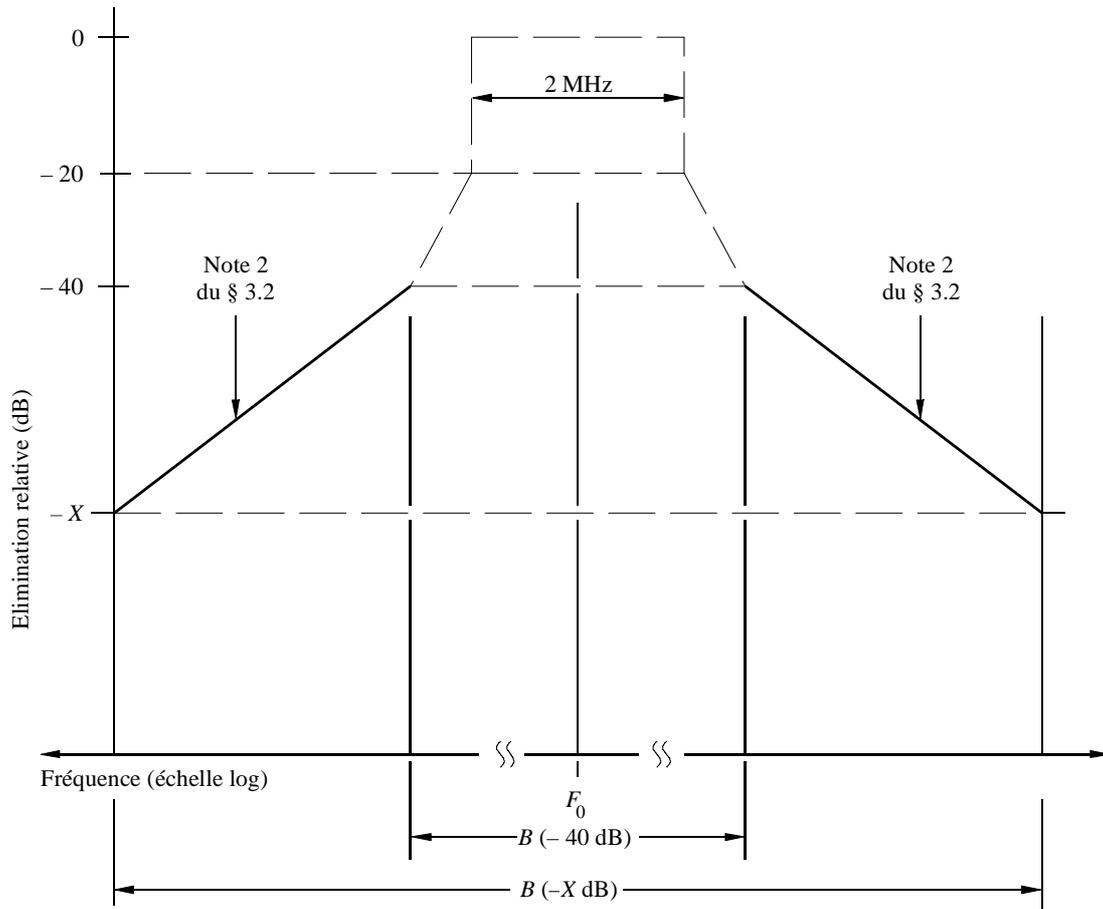
et:

$$B(-X \text{ dB}) = (10^a) B(-40 \text{ dB})$$

$$a = \frac{X - 40}{S}$$

FIGURE 2

Bande passante et niveau des émetteurs des radars profileurs de vent à 449 MHz



### 3.3 Caractéristiques de gain de l'antenne

Le centre du faisceau principal de l'antenne sera constamment positionné dans un cône de demi-angle d'ouverture de 20° à partir du zénith. Le niveau des lobes secondaires dans tous les azimuts n'excédera pas les valeurs suivantes:

Angle d'élévation (degrés)	Niveau des lobes secondaires (dBi)	
	Médian	Maximum
≥ 45	0	12
de 5 à 45	-5	7
≤ 5	-20	-8

### 3.4 Tolérance en fréquence des émetteurs

La tolérance en fréquence des émetteurs des radars profileurs de vent doit être meilleure que, ou égale à  $10 \times 10^{-6}$ .

