

## RECOMMANDATION UIT-R F.755-1

## SYSTÈMES POINT À MULTIPOINT UTILISÉS DANS LE SERVICE FIXE

(Question UIT-R 125/9)

(1992-1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les systèmes point à multipoint ont des applications différentes qui présentent des caractéristiques communes;
- b) que les systèmes point à multipoint qui fonctionnent dans un certain nombre de bandes de fréquences offrent différents services dont les besoins sont divers;
- c) que l'on peut minimiser les brouillages et optimiser l'utilisation du spectre grâce à un contrôle satisfaisant des émissions, des techniques d'accès appropriées et une modulation efficace;
- d) que les systèmes point à multipoint peuvent avoir des objectifs de qualité de fonctionnement semblables à ceux d'autres systèmes;
- e) que les systèmes point à multipoint utilisent habituellement des antennes à faisceau large ou des antennes à faisceaux multiples dans la station centrale et des antennes directives dans les stations terminales, les répéteurs ou les stations d'abonné et que les configurations du système sont adaptées aux besoins de la couverture géographique;
- f) que les diverses applications sont adaptées aux différentes parties du spectre, en fonction de la capacité, de la zone de couverture, de la longueur du trajet et de l'emplacement (zone rurale, banlieue, zone urbaine, etc.);
- g) que les systèmes point à multipoint ont plusieurs applications possibles, dont certains exemples sont présentés dans les annexes et dans les textes mentionnés ci-après,

*recommande*

1. de se référer à la Recommandation UIT-R F.756 pour les systèmes point à multipoint utilisant les techniques d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT), employés comme concentrateurs radioélectriques;
2. de se référer à la Recommandation UIT-R F.701 pour les dispositions de canaux radioélectriques dans le cas de systèmes radioélectriques point à multipoint analogiques et numériques fonctionnant dans des bandes de fréquences comprises entre 1,427 et 2,690 GHz;
3. qu'en ce qui concerne les services de distribution vidéo multipoint à un seul canal ou à plusieurs canaux, on peut se référer à l'Annexe 1 pour la description d'une utilisation particulière;
4. que, pour des systèmes radioélectriques par paquets, on peut se référer à l'Annexe 2 pour certains exemples précis;
5. que, pour des systèmes AMRT utilisés pour la transmission de données, notamment dans les zones urbaines, on peut se référer à l'Annexe 3 pour des informations concernant divers systèmes;
6. que l'on peut se référer à la Recommandation UIT-R F.697 pour certains besoins des systèmes point à multipoint utilisés dans la section de qualité locale d'une connexion RNIS.

## ANNEXE 1

**Exemple de services de distribution multipoint (SDM)  
à canal unique ou à plusieurs canaux**

### 1. Description du système

Le service de distribution multipoint (SDM) assure la transmission unidirectionnelle point à multipoint, à environ 2 GHz, de 4 canaux, au maximum, de signaux téléphoniques, vidéo ou de données sur certaines collectivités géographiquement disséminées. Ces signaux peuvent être utilisés pour des programmes de variétés, à des fins commerciales, sociales ou communautaires. Un système SDM typique est constitué, côté émission, d'une antenne d'émission équidirective, d'un combineur qui associe les sorties de chaque émetteur et côté réception, d'une antenne de réception directive, d'un changeur abaisseur de fréquence et d'un récepteur vidéo. La puissance d'émission est généralement limitée (normalement la p.i.r.e. est de 200 W) et on utilise d'ordinaire une antenne dont le diagramme de rayonnement est équidirectif ou en forme de cardioïde avec des gains de 10 à 16 dBi. Dans certains cas, on utilise des couples d'antennes placées dos à dos et ayant des diagrammes de rayonnement en forme de cardioïde, ces antennes étant alimentées par un seul émetteur. Le signal reçu subit un changement de fréquence qui convertit la fréquence émise en une fréquence d'un canal non utilisé, compatible avec le récepteur vidéo.

