

## RECOMMANDATION UIT-R P.1146

**PRÉVISION DU CHAMP POUR LES SERVICES MOBILE TERRESTRE  
ET DE RADIODIFFUSION DE TERRE DANS LA GAMME  
DE FRÉQUENCES 1-3 GHz**

(Question UIT-R 210/3)

(1995)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) qu'il est nécessaire de fournir des directives pour la planification des services mobile terrestre et de radiodiffusion de Terre dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques pour toutes les conditions climatiques;
- b) que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications chargée d'étudier les attributions de fréquences dans certaines parties du spectre (Malaga-Torremolinos, 1992) (CAMR-92) a modifié les attributions de fréquences pour les services mobile terrestre et de radiodiffusion de Terre dans la gamme de fréquences 1-3 GHz;
- c) que de nouvelles études, et notamment la réévaluation des données de mesures disponibles, ont permis d'élaborer une méthode empirique de prévision du champ qui est facile à utiliser,

*notant*

- a) que la Recommandation UIT-R P.452 fournit des directives sur l'évaluation du brouillage de point à point entre stations situées à la surface de la Terre à des fréquences supérieures à 0,7 GHz environ;
- b) que la Recommandation UIT-R P.529 (s'appuyant sur les données mesurées dans des zones urbaines déterminées) fournit des directives sur la prévision du champ entre un point et une zone pour le service mobile terrestre dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques,

*recommande*

- 1** d'adopter la méthode de prévision du champ figurant dans l'Annexe 1 pour l'évaluation des services mobile terrestre et de radiodiffusion de Terre entre un point et une zone pour les fréquences comprises entre 1 et 3 GHz.

## ANNEXE 1

**1 Introduction**

La méthode de prévision est une méthode empirique basée sur une vaste base de données de mesures du champ et de l'affaiblissement de transmission sur les trajets. Elle est conçue de façon à obtenir le niveau de précision nécessaire pour la planification préliminaire des services mobile et de radiodiffusion fonctionnant sur les fréquences comprises entre 1 et 3 GHz, tout en limitant le volume des données à utiliser: données concernant le terrain et autres données nécessaires pour le calcul à ces fréquences. Il s'agit d'une technique «point à zone» qui fournit une prévision de la valeur médiane de la répartition spatiale du champ dans la zone sélectionnée. Elle donne également une estimation de la variation temporelle du signal dans les limites 1% à 99% du temps. Lorsqu'on dispose de données apportant une description plus complète et détaillée des trajets, la méthode de prévision décrite dans la Recommandation UIT-R P.452 permet de fournir une évaluation plus précise.

Comme la méthode de prévision est empirique, les résultats des prévisions les plus fiables sont obtenus lorsque la méthode est appliquée à des trajets et dans des conditions similaires aux trajets et aux conditions sur lesquels elle se

fonde. Les deux conditions suivantes peuvent être très différentes de celles qui sont considérées dans l'élaboration du modèle et il est possible qu'une autre Recommandation donne des résultats plus fiables:

- lorsque les antennes d'émission et de réception sont situées à une hauteur supérieure à environ 30 m au-dessus du sol et qu'il est nécessaire de disposer de prévisions des niveaux des signaux pendant moins de 5% du temps environ, le recours à la Recommandation UIT-R P.452 doit être préféré; ou
- lorsque les trajets ont des longueurs inférieures à environ 20 km et qu'ils passent dans des zones urbaines plus ou moins denses, le recours à la Recommandation UIT-R P.529 doit être préféré.

La méthode de prévision repose sur une suite d'événements qui affinent successivement la description du trajet de propagation, apportant par-là même une amélioration de la précision du résultat. Une description plus complète de la technique, des renseignements concernant sa précision et des commentaires généraux sur son application figurent dans l'Annexe 2.

Les paramètres décrits dans la présente Recommandation reposent sur la notion de champ; il est possible que certains utilisateurs préfèrent employer la notion d'affaiblissement de transmission. Les renseignements concernant la conversion du champ en affaiblissement de transmission en espace libre figurent dans la Recommandation UIT-R P.525 et sont résumés au § 3.1. De même, il est possible que les utilisateurs du service mobile préfèrent les termes «station de base» et «station mobile» aux termes «émetteur» et «récepteur». Afin d'éviter une répétition inutile, les termes «émetteur» et «récepteur» sont utilisés dans le texte de la présente Recommandation.

## 2 Définition des termes utilisés dans la présente Recommandation

- On suppose que le récepteur occupe une position quelconque dans un carré de 100 m de côté.
- La méthode donne une prévision de la valeur médiane du champ dans ce carré.
- La méthode de prévision donne une estimation de la variation temporelle attendue du champ sur une période d'un an et l'exprime en termes de pourcentage de temps.

## 3 Méthode de prévision

### 3.1 Séquence de corrections

La méthode de prévision est basée sur une série de courbes champ/distance, auxquelles est appliquée une séquence de corrections. La forme générale de la méthode peut s'exprimer comme suit:

$$E = E_d + K_1 + K_2 \quad \text{dB}(\mu\text{V/m}) \quad (1)$$

où:

$E$ : champ (dB( $\mu$ V/m)) pour une puissance apparente rayonnée (p.a.r.) de 1 kW

$E_d$ : champ à une distance de  $d$  km de l'émetteur

$K_1$ : correction portant sur l'angle de dégagement à l'emplacement du récepteur

$K_2$ : corrections portant sur les hauteurs des antennes.

Il est possible que d'autres corrections portant sur la variabilité spatiale soient appliquées pour un pourcentage de temps donné, et le résultat peut aussi être exprimé en termes d'affaiblissement de transmission.

La procédure étape par étape est la suivante:

#### 3.1.1 Champ non corrigé pour la catégorie de trajet, la distance et la fréquence requises

- a) Comme cela est décrit au § 3.2, pour la catégorie de trajet requise à 1 GHz et pour 1% du temps, obtenir le champ non corrigé pour la distance requise à partir des Fig. 1 à 5, ou à partir de l'Appendice 1, en effectuant une interpolation linéaire si c'est nécessaire.
- b) Répéter l'étape a) pour 3 GHz.
- c) Effectuer une interpolation linéaire entre les résultats de a) et b) pour obtenir le champ à la fréquence requise.
- d) Répéter la séquence a) à c) pour 50% et 99% du temps.

### 3.1.2 Correction portant sur l'angle de dégagement

Comme indiqué au § 3.3, si on connaît les angles de dégagement, on apportera la correction suivante:

- e) Appliquer la correction portant sur l'angle de dégagement pour 1 GHz et pour 1% du temps (valeur dans l'Appendice 2), en effectuant une interpolation linéaire si c'est nécessaire.
- f) Répéter l'étape e) pour 3 GHz.
- g) Effectuer une interpolation linéaire entre les résultats de e) et f) pour obtenir la correction à la fréquence requise.
- h) Répéter la séquence e) à g) pour 50% et 99% du temps.

A noter que la correction portant sur l'angle de dégagement n'est pas appliquée aux trajets de la catégorie 0 définis au § 3.2.

### 3.1.3 Corrections portant sur les hauteurs des antennes

- i) Comme indiqué au § 3.4, appliquer les corrections portant sur les hauteurs des antennes pour 1 GHz, pour la catégorie de couverture et les hauteurs (valeurs dans l'Appendice 3), en effectuant une interpolation linéaire si c'est nécessaire.
- j) Répéter l'étape i) pour 3 GHz.
- k) Effectuer une interpolation linéaire entre les résultats de i) et j) pour obtenir les corrections à la fréquence requise.

### 3.1.4 Valeurs corrigées du champ pour 1%, 50% et 99% du temps, pour la catégorie de trajet, la distance et la fréquence requises

- l) Pour 1% du temps, additionner le champ obtenu dans les étapes a) à c) et la correction portant sur l'angle de dégagement pour obtenir  $E_1$ .
- m) Pour 50% du temps, additionner le champ obtenu dans les étapes a) à c) et les corrections portant sur l'angle de dégagement et sur les hauteurs d'antennes pour obtenir  $E_{50}$ .
- n) Pour 99% du temps, additionner le champ obtenu dans les étapes a) à c) et les corrections portant sur l'angle de dégagement et sur les hauteurs d'antennes pour obtenir  $E_{99}$ .

### 3.1.5 Champ pour le pourcentage de temps requis

- p) Comme indiqué au § 3.5, utiliser  $E_1$  et  $E_{50}$  ou  $E_{50}$  et  $E_{99}$ , selon les cas, pour obtenir la prévision du champ  $E_T$  pour le pourcentage de temps requis.

### 3.1.6 Correction portant sur la variabilité spatiale

- q) Si c'est nécessaire, il est possible d'apporter une correction portant sur la variabilité spatiale à la valeur de  $E_T$ , comme le décrit le § 3.6.

### 3.1.7 Affaiblissement de propagation équivalent

- r) Si nécessaire, l'affaiblissement de propagation équivalent est donné par:

$$L_b = 199 - E_T + 20 \log f \quad \text{dB} \quad (2)$$

où:

$L_b$ : affaiblissement de propagation (dB)

$E_T$ : champ (dB( $\mu$ V/m)) pour une p.a.r. de 1 kW et pour le pourcentage de temps  $T$

$f$ : fréquence (GHz).

### 3.1.8 Valeurs par défaut

Il convient de souligner ce qui suit: dans cette méthode, on a besoin d'une quantité relativement modeste de données décrivant le trajet de propagation, mais l'évaluation requise à chaque étape du processus doit être effectuée en utilisant la totalité des informations disponibles. Cependant, certaines conditions par défaut sont suggérées, qui permettent de réduire ou d'éliminer le besoin de ces détails, afin de fournir une estimation sommaire des conditions de service et de brouillage.

Il est recommandé d'utiliser les conditions par défaut adéquates pour les calculs de brouillage lors de l'évaluation de la compatibilité entre services. Lorsque les résultats de ces évaluations indiquent qu'un problème de brouillage potentiel existe, il faut obtenir suffisamment de détails concernant les trajets pour permettre l'application de la Recommandation UIT-R P.452.

