

RECOMMANDATION UIT-R F.1401*^{*} ****BANDES DE FRÉQUENCES UTILISABLES PAR LES SYSTÈMES D'ACCÈS HERTZIEN
FIXE ET MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DE CES BANDES**

(Questions UIT-R 215/8 et UIT-R 140/9)

(1999)

1 Introduction**1.1 Objet**

La présente Recommandation a pour objet d'indiquer la marche à suivre pour identifier les bandes de fréquences utilisables pour l'accès AHF de Terre, en tenant compte des questions de partage. Les applications considérées ici, intéressent la téléphonie traditionnelle et les utilisations large bande émergentes.

Les accès AHF offrent de substantielles perspectives d'amélioration de la disponibilité des services de télécommunication, à la fois pour les pays développés et les pays en développement.

1.2 Rappel

L'accès hertzien est défini dans la Recommandation UIT-R F.1399 comme étant la «connexion, par voie hertzienne, de l'utilisateur final aux réseaux d'infrastructure», ces derniers étant, par exemple, le RTPC, le RNIS, le RMTP, le RPDC, l'Internet, le WAN/LAN, la CATV. Les applications de l'accès hertzien peuvent être assurées dans le cadre du service fixe, du service mobile, du SFS et du SMS, ces services étant définis dans le Règlement des radiocommunications (RR) (voir les abréviations au § 4). L'accès AHF constitue l'une de ces applications dans laquelle la localisation de la terminaison d'utilisateur final et le point d'accès au réseau auquel l'utilisateur final doit être connecté sont fixes.

Les technologies utilisées actuellement pour les accès hertiens sont les systèmes cellulaires, la téléphonie sans cordon, les systèmes de télécommunication sans cordon, les systèmes à satellites et les systèmes radioélectriques P-P et P-MP. Les nouvelles technologies et les nouveaux systèmes tels que les IMT-2000, le RNIS à large bande, l'ATM sans fil, etc., relèvent de l'accès hertzien si leurs applications répondent au critère de base à savoir assurer la «connexion, par voie hertzienne, de l'utilisateur final aux réseaux d'infrastructure» (voir les abréviations au § 4).

1.3 Applications de l'accès hertzien en téléphonie traditionnelle

Les progrès technologiques et l'ouverture à la concurrence sont à l'origine d'une véritable révolution qui conduit à la mise en place d'une infrastructure d'accès hertzien pour la fourniture du service téléphonique de base. Jusqu'à présent, dans les pays en développement, tout comme dans les pays développés, la composante la plus critique d'un réseau et aussi la plus coûteuse à entretenir était le réseau LAN. Compte tenu du montant des investissements et des efforts techniques nécessaires à la mise en place et à l'entretien des réseaux filaires, le service téléphonique n'a connu des taux de pénétration élevés que dans les pays industrialisés. Même l'objectif relativement modeste de 20 lignes pour 100 habitants fixé par l'UIT, dépassait tout récemment encore largement les capacités de nombreux pays.

L'accès hertzien est une application des techniques radioélectriques et des systèmes de télécommunications personnelles qui connaît une croissance considérable, en particulier dans les économies en développement.

En général, de très nombreux types de systèmes radioélectriques peuvent être utilisés pour l'accès AHF mais leur adéquation dépendra d'un certain nombre de facteurs. Le système le mieux adapté à une application donnée dépendra en général des besoins de l'utilisateur final (système POTS ou système multiservice), du coût d'installation (qui est fonction de la densité d'abonnés et du type de système considéré) et de la disponibilité des fréquences appropriées. Des exigences de mobilité ou une évolution vers la mobilité, orienteront le choix vers des systèmes issus des technologies cellulaires. En revanche, l'exigence d'une qualité «filaire» et les exigences en matière de services (télécopie de Groupe 3, données en bande vocale et même le RNIS) orienteront le choix vers des systèmes spécialement conçus.

* Cette Recommandation ayant été élaborée conjointement par les Commissions d'études 8 (Groupe de travail (GT) 8A) et 9 (GT 9B) des radiocommunications, toute révision ultérieure devra également être faite conjointement par ces deux Commissions d'études.

** Cette Recommandation doit être portée à l'attention des Commissions d'études 4 (GT 4A) et 8 (GT 8A) des radiocommunications.