Au SDM à plusieurs canaux, on associe à chaque canal à bande étroite (125 kHz de largeur de bande) pour permettre une liaison audio de retour vers le site d'émission.

Un plan de fréquence type pour SDM à quatre canaux fonctionnant dans la bande des 2,5 GHz avec une largeur de bande d'émission de 6 MHz au maximum est donné ci-après:

*Fréquence d'émission*

$$f_n = f_0 - 128 + 24 m + 12 n \quad \text{pour } m = 1, 3, 5, 7$$

$$f_n = f_0 - 146 + 24 m + 12 n \quad \text{pour } m = 2, 4, 6$$

*Fréquences de liaison de retour*

$$f_n = f_0 + 89,9375 + 0,125 m + n$$

où:

$f_0$ : fréquence du centre de la bande = 2 595 MHz

$m$ : numéro de groupe = 1, 2, 3, ..., 7

$n$ : numéro de canal = 1, 2, 3, 4.

Le système choisi pour le SDM a été conçu de manière à permettre à des émetteurs dont l'emplacement aurait été fixé de façon aléatoire de réutiliser de manière optimale le même canal ou le canal adjacent aussi souvent que possible et d'assurer une zone protégée aussi vaste que possible autour de chaque emplacement d'émission. Cette conception nécessite un compromis entre une puissance élevée d'émission et l'utilisation d'une antenne de réception à gain élevé et obligent à limiter le service aux seuls emplacements de réception dont les trajets vers l'emplacement d'émission sont en visibilité directe.

Les spécifications techniques d'un système point à multipoint type fonctionnant dans la bande des 2,5 GHz utilisé pour le SDM sont données dans le Tableau 1.

### 2. Considérations relatives au brouillage

#### 2.1 Zone protégée

Dans le SDM, les récepteurs sont protégés contre les brouillages préjudiciables s'ils sont installés dans la zone protégée autour de leur station émettrice associée. La zone protégée est définie par la distance maximum à partir de l'émetteur à laquelle un signal fiable est reçu. Cette distance maximum dans la zone de propagation la plus défavorable du continent nord-américain est de 25 km pour un emplacement d'émission dont la p.i.r.e. est de 200 W et un convertisseur-abaisseur de fréquence dont le facteur de bruit est de 10 dB. On définit un signal fiable à cette fin comme un signal suffisant pour assurer un rapport signal/bruit de 23 dB ou mieux pendant 99,9% du temps.

Pour les stations utilisant une antenne d'émission directive, la distance de protection,  $D_b$ , à partir de l'émetteur peut-être calculée par la relation suivante:

$$D_b = D_{bmax} \cdot 10^{-\frac{(G_{max} - G)}{20}}$$

où:

$D_{bmax}$ : distance dans la direction du gain d'antenne maximum (km)

$G_{max}$ : gain maximum d'antenne (dBi)

$G$ : gain d'antenne dans la direction considérée (dBi).

Pour des antennes directives ou non directives, la distance maximum de protection est de plus limitée à l'horizon radioélectrique, en supposant une hauteur de réception standard de 9 m.

TABLEAU 1

Emetteur		Récepteur	
Modulation	BLR/MA	Caractéristiques de l'antenne	Rec. UIT-R F.699
Gain d'antenne (dBi) (par rapport à l'antenne équidirective)	13	Gain d'antenne (dBi)	20
Puissance de l'émetteur (dBW)	10	Facteur de bruit (dB)	8
p.i.r.e. (dBW)	23	Hauteur typique de l'antenne du récepteur (m)	9,1
Type de signal	TV	Porteuse/brouillage (dB) (en l'absence d'évanouissement)	45

## 2.2 *Brouillage dans le même canal*

On vérifie la réutilisation des fréquences dans une zone en s'assurant que le rapport porteuse/brouillage  $C/I$ , dû au brouillage dans le même canal, est supérieur à 45 dB.

