

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R F.1501 (05/2000)

**Distance de coordination pour les systèmes
du service fixe utilisant des stations placées
sur des plates-formes à haute altitude
(HAPS) qui partagent les bandes de
fréquences 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz
avec d'autres systèmes du service fixe**

**Série F
Service fixe**



Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2011

© UIT 2011

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R F. 1501*

**DISTANCE DE COORDINATION POUR LES SYSTÈMES DU SERVICE FIXE
UTILISANT DES STATIONS PLACÉES SUR DES PLATES-FORMES
À HAUTE ALTITUDE (HAPS) QUI PARTAGENT
LES BANDES DE FRÉQUENCES 47,2-47,5 GHz ET 47,9-48,2 GHz
AVEC D'AUTRES SYSTÈMES DU SERVICE FIXE**

(2000)

Champ d'application

La présente Recommandation donne des méthodes de calcul pour déterminer les distances de coordination entre, d'une part, le service fixe utilisant des stations placées sur des plates-formes à haute altitude (HAPS) et, d'autre part, d'autres systèmes du service fixe dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la CMR-97 a désigné les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz pour les HAPS du service fixe;
- b) que ces bandes sont de plus attribuées aux services fixe, fixe par satellite et mobile;
- c) que l'UIT-R étudie actuellement le partage des fréquences entre des systèmes du service fixe utilisant des HAPS et d'autres systèmes du service fixe;
- d) qu'il faudra peut-être élaborer des critères permettant de déterminer les distances de coordination pour lesquelles des dispositions de partage détaillées devront être définies ou préciser des distances de coordination prédéterminées,

recommande

- 1 que l'on utilise l'Annexe 1 pour déterminer la distance de coordination ou pour établir une distance de coordination prédéterminée entre des stations fonctionnant dans un réseau de plates-formes à haute altitude (HAPN) et d'autres stations du service fixe.

* La Commission d'études 5 a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation (7 et 8 décembre 2009) conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

ANNEXE 1

Distance de coordination applicable aux systèmes utilisant des HAPS**1 Distance de coordination géométrique**

Il pourrait être approprié dans un premier temps d'utiliser une distance de coordination fondée sur la visibilité au-dessus de l'horizon (incluant la réfraction atmosphérique) entre une HAPS et d'autres stations du service fixe classique ou faisant partie de différents HAPN.

Il convient d'adopter la distance de coordination prédéterminée suivante (mesurée depuis le point sous-HAPS) entre une station HAPS et des terminaux au sol d'autres systèmes du service fixe classique ou faisant partie de différents réseaux HAPN:

$$150 + (141,6 - 0,274 h) \sqrt{h} \quad \text{km} \quad (1)$$

où h représente l'altitude de la station HAPS (km) au-dessus du niveau de la mer comprise entre 20 et 50 km.

Il convient d'adopter la distance de coordination prédéterminée suivante (mesurée depuis le point sous-HAPS) entre des HAPS faisant partie de différents systèmes:

$$(141,6 - 0,274 h_1) \sqrt{h_1} + (141,6 - 0,274 h_2) \sqrt{h_2} \quad \text{km} \quad (2)$$

où h_1 et h_2 représentent l'altitude de deux stations HAPS (km) au-dessus du niveau de la mer, comprise entre 20 et 50 km.

2 Distance de coordination calculée à l'aide de paramètres de systèmes types et de conditions de propagation représentatives pour les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz**2.1 Affaiblissement minimal de propagation dû aux gaz atmosphériques****2.1.1 Affaiblissement entre une station HAPS et des terminaux au sol**

Le long du trajet entre une station HAPS et des terminaux au sol d'autres systèmes du service fixe classique ou faisant partie de différents réseaux HAPN, les gaz atmosphériques, y compris la vapeur d'eau, provoquent un affaiblissement qui dépend de la distribution le long du trajet de paramètres météorologiques tels que la température, la pression et l'humidité, et qui varie donc en fonction du lieu géographique du site, du mois de l'année, de l'altitude d'un terminal au sol au-dessus du niveau de la mer, de l'angle d'élévation du trajet oblique ainsi que de la fréquence de fonctionnement.

Conformément à la Recommandation UIT-R SF.1395, on peut appliquer les formules suivantes pour calculer l'affaiblissement minimum sur le trajet oblique dans la bande des 47 GHz:

$A_L(h, \theta)$, $A_M(h, \theta)$ et $A_H(h, \theta)$: affaiblissement total d'absorption atmosphérique (dB) pour les zones de basse latitude (inférieure à 22,5° par rapport à l'équateur), de moyenne latitude (supérieure à 22,5°, mais inférieure à 45° par rapport à l'équateur), de haute latitude (égale ou supérieure à 45° par rapport à l'équateur), respectivement;

h et θ : altitude de l'antenne du terminal au sol au-dessus du niveau de la mer (km) et angle d'élévation (degrés), respectivement.