Pour minimiser le coût d'une solution technique et maximiser son efficacité, il est essentiel de bien comprendre les forces qui sous-tendent l'évolution de chaque technologie. Dans certains cas, l'accès hertzien peut offrir des possibilités d'évolution et de synergie avec les systèmes mobiles. Une infrastructure de systèmes AHF utilisant l'interface hertzienne développée pour les services mobiles (par exemple, Recommandations UIT-R F.757, UIT-R M.622, UIT-R M.687, UIT-R M.819, UIT-R M.1033 et UIT-R M.1073) peut être directement élargie pour prendre en charge les utilisateurs mobiles. A l'inverse, des systèmes spécifiques peuvent être conçus pour répondre aux exigences de qualité de manière optimale. Le Volume 1 du Manuel sur les communications mobiles terrestres (y compris l'accès hertzien) contient des informations plus détaillées sur les principes de base et des descriptions de systèmes d'accès hertzien.

1.4 Accès hertzien à large bande

Dans de nombreuses administrations, la planification et la mise en place de systèmes d'accès local et de faisceaux hertziens à haute densité se sont rapidement accélérés au cours de ces dernières années. Ce phénomène tient à la demande croissante et à la concurrence en matière de fourniture de services de télécommunications locales à haut débit et de services de distribution vidéo. Pour des considérations relatives aux coûts et à la rapidité de mise en place, les systèmes AHF suscitent depuis peu un grand intérêt pour la fourniture directe de services aux utilisateurs finaux.

Les débits de données des accès hertziens à large bande actuels sur des trajets individuels sont compris entre 1,5 et 45 Mbit/s environ et l'on prévoit des débits d'au moins 310 Mbit/s dans les prochaines années, lorsque des équipements utilisant des systèmes de modulation d'ordre plus élevé seront disponibles (voir la Recommandation UIT-R F.758).

Il existe de très nombreuses configurations possibles pour les réseaux AHF à large bande: réseaux conventionnels P-P, réseaux conventionnels P-MP, combinaison des configurations précédentes, par exemple des systèmes P-P mis en place dans des configurations multisectorielles P-MP. La mise en place d'un très grand nombre de liaisons P-P indépendantes se traduit de même par des ensembles qui présentent les principales caractéristiques des systèmes P-MP. L'architecture MP-MP est toute nouvelle, elle ressemble beaucoup à l'architecture maillée utilisée, par exemple, en ondes décimétriques.

Ces systèmes AHF à large bande sont essentiellement installés dans les zones urbaines, suburbaines très peuplées ainsi que dans les campus, en des lieux où les angles d'élévation du trajet de transmission peuvent atteindre 40° à 60°. Ces liaisons sont régulièrement installées à la demande afin de répondre à des besoins spécifiques des utilisateurs finaux.

2 Domaine d'application

En réponse aux Questions UIT-R 215/8 et UIT-R 140/9, la présente Recommandation décrit une méthode d'identification des bandes de fréquences utilisables par les systèmes AHF ainsi que les différents facteurs à analyser pour l'identification de ces bandes. Ces facteurs prennent en compte des résultats des études de l'UIT-R sur la compatibilité avec des systèmes des services radioélectriques existants fonctionnant dans des bandes attribuées au service fixe et au service mobile, les caractéristiques et les spécifications opérationnelles, les besoins en spectre, les critères de partage du spectre et les technologies facilitant l'utilisation en partage du spectre. Les bandes ainsi identifiées pourraient convenir aux applications d'accès hertzien pour la téléphonie traditionnelle et pour les toutes nouvelles applications d'accès hertzien à large bande.

La présente Recommandation ne porte que sur les systèmes AHF fonctionnant dans les attributions du service fixe et du service mobile c'est-à-dire des attributions aux services de Terre.

3 Références

La liste ci-dessous donne les références des documents spécifiquement utilisés dans cette Recommandation, ainsi que d'autres références générales sur l'accès AHF.

- Recommandation UIT-R F.637: Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens fonctionnant dans la bande des 23 GHz
- Recommandation UIT-R F.746: Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens
- Recommandation UIT-R F.755: Systèmes point à multipoint utilisés dans le service fixe
- Recommandation UIT-R F.757: Caractéristiques de base et objectifs de qualité pour les applications des boucles locales hertziennes fixes mettant en œuvre des technologies mobiles de type cellulaire
- Recommandation UIT-R F.758: Considérations relatives à la mise au point de critères de partage entre le service fixe de Terre et d'autres services

- Recommandation UIT-R F.1399: Terminologie relative aux accès hertziens
- Recommandation UIT-R F.1400: Caractéristiques et objectifs de qualité et de disponibilité applicables à l'accès hertzien fixe au réseau téléphonique public avec commutation
- Recommandation UIT-R F.1402: Critères de partage de fréquences entre un système d'accès hertzien mobile terrestre et un système d'accès hertzien fixe utilisant le même type d'équipement
- Recommandation UIT-R M.819: Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) au service des pays en développement
- Recommandation UIT-R M.1033: Caractéristiques techniques et d'exploitation des téléphones sans cordon et des systèmes de télécommunication sans cordon
- Recommandation UIT-R M.1073: Systèmes mobiles terrestres cellulaires numériques de télécommunication
- Résolution 122 (CMR-97): Emploi des bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz par des stations du service fixe placées sur des plates-formes à haute altitude et par d'autres services
- Résolution 726 (CMR-97): Bandes de fréquences au-dessus de 30 GHz disponibles pour les applications haute densité dans le service fixe
- Numéro S5.547 du RR.