Avec ce  $C/I$ , on assure aux récepteurs du service une protection raisonnable contre les brouillages sans trop restreindre l'aptitude des nouvelles stations à desservir des zones non desservies.

Ce rapport  $C/I$  est obtenu dans la pratique grâce à la discrimination angulaire et au découplage de polarisation croisée de l'antenne de réception. L'antenne particulière prise pour référence sert à déterminer dans quelle mesure on peut, dans une zone donnée, réutiliser les mêmes fréquences. Pour ces calculs de  $C/I$ , on a pris une antenne parabolique de 0,6 m de diamètre. Dans certains cas, lorsque l'antenne de réception réelle est plus performante, c'est d'elle que l'on part pour calculer le  $C/I$ .

## 2.3 *Brouillage dans le canal adjacent*

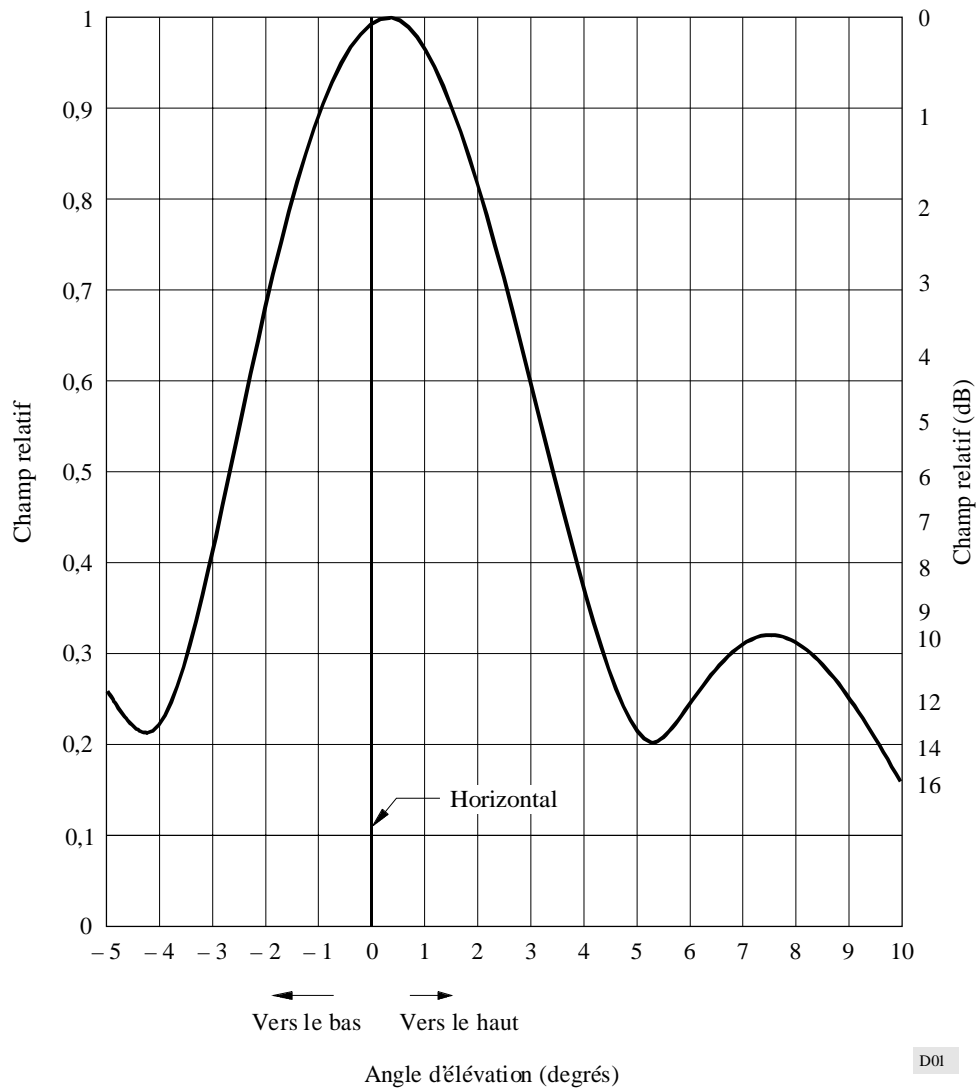
On se prémunit contre le brouillage dans le canal adjacent en veillant à ce que non seulement l'emplacement d'émission, mais aussi l'emplacement de réception SDM répondent à certaines conditions. Un objectif de 0 dB pour le rapport  $C/I$  a été choisi pour cette condition. Pour aider à satisfaire à cette condition, on encourage la pratique qui consiste à placer les antennes d'émission des deux stations SDM desservant la même région aussi près l'une de l'autre (séparation de 0,5 km ou moins) et à transmettre en polarisation croisée mais avec des signaux de puissance égale. Les effets de la propagation sur la stabilité de la polarisation dans la bande des 2 GHz nécessitent un supplément d'étude.