L'approximation a été effectuée pour $0 \leq h \leq 3$ km et $0 \leq \theta \leq 90^\circ$. L'angle d'élévation réel peut être calculé à partir de l'angle d'élévation obtenu dans des conditions de propagation en espace libre au moyen de la méthode décrite dans la Recommandation UIT-R F.1333. Pour des angles d'élévation réels inférieurs à 0° , la valeur d'affaiblissement pour 0° devrait être retenue.

Bande de fréquences 47,2-47,5 GHz

Dans cette bande de fréquences, l'affaiblissement est plus important aux fréquences élevées et, par conséquent, les formules ci-dessous donnent l'affaiblissement à 47,2 GHz.

$$A_L(h, \theta) = 52,43/[1 + 0,7364\theta + 0,03601\theta^2 - 0,001099\theta^3 + 0,8024 \times 10^{-5}\theta^4 + h(0,2624 + 0,2479\theta) + h^2(0,08130 + 0,02637\theta)] \quad (3a)$$

$$A_M(h, \theta) = 47,00/[1 + 0,7004\theta + 0,03568\theta^2 - 0,001081\theta^3 + 0,7878 \times 10^{-5}\theta^4 + h(0,2527 + 0,1970\theta) + h^2(0,05539 + 0,03239\theta)] \quad (3b)$$

$$A_H(h, \theta) = 46,70/[1 + 0,6872\theta + 0,03637\theta^2 - 0,001105\theta^3 + 0,8087 \times 10^{-5}\theta^4 + h(0,2472 + 0,1819\theta) + h^2(0,04858 + 0,03221\theta)] \quad (3c)$$

Bande de fréquences 47,9-48,2 GHz

Dans cette bande de fréquences, l'affaiblissement est plus important aux fréquences élevées et, par conséquent, les formules ci-dessous donnent l'affaiblissement à 47,9 GHz.

$$A_L(h, \theta) = 57,90/[1 + 0,7262\theta + 0,03534\theta^2 - 0,001074\theta^3 + 0,7826 \times 10^{-5}\theta^4 + h(0,2576 + 0,2382\theta) + h^2(0,07645 + 0,02443\theta)] \quad (4a)$$

$$A_M(h, \theta) = 53,06/[1 + 0,6962\theta + 0,03555\theta^2 - 0,001076\theta^3 + 0,7840 \times 10^{-5}\theta^4 + h(0,2495 + 0,1940\theta) + h^2(0,05420 + 0,03176\theta)] \quad (4b)$$

$$A_H(h, \theta) = 53,21/[1 + 0,6864\theta + 0,03632\theta^2 - 0,001103\theta^3 + 0,8073 \times 10^{-5}\theta^4 + h(0,2476 + 0,1812\theta) + h^2(0,04791 + 0,03191\theta)] \quad (4c)$$

2.1.2 Affaiblissement entre deux stations HAPS

Si deux stations HAPS utilisent deux bandes de fréquences pour les sens de transmission opposés, il se peut qu'il en résulte des brouillages réciproques inacceptables. Si la distance entre les points sous-HAPS est suffisamment grande, le trajet risque de subir un affaiblissement dû aux gaz atmosphériques, notamment dans la basse atmosphère. La méthode de calcul de la valeur minimale de cet affaiblissement est décrite ci-après.

Calculer l'altitude moyenne, h_0 (km), entre les altitudes h_1 et h_2 de deux stations HAPS de la façon suivante:

$$h_0 = (h_1 + h_2)/2 \quad (5)$$

On suppose que les valeurs de h_1 et h_2 peuvent être différentes, mais ces différences ne sont pas significatives (voir la Note 2).

A l'aide du Tableau 1, lorsque $20 \leq h_0 \leq 30$ km, calculer l'altitude minimale du trajet, h (km), entre deux stations HAPS. Pour les valeurs de h_0 et la distance que ne sont pas indiquées dans le Tableau 1, on peut calculer l'altitude minimale du trajet en procédant par interpolation.

Le Tableau 1 a été élaboré pour le modèle du coïndice maximum de réfraction dans l'atmosphère défini dans la Recommandation UIT-R SF.765.