4 Liste des abréviations

AHF:	accès hertzien fixe
AMRC:	accès multiple à répartition de code
AMRT:	accès multiple de la répartition dans le temps
ATM:	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CATV:	télévision à antenne collective (<i>community antenna television</i>)
DRF:	duplex à répartition en fréquence
DRT:	duplex à répartition dans le temps
FSMTPT:	futur système mobile terrestre public de télécommunication
HDSF:	applications haute densité dans le service fixe (<i>high density applications in the fixed service</i>)
IMT-2000:	télécommunications mobiles internationales-2000 (<i>international mobile telecommunications-2000</i>)
LAN:	réseau local (<i>local area network</i>)
LMCS:	système de communication locale multipoint (<i>local multipoint communication system</i>)
LMDS:	système de distribution locale multipoint (<i>local multipoint distribution system</i>)
MMDS:	système de distribution multicanal multipoint (<i>multichannel multipoint distribution system</i>)
MP-MP:	multipoint à multipoint
MVDS:	système de distribution vidéo multipoint (<i>multipoint video distribution system</i>)
PCS:	système de communications personnelles (<i>personal communications systems</i>)
P-MP:	point à multipoint
POTS:	téléphone ordinaire (<i>plain old telephone service</i>)
P-P:	point à point
RLAN:	réseau local hertzien (<i>radio local area network</i>)
RMTP:	réseau mobile terrestre public
RNIS:	réseau numérique à intégration de services
RNPC:	réseau numérique public à commutation
RTPC:	réseau téléphonique public à commutation
SFS:	service fixe par satellite
SMS:	service mobile par satellite
SPHA:	station placée sur plate-forme à haute altitude
WAN:	réseau local étendu (<i>wide area network</i>)

5 Considérations relatives à l'utilisation du spectre pour l'AHF

5.1 Généralités

Les termes service fixe (radioélectrique) et service mobile (radioélectrique) sont définis dans le Règlement des radiocommunications. C'est à partir des définitions des services radioélectriques que les fréquences sont attribuées au plan international par l'UIT et au plan national dans chaque pays. Le plus souvent, l'UIT a procédé à des attributions conjointes pour les services fixe et mobile dans de nombreuses bandes de fréquences. Certains pays en ont limité l'utilisation à l'un des deux services.

Certaines applications AHF évolutives ne correspondent pas exactement aux définitions des services fixe ou mobile. Une approche valable consiste à conférer une certaine souplesse à l'interprétation de ces définitions afin qu'elles puissent englober ces applications intégrées dans l'ensemble des services fixe et mobile. Un élément déterminant pour l'interprétation de l'utilisation de ces termes est le concept de mobilité. Si le dispositif est destiné à être utilisé en déplacement ou s'il est normalement déplacé d'un point à un autre, il est considéré comme faisant partie du service mobile. En revanche, on admet en général que les systèmes portables, qui sont déplaçables mais qui fonctionnent toujours à l'état immobile, appartiennent au service fixe.

On envisage des applications des systèmes du service fixe dans lesquelles on doit pouvoir intégrer des dispositifs d'accès hertzien fonctionnant comme des stations mobiles (nécessitant des attributions de type mobile). Ces situations résultent de la convergence des besoins des services fixe et mobile et de l'utilisation des accès hertiens dans des applications radioélectriques intégrées.

Afin de faciliter la mise en place des systèmes AHF, il convient de tenir compte des considérations suivantes:

- certains systèmes peuvent utiliser des technologies issues à la fois des systèmes P-P mobiles et fixes;
- on a de plus en plus tendance à utiliser certaines bandes de fréquences pour des applications convergentes des services fixe et mobile;
- la réutilisation de fréquences est d'autant plus grande que la fréquence est élevée (ondes millimétriques);
- les technologies adaptatives et d'autres progrès permettront d'augmenter la capacité effective et d'améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre;
- les bandes de fréquences doivent être structurées avec souplesse compte tenu de la multiplicité des technologies et des services;
- dans les systèmes AHF, on utilise communément des assignations de fréquence par zone ou par site;
- les fournisseurs de services peuvent tirer avantage des économies d'échelle dans les bandes où il existe une importante harmonisation régionale ou mondiale;
- la convergence des applications de télécommunication et de radiodiffusion pourra amener au développement d'applications hybrides services fixe/de radiodiffusion.