## 2.4 *Considérations relatives au partage*

Le diagramme de rayonnement dans le plan vertical d'une antenne d'émission équidirective type utilisée avec un système point à multipoint est donné à la Fig. 1. Il convient de se référer à la Fig. 1 et au Tableau 1 pour déterminer les conditions de partage avec d'autres services.

FIGURE 1

Diagramme de rayonnement d'une antenne d'émission type dans le plan vertical



D01

## ANNEXE 2

## Exemples de systèmes de radiocommunication par paquets

## 1. Introduction

La présente annexe décrit la technologie et les systèmes de radiocommunication par paquets. Les techniques de radiocommunication par paquets sont désormais utilisées avec succès dans un certain nombre de pays.

## 2. Application du système

Les systèmes de ce type fonctionnent le plus efficacement lorsqu'ils doivent traiter un trafic de données sous la forme de rafales. Les systèmes fonctionnant en dessous de 1 GHz, transmettent des faibles débits, jusqu'à 9,6 kbit/s. Au-dessus de 1 GHz, des plus hauts débits peuvent être utilisés. Par exemple, un réseau de radiocommunication par paquets donne la possibilité d'interconnexion dans un réseau de communications informatisé. Les communications peuvent se faire entre des ordinateurs centraux et des terminaux d'utilisateurs ainsi qu'entre des terminaux d'utilisateur.

En outre, ces systèmes sont souvent installés dans des zones non urbaines où le coût de mise en place de nouveaux câbles entre le nœud d'abonné et l'installation du réseau la plus proche peut s'avérer excessif. Dans d'autres cas, le manque permanent de liaisons filaires peut rendre ces systèmes particulièrement intéressants dans les zones urbaines.

### 3. Description du système

Le principe fondamental de la radiocommunication par paquets est que les données sont transmises par paquets. On a conçu des systèmes avec accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) et accès multiple à détection de porteuse (AMDP). Ces systèmes assurent l'accès simultané à un canal radioélectrique soit par un protocole AMDP soit par un protocole AMRT et qui permettent à une station de fonctionner à la manière d'un répéteur avec enregistrement et retransmission, assurant le traitement du trafic des stations situées assez loin du site central. On peut aussi utiliser des répéteurs régénérateurs «duplex» à deux fréquences pour obtenir davantage de souplesse dans la conception du système.

L'acheminement des paquets est assuré par la commutation des paquets; on utilise en outre des techniques de correction d'erreur très perfectionnées et à chaque bloc de données on peut associer un contrôle cyclique de redondance CRC-16 qui porte sur la somme (référence: norme X.25 de l'UIT-T). Pour obtenir des taux d'erreur binaires extrêmement faibles (meilleurs que  $1 \times 10^{-11}$ ) sur la transmission de grands blocs de données, on peut utiliser dans chaque bloc plusieurs contrôles cycliques de redondance CRC-16. Dans les systèmes de transmission de données point à multipoint, on a observé que les techniques de retransmission des blocs sont supérieures à celles qui utilisent la correction d'erreur directe.