TABLEAU 1

Altitude minimale du trajet entre deux stations HAPS

Distance depuis le point sous-HAPS (km)	Altitude minimale du trajet, h (km)					
	Pour une altitude moyenne de deux stations HAPS, h_0					
	20 km	22 km	24 km	26 km	28 km	30 km
350	17,63	–	–	–	–	–
400	16,91	–	–	–	–	–
450	16,10	–	–	–	–	–
500	15,20	17,16	–	–	–	–
550	14,22	16,16	–	–	–	–
600	13,16	15,08	17,03	–	–	–
650	12,03	13,92	15,85	17,79	–	–
700	10,84	12,69	14,59	16,51	–	–
750	9,61	11,41	13,26	15,16	17,08	–
800	8,36	10,09	11,89	13,74	15,63	17,55
850	7,11	8,75	10,47	12,27	14,12	16,01
900	5,89	7,42	9,05	10,77	12,56	14,40
950	4,73	6,13	7,64	9,26	10,97	12,75
1 000	3,64	4,91	6,29	7,79	9,39	11,08
1 050	2,66	3,77	5,01	6,37	7,85	9,43
1 100	1,78	2,75	3,84	5,05	6,38	7,83
1 150	1,00	1,84	2,79	3,85	5,03	6,33
1 200	0,32	1,04	1,89	2,78	3,80	4,95
1 250	–	0,35	1,05	1,84	2,72	3,71
1 300	–	–	0,35	1,02	1,77	2,62
1 350	–	–	–	0,32	0,96	1,68
1 400	–	–	–	–	0,26	0,87
1 450	–	–	–	–	–	0,18

Lorsque $h \geq 17$ km, l'affaiblissement est négligeable. Si $0 \leq h < 17$ km, l'affaiblissement minimal de propagation peut être calculé à l'aide la formule suivante, où:

$A_L(h)$, $A_M(h)$, $A_H(h)$: affaiblissement total d'absorption atmosphérique (dB) pour les zones de basse, de moyenne ou de haute latitude, respectivement.

Bande de fréquences 47,2-47,5 GHz

$$A_L(h) = 104,36/(1 + 0,25960 h + 0,092795 h^2 - 0,0047598 h^3 + 0,00018436 h^4 + 0,000031666 h^5) \quad (6a)$$

$$A_M(h) = 93,94/(1 + 0,28813 h + 0,010729 h^2 - 0,018033 h^3 - 0,0024068 h^4 + 0,00014071 h^5) \quad (6b)$$

$$A_H(h) = 93,39/(1 + 0,27156 h + 0,023900 h^2 + 0,0096081 h^3 - 0,0013613 h^4 + 0,00012031 h^5) \quad (6c)$$

Bande de fréquences 47,9-48,2 GHz

$$A_L(h) = 115,28/(1 + 0,25520 h + 0,085840 h^2 - 0,0041978 h^3 + 0,00016894 h^4 + 0,000030414 h^5) \quad (7a)$$

$$A_M(h) = 106,07/(1 + 0,28529 h + 0,0097223 h^2 + 0,017834 h^3 - 0,0023697 h^4 + 0,00013852 h^5) \quad (7b)$$

$$A_H(h) = 106,44/(1 + 0,27253h + 0,023020h^2 + 0,0095858h^3 - 0,0013468h^4 + 0,00011928h^5) \quad (7c)$$

NOTE 1 – Lorsque $0 \leq h \leq 3$ km, les valeurs données par les formules (6a)-(7c) sont presque deux fois plus élevées que celles données par les formules (3a)-(4c) pour la même altitude et $\theta = 0^\circ$.

NOTE 2 – Pour la même altitude moyenne R_0 , lorsque h_1 et h_2 ont des valeurs différentes, l'altitude minimale du trajet est légèrement inférieure, d'où un affaiblissement d'absorption atmosphérique légèrement plus élevé. Le Tableau 2 indique l'altitude minimale (km) du trajet lorsque $h_0 = 25$ km. Les effets des différences d'altitude entre des stations HAPS sont négligeables.

TABLEAU 2
Altitude minimale du trajet lorsque $h_0 = 25$ km

Distance depuis le point sous-HAPS (km)	Altitude minimale du trajet (km)					
	Pour h_1 et h_2					
	25/25 km	24/26 km	23/27 km	22/28 km	21/29 km	20/30 km
700	15,55	15,52	15,45	15,32	15,14	14,90
900	9,90	9,88	9,84	9,77	9,66	9,53
1 100	4,43	4,42	4,40	4,36	4,31	4,24
1 300	0,68	0,67	0,66	0,64	0,62	0,58

2.2 Distance de coordination calculée à l'aide de paramètres de systèmes types

Cette question appelle un complément d'étude.
