

RECOMMANDATION UIT-R F.1498

CARACTÉRISTIQUES DE DÉPLOIEMENT DES SYSTÈMES DU SERVICE FIXE DANS LA BANDE 37-40 GHz À UTILISER POUR LES ÉTUDES DE PARTAGE

(Question UIT-R 107/9)

(2000)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la bande de fréquences 37-40 GHz est attribuée à titre primaire au service fixe;
- b) que la tendance à la déréglementation des télécommunications accroît la demande de nouveaux accès locaux compétitifs;
- c) que les systèmes point à point (P-P) du service fixe sont déployés sur une grande échelle et que leur utilisation dans la bande de fréquences 37-40 GHz augmente;
- d) que les principales applications du service fixe dans cette bande concernent les infrastructures de réseaux mobiles et d'accès compétitif;
- e) qu'un nombre croissant de stations du service fixe P-P et point à multipoint (P-MP) pour accès local dans la bande 37-40 GHz ont été installées ou sont en projet;
- f) que la forte concentration d'utilisateurs du service dans les zones urbaines, suburbaines et industrielles exige une forte densité de terminaux d'utilisateur dans ces zones;
- g) que les conditions de propagation dans la bande 37-40 GHz dépendent principalement de l'affaiblissement dû à la pluie;
- h) que les progrès technologiques de la mise en œuvre et du déploiement des systèmes permettent d'améliorer sans cesse la fourniture d'accès locaux compétitifs dans cette bande;
- j) que la bande 37,5-40 GHz est attribuée à titre primaire au SFS (espace vers Terre) et qu'un nombre croissant de systèmes de ce service sont prévus dans cette bande;
- k) que, par sa Résolution 133 (CMR-97), la CMR-97 a demandé à l'UIT-R de faire des études débouchant sur des Recommandations techniques et opérationnelles visant à faciliter le partage entre le service fixe et d'autres services dans la bande 37-40 GHz,

reconnaissant

- a) que les systèmes du service fixe exploités dans la bande 37-40 GHz peuvent donner lieu à un déploiement ubiquiste de systèmes P-P et P-MP dans des zones de service spécifiques;
- b) que des administrations peuvent autoriser des systèmes P-P et P-MP utilisant une disposition des canaux discrète ou l'assignation de blocs de fréquences; on utilise fréquemment, dans de tels blocs, plusieurs technologies, largeurs de bande de fréquences porteuses et techniques d'accès,

recommande

- 1 que, lors du déploiement à haute densité de systèmes du service fixe dans la bande 37-40 GHz (voir la Note 1), l'utilisation efficace du spectre, la qualité de fonctionnement et la disponibilité, basées sur les Recommandations UIT-T et UIT-R, pertinentes, soient des considérations primordiales;
- 2 que, lors de la conception des trajets, il soit tiré parti des conditions de propagation propres à cette bande pour parvenir à une importante réutilisation des fréquences;
- 3 que, dans les études de partage, l'Annexe 1 serve de ligne directrice pour le déploiement des systèmes du service fixe dans la bande 37-40 GHz.

NOTE 1 – Les Recommandations en question sont, entre autres:

Recommandations UIT-T

Recommandation UIT-T G.821 – Caractéristiques d'erreur d'une connexion numérique internationale fonctionnant à un débit inférieur au débit primaire et faisant partie d'un réseau numérique à intégration de services.

Recommandation UIT-T G.826 – Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire.

Recommandation UIT-T G.827 – Paramètres et objectifs de disponibilité pour les éléments de conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire.

Recommandations UIT-R

Recommandation UIT-R F.697 – Objectifs de qualité en matière d'erreur et de disponibilité pour la partie à qualité locale à chaque extrémité d'une connexion du réseau numérique à intégration de services à un débit binaire inférieur au débit primaire utilisant des faisceaux hertziens numériques.

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.1189 – Objectifs de qualité en matière d'erreur pour les conduits numériques à débit binaire constant égal ou supérieur au débit primaire utilisant des faisceaux hertziens numériques pouvant constituer tout ou partie du tronçon national d'un conduit fictif de référence de 27 500 km.