5.2 Caractéristiques du spectre pour les accès hertiens

Dans le présent paragraphe sont indiquées les particularités spectrales relatives à la mise en œuvre de l'accès AHF. La plupart de ces particularités s'appliquent aussi aux autres services.

Les principales particularités des bandes de fréquences attribuées à titre primaire au service fixe et au service mobile et utilisables pour les accès hertiens peuvent se résumer comme suit:

Fréquences inférieures à 1 GHz:

- téléphonie et transmission de données à faible vitesse;
- bonne propagation à longue distance – transhorizon (systèmes ruraux);
- couverture très fiable;
- disponibilité en bande passante: limitée;
- certaines bandes sont intensivement utilisées par les services mobile, de radiodiffusion et autres;
- gains d'antenne élevés difficiles à obtenir avec de petites antennes;
- puissances d'émission élevées faciles à obtenir dans les stations de base;
- composants facilement disponibles;
- distances de coordination entre systèmes cocanal assez grandes;
- présence d'anomalies de propagation en dessous de 50 MHz – phénomène de conduit dû à l'inversion de température – saut ionosphérique.

Fréquences comprises entre 1 et 3 GHz:

- téléphonie et transmission de données à faible ou moyenne vitesse;
- bonne propagation – trajet transhorizon limité (particulièrement adaptée aux applications fixes et mobiles);
- bonne fiabilité de couverture – problèmes d'occultation limités;
- de nombreuses bandes sont déjà intensivement utilisées pour les services mobile, fixe, à satellite et les services de radiorepérage/radionavigation;
- disponibilité en bande passante: modérée;
- bonne portée pour les applications urbaines et rurales;
- les antennes peuvent être assez compactes (par exemple, systèmes cellulaires, systèmes sans cordon);
- puissance d'émission élevée facile à obtenir dans les stations de base;
- composants déjà disponibles.

Fréquences comprises entre 3 et 10 GHz:

- téléphonie et transmission de données à vitesse faible/moyenne/élevée;
- propagation généralement limitée à la visibilité directe;
- propagation à travers le feuillage relativement bonne;
- portée généralement inférieure à 20 km pour les applications P-MP, plus pour les applications P-P;
- disponibilité en bande passante: meilleure;
- de nombreuses bandes attribuées aux services fixe/mobile sont utilisées en partage avec les services à satellite:
 - contraintes de partage plus favorables pour les systèmes P-P;
- les composants sont disponibles et à un coût raisonnable;
- puissance d'émission plus coûteuse à obtenir;
- la fiabilité de couverture est moyenne voire faible en raison des problèmes d'occultation;
- les bandes peuvent être adaptées aux applications AHF en utilisant des antennes à gain élevé pour les stations de base et les stations d'abonné.

Fréquences comprises entre 10 et 30 GHz:

- téléphonie, transmission de données à faible/moyen/grand débit, vidéo;
- technologie P-P et M-P mûre;
- propagation:
 - visibilité directe requise;
 - il faut tenir compte de l'affaiblissement dû à la pluie;
 - applications urbaines/suburbaines;
- antennes de petite taille;
- longueurs de trajet généralement inférieures à 10 km pour les applications P-MP, plus pour les applications P-P;
- disponibilité d'un nombre substantiel de bandes contiguës allouées au service fixe;
 - applications large bande;
- puissance d'émission plus coûteuse à obtenir;
- important taux de réutilisation des fréquences, plus particulièrement entre 20 et 30 GHz;
- de nombreuses bandes des services fixe et mobile sont utilisées en partage avec les services à satellite;
- le partage entre le service fixe (y compris les applications AHF) et le SFS/SMS peut s'avérer difficile.

Fréquences comprises entre 30 et 50 GHz:

- téléphonie, transmission de données à faible, moyenne et haute vitesse, vidéo;
 - propagation:
 - visibilité directe;
 - l'affaiblissement dû à la pluie est déterminant;
- les antennes peuvent être très compactes et présenter des gains élevés;
- trajets inférieurs à 5 km pour les applications P-MP, plus pour les applications P-P;
- larges bandes de fréquences contiguës disponibles pour les applications AHF à large bande;
- applications dans les zones urbaines/suburbaines;
- taux très élevé de réutilisation des fréquences;
- le partage entre le service fixe (y compris les applications AHF) et les services SFS/SMS peut s'avérer difficile;
- certains pays disposent de systèmes AHF à large bande dans la bande des 38 GHz.