### 3.5 Caractéristiques des récepteurs

La bande passante à -3 dB du récepteur pourrait être égale à celle de l'émetteur augmentée de 2 fois la tolérance en fréquence de l'émetteur définie au § 3.4. La bande passante à -60 dB du récepteur sera adaptée à celle de l'émetteur. La bande passante des récepteurs sera adaptée à chaque changement de la forme de l'impulsion émise. L'affaiblissement de la fréquence image en fréquence intermédiaire sera égal, au moins, à 50 dB. L'affaiblissement des autres réponses parasites sera égal, au moins, à 60 dB. Aucun oscillateur local des récepteurs des radars profileurs de vent n'émettra des rayonnements supérieurs à -40 dBm à l'entrée de l'antenne. La stabilité en fréquence des récepteurs sera adaptée, ou supérieure à celle des émetteurs associés.

### 3.6 Spécification concernant la compatibilité électromagnétique

Les radars profileurs de vent devront tolérer des brouillages par impulsions incohérentes de rapport cyclique inférieur à 1,5%, de niveau crête supérieur de 30 dB au niveau de bruit du récepteur à la sortie FI, sans dégradation de la qualité de fonctionnement.

### 3.7 Spécifications des appareils de mesure

Afin de coordonner l'exploitation des radars sur site, une mesure précise de la fréquence de fonctionnement ainsi que les mesures du temps de montée de l'impulsion et du degré d'occupation du spectre sont nécessaires. En conséquence, il faut disposer d'un appareil de mesure de la fréquence d'une précision de  $1 \times 10^{-6}$ , qui est suffisante, d'oscilloscopes et d'analyseurs de spectre adaptés à la mesure des paramètres temporels et fréquentiels pour vérifier la conformité avec les critères. Ces appareils de mesure auront un pouvoir séparateur de 10 kHz, au moins, pour faire des mesures dans la bande passante; hors de la bande passante, ils pourront avoir un pouvoir séparateur de 100 kHz (au-dessous de 1 GHz) et de 1 MHz (à et au-dessus de 1 GHz).

### 3.8 Puissance de sortie d'émetteur

La p.i.r.e. de crête des radars profileurs de vent fonctionnant à 449 MHz ne devra pas dépasser 110 dBm.

APPENDICE 2  
DE L'ANNEXE 1

## Mesures de champ aux alentours d'un radar profileur de vent fonctionnant à 482 MHz

### 4.1 Caractéristiques de système du radar profileur de vent:

Puissance en crête d'impulsion (kW)	16
Largeur d'impulsion ( $\mu$ s)	1,7
Période de répétition d'impulsion ( $\mu$ s)	100
Type d'antenne	Colinéaire coaxial
Dimension d'antenne ( $m^2$ )	169
Gain d'antenne (dBi)	32
Angle d'inclinaison d'antenne (degrés)	15
Positions de faisceau	5

### 4.2 Caractéristiques de mesure:

Hauteur d'antenne	10 m au-dessus du sol
Polarisation	Verticale et horizontale

### 4.3 Résultats des mesures

La Fig. 3 donne les valeurs du champ exprimées en dB( $\mu$ V/m) pour 50% des emplacements et 50% du temps dans le cas de six directions d'antenne différentes. Ces valeurs sont mesurées dans le plan horizontal en fonction de la distance. Douze valeurs du champ médian (indiquées par 12 lignes pointillées verticales du point d'essai MP 1 au point d'essai MP 7) ont été calculées sur la base des données de mesure enregistrées.

La tendance à la décroissance du champ a été calculée sur la base des résultats obtenus aux sept points d'essai et elle est illustrée sur la figure par une ligne continue. Cette courbe fait apparaître une mesure de décroissance du champ de 42 dB par décade de distance. Le diagramme montre donc que la mesure de cette décroissance du champ de 42 dB par décade correspond à la décroissance du champ de 40 dB par décade calculée dans le cas du service mobile qui utilise le modèle de propagation de Hata.