### 3.2 Courbes champ/distance

La décroissance du champ en fonction de la distance pour divers types de trajet est représentée sous forme de graphiques dans les Fig. 1 à 10, et sous forme de Tableaux dans l'Appendice 1. La rapidité de la décroissance dépend de la catégorie du trajet, définie de la façon suivante:

Catégorie 2: deux obstacles de terrain ou plus entre émetteur et récepteur

Catégorie 1: un obstacle de terrain entre émetteur et récepteur

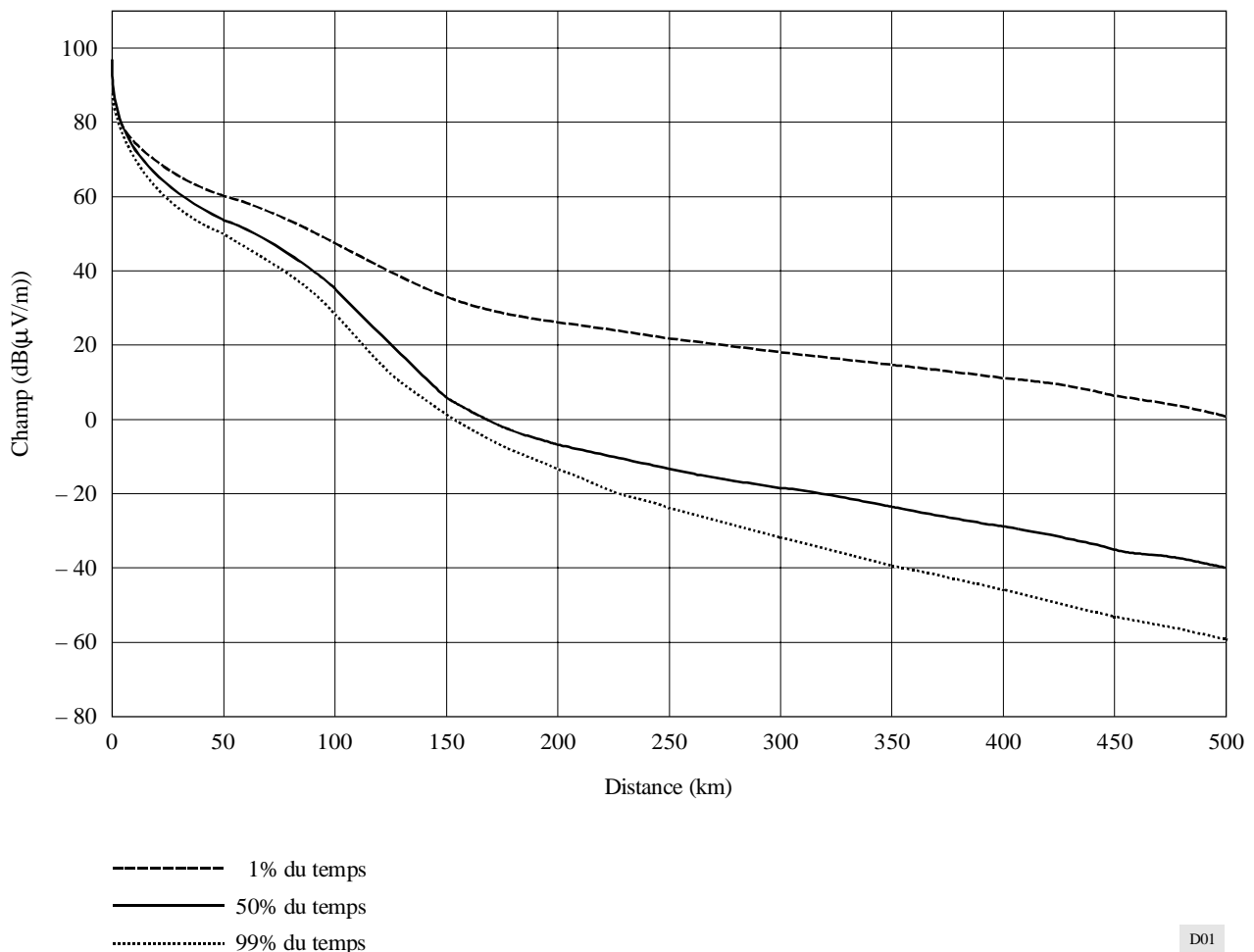
Catégorie 0: aucun obstacle de terrain entre émetteur et récepteur

Catégorie -1: trajet au-dessus de la mer (mer froide) (voir la Note 1)

Catégorie -2: trajet au-dessus de la mer (mer chaude, c'est-à-dire mers autres que les mers froides).

NOTE 1 – Mers, océans et autres vastes étendues d'eau «froide» (c'est-à-dire couvrant un disque d'au moins 100 km de diamètre) situés à des latitudes supérieures à 30° (à l'exception de la mer Méditerranée et de la mer Noire).

FIGURE 1  
Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
1 GHz (Catégorie 0)



L'appréciation du trajet de propagation nécessaire pour en déterminer la catégorie, se fait avec l'hypothèse que le rayon équivalent de la Terre vaut les 4/3 de sa valeur réelle, et dépend des renseignements disponibles concernant le terrain. Le nombre d'obstacles est égal au nombre de changements de pente d'une corde imaginaire tendue de l'antenne d'émission à l'antenne de réception au-dessus d'un profil.

La catégorie d'un trajet terrestre peut être déterminée au moyen de la procédure suivante:

- Catégorie 0: s'il n'y a pas d'obstacle entre émetteur et récepteur
- Catégorie 1: si l'horizon radioélectrique vu depuis l'émetteur et celui vu depuis le récepteur sont distants de 500 m **au plus**.
- Catégorie 2: si l'horizon radioélectrique vu depuis l'émetteur et celui vu depuis le récepteur sont distants de **plus de** 500 m.

FIGURE 2  
Champ (dB( $\mu$  V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
1 GHz (Catégorie 1)

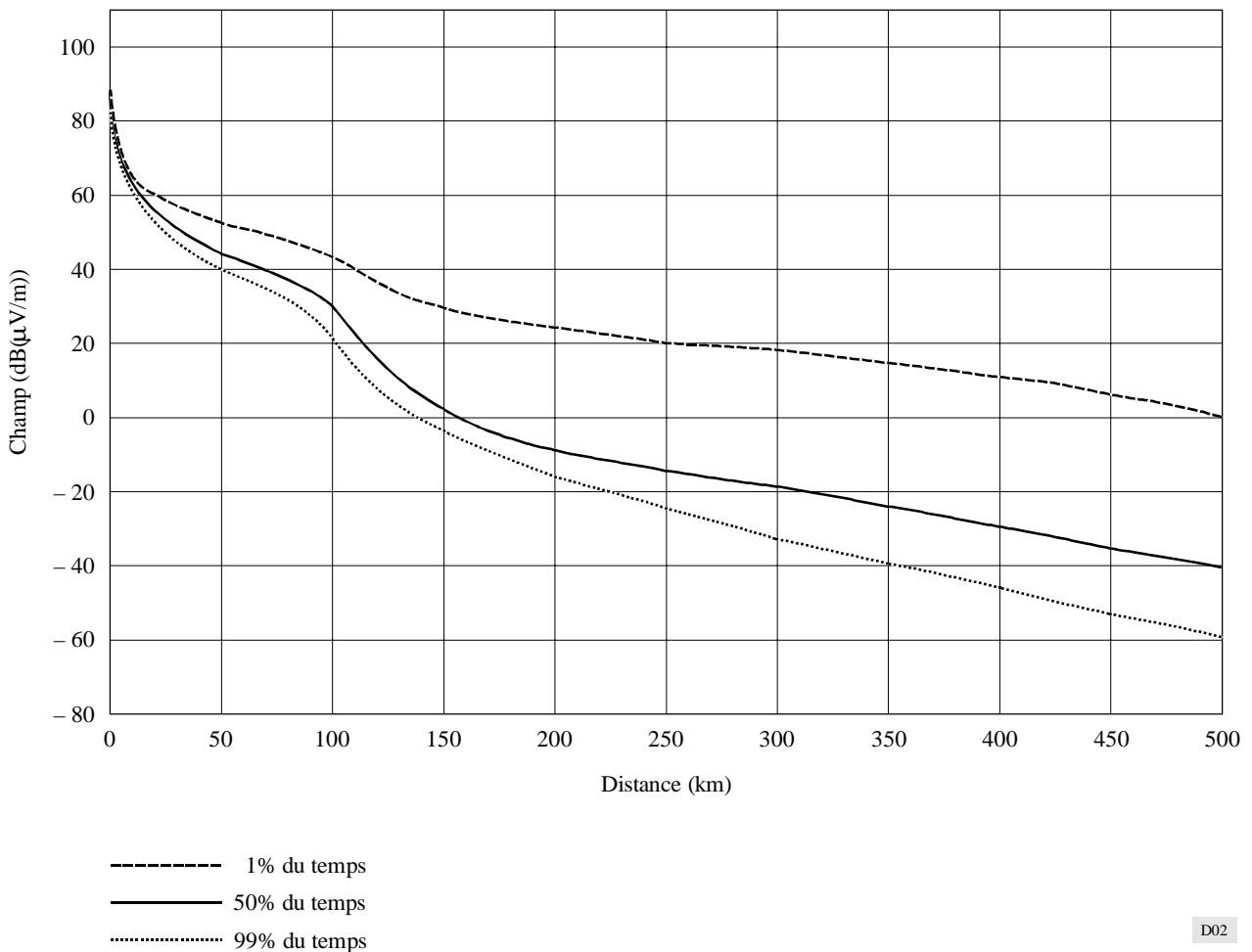
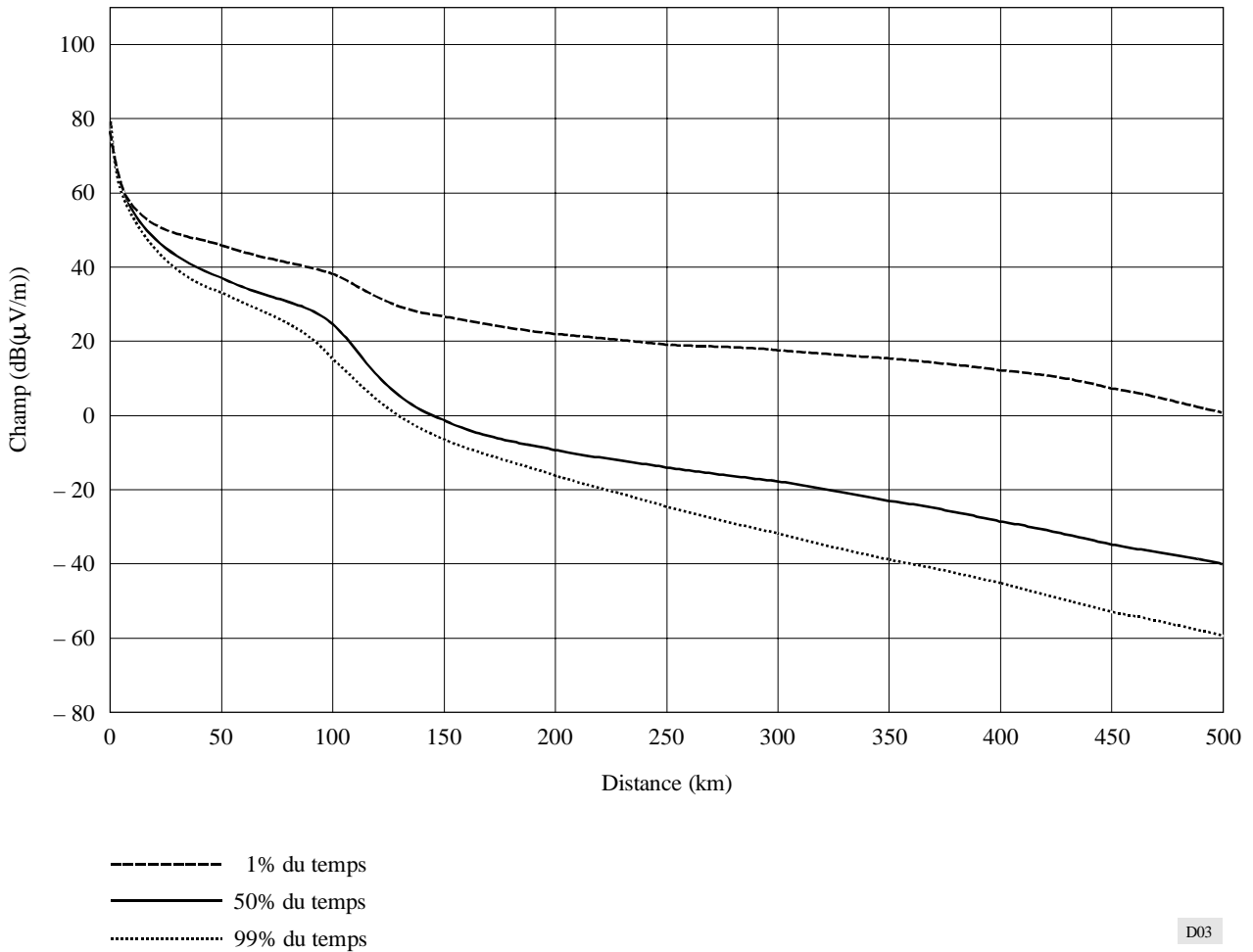