Recommandation UIT-R F.755 – Systèmes point à multipoint utilisés dans le service fixe.

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 SM.1046 – Définitions du facteur d'utilisation du spectre et de l'efficacité d'utilisation du spectre d'un système radioélectrique.

Recommandation UIT-R SM.1271 – Utilisation efficace du spectre et méthodes probabilistes.

ANNEXE 1

Caractéristiques de déploiement des systèmes du service fixe dans la bande 37-40 GHz à utiliser pour les études de partage

1 Introduction

Le déploiement d'un nombre croissant de stations du service fixe ou de stations terriennes du SFS risque d'avoir des effets sur le développement futur des deux services dans la même bande de fréquences. En conséquence, les configurations de déploiement des stations du service fixe et des stations terriennes du SFS qui sont nécessaires à la mise en place et au développement de services viables ont un effet déterminant sur le partage des bandes.

Une combinaison de conditions différentes de propagation et d'évolution des services donne lieu à des différences notables dans le déploiement du service fixe dans les bandes au-dessous de 14 GHz, où le partage entre systèmes du service fixe et du SFS OSG est courant, et dans les bandes au-dessus de 17 GHz dont on envisage qu'elles feront l'objet d'un partage supplémentaire avec des services spatiaux comme le SFS. Du fait des conditions de propagation, les longueurs utilisables des bonds du service fixe sont inversement proportionnelles à la fréquence. Les bandes au-dessous de 8 GHz sont donc les mieux appropriées pour les transmissions à grande distance, alors que les bonds nettement plus courts utilisables aux fréquences supérieures à 17 GHz se prêtent très bien aux infrastructures cellulaires et aux applications d'accès local qui se développent rapidement dans les zones urbaines, suburbaines ou industrielles.

Dans les bandes au-dessous de 14 GHz, les principales configurations de déploiement des deux services facilitent le partage car le déploiement du service fixe le long des grandes voies de communication aboutit à des configurations de réseau d'aiguillage qui laissent de grandes surfaces géographiques libres pour l'installation de centres internationaux du SFS. Cela facilite le respect des distances de séparation entre services qui sont nécessaires pour maintenir les brouillages à des niveaux tolérables.

Dans la bande 37-40 GHz, cependant, la principale configuration de déploiement du service fixe se caractérise par des infrastructures du réseau mobile et par l'accès direct d'abonné dans les zones locales très peuplées, les zones d'activité industrielle intense ou les campus, zones qui pourraient aussi être incluses dans les configurations de déploiement du SFS. Le déploiement de stations terriennes du SFS à l'extérieur des zones à forte pénétration du service fixe devrait poser peu de problèmes de coordination. Cela ne vaut pas nécessairement pour le déploiement de stations terriennes du SFS dans les zones de pénétration du service fixe ou à côté de celles-ci, ainsi que dans les zones entièrement concédées au service fixe, et inversement.

Les informations relatives au déploiement du service fixe, présentées dans la présente annexe, sont censées être utilisées pour l'évaluation du partage entre stations terriennes service fixe et SFS dans la bande des 38 GHz.

