

RECOMMANDATION UIT-R F.1103-1*

Prescriptions et techniques de base applicables aux systèmes d'accès hertzien fixe fonctionnant dans les bandes au-dessous de 3 GHz pour la fourniture de connexions hertziennes aux abonnés des zones rurales

(Question UIT-R 125/9)

(1994-2007)

Champ d'application

La présente Recommandation indique les prescriptions et les techniques de base applicables aux systèmes d'accès hertzien fixe fonctionnant dans les bandes au-dessous de 3 GHz à utiliser pour l'établissement de connexions hertziennes dans les zones rurales. Ces prescriptions couvrent les aspects de service ainsi que les objectifs de qualité de fonctionnement et de disponibilité. Les Annexes décrivent les caractéristiques techniques et opérationnelles spécifiquement requises pour les applications d'accès hertzien fixe utilisées dans les zones rurales.

Vocabulaire

RCS Concentrateur radioélectrique

Système hertzien dans lequel les ressources radioélectriques (par exemple un intervalle de temps dans le domaine temporel ou un canal de fréquence dans le domaine fréquentiel) sont utilisées en commun par plus d'un abonné grâce à une technique d'accès multiple.

Abréviations

ADPCM modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA)

CDMA accès multiple par répartition en code (AMRC)

E&M signalisation TRON-RON

FDD duplexage par répartition en fréquence (DRF)

PCM modulation par impulsions et codage (MIC)

P-MP point à multipoint

P-P point à point

TDD duplexage par répartition dans le temps (DRT)

TDMA accès multiple par répartition dans le temps (AMRT)

TF trame temporelle

TS intervalle de temps

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) qu'il est urgent de raccorder, dans des conditions économiques, les abonnés des zones rurales aux services de télécommunication, en particulier dans les pays en développement;

* La présente Recommandation devrait être portée à l'attention de la Commission d'études 2 de l'UIT-D (Q.10).

- b) que les équipements nécessaires à la mise en place de ces liaisons devraient être simples et fiables afin de réduire les coûts d'établissement et de simplifier la maintenance et l'exploitation;
- c) que, pour l'établissement de ces liaisons, le taux d'appel permet d'utiliser des méthodes comme les systèmes d'accès hertzien fixe utilisant des applications point à multipoint (P-MP);
- d) que les systèmes d'accès hertzien fixe fonctionnant dans les bandes au-dessous de 3 GHz sont tout indiqués pour la mise en place de telles liaisons et qu'il est nécessaire de donner aux concepteurs des systèmes des informations techniques sur ces équipements;
- e) qu'en zones rurales il est souvent difficile d'installer des lignes métalliques ou d'autres systèmes câblés dans des conditions économiques mais qu'il faut, dans la mesure du possible, offrir aux habitants des zones rurales les mêmes services de télécommunication que ceux qui sont assurés par des systèmes à lignes métalliques ou d'autres systèmes câblés;
- f) que la Recommandation UIT-R F.1490 spécifie les prescriptions génériques pour les systèmes d'accès hertzien fixe;
- g) que la Recommandation UIT-R F.757 donne les caractéristiques de base et les objectifs de qualité de fonctionnement des systèmes d'accès hertzien fixe mettant en oeuvre des technologies issues des systèmes mobiles offrant des services de téléphonie et de communication de données,

recommande

1 que les systèmes d'accès hertzien fixe (AHF) utilisés pour les liaisons d'abonnés en zones rurales devraient offrir des services qui sont également assurés par des systèmes à lignes métalliques, entre autres:

- le service téléphonique d'abonné individuel à 2 fils,
- les divers types de service téléphonique public (publiphone),
- le service à 4 fils avec et sans signalisation TRON-RON,
- la possibilité d'acheminer des données en bande vocale (télécopie et autres services télématiques) à un débit d'au moins 9,6 kbit/s;

2 que, dans de nombreux cas, les systèmes d'accès hertzien fixe devraient:

- acheminer des données à des débits allant jusqu'à 64 kbit/s,
- permettre l'accès au débit de base du RNIS, 2B + D;

3 que, compte dûment tenu des considérations économiques:

3.1 la qualité de service, en termes de probabilité de perte d'appel, offerte aux abonnés par un tel système ne devrait pas en principe excéder 1% et devrait être calculée conformément aux dispositions des Recommandations UIT-T de la série E (E.506 et E541) (voir la Note 1);

3.2 les objectifs de taux d'erreur et de disponibilité devraient être conformes aux dispositions des Recommandations UIT-R F.697 et UIT-R F.1400;

4 il est préférable, pour une utilisation efficace du spectre des fréquences radioélectriques, d'utiliser des concentrateurs radioélectriques et d'autres techniques d'accès multiple numériques et il convient de se reporter à l'Annexe 1 pour obtenir des informations techniques détaillées sur les systèmes ARMT-P-MP (voir la Note 2);

5 les administrations et les concepteurs de réseaux ont tout intérêt à se reporter à l'Annexe 2 pour obtenir les caractéristiques générales et les environnements d'exploitation des équipements;

6 les méthodes de codage de la voix utilisées dans les systèmes numériques doivent être telles que l'intégration du système au réseau commuté soit immédiate et la moins contraignante possible. Les méthodes de codage recommandées sont la méthode MIC à 64 kbit/s et la méthode MICDA à 32 kbit/s conformément aux dispositions des Recommandations UIT-T G.711 et UIT-T G.726 respectivement.

NOTE 1 – Certaines administrations pourront adopter pour la qualité de service d'autres valeurs qui peuvent aller jusqu'à 5%, selon les conditions locales.

NOTE 2 – D'autres techniques comme l'AMRT ou le multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence C (MROF) sont données dans le Manuel sur l'accès hertzien fixe (Volume 1 du Manuel sur les services mobiles terrestres).

Références

Recommandations de l'UIT-R

Recommandation UIT-R F.382: Dispositions des canaux électriques pour les systèmes hertziens fixes fonctionnant dans les bandes de 2 et 4 GHz

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 communication RNIS à débit binaire inférieur au débit primaire utilisant des faisceaux hertziens numériques

Recommandation UIT-R F.701: Disposition des canaux radioélectriques pour les systèmes radioélectriques analogiques et numériques point à multipoint, fonctionnant dans des bandes de fréquences comprises entre 1,350 et 2,690 GHz (1,5, 1,8, 2,0, 2,2, 2,4 et 2,6 GHz)

Recommandation UIT-R F.746: Dispositions radioélectriques pour les systèmes du service fixe

Recommandation UIT-R F.757: Caractéristiques de base et objectifs de qualité des accès hertziens fixes mettant en oeuvre des technologies issues des systèmes mobiles offrant des services de téléphonie et de communication de données

Recommandation UIT-R F.1242: Dispositions des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens numériques fonctionnant dans la gamme de fréquences 1 350-1 530 MHz

Recommandation UIT-R F.1243: Dispositions des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens numériques fonctionnant dans la gamme de fréquences 2 290-2 670 MHz

Recommandation UIT-R F.1400: Caractéristiques et objectifs de qualité et de disponibilité applicables à l'accès hertzien au réseau téléphonique public avec commutation

Recommandation UIT-R F.1401: Principes à suivre pour l'identification de bandes de fréquences utilisables pour l'accès hertzien fixe et études de partage associées

Recommandations de l'UIT-T

Recommandation UIT-T E.506: Prévisions du trafic téléphonique international

Recommandation UIT-T E.541: Qualité globale d'écoulement du trafic international (d'abonné à abonné)

Recommandation UIT-T G.711: Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales

Recommandation UIT-T G.726: Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s

Annexe 1

Caractéristiques générales des systèmes d'accès hertzien fixe utilisant des techniques AMRT

1 Introduction

La présente Annexe donne des informations sur les systèmes d'accès hertzien fixe point à multipoint utilisant les techniques d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT). Ces systèmes peuvent également généralement fonctionner en mode autre que de concentration, par exemple pour des liaisons de données à faible capacité préalablement assignées.

Ces systèmes sont actuellement largement utilisés pour offrir aux abonnés un service de données vocales essentiellement dans les zones rurales/suburbaines et, moins fréquemment, dans les zones urbaines.