FIGURE 3  
 Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
 1 GHz (Catégorie 2)



D03

Des exemples sont donnés dans l'Annexe 3.

Par définition, un trajet au-dessus de la mer est tel qu'au moins 75% de la distance totale entre émetteur et récepteur est au-dessus de la mer, et que la surface de la mer est visible depuis l'une au moins des deux antennes situées aux extrémités du trajet.

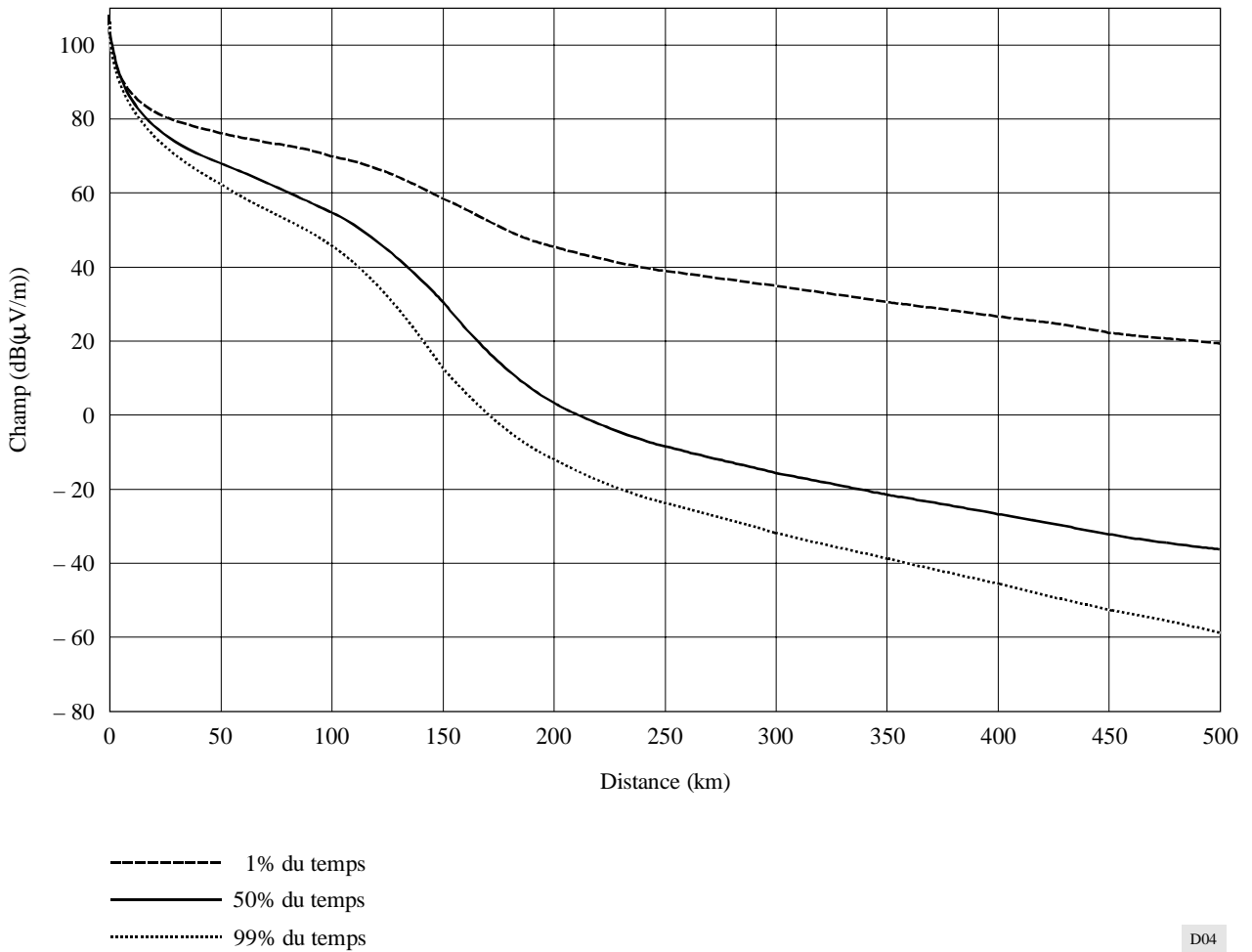
Lorsqu'on ne dispose pas de données concernant le terrain, ou qu'on ne peut pas les utiliser, et que seules les mesures de distance sont disponibles, il convient d'utiliser par défaut les catégories de trajet suivantes:

Pour la prévision d'un signal de service: Catégorie 2

Pour la prévision d'un signal brouilleur: Catégorie 0 (au-dessus des terres)

Catégorie -1 ou -2 (au-dessus de la mer).

FIGURE 4  
 Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
 1 GHz (Catégorie -1)



D04

### 3.3 Correction portant sur l'angle de dégagement (TCA: terrain clearance angle)

La correction TCA n'est pas appliquée aux trajets de la Catégorie 0, c'est-à-dire lorsque les antennes d'émission et de réception sont en visibilité directe.

Cette correction permet de quantifier l'influence du terrain le long du trajet de propagation depuis le récepteur jusqu'à 5 km de celui-ci. Elle affecte aussi bien l'amplitude du signal que sa variation temporelle. L'angle d'horizon est estimé à des distances allant jusqu'à 5 km (ou jusqu'à l'emplacement de l'émetteur, s'il est situé à moins de 5 km); cela est illustré par la Fig. 11, qui précise également la convention utilisée pour les signes. Les valeurs de la correction sont présentées sous forme de Tableaux dans l'Appendice 2.

Pour les valeurs d'angle de dégagement supérieures à  $+3^\circ$ , on utilisera la correction à  $+3^\circ$ .

Pour les valeurs d'angle de dégagement inférieures à  $-7^\circ$ , on utilisera la correction à  $-7^\circ$ .

La correction TCA est un élément important de la prévision, et chaque fois que c'est possible, l'angle de dégagement doit être déterminé de façon précise. Lorsqu'on ne peut pas le faire, on utilisera les valeurs par défaut suivantes pour fournir une évaluation rapide:

Pour la prévision d'un signal de service:  $-1,0^\circ$

Pour la prévision d'un signal brouilleur:  $+1,0^\circ$ .

FIGURE 5  
Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
1 GHz (Catégorie -2)