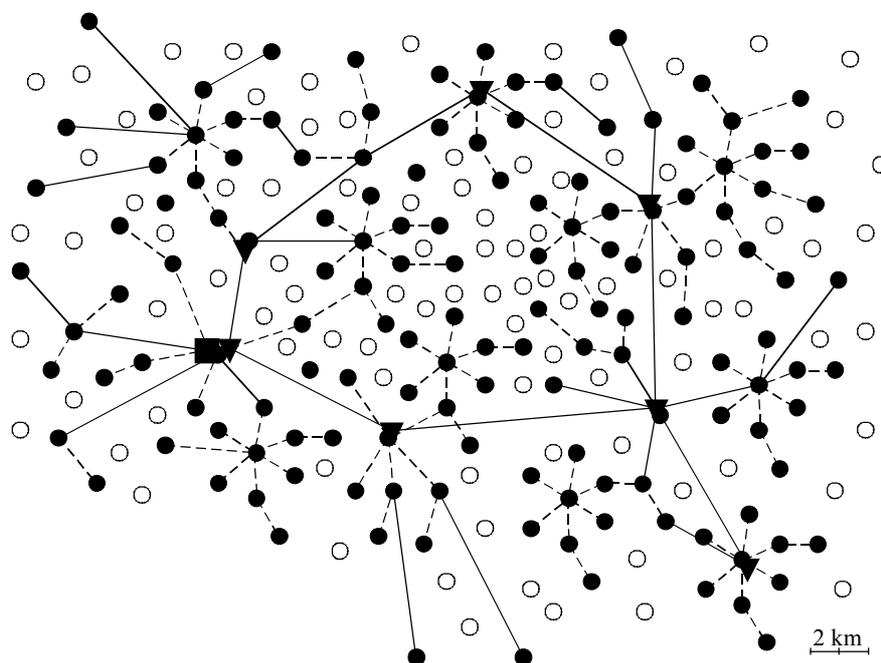
2 Evolution du déploiement du service fixe à 38 GHz

Le déploiement à grande échelle de systèmes P-P dans la bande 37-40 GHz a commencé dans les réseaux mobiles, les concentrations apparaissant à l'intérieur et aux alentours des zones urbaines et industrielles. Dans une récente application à grande échelle du service fixe dans cette bande, un nouveau type d'accès hertzien fixe (AHF) utilise des liaisons P-P qui aboutissent directement chez l'abonné.

La Fig. 1 est un exemple de la principale application actuelle dans un réseau mobile en vue de l'utilisation de la bande des 38 GHz dans des zones urbaines où les densités de déploiement sont passées de 1 à 10 stations au km². Les liaisons sont conçues de manière à satisfaire les critères de disponibilité entre 99,99 et 99,999%.

FIGURE 1

Exemple d'application de systèmes P-P à 37-39,5 GHz à l'infrastructure mobile (telle que GSM1800) en zones urbaines denses



- Centre de commutation mobile
- ▼ Contrôleur de station de base
- Station de base (mobile)
- Eventuelle station de base future
- Câble ou bond dans une autre bande hertzienne
- Bond hertzien dans la bande des 38 GHz

Même si, dans beaucoup de pays, on utilise actuellement la bande des 38 GHz surtout pour les systèmes P-P ayant des capacités multiples du débit primaire, il faut s'attendre dans l'avenir à des capacités plus élevées, pouvant atteindre 155 Mbit/s ou $n \times 155$ Mbit/s, avec des méthodes de modulation de niveau supérieur (telles que MAQ-16).

En Allemagne, par exemple, quelque 12 700 terminaux en tout étaient installés fin 1998. On prévoit que ce nombre augmentera sensiblement au cours des prochaines années, et que le nombre d'accès hertziens fixes augmentera également. 80% des liaisons sont concentrées dans 15% de la zone totale (Fig. 2), les autres dans les 85% restants, mais il y a aussi de nombreuses zones dans lesquelles les applications à 38 GHz sont inexistantes ou négligeables. En Allemagne, la bande des 38 GHz est surtout utilisée dans les réseaux mobiles à longueur de bond type comprise entre 1 et 4 km (Tableau 1).

TABLEAU 1

Distribution des longueurs de bond dans la bande des 38 GHz, fin 1998 en Allemagne

Longueur de bond (km)	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	Total
Nombre de liaisons	2 951	2 780	565	44	6	6 346

La Fig. 3 donne un exemple, dans le cas d'une zone urbaine aux Etats-Unis d'Amérique, du déploiement de systèmes P-P dans des configurations à station pivot offrant diverses capacités de transmission, des débits sub-primaires jusqu'à 45 Mbit/s. Les liaisons représentées sur la Fig. 3 sont des liaisons réelles, les grands triangles représentent des clients potentiels.