Etant donné que les systèmes de transmission de données par paquets ne fonctionnent pas en temps réel, en raison des temps de remplissage, on peut utiliser des techniques particulières visant à réduire au minimum les temps globaux de transmission, comme par exemple, une technique dans laquelle l'émission commence avant la réception complète du paquet et où on utilise des débits de transmission du réseau très élevés (4,8 à 9,6 kbit/s). En réalité, le fait de ne pas être un processus en temps réel, présente des avantages importants en ce qui concerne la conservation du spectre puisque les données sont envoyées à la vitesse la plus élevée possible dans le réseau, même si le terminal destinataire est lent.

Dans une configuration de système AMRT, la gestion du réseau est assurée par un organe appelé «station». Une telle station dispose d'un certain nombre d'unités de radiocommunication et détermine les connexions à effectuer entre les liaisons du réseau. Dans des environnements composés d'organes fixes, voire mobiles, chaque unité de radiocommunication évalue les possibilités de connexions des liaisons, met en mémoire les informations et les communique à la station. A l'aide de ces données, la station établit la connexion finale du réseau. L'architecture du réseau peut varier et inclure des configurations sans stations ou une configuration de radiodiffusion.

### 4. Efficacité et techniques de modulation

Les systèmes AMDP ont l'avantage de pouvoir utiliser les émetteurs-récepteurs normalisés employés dans le service mobile terrestre à modulation de fréquence. Cela fournit la capacité suffisante pour acheminer jusqu'à 9,6 kbit/s de données avec un taux d'erreur binaire de  $1 \times 10^{-6}$  pour un niveau de réception de  $-107$  dBm. Des mesures ont montré que, dans un système AMDP bien conçu, on peut utiliser jusqu'à 40% de la capacité des canaux. La capacité en canaux des systèmes AMDP fonctionnant entre 130 et 960 MHz est indiquée au Tableau 2.

TABLEAU 2

Capacité en canaux des systèmes AMDP

Nombre moyen de caractères pour les messages	Messages/minute/utilisateur	Nombre maximal d'utilisateurs	Temps de transmission moyen par message (s)
60	30	16	0,26
60	20	28	0,24
60	10	52	0,23
60	5	100	0,23
60	2,5	240	0,23
60	1	400	0,22

Lorsque le nombre de messages/minute/utilisateur augmente, (par exemple pour atteindre 30 messages/minute/utilisateur) le trafic peut alors ne plus être considéré comme se présentant sous la forme de rafales et il se peut qu'un autre type de système convienne mieux.

Il a été proposé pour un système AMDP dans la bande des 2 GHz d'utiliser la modulation par étalement du spectre, séquence directe et modulation par déplacement minimal (MDM) de la fréquence porteuse. Cette technique peut réduire au minimum le brouillage causé aux autres systèmes qui partagent la même fréquence et les mêmes bandes de fréquences tout en permettant à la radiodiffusion par paquets de rejeter le brouillage et de fonctionner de manière satisfaisante avec un rapport signal/brouillage inférieur à celui d'un récepteur analogique. Toutefois, l'équipement d'étalement du spectre est généralement plus complexe et plus coûteux que les récepteurs analogiques.

## 5. Résumé

Des systèmes de radiocommunication par paquets utilisant les techniques AMRT et AMDP ont permis d'obtenir des performances très intéressantes et une transmission efficace du trafic de données.

### ANNEXE 3

#### **Systèmes point à multipoint utilisant les techniques d'accès multiple par répartition dans le temps pour la transmission de données dans les zones urbaines**

## 1. Introduction

Les principes généraux des systèmes point à multipoint (P-MP) utilisant l'accès multiple par répartition dans le temps sont examinés dans l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R F.756.

Cette technique s'est considérablement développée depuis quelques années et sert à assurer des terminaisons numériques dans les zones urbaines.