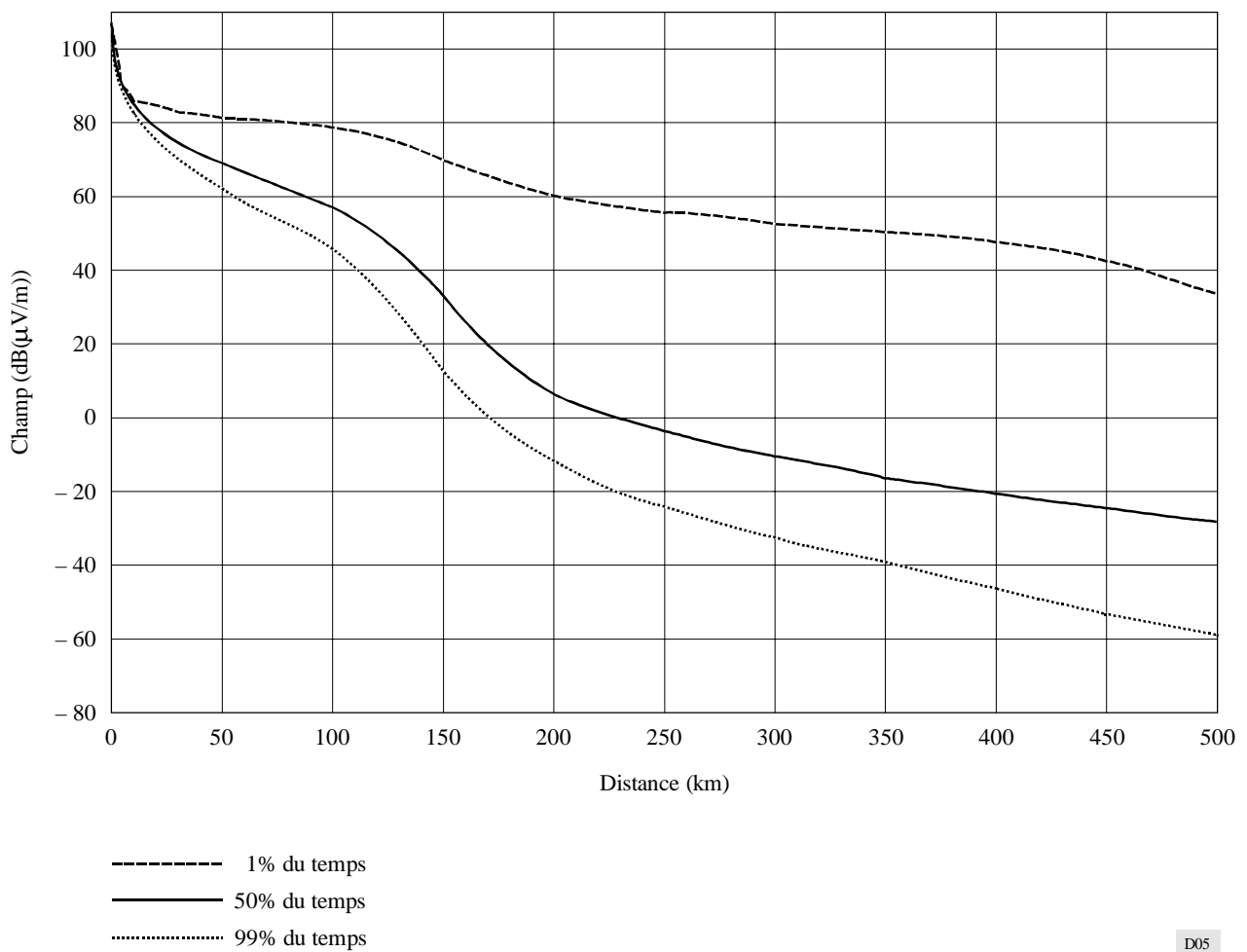
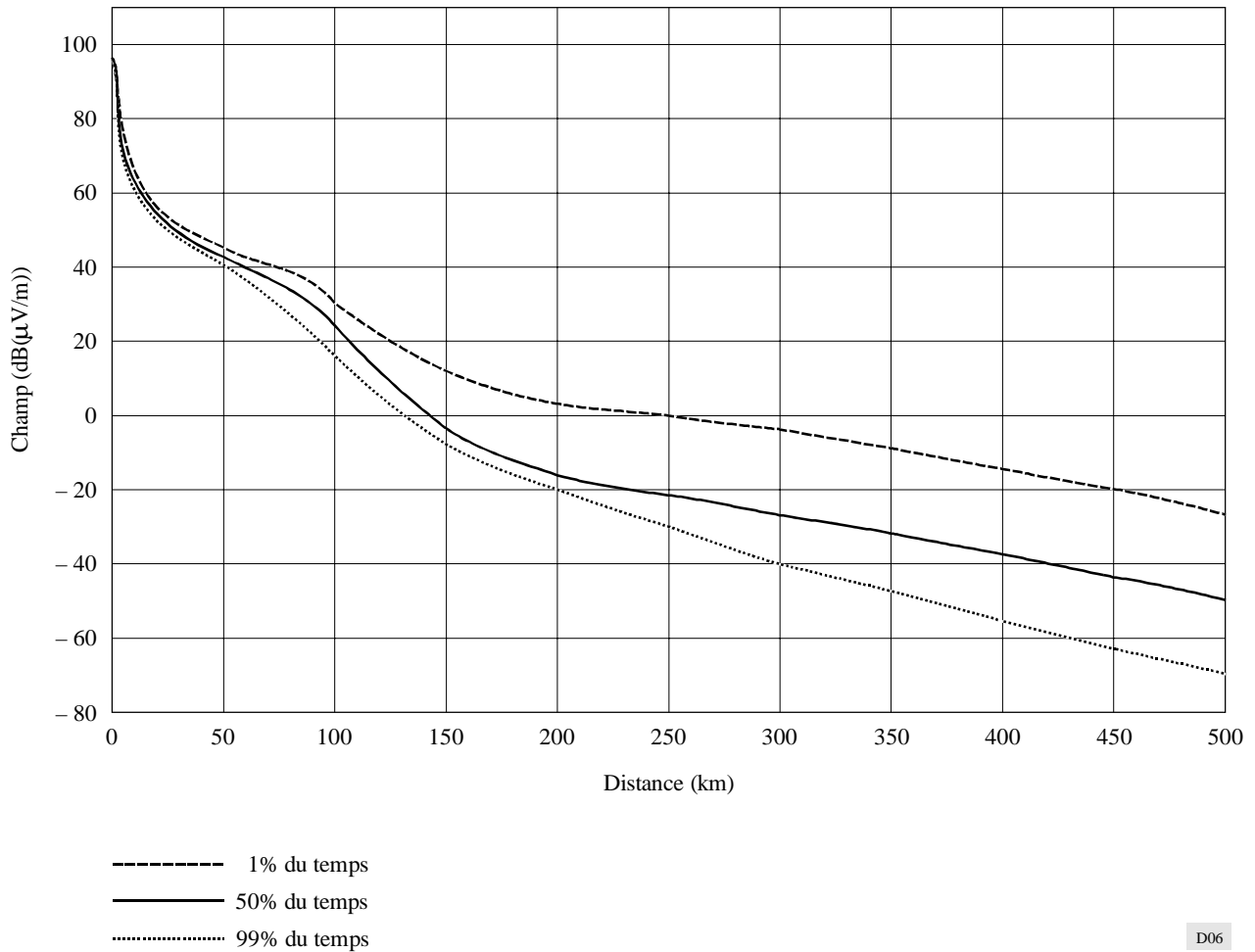




FIGURE 6  
 Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
 3 GHz (Catégorie 0)



### 3.4 Corrections portant sur les hauteurs des antennes

Les corrections portant sur les hauteurs des antennes ne s'appliquent qu'aux résultats de prévision pour 50% et 99% du temps.

Les corrections à appliquer pour tenir compte des changements de hauteur de l'antenne de réception sont présentées sous forme de Tableau dans l'Appendice 3 pour quatre catégories de couverture du sol:

Catégorie de zone	Hauteur de référence (m au-dessus du sol)
Rurale ou nue	10
Suburbaine	10
Urbaine ou boisée	15
Urbaine dense	30

La hauteur de référence est une hauteur représentative de la couverture du sol, à l'exception de la catégorie «rurale», où une valeur de 10 m est prise par hypothèse.

La correction est également appliquée à l'extrémité d'émission du trajet dans les cas où l'antenne d'émission est située à une hauteur inférieure ou égale à la hauteur de référence correspondant à la catégorie de couverture du sol.

Dans le cas de récepteurs mobiles ou portatifs utilisés dans des zones bâties, où on dispose de renseignements concernant l'orientation des routes par rapport au trajet de propagation, on opérera de la façon suivante. Si l'angle dans le plan horizontal entre la route et le trajet de propagation est inférieur à  $20^\circ$  et si l'antenne de réception est située à une hauteur inférieure à celle de la couverture du sol, on utilisera pour la correction la catégorie de couverture du sol immédiatement inférieure; par exemple, dans une zone «urbaine dense», on apportera la correction correspondant à une zone «urbaine».

FIGURE 7  
Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
3 GHz (Catégorie 1)