Dans cette zone, les stations pivots sont généralement placées sur des constructions de grande hauteur; les stations d'abonné sont installées sur le toit ou ailleurs ou dans les bâtiments. La longueur des bonds en visibilité directe est généralement limitée à quelques kilomètres en raison des conditions de propagation et de la disponibilité élevée qui est requise. Cette distance peut augmenter dans les zones à moindre affaiblissement par la pluie ou si la disponibilité exigée est moins grande. La densité de systèmes P-P, exprimée en nombre de stations à 38 GHz au km², est dans certains cas proche de 100 et ne cesse de croître. Un opérateur a signalé un taux de croissance de l'installation de liaisons à l'échelon national, entre janvier et août 1998, d'environ 300%.

Aux Etats-Unis d'Amérique, beaucoup de systèmes du service fixe ont bénéficié de licences d'exploitation dans la bande des 38 GHz. A l'heure actuelle, il y a près de 65 détenteurs de licence du service fixe dans la bande des 38 GHz et plus de 1 400 licences régionales. Au moins trois de ces détenteurs de licences américaines bénéficient d'autorisations portant sur 180 millions de personnes ou davantage. Ces détenteurs de la licence 38 GHz mettent en place un nouveau type de réseau local hertzien du service fixe fournissant des liaisons numériques directement à l'abonné. L'interface entre les réseaux locaux et le réseau de télécommunication public est assurée par des commutateurs locaux et des anneaux à fibre.

Les liaisons d'abonné atteignant 0,5 km de longueur représentent le tiers environ du total installé dans toutes les zones urbaines actuellement desservies; les liaisons atteignant 0,75 km représentent près de la moitié et les liaisons atteignant 1 km les deux tiers du total environ. Ces liaisons sont généralement étudiées pour assurer une disponibilité de 99,999% et pour répondre aux objectifs de qualité de fonctionnement énoncés dans la Recommandation UIT-R F.1092. Les paires de canaux à 50 MHz bénéficiant d'une autorisation régionale dans la bande 38,6-40 GHz améliorent la souplesse de fourniture du service et l'efficacité spectrale grâce à la réutilisation des fréquences, d'une manière analogue à celle des opérateurs de réseaux cellulaires et de services de communication personnelle dans les bandes du service mobile au-dessous de 2 GHz.

Si le service existant dans la bande 38,6-40 GHz est fondé sur l'utilisation des systèmes P-P avec méthode de modulation simple (MDP-4 par exemple), le développement s'oriente à la fois vers les systèmes P-MP et vers des méthodes de modulation plus complexes, telles que MAQ-64, qui augmentent sensiblement l'efficacité spectrale et offrent des

capacités de transmission plus élevées, jusqu'à 250 Mbit/s par exemple. Aux Etats-Unis d'Amérique, la densité combinée des stations P-P et P-MP devrait atteindre, dans certains cas, environ 200 au km², et ensuite continuer à augmenter rapidement. Cette croissance est prévue d'après le nombre de licences déjà accordées et ne nécessitera donc pas de nouvelles autorisations.

FIGURE 2
Déploiement des stations dans la bande des 38 GHz en Allemagne (fin 1998)