Les principes et applications des systèmes P-MP qui utilisent les techniques AMRT pour la fourniture de services de données dans les zones urbaines sont examinés dans la présente annexe et les caractéristiques d'un certain nombre de systèmes sont résumées dans les Tableaux 3a et 3b.

## 2. Principes de fonctionnement

Les principes de fonctionnement sont examinés dans l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R F.756, notamment en ce qui concerne les concentrateurs radioélectriques. Toutefois, tous les systèmes P-MP utilisant l'AMRT se conforment aux mêmes principes de transmission fondamentaux. Les signaux de données sont émis par la station centrale dans un format multiplexé par répartition dans le temps (MRT), utilisant l'entrelacement des éléments binaires ou des octets. L'information aux diverses stations d'extrémité est transmise séquentiellement. Dans le sens inverse, chaque station d'extrémité se voit attribuer un intervalle de temps pendant lequel elle émet ses informations. Il convient de veiller à ce que les paquets de données arrivent en séquence à la station centrale. On y parvient généralement grâce à une conception minutieuse du système de commande et à une égalisation du temps de propagation absolu. Pour les applications en zone urbaine, les variations du temps de propagation sont courtes par rapport à la période en bauds du système et une égalisation fixée à l'avance suffit généralement. Les Fig. 3 et 4 de la Recommandation UIT-R F.756 représentent schématiquement un système et une disposition de trame AMRT typiques.

En général, la connexion des systèmes P-MP avec le réseau s'effectue à la station centrale et il est préférable que le système P-MP soit transparent au réseau et doté d'interfaces hiérarchiques normalisées. De plus, une interface classique permet à la station centrale d'être située à une certaine distance du point de connexion avec le réseau puisque la liaison avec ce point peut être opérée par des systèmes classiques, radioélectriques ou filaires.

Normalement, le signal régénéré reçu à chaque station d'extrémité est utilisé pour fournir à celle-ci des informations de rythme. L'information de synchronisation pour les émissions en mode salve est fournie par les bits de supervision reçus de la station centrale.

Chaque salve contient donc une information de préambule et par conséquent, de longues salves ayant de longues périodes de trame sont souhaitables pour le fonctionnement efficace du système. Toutefois, cette méthode peut conduire à des retards globaux inacceptables pour un réseau public commuté. Aussi la relation entre l'efficacité de transmission et le temps de transmission autorisé doit-elle être soigneusement examinée.

### 3. Attribution des fréquences

En règle générale, les systèmes qui acheminent les données vers des stations d'extrémité de zone urbaine utilisent les ondes centimétriques (Tableau 3b). Toutefois, certains systèmes conçus pour la téléphonie rurale ou une utilisation non urbaine à longue portée peuvent acheminer les données comme l'indique le Tableau 3a, et peuvent également servir dans les zones urbaines.

Les systèmes fonctionnant dans les ondes centimétriques doivent avoir un trajet de propagation sans obstacles et libre de tous bâtiments élevés qui risquent de provoquer de nombreuses zones d'ombre. La visibilité du trajet de propagation, définie en pourcentage d'abonnés en visibilité directe à partir de la station centrale, peut être améliorée grâce à une configuration en cellules partiellement superposées avec plusieurs stations centrales. Dans le cas des systèmes fonctionnant en ondes décimétriques et métriques dans les zones rurales, un certain affaiblissement par diffraction est, en général, toléré.

Des études complémentaires, tenant compte des caractéristiques de la propagation en zone urbaine, sont nécessaires pour définir la géométrie optimale à adopter.

### 4. Antennes

A la station centrale, on peut utiliser une antenne directive ou une antenne équidirective selon les caractéristiques du système et la zone de service requise. Normalement, des antennes directives sont utilisées pour les stations d'abonnés tandis que les stations de répéteurs utilisent une combinaison d'antennes directives et d'antennes équidirectives selon les besoins.