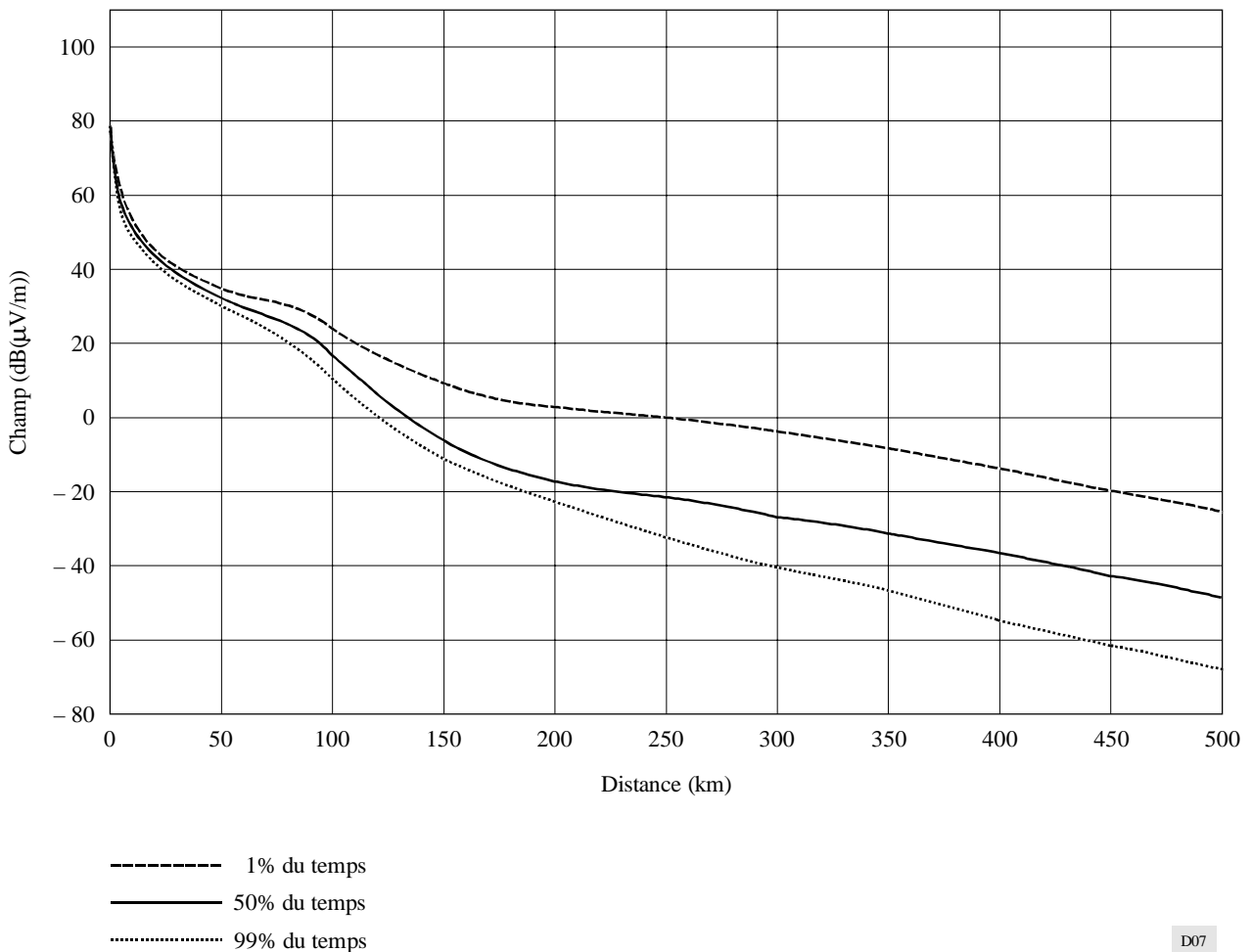
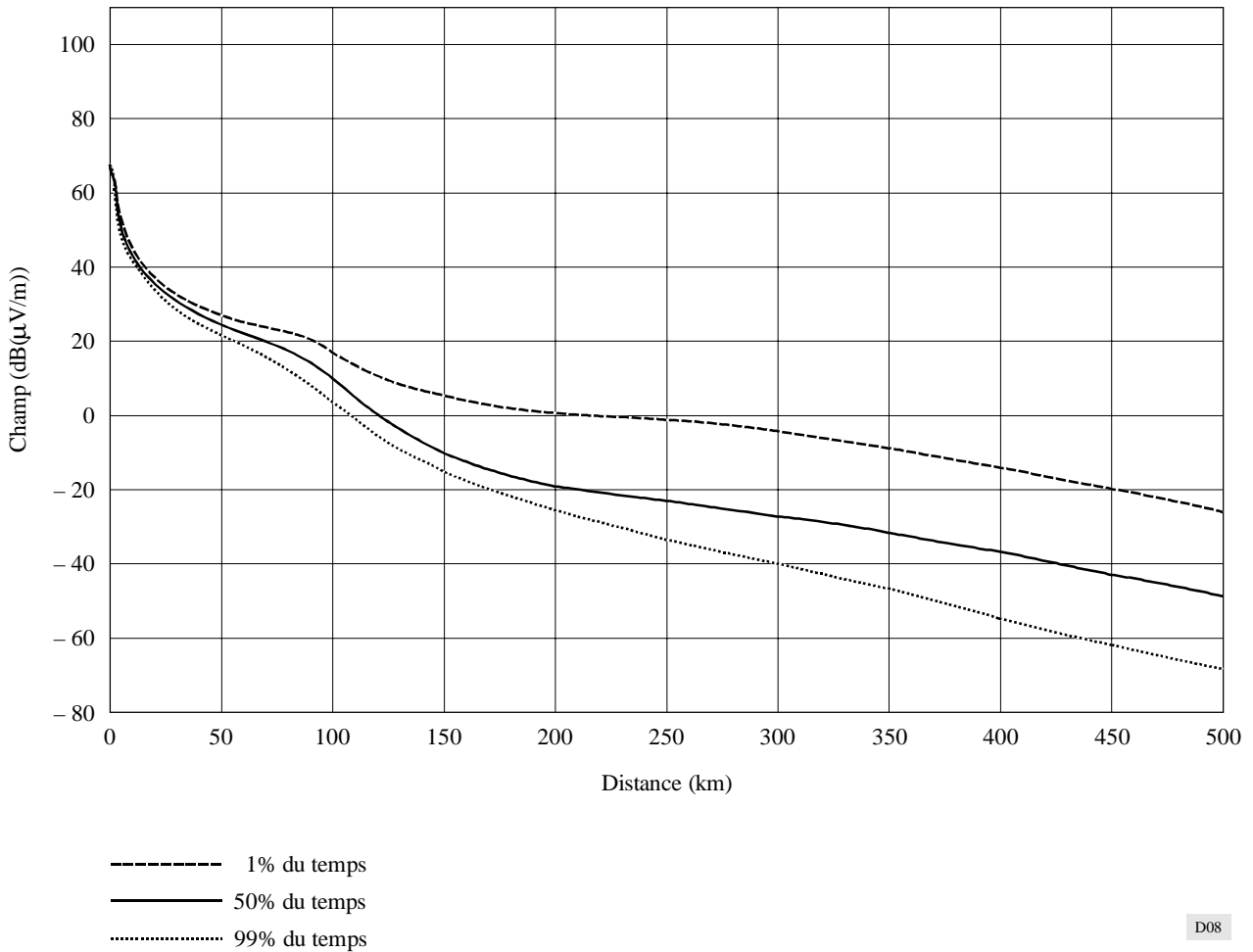


FIGURE 8  
 Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
 3 GHz (Catégorie 2)



D08

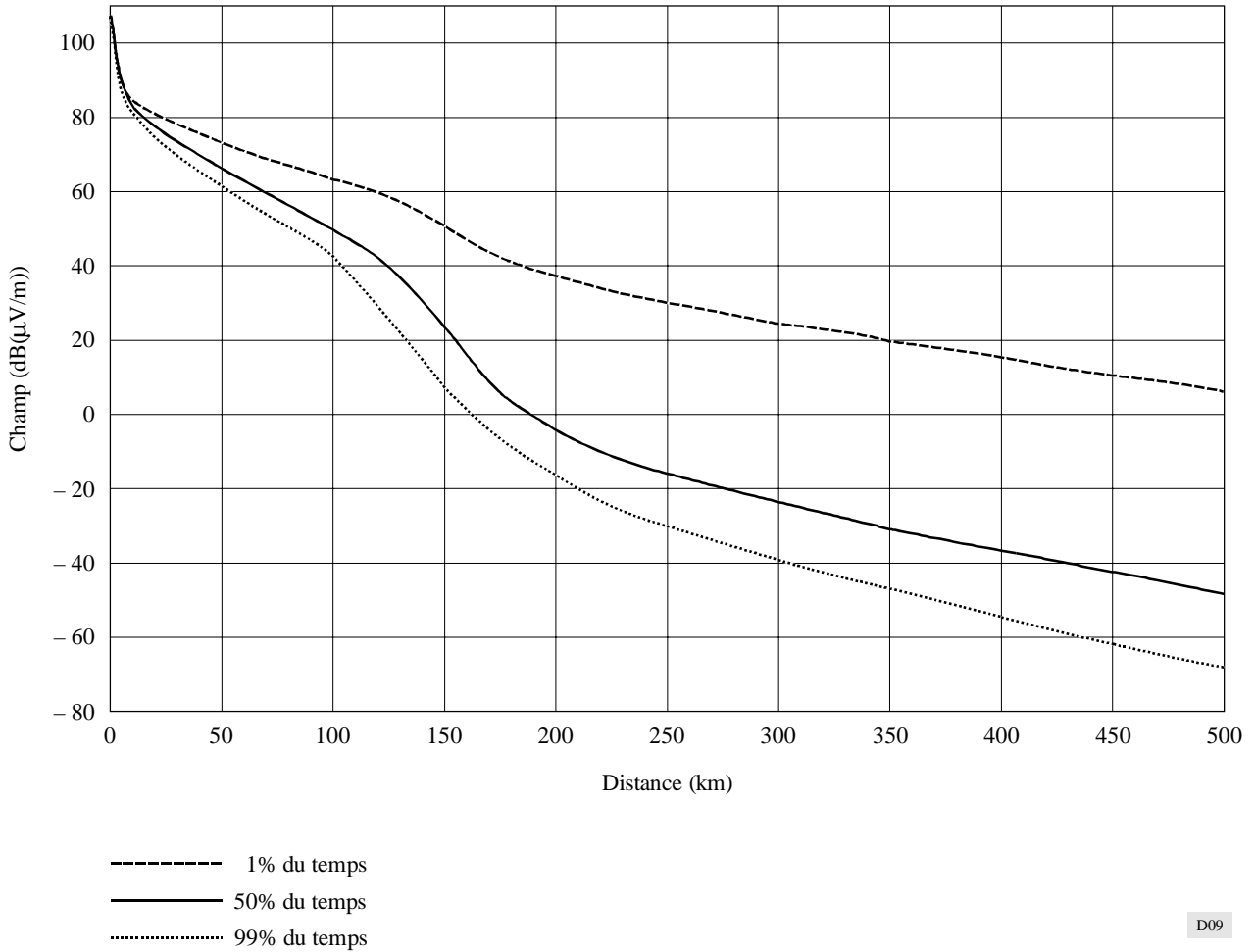
En l'absence d'informations précises, on appliquera les conditions par défaut suivantes. Pour la prévision:

- des zones de service pour le service mobile: antenne de réception à 1 m au-dessus du sol
- du brouillage pour le service mobile: antenne de réception à la hauteur de référence de la couverture du sol
- des zones de service pour la radiodiffusion: antenne de réception à 10 m au-dessus du sol
- du brouillage pour le service de radiodiffusion: antenne de réception à la hauteur de référence de la couverture du sol.

Dans tous les cas ci-dessus, on prendra 30 m comme valeur de la hauteur de l'antenne d'émission au-dessus du sol, dans les cas où cette hauteur est inférieure à 30 m.

Lorsqu'on ne dispose pas d'informations concernant la couverture du sol, on utilisera la catégorie «rurale».

FIGURE 9  
 Champ (dB( $\mu$ V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée  
 3 GHz (Catégorie -1)



D09

### 3.5 Prévision de la variation temporelle

Le champ pour  $T\%$  du temps,  $E_T$ , est obtenu de la façon suivante:

$$E_T = E_{50} + M \sigma_L \quad \text{pour } 1 < T < 50 \quad (3)$$

$$E_T = E_{50} + M \sigma_H \quad \text{pour } 50 < T < 99 \quad (4)$$

où:

$$\sigma_L = \frac{E_1 - E_{50}}{2,33} \quad \text{dB} \quad (5)$$

et:

$$\sigma_H = \frac{E_{50} - E_{99}}{2,33} \quad \text{dB} \quad (6)$$

et:

$\sigma_L$ : écart type entre 1% et 50% du temps

$\sigma_H$ : écart type entre 50% et 99% du temps

$E_1$ : champ prévu pour 1% du temps

$E_{50}$ : champ prévu pour 50% du temps

$E_{99}$ : champ prévu pour 99% du temps.

$E_1$ ,  $E_{50}$  et  $E_{99}$  sont obtenus selon les indications des § 3.2 à 3.4 comme expliqué dans les § 3.1.1 à 3.1.4, et  $M$  est donné par la Fig. 12.