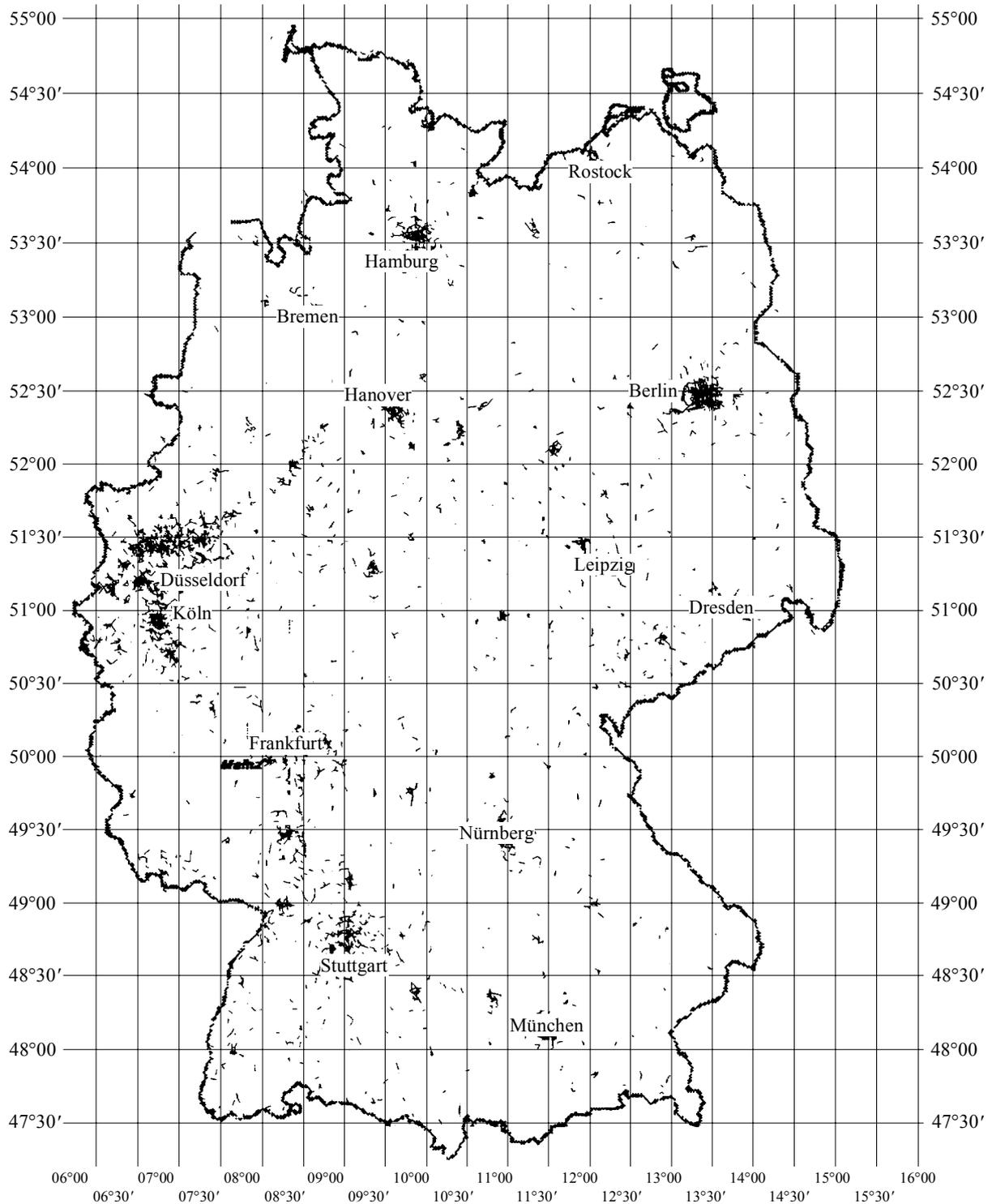
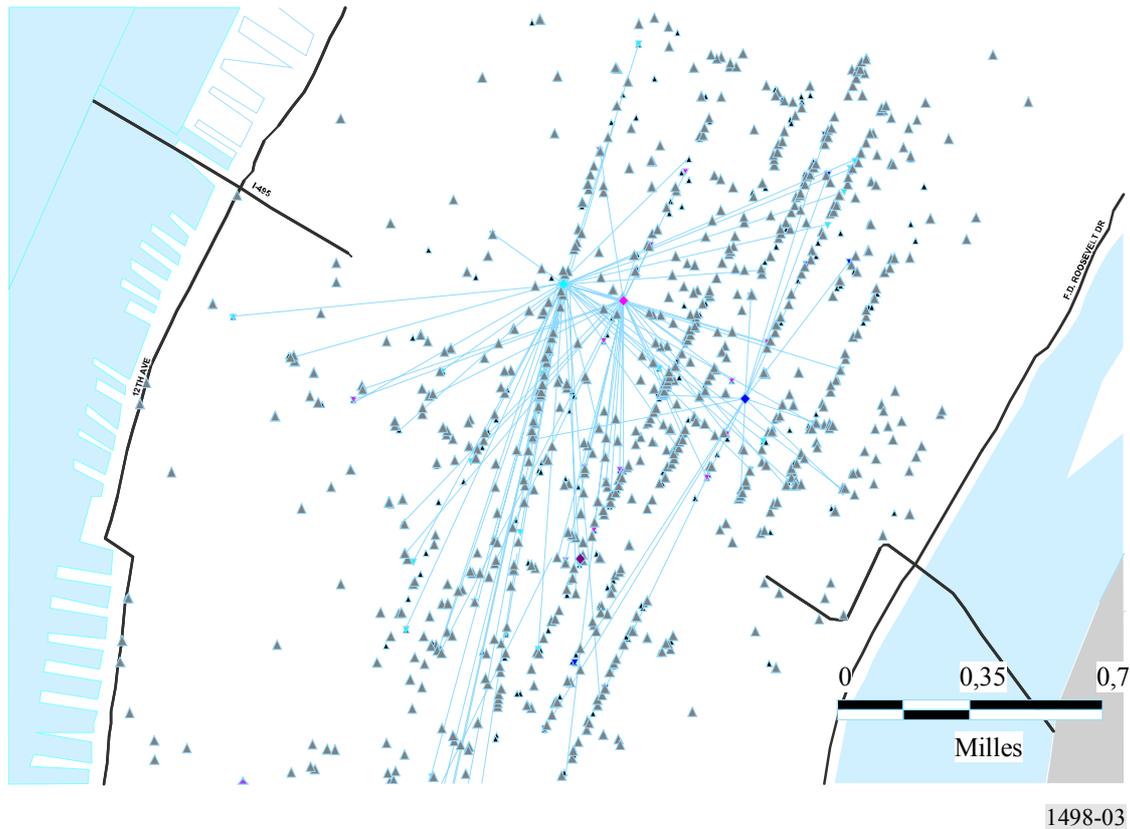