2 Description générale

Ces systèmes ont essentiellement pour objet de fournir une liaison radioélectrique qui permettra de desservir les abonnés des zones rurales, lorsque l'utilisation de systèmes câblés est plus coûteuse ou considérablement limitée par le relief ou bien encore pour protéger l'environnement. Dans la mesure du possible, ces services devraient également offrir la même qualité de transmission et la même gamme d'installations que celles dont bénéficient les abonnés des zones urbaines.

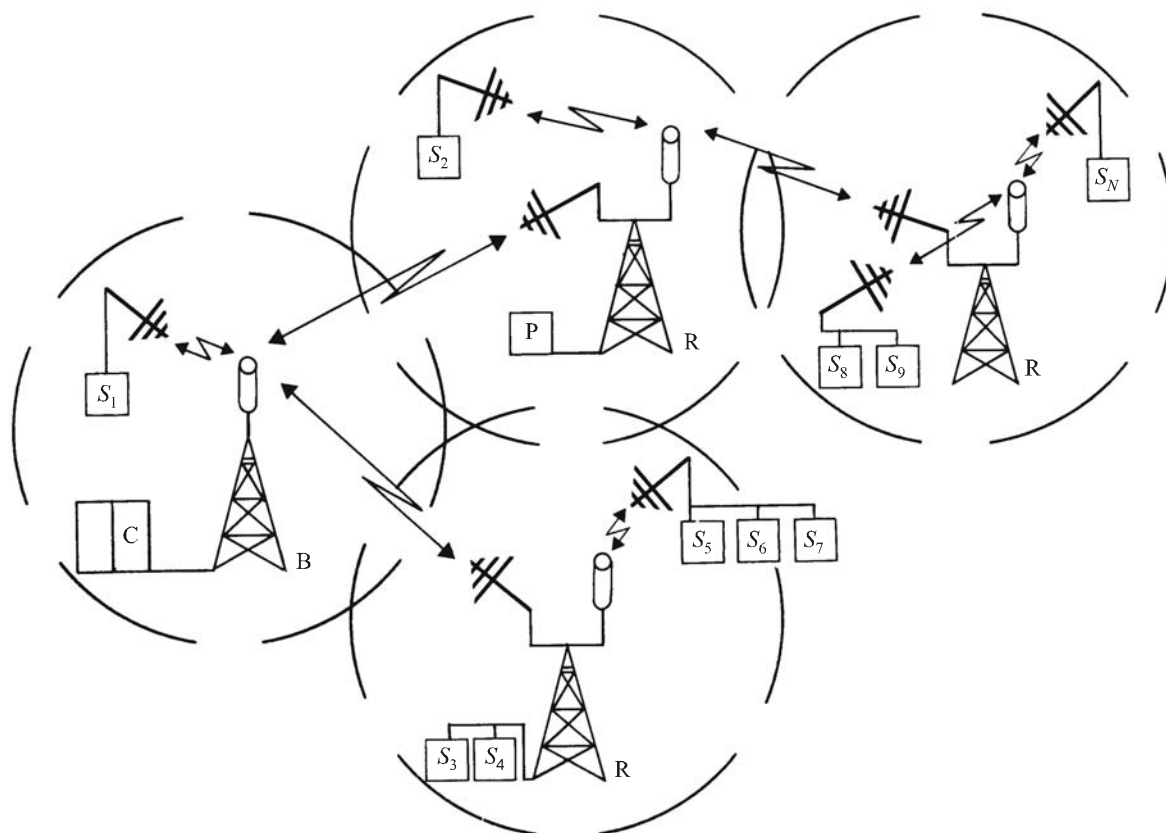
Les systèmes d'accès multiple permettent aux abonnés d'avoir accès à plusieurs circuits dont le nombre n est inférieur au nombre N d'abonnés ($n < N$). Etant donné qu'il s'agit d'un concentrateur, il faut accepter une certaine qualité de service pour ce qui est des tentatives d'établissement d'appel. Cette qualité de service dépend du nombre n de circuits, du nombre N d'abonnés et du volume de trafic généré.