Afin de réduire le plus possible les brouillages, la station d'abonnés peut utiliser des antennes directives orientées vers des groupes de stations d'extrémité. L'ouverture de faisceau doit cependant être assez grande pour couvrir la zone de service requise.

Un rapport avant/arrière élevé est indispensable si l'on veut assurer la réutilisation des fréquences avec d'autres systèmes et obtenir un gain d'antenne important avec des émetteurs de faible puissance auxquels on associe des installations d'alimentation en énergie peu coûteuses.

Pour assurer le rapport signal utile/signal brouilleur correct, on pourra utiliser un commutateur dynamique d'antenne, synchronisé sur la période de récurrence, pour déconnecter l'antenne qui reçoit le signal brouilleur.

### 5. Configuration des systèmes

L'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R F.756 présente les caractéristiques de configuration typiques P-MP, un schéma de principe et une séquence d'intervalles de temps. Ces caractéristiques s'appliquent de la même façon aux systèmes de transmission de données en zone urbaine.

Dans les systèmes les plus simples P-MP, chaque intervalle de temps est assigné à l'avance à une station d'abonnés déterminée qui peut accéder à tout moment à cet intervalle de temps. Cela permet d'assurer un service constant à un abonné et l'efficacité spectrale obtenue est semblable à celle d'un faisceau hertzien numérique point à point équivalent.

Lorsqu'il n'est pas nécessaire que la station d'extrémité soit connectée en permanence à la station centrale, on obtient une utilisation plus rationnelle du spectre en assignant à la demande les intervalles de temps aux stations d'abonnés.

Un système (représenté au Tableau 3b) fonctionne suivant le principe de l'assignation en fonction de la demande avec sélection des fréquences (AMRT-SF), les canaux radioélectriques étant répartis sur différentes fréquences porteuses (en général 4) chacune de faible puissance et ceci pour chaque station d'abonnés. Ce système qui fonctionne à 26 GHz permet d'exploiter 96 canaux radioélectriques ayant un débit de 64 kbit/s chacun et permet de desservir 500 abonnés environ avec une probabilité de perte d'appel égale à 0,01. La commutation de fréquences peut s'effectuer communication par communication, trame par trame, ou salve par salve. Il s'agit d'une méthode qui permet de réduire les problèmes inhérents à l'exploitation de ce système dans la bande des 20-30 GHz et concernant, par exemple, le niveau élevé de la sortie nécessaire dans un système AMRT à porteuse unique ou bien la stabilité de fréquence élevée dans un système SCPC.

TABLEAU 3a

**Exemples de caractéristiques de systèmes radioélectriques point à multipoint utilisant les techniques d'AMRT**  
(Fréquence au-dessous de 3 GHz)

Système	150, 450, 800 MHz	890 à 960 MHz	1,5; 2,4 et 2,6 GHz		1,5 et 2,4 GHz	1,5 à 2,6 GHz	2 GHz
1. Capacité d'un canal radioélectrique (type) (kbit/s)	2 × 32 ou 4 × 16	64 × 1,2	10 × 64	30 × 64	30 × 64	60 × 64	48 × 64
2. Débit binaire composite (kbit/s)	26 × 64	240	832	2 304	2 432	4 864	3 088
3. Méthode de modulation	MDP-16-D	MDP-4 avec décalage	MDF-2	MDP-4	MDP-4	MDP-4 avec décalage	MDP-4
4. Antenne de la station centrale (SC)	Equidirective: gain jusqu'à 10 dBi ou Yagi	Equidirective ou à faisceau large: gain 10 dBi	Equidirective: gain 10 dBi Yagi: gain 16-21 dBi Cornet: gain 13 dBi		Equidirective ou à faisceau large: gain 10 dBi	Equidirective ou à faisceau large: gain 10 dBi	Faisceau large (45°): gain: voir la Fig. 4 du Rapport 1057 (Düsseldorf, 1990)
5. Antenne de la station d'extrémité (SE)	Yagi: gain 10 dBi	Yagi Boucle: gain 20 dBi	Yagi: gain 16-21 dBi Cornet: gain 13 dBi		Yagi: gain 17 dBi à 1,5 GHz Parabolique: gain 22 dBi à 1,5 GHz 27 dBi à 2,4 GHz	Conique: gain 17 dBi	Parabolique (φ ≥ 1,2 m)
6. Débits binaires des usagers (kbit/s)	jusqu'à 1,2	1,2-64	64	1,2-19,2 64 144 (RNIS)	a) Jusqu'à 9,6 b) Norme: 64	2,4-64	64-1 544
7. Assignation des usagers	Assignation fixe ou à la demande	Assignation fixe	Assignation fixe ou à la demande		Assignation fixe ou à la demande	Assignation fixe ou à la demande	Assignation fixe
8. Portée (km)	jusqu'à 60	jusqu'à 30	jusqu'à 70		jusqu'à 50	jusqu'à 72	jusqu'à 50