Fréquences supérieures à 50 GHz:

- affaiblissement atmosphérique élevé dans la gamme 55-66 GHz;
- l'affaiblissement dû à la pluie est déterminant;
- portée en général inférieure à 10 km;
- taux très élevé de réutilisation des fréquences;
- technologie en cours de développement;
- un spectre suffisant est disponible pour les systèmes AHF en raison des décisions prises par la CMR-97.

Le Tableau 1 donne un classement général des bandes de fréquences par service et par type de zone de service. Pour les besoins de la présente Recommandation, les types de services sont définis dans la Recommandation UIT-R F.1400 – Caractéristiques et objectifs de qualité et de disponibilité applicables à l'accès hertzien fixe au réseau téléphonique public avec commutation:

Type 1: Signaux analogiques tels la parole ou les données dans la bande vocale à des débits jusqu'à 64 kbit/s (minimum: audio à 3,1 kHz comme indiqué dans la Recommandation UIT-T G.174).

Type 2: Service support d'accès dont le débit est compris entre 64 kbit/s et une valeur inférieure au débit primaire.

Type 3: Services numériques fonctionnant à un débit égal ou supérieur au débit primaire.

TABLEAU 1

Bandes de fréquences approximativement classées par service et par type de zone desservie

Classe de Service	Type de zone de service		
	Rurale	Suburbaine	Urbaine
Type 1	≤ 5 GHz	≤ 5 GHz	≤ 5 GHz
Type 2	≤ 5 GHz	1-11 GHz	1-11 GHz
Type 3	3-70 GHz ⁽¹⁾	3-70 GHz	3-70 GHz

⁽¹⁾ Les besoins en largeur de bande pour les services de type 3 ne peuvent être satisfaits, en général, dans les bandes de fréquences inférieures à 3 GHz et il peut être nécessaire d'utiliser des fréquences plus élevées, jusqu'à 70 GHz, même si la portée est fortement réduite.

6 Recommandations

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT recommande de prendre en considération les points suivants pour l'identification des bandes de fréquences utilisables par les systèmes AHF.

6.1 Méthodologie d'identification des bandes de fréquences utilisables par les accès AHF

Étape 1: Identifier une ou deux bandes de fréquences attribuées au service fixe en tenant compte des considérations suivantes:

- Bandes déjà utilisées pour l'AHF ou pour lesquelles des équipements sont disponibles.
- Bandes identifiées dans les Résolutions existantes des Conférences des radiocommunications (exemple: service fixe à haute densité).
- Bandes qui se prêtent le mieux à une harmonisation mondiale (présentant des contraintes de partage moindres).
- Bandes du service fixe qui peuvent être sous-utilisées (susceptibles d'être redistribuées).

Étape 2: Examiner les implications, du point de vue du spectre, des exigences en matière de qualité de fonctionnement et de disponibilité pour les services de télécommunication considérés.

Étape 3: Examiner la rentabilité en termes de coût et la disponibilité des équipements dans les bandes considérées.

Étape 4: Identifier les contraintes de partage et les contraintes réglementaires:

- Liste de Recommandations UIT-R applicables (technique).
- Règlement des radiocommunications, y compris les notes de bas de page (réglementaire).

Étape 5: Identifier les études complémentaires de partage avec les autres services ayant des attributions à titre primaire dans les bandes identifiées conformément à l'étape 1.

Étape 6: Si les étapes 4 et 5 montrent que les études de partage de l'UIT-R n'aboutissent pas à des conclusions ou s'il y a des risques de brouillage, faire une analyse pour déterminer si le partage entre les systèmes AHF et ces services est possible.

Étape 7: Identifier les bandes de fréquences qui ont subi avec succès les tests ci-dessus.

6.2 Information à compiler pour l'identification des bandes de fréquences

Sur la base de la méthodologie ci-dessus, il faut tenir compte des points suivants pour l'identification des bandes possibles du service fixe et du service mobile utilisables pour les systèmes AHF entre 400 MHz et 70 GHz:

- bande de fréquences,
- largeur de bande,
- Recommandations UIT-R relatives au spectre,
- autres Recommandations de l'UIT-R,
- recommandations régionales relatives au spectre,
- autres Recommandations régionales,
- études de partage,
- utilisation actuelle,
- autres.

Il est demandé de procéder à des études sur ces sujets afin d'identifier les bandes de fréquences utilisables.