FIGURE 3

Configuration de déploiement dans une zone urbaine des Etats-Unis d'Amérique



Dans les systèmes P-MP, contrairement aux systèmes P-P, l'antenne de la station de base sera omnidirectionnelle ou sectorielle et sera, dans un cas comme dans l'autre, orientée de manière à desservir tous les abonnés de la zone de service de cette station de base. Cette antenne aura donc un gain et une directivité moindres que celle d'une station pivot située à l'extrémité d'une série de bords P-P configurés en étoile. Dans la configuration P-MP, l'extrémité abonné du trajet fonctionnera avec un niveau de réception moindre et nécessitera donc des gains d'antenne plus élevés pour que soit maintenue une marge de protection acceptable contre les évanouissements, compensant l'affaiblissement dû à la pluie.

Conformément aux diagrammes de rayonnement verticaux des antennes omnidirectionnelles et sectorielles, la p.i.r.e. produite par l'antenne de la station de base diminuera à mesure que le terminal d'utilisateur se rapprochera de la station de base. Cette intensité de signal réduite est quelque peu compensée par la diminution correspondante de la longueur du trajet. Toutefois, l'effet net est une réduction de l'intensité du signal et donc une diminution correspondante de la marge de protection contre les évanouissements. De plus, le trajet entre la station pivot et l'abonné diminue, l'angle d'élévation du terminal d'abonné augmente, ce qui réduit l'affaiblissement atmosphérique disponible et augmente la sensibilité du récepteur au brouillage causé par les émissions provenant de satellites. Les services d'accès local décrits pour les infrastructures de réseau mobile et les accès directs d'abonné permettent d'obtenir une grande efficacité spectrale en raison des conditions favorables de réutilisation des fréquences qui résultent du fait que les conditions de propagation limitent la longueur utilisable des bords en visibilité directe, dans la bande des 38 GHz, à quelques kilomètres lorsqu'une disponibilité de 99,999% est requise. L'expérience montre que les licences régionales encouragent l'exploitation aux efficacités spectrales les plus élevées possibles tout en permettant à plusieurs concurrents locaux de coexister sur le même marché local, comme le font les opérateurs des services cellulaires et de services de communication personnelle dans les bandes attribuées au service mobile au-dessous de 2 GHz.