Si  $E_{50} > E_1$ , on obtient les nouvelles valeurs pour  $E_1$ ,  $\sigma_L$  et  $E_T$ :

$$E_1 = E_{50} + 2,33 \sigma_H \tag{7}$$

$$\sigma_L = \sigma_H \tag{8}$$

$$E_T = E_{50} + M \sigma_L \tag{9}$$

FIGURE 10  
**Champ (dB( $\mu$  V/m)) pour 1 kW de puissance apparente rayonnée**  
 3 GHz (Catégorie -2)

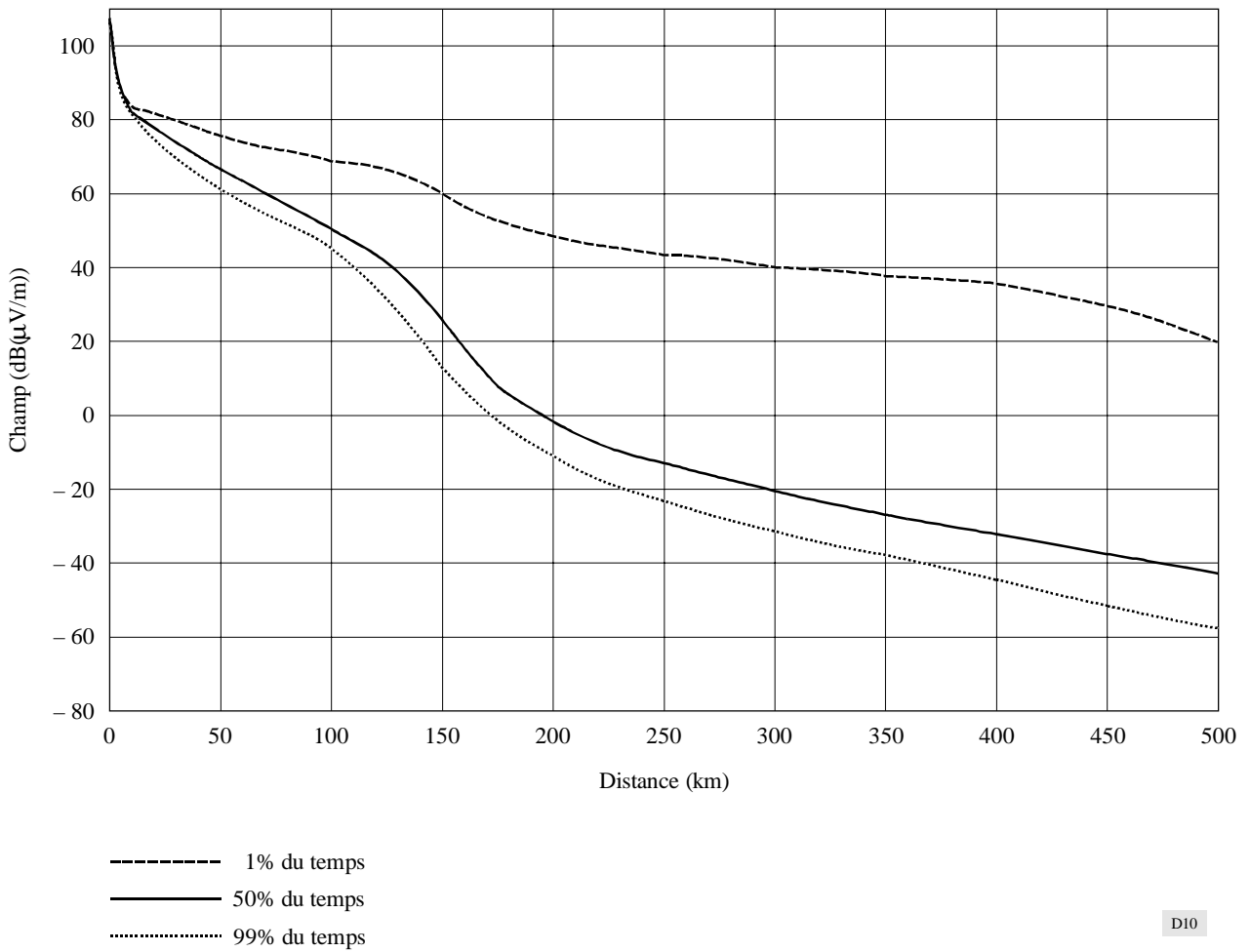
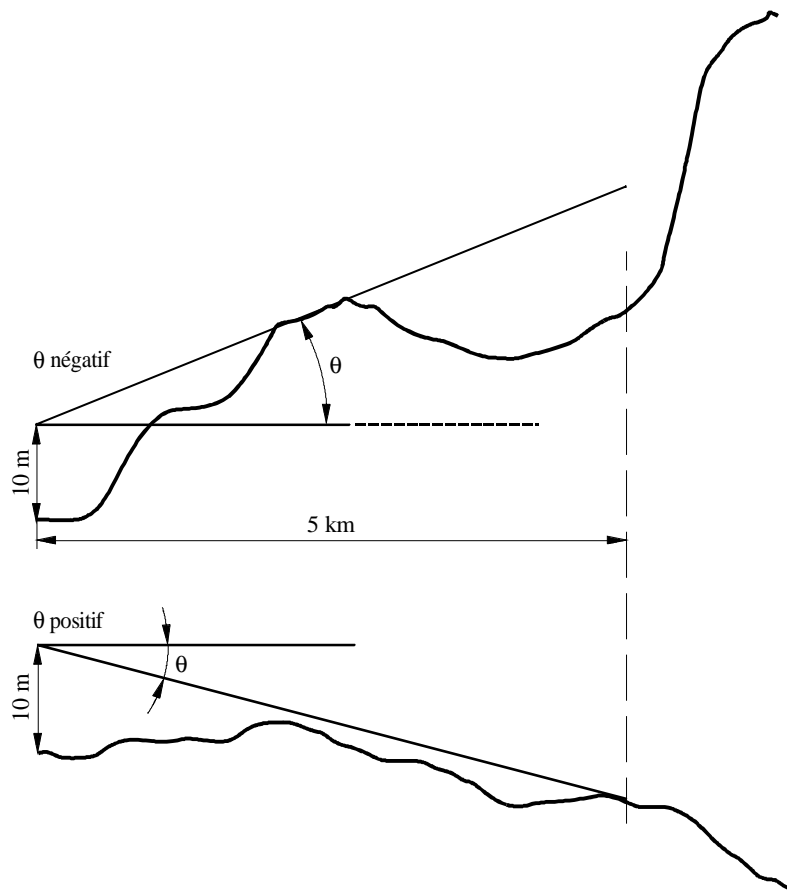


FIGURE 11  
Angle de dégagement



### 3.6 Variabilité spatiale dans le carré de 100 m de côté

Le champ pour  $X\%$  de la surface,  $E_X$ , est obtenu de la façon suivante:

$$E_X = E_T + M \sigma \quad (10)$$

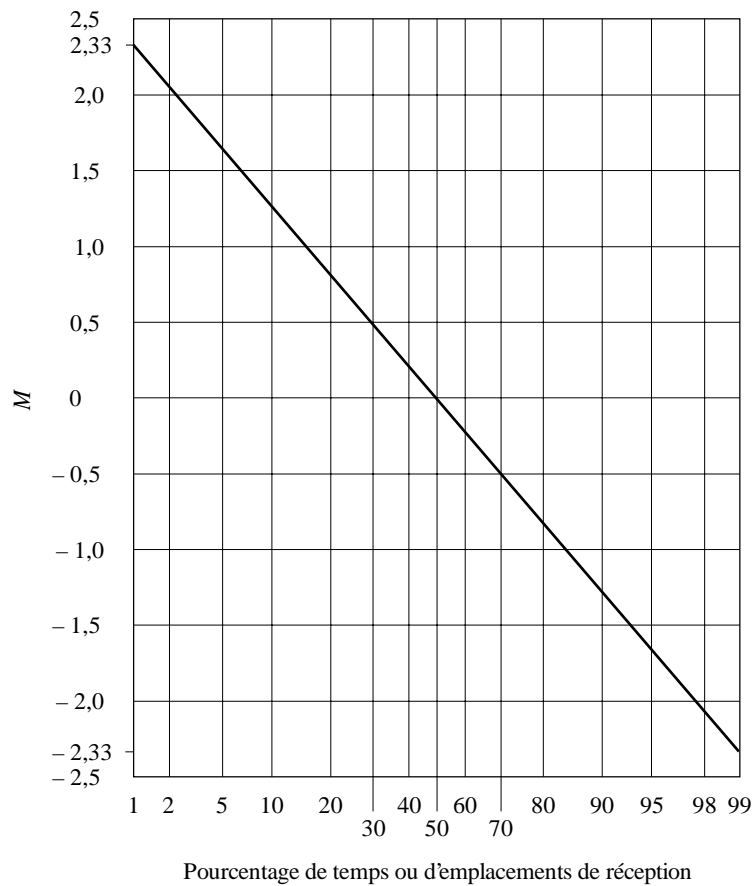
où  $\sigma$  est donné dans le Tableau 1 et  $M$  est obtenu à partir de la Fig. 12.

TABLEAU 1

Fréquence (GHz)	Polarisation H/V	Couverture du sol (catégorie de zone)	Ecart type, $\sigma$ (dB)
1,0	V	Rurale	6,0
1,0	H	Rurale	6,8
1,0	V	Suburbaine	7,9
1,0	H	Suburbaine	9,2
1,0	H/V	(1)	7,0
3,0	V	Rurale	7,1
3,0	H	Rurale	7,1
3,0	V	Suburbaine	11,4
3,0	H	Suburbaine	11,2
3,0	H/V	(1)	9,4

(1) Emplacements dégagés dans des zones suburbaines.

FIGURE 12



APPENDICE 1  
DE L'ANNEXE 1

**Tableaux champ/distance**

Les valeurs figurant dans les tableaux ci-dessous sont les valeurs du champ (dB( $\mu$ V/m)) pour une puissance apparente rayonnée de 1 kW.