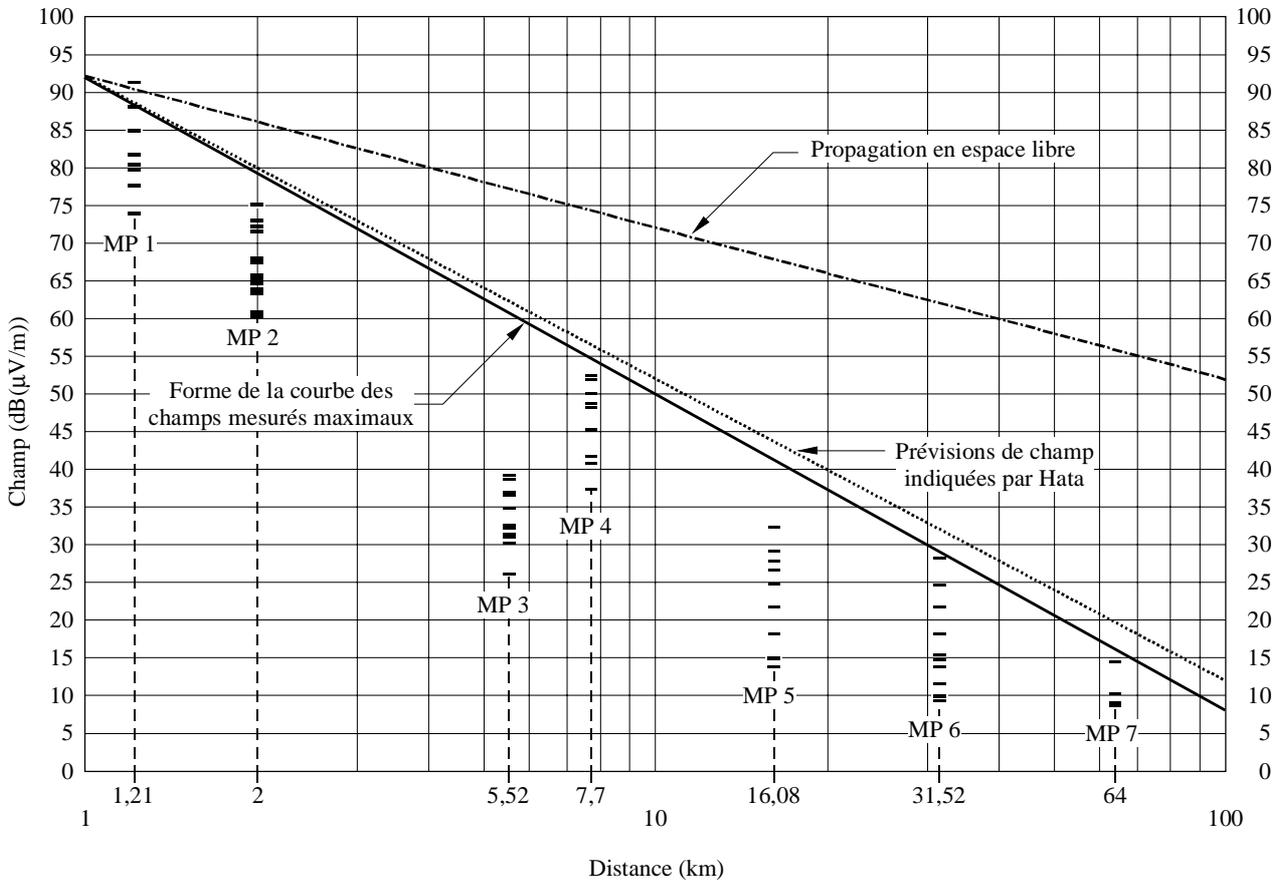
La Fig. 3 peut être utilisée pour évaluer la compatibilité radioélectrique entre un profileur de vent affecté au service de radiolocalisation et une zone de réception de télévision en lisant à vue la distance qui convient pour que soit admissible le champ brouilleur d'un radar profileur de vent.

### 4.4 Exemple de service de télévision brouillé par un radar profileur de vent

- champ de télévision minimal: 52 dB( $\mu$ V/m) (Rapport UIT-R BT.409 (Düsseldorf, 1990))
- rapport de protection (décalage d'une demi-ligne): 39 dB
- champ maximal du profileur de vent au point de réception:  $52 - 39 = 13$  dB( $\mu$ V/m)
- distance minimale au radar profileur de vent (Fig. 3): 70 km

NOTE 1 – L'exemple présent ne traite que du cas de protection de télévision pendant 50% du temps.

FIGURE 3  
Valeurs de champ mesurées à 482 MHz



Note 1 – Explications pour se servir de la Fig. 3.