Ces dernières années, le déploiement de systèmes hertziens numériques point à point a connu une croissance considérable au Brésil, surtout avec des capacités de transmission comprises entre 2 et 34 Mbit/s, pour les connexions de raccordement des systèmes de télécommunications mobiles comme pour les accès hertziens d'entreprise, dans des bandes de fréquences supérieures à 15 GHz. Dans les zones urbaines, et en raison de la saturation des bandes de fréquences inférieures, la bande des 38 GHz est actuellement autorisée pour les applications ci-dessus. Plus de 260 bords étaient déjà autorisés à la fin de l'année 1997. On prévoit une forte augmentation des bords hertziens à 38 GHz à mesure que la privatisation des télécommunications progresse. C'est un bon exemple des nouveaux déploiements de systèmes du service fixe dans la bande des 38 GHz.

3 Considérations relatives à la détermination de la zone de coordination par rapport au service fixe

Généralement, la coordination entre stations du service fixe et stations terriennes du SFS peut se présenter sous les formes suivantes:

– Zones sans stations du service fixe:

Les zones géographiques dans lesquelles le SFS n'aura pas besoin de coordination avec le service fixe seront plus grandes dans la bande 37-40 GHz que dans les bandes de fréquences inférieures actuellement utilisées en partage, dans lesquelles le service fixe s'étend sur des zones géographiques beaucoup plus grandes.

– Zones à faible densité de stations du service fixe:

Dans les cas intermédiaires, à faible densité du service fixe, la coordination peut être faite de station à station.

– Zones à forte densité du service fixe:

Dans les zones à forte densité de stations du service fixe, la coordination avec/par des stations terriennes du SFS doit se faire autrement que de station à station. Au § 7.5.3.2 et à l'alinéa 1 du Rapport de la RPC-97 à la CMR-97, il était indiqué que les distances entre stations du service fixe à haute densité étant sensiblement plus courtes que les distances entre stations interservices, la coordination devait être effectuée avec ou par d'autres services pour les zones de service fixe à haute densité et non pour chaque station.

Ces trois cas de figure sont illustrés par la Fig. 2.

Les considérations additionnelles suivantes sont capitales pour toute coordination entre stations du service fixe et stations terriennes du SFS:

– Le service fixe et le SFS doivent tous deux veiller à la couverture en visibilité directe de leur communauté d'abonnés. Le fait que les stations pivots du service fixe sont situées dans des endroits exposés, souvent au sommet d'immeubles de grande hauteur, réduit la possibilité pour le SFS d'utiliser l'effet d'écran naturel ou artificiel afin de réduire la distance de séparation. Dans de tels cas, la plupart des trajets de brouillage présenteront des conditions de propagation en visibilité directe.

– Dans le cas des licences régionales, le service est mis en œuvre au moyen de systèmes du service fixe P-P et P-MP. L'emploi d'antennes sectorielles dans les stations pivots des systèmes P-MP est plus restrictif au plan de la coordination. De telles antennes couvrent un segment de 360° ou sont empilées en vue de couvrir la zone de service dans toutes les directions, selon les besoins. Contrairement aux antennes paraboliques, les antennes sectorielles réduisent les avantages de l'emploi de la discrimination angulaire dans la coordination. La distance de séparation effectivement requise entre les émetteurs du service fixe et les récepteurs du SFS dépend des paramètres réels des deux systèmes, par exemple la densité de puissance d'émission dans le service fixe, les angles d'élévation opérationnels minima des systèmes à satellites, le gain hors axe de l'antenne des deux systèmes et la topographie du terrain.