CATÉGORIE 0 (pas d'obstacle de terrain)

Distance (km)	1 GHz			3 GHz		
	1% du temps	50% du temps	99% du temps	1% du temps	50% du temps	99% du temps
1	96	96	96	96	96	96
2	90	90	90	90	90	90
3	85,5	85,5	85,5	81,5	81,5	81,5
4	82,5	82,5	82,5	77,5	77,5	77,5
5	80	80	80	74	74	74
6	78	78	78	70,5	70,5	70,5
7	77	77	77	68	68	68
8	76	76	76	66	66	66
9	75	75	75	64	64	64
10	75	74	72	63	62	60,5
20	70	66	62,5	56	54	52,5
30	65,5	61	56,5	51	49	47
40	62,5	57	52,5	47,5	45	43,5
50	60	53,5	50	45	42	40
60	58	51	46	42	39	36,5
70	56	48	42,5	40	36	31,5
80	53	44	38,5	38,5	33,5	27
90	50	40	34	35,5	29,5	21,5
100	47,5	35	28	30,5	24	16,5
125	39,5	19,5	11,5	20,5	9	2,5
150	33	5,5	1	12,5	-3	-7,5
175	28,5	-2,5	-7,5	7	-11	-14,5
200	26	-7	-13,5	4	-16	-20
225	23,5	-10,5	-20	2	-19	-25,5
250	21,5	-13,5	-24	0,5	-21,5	-30,5
275	19,5	-16,5	-28,5	-2	-24	-35,5
300	18	-18,5	-32	-4	-27	-40
325	16,5	-21	-36	-6	-29	-43,5
350	14,5	-23,5	-39,5	-8,5	-31,5	-47
375	13	-26	-42	-11	-34	-50,5
400	11	-29	-45,5	-13,5	-36,5	-54,5
425	9,5	-31,5	-49	-16,5	-39,5	-58
450	6,5	-35	-52,5	-19,5	-42,5	-61,5
475	4	-37	-56	-22	-45	-65
500	0,5	-40	-59	-25,5	-48,5	-68



## CATÉGORIE 1 (un obstacle de terrain)

Distance (km)	1 GHz			3 GHz		
	1% du temps	50% du temps	99% du temps	1% du temps	50% du temps	99% du temps
1	86	86	86	78	78	78
2	80	80	80	72	72	72
3	75	75	75	66	66	66
4	72	72	72	62	62	62
5	69	69	69	58	58	58
6	67	67	67	56	56	56
7	66	66	66	55	55	55
8	64,5	64,5	64,5	53	53	53
9	63	63	63	52	52	52
10	63	62	61	52	51	49
20	59,5	55	52	45	43	41
30	56,5	50,5	46	40,5	38,5	36,5
40	54	47	42,5	37	35	33
50	51,5	43,5	39,5	34,5	32	29,5
60	50,5	41,5	36,5	32,5	29,5	27
70	48,5	39,5	35	31	27	24
80	46,5	37	31,5	30	25	20
90	44,5	34	27,5	27,5	21,5	15,5
100	43	30	21	23,5	16,5	10
125	34,5	12	4,5	15	3,5	-2,5
150	29,5	2	-3,5	9	-6,5	-11,5
175	26	-5	-10	4,5	-13,5	-18
200	24	-8,5	-15,5	2,5	-17,5	-23
225	22	-11,5	-20	1	-20	-28
250	20	-14	-24	0	-22	-32,5
275	19	-16,5	-28,5	-2	-24	-37
300	18	-18,5	-32	-4	-27	-41
325	16,5	-21	-36	-6	-29	-43,5
350	14,5	-23,5	-39,5	-8,5	-31,5	-47
375	13	-26	-42	-11	-34	-50,5
400	11	-29	-45,5	-13,5	-36,5	-54,5
425	9,5	-31,5	-49	-16,5	-39,5	-58
450	6,5	-35	-52,5	-19,5	-42,5	-61,5
475	4	-37	-56	-22	-45	-65
500	0,5	-40	-59	-25,5	-48,5	-68

## CATÉGORIE 2 (deux obstacles de terrain ou plus)

Distance (km)	1 GHz			3 GHz		
	1% du temps	50% du temps	99% du temps	1% du temps	50% du temps	99% du temps
1	77	77	77	67	67	67
2	71	71	71	61	61	61
3	66	66	66	56	56	56
4	63	63	63	52	52	52
5	61	61	61	50	50	50
6	59	59	59	48	48	48
7	58	58	58	47	47	47
8	56,5	56,5	56,5	46	46	46
9	55	55	55	45	45	45
10	55	54	53	44	43	41
20	51,5	47,5	44,5	37	35,5	33,5
30	49	43	39	33	31	28
40	47	39	35	29	27	24,5
50	45,5	36,5	32,5	27	24,5	21,5
60	43,5	34	30	25	22	19
70	42	31,5	27	23,5	19,5	16
80	41	30	24,5	22,5	17,5	12
90	39,5	28	20,5	20,5	14,5	8
100	38	24,5	15	17	10	3,5
125	30	6	1	9,5	-2	-7,5
150	26,5	-1,5	-6,5	5,5	-10	-15
175	24	-7	-12	2,5	-15,5	-21
200	22	-10	-16,5	1	-19	-25,5
225	21	-12	-21	0	-21	-29,5
250	19,5	-14,5	-24,5	-1	-23	-33,5
275	19	-16,5	-28,5	-2	-25	-37
300	18	-18,5	-32	-4	-27	-40
325	16,5	-21	-36	-6	-29	-43,5
350	14,5	-23,5	-39,5	-8,5	-31,5	-47
375	13	-26	-42	-11	-34	-50,5
400	11	-29	-45,5	-13,5	-36,5	-54,5
425	9,5	-31,5	-49	-16,5	-39,5	-58
450	6,5	-35	-52,5	-19,5	-42,5	-61,5
475	4	-37	-56	-22	-45	-65
500	0,5	-40	-59	-25,5	-48,5	-68

CATÉGORIE -1 (trajet au-dessus d'une mer froide, par exemple nord-ouest de l'Europe)

Distance (km)	1 GHz			3 GHz		
	1% du temps	50% du temps	99% du temps	1% du temps	50% du temps	99% du temps
1	107	107	107	107	107	107
2	100	100	100	100	100	100
3	97	97	97	97	97	97
4	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5
5	89	89	89	89	89	89
6	88	88	88	88	88	88
7	87,5	87,5	87,5	86,5	86,5	86,5
8	87	87	87	85	85	85
9	86	86	86	84	84	84
10	86	85	82,5	84	83	81,5
20	82,5	78	75,5	81	78	74,5
30	79,5	74	70	78,5	74	69,5
40	77,5	70	66	75,5	70	65,5
50	76,5	68	62	73	66	61,5
60	75	65	58	71	63	57
70	73,5	62,5	55,5	69	59,5	54
80	72,5	60	52,5	66,5	56	50
90	71	57,5	49,5	65	53	47
100	70	55	46	63	49,5	42,5
125	65,5	45,5	32,5	58,5	40,5	26
150	58,5	30,5	12,5	50,5	23,5	7
175	51,5	13,5	-2,5	42	5	-7
200	46	3	-11,5	37	-4,5	-16,5
225	42,5	-3	-19,5	33	-11,5	-25
250	39,5	-8	-24	29,5	-16	-30
275	37	-12	-28,5	27	-20	-34,5
300	34	-15,5	-32	24	-24	-39,5
325	32	-18,5	-36	22	-27,5	-43,5
350	30	-21,5	-38,5	19	-31	-47
375	28	-24	-42	17	-34	-50,5
400	26,5	-26,5	-45,5	15	-36,5	-54,5
425	24,5	-29	-49	12	-39,5	-58
450	22,5	-31,5	-52,5	10	-42,5	-61,5
475	21	-34	-56	8	-45	-65
500	19,5	-36	-59	5,5	-48,5	-68

## CATÉGORIE -2 (trajet au-dessus d'une mer chaude, par exemple mer Méditerranée)

Distance (km)	1 GHz			3 GHz		
	1% du temps	50% du temps	99% du temps	1% du temps	50% du temps	99% du temps
1	107	107	107	107	107	107
2	100	100	100	100	100	100
3	97	97	97	97	97	97
4	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5
5	89	89	89	89	89	89
6	88	88	88	88	88	88
7	87,5	87,5	87,5	86,5	86,5	86,5
8	87	87	87	85	85	85
9	86	86	86	84	84	84
10	85,5	85	82,5	84	83	82,5
20	85	78,5	75,5	82,5	78,5	75,5
30	83	75	70	80,5	74,5	70
40	82	71	66	78	71	66
50	81,5	69	62	76,5	67	62
60	81	66,5	58	75	64,5	58
70	80,5	64	55,5	73	60,5	55,5
80	80	61,5	52,5	72	57,5	52,5
90	79,5	59,5	49,5	71	54,5	49,5
100	79	57	46	69,5	51	46
125	75,5	48	32,5	66,5	42	32,5
150	70	33	12,5	59,5	25,5	12,5
175	64,5	16,5	-2,5	52	7	-2,5
200	60	6	-11,5	48	-2,5	-11,5
225	57,5	0,5	-19,5	45	-9,5	-19,5
250	55,5	-4	-24	43	-13,5	-24
275	54,5	-7,5	-28,5	41,5	-17,5	-28,5
300	52,5	-10,5	-32	39,5	-21	-32
325	51,5	-13	-36	38,5	-24,5	-36
350	50,5	-16	-38,5	37	-27,5	-38,5
375	49,5	-18	-42	36	-30,5	-42
400	48	-20	-45,5	35	-33	-45,5
425	46	-22	-49	32	-35,5	-49
450	43	-24	-52,5	29	-38,5	-52,5
475	38,5	-26	-56	24,5	-41	-56
500	33,5	-28	-59	19	-44	-59

APPENDICE 2  
DE L'ANNEXE 1

**Correction portant sur l'angle de dégagement**

La correction (dB) n'est pas appliquée aux trajets de la Catégorie 0.

Angle (degrés)	1 GHz			3 GHz		
	1% du temps	50% du temps	99% du temps	1% du temps	50% du temps	99% du temps
-7,0	-16	-23,5	-30	-22	-32,5	-37
-6,5	-15,5	-22,5	-29,5	-22	-32	-36,5
-6,0	-15	-22	-28,5	-21,5	-31,5	-36,5
-5,5	-14	-21	-28	-21	-31	-36
-5,0	-13,5	-20	-27	-20,5	-30	-35,5
-4,5	-13	-19	-25,5	-19,5	-29	-34,5
-4,0	-12	-18	-24	-18,5	-28	-33,5
-3,5	-11	-17	-22	-17	-26,5	-32,5
-3,0	-10	-15,5	-19,5	-16,5	-25	-31
-2,5	-9	-13,5	-16	-15	-23,5	-29,5
-2,0	-7,5	-11,5	-13	-13,5	-21,5	-27
-1,5	-6	-9,5	-10	-11	-18	-23,5
-1,0	-4	-6	-6	-8	-13,5	-16,5
-0,5	-2	-3	-3	-4	-6	-6
0,0	0	0	0	0	0	0
+0,5	+2	+2	+2	+2,5	+2,5	+2,5
+1,0	+4	+4	+4	+4,5	+4,5	+4,5
+1,5	+5	+5	+5	+6	+6	+6
+2,0	+6,5	+6,5	+6,5	+7,5	+7,5	+7,5
+2,5	+7,5	+7,5	+7,5	+9	+9	+9
+3,0	+8,5	+8,5	+8,5	+10	+10	+10



## ANNEXE 2

**Informations générales****1 Concept de base de la méthode de prévision**

La méthode est basée sur une série de courbes champ/distance «de consultation» obtenues à partir de dizaines de milliers de mesures, qui identifient les facteurs suivants, importants pour déterminer la répartition du champ:

- la longueur du trajet de propagation;
- le nombre d'obstacles de terrain, le cas échéant;
- l'«exposition» de la zone de réception par rapport aux obstacles de terrain sur le trajet de propagation depuis le récepteur jusqu'à 5 km de celui-ci;
- l'environnement des antennes d'émission et de réception ainsi que la hauteur à laquelle elles sont situées par rapport à la couverture du sol dans le voisinage immédiat, le long du trajet de propagation;
- l'amplitude des variations troposphériques et autres sur le trajet qui conduisent à des variations temporelles, et la nécessité de quantifier la répartition temporelle du signal;
- d'autres facteurs, par exemple la polarisation, la propagation par trajets multiples, le type d'antenne de réception.