TABLEAU 3b

**Exemples de caractéristiques de systèmes radioélectriques point à multipoint utilisant les techniques d'AMRT**  
(Fréquence au-dessus de 3 GHz)

Système	10,5 GHz	19 GHz	23 GHz	26 GHz	26 GHz
1. Capacité d'un canal radioélectrique (type) (kbit/s)	30 × 64	90 × 64 47 × 144 (2B+D)	10 × 64	192 × 64	96 × 64
2. Débit binaire composite (kbit/s)	2 100	8 192	832	14 300	4 × 2 048
3. Méthode de modulation	MDP-4	MDF-2	MDA-2	MDF (SC-SE) MDFD (SE-SC)	MDF-2
4. Antenne de la station centrale (SC)	Faisceau large (90° ou 120°): gain 13 dBi	Faisceau large (90° ou 120°): gain 18 dBi	Faisceau large (90° ou 120°): gain 10 à 15 dBi	Faisceau large (90°): gain 20 dBi	Faisceau large (90°): gain 20 dBi
5. Antenne de la station d'extrémité (SE)	Parabolique: gain 34 dBi	Parabolique: gain 35 dBi	Parabolique: gain 35 dBi	Cassegrain: gain 35 à 47 dBi	Parabolique: gain 30 dBi
6. Débits binaires des usagers (kbit/s)	64 D'autres débits sont disponibles	12,8 et 64 à l'origine pouvant être étendus pour inclure les débits du RNIS de 80 ou 144	64	64-6 144	64
7. Attribution des usagers	Attribution fixe ou à la demande	Attribution fixe ou à la demande	Attribution fixe ou à la demande	Attribution fixe	Attribution à la demande
8. Portée (km)	jusqu'à 10	jusqu'à 10	jusqu'à 5	jusqu'à 7	jusqu'à 2

Il n'est pas nécessaire d'utiliser le circuit de 64 kbit/s dans sa totalité pour assurer le trafic de données de manière efficace à des débits inférieurs à 64 kbit/s. Avec des techniques multitrames, on peut subdiviser chaque circuit de 64 kbit/s pour augmenter le nombre de circuits de débit inférieur assignés en fonction de la demande et disponibles pour la transmission de données. Les Tableaux 3a et 3b présentent un exemple de ces systèmes respectivement dans la bande 1,5-2,6 GHz et dans la bande des 19 GHz.

Un système (décrit au Tableau 3a) conçu spécialement pour la transmission de données assure la transmission continue de données dans les deux sens entre un maximum de 64 stations éloignées et un nœud central et ceci avec une combinaison quelconque de débits binaires normalisés entre 1,2 et 64 kbit/s et un débit composite total de 76,8 kbit/s dans les deux sens. Afin de simplifier l'équipement radioélectrique et les assignations de fréquence RF, un plan à une seule fréquence est employé pour transmettre à la fois du nœud central vers les abonnés et des abonnés vers ce nœud central en faisant alterner les salves de transmission. Le débit réel de transmission est de 240 kbit/s.