Afin de minimiser le volume des données nécessaires concernant les trajets, une approche du type point à zone a été adoptée et, de même que pour des méthodes similaires, le principe de réciprocité n'est pas respecté. Bien qu'on ait besoin d'un volume relativement modeste de données sur les trajets, il est reconnu que ces besoins eux-mêmes risquent de ne pouvoir être satisfaits dans les cas où une évaluation sommaire est requise. La présente Recommandation stipule des conditions par défaut pour répondre à ces besoins, mais il faut savoir qu'elles ne visent à fournir qu'une première approximation.

Avec une méthode point à zone, il est important d'énoncer clairement la portée de chaque prévision. Des normes définissant les variations spatiales et temporelles du champ prévu sont décrites.

**2 Éléments de la méthode de prévision**

La décision prise pour classer les trajets suivant le nombre d'obstacles du terrain semble simple; ce nombre peut être interprété comme le nombre de changements de pente d'une corde imaginaire tendue entre les antennes des deux extrémités. Cependant, le processus dépend de la nature des données utilisées pour effectuer l'évaluation, et des méthodes d'interprétation. (Voir aussi l'Annexe 3 et le § 3 de l'Annexe 1).

L'analyse des mesures a conduit à adopter le carré de 100 m de côté comme unité de réception dans la méthode de prévision, qui donne la valeur médiane de la répartition spatiale du champ sur cette surface. La série de courbes champ/distance (Fig. 1 à 10) qui sont à la base de la technique découlent de mesures réalisées en terrain plat et découvert, avec des antennes de réception situées à une hauteur de 10 m au-dessus du sol. Il s'agit de résultats à 50% d'emplacements/ 50% du temps.

La correction portant sur l'angle de dégagement (TCA), présentée sous forme de tableaux dans l'Appendice 2, est un moyen simple mais efficace pour ajuster la prévision du champ à 50% d'emplacements/50% du temps en fonction des variations du niveau du terrain le long du trajet de propagation depuis le récepteur jusqu'à 5 km de celui-ci. Cette correction est très efficace pour les trajets comportant des obstacles, et elle est donc limitée aux trajets des Catégories 1 ou 2.

La correction portant sur la hauteur de l'antenne de réception (ou d'émission) est donnée en fonction de la catégorie de couverture du sol, en raison de l'interdépendance évidente de ces deux facteurs. Cinq types de couverture du sol ont été adoptés au départ dans l'analyse des mesures, et ont été utilisés dans la méthode de prévision mais deux d'entre eux – «zone urbaine» et «zone boisée» – ont donné des résultats très similaires et sont regroupés dans les tableaux. A l'exception des résultats à 3 GHz, le champ au niveau moyen des toits est égal au champ à 10 m au-dessus du sol en terrain découvert (point de repère des courbes champ/distance).

Les corrections portant sur les hauteurs ne sont applicables qu'aux valeurs du champ à 50% et 99% du temps/50% d'emplacements (Voir le § 3 de la présente Annexe).

Les corrections portant sur les hauteurs sont également appliquées à l'extrémité d'émission du trajet de propagation dans les cas où l'antenne est située à une hauteur inférieure à la hauteur de référence de la couverture du sol.

Le Tableau 1 donne la variation du champ autour de la médiane dans certains cas simples. Ces cas, dans lesquels l'antenne de réception n'est généralement pas gênée par la couverture du sol, fournissent des répartitions très normales, permettant de prévoir la variation avec une très bonne précision. Dans les autres cas, il est possible que la prévision soit moins précise.

### **3 Prévision de la variation temporelle**

Pour la prévision de la variation temporelle, on s'est fondé sur un certain nombre d'expériences d'enregistrements à longue distance qui ont duré chacune entre un mois et plusieurs années. Afin d'éviter de fausser les résultats, on a utilisé les résultats expérimentaux couvrant une période d'un an pour élaborer cette méthode de prévision.

Dans le § 2 de la présente Annexe, on a déjà décrit comment l'exposition du site récepteur, mesurée par l'angle de dégagement, influe sur la variation temporelle du signal. Changer la hauteur de l'antenne de réception a relativement peu d'incidence sur le champ enregistré au cours des périodes de propagation anormales, c'est-à-dire pendant moins de 10% du temps environ. Dans la méthode de prévision, la courbe de la variation temporelle est divisée en deux parties, au-dessus et au-dessous de 50% du temps; on a déterminé les valeurs intermédiaires en faisant l'hypothèse de répartitions normales entre les valeurs à 1%, 50% et 99%.

Dans certains cas concernant généralement des trajets de propagation plus courts, la valeur prévue du champ pour 50% du temps, avec une correction positive portant sur la hauteur et sur la catégorie de couverture du sol, pourra dépasser la valeur prévue pour 1% du temps. Par ailleurs, une correction négative pourra indiquer un résultat relativement élevé pour 1% du temps. Cela n'est pas incohérent avec la méthode, car celle-ci est basée sur des courbes de meilleur ajustement qui peuvent surestimer ou sous-estimer les résultats pour certains sites. Les mesures pour de petites distances ont montré que les répartitions étaient moins biaisées; dans ces cas, on prend une nouvelle valeur à 1% du temps qui est déduite de l'hypothèse d'une répartition normale unique définie par les prévisions à 50% et 99% du temps.

## ANNEXE 3

### **Classification des trajets**

Les exemples donnés dans les Fig. 13 à 15 illustrent la procédure à suivre pour identifier les obstacles sur un trajet, à partir desquels il est possible de déterminer la Catégorie 0, 1 ou 2 à laquelle appartient le trajet.



FIGURE 13  
Trajet sans obstacle (Catégorie 0)

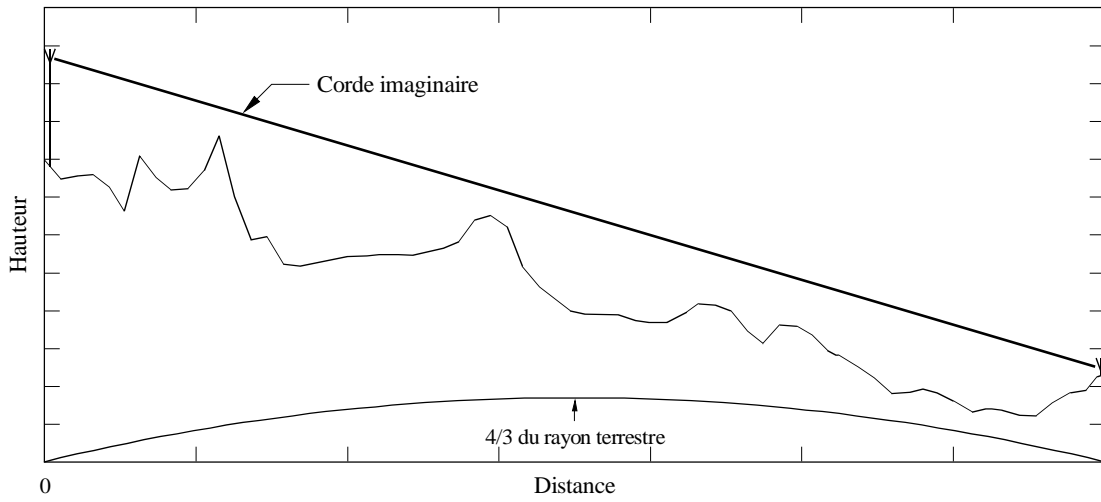


FIGURE 14  
Trajet comportant un obstacle (Catégorie 1)

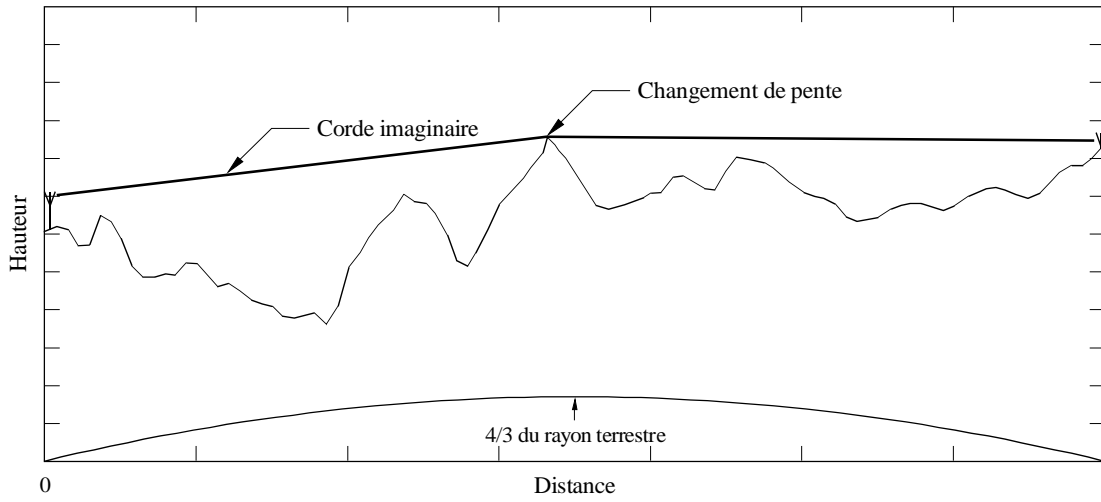


FIGURE 15  
Trajet comportant deux obstacles (Catégorie 2)