Un concentrateur radioélectrique AMRT se compose d'un émetteur-récepteur unique dans la station centrale et dans chaque station d'abonné. Le signal émis se compose de n intervalles de temps multiplexés dans le temps, chacun pouvant fournir une voie téléphonique. N'importe quelle station d'abonné peut avoir accès à n'importe lequel des n intervalles de temps qui sont attribués à la demande par la station centrale.

Il est possible de mettre en place des stations de répéteurs pour prolonger le service depuis le central et desservir des abonnés très éloignés. Les stations de répéteurs se composent de deux émetteurs-récepteurs connectés dos à dos grâce à un équipement approprié. Les répéteurs peuvent desservir les abonnés locaux et fonctionner comme des relais radiofréquence bidirectionnels qui retransmettent le signal dans les zones radioélectriques adjacentes (voir la Fig. 1), ce qui fait qu'il n'est pas nécessaire d'interconnecter les liaisons entre les cellules.

Dans une configuration possible utilisant des stations de répéteurs avec commutation locale, les informations de signalisation, les spécifications d'acheminement et les données concernant le fonctionnement du réseau d'accès multiple sont acheminées sur des voies de surveillance qui sont contrôlées en permanence et, si nécessaire, actualisées au niveau de toutes les stations. Les voies d'abonné ou les intervalles de temps non utilisés sont attribués à la demande, en mode extraction et insertion, aux différents abonnés, via les commutateurs locaux et les voies de surveillance sont actualisées avec les informations sur les nouvelles connexions ou déconnexions. La même voie ou le même intervalle de temps peut être réutilisé plusieurs fois sur le réseau grâce au commutateur local. Aucun commutateur central n'est nécessaire. Une station centrale assure la fonction de passerelle vers le réseau public.

FIGURE 1
 Configuration possible d'un concentrateur radioélectrique
 AMRT pour les abonnés en zones rurales



: central téléphonique
 S_i : interface d'abonné
 R : station de répéteur
 B : station centrale
 P : téléphone public
 C : unité de commutation

1103-01

3 Principes de fonctionnement

Tous les systèmes point à multipoint AMRT utilisent le même principe de transmission. Les données ou les signaux vocaux codés numériquement sont transmis depuis la station centrale, dans un format de multiplexage par répartition dans le temps (AMRT), en utilisant l'entrelacement des bits ou des octets. Par contre, les informations destinées aux diverses stations périphériques (d'abonné ou distantes) sont transmises de façon séquentielle. Dans le sens retour, chaque station périphérique se voit attribuer un intervalle de temps pendant lequel elle transmet ses informations. Il faut veiller à ce que les salves de données arrivent à la station centrale de façon séquentielle. Pour cela, le système de contrôle est conçu avec soin et on procède à une égalisation du temps de propagation absolu. Cette égalisation est soit prédéfinie soit ajustée dynamiquement en fonction des objectifs de conception applicables au système. Lorsque les variations du temps de propagation sont faibles par rapport à la période d'émission des symboles, une égalisation prédéfinie généralement suffit. Les Fig. 2 et 3 illustrent respectivement un système type schématique et la disposition des trames ARMT.

En règle générale, la connexion au réseau des systèmes point à multipoint se fait au niveau de la station centrale et il est préférable que le système point à multipoint soit transparent pour le réseau et que l'utilisation de la technique AMRT n'impose pas de contraintes. En outre, l'utilisation d'une interface classique permet de placer la station centrale à une certaine distance du point de connexion au réseau étant donné que la liaison jusqu'à ce point peut être assurée par des systèmes radioélectriques classiques ou des systèmes câblés.

Normalement, le signal régénéré reçu au niveau de chaque station périphérique est utilisé pour fournir les informations de synchronisation destinées à cette station. Les informations de synchronisation pour les transmissions par salves sont contenues dans les bits de surveillance reçus de la station centrale. Chaque salve contient donc des informations sur le préambule et des salves ayant de longues périodes de trame sont préférables pour une bonne utilisation du système. Les temps de propagation totaux que l'on obtient avec cette méthode peuvent être inacceptables dans un réseau public commuté, de sorte que la relation entre l'efficacité de transmission et le temps de propagation total permis dans le système doit être examinée avec soin.

FIGURE 2

Configuration type d'un système hertzien fixe point à multipoint AMRT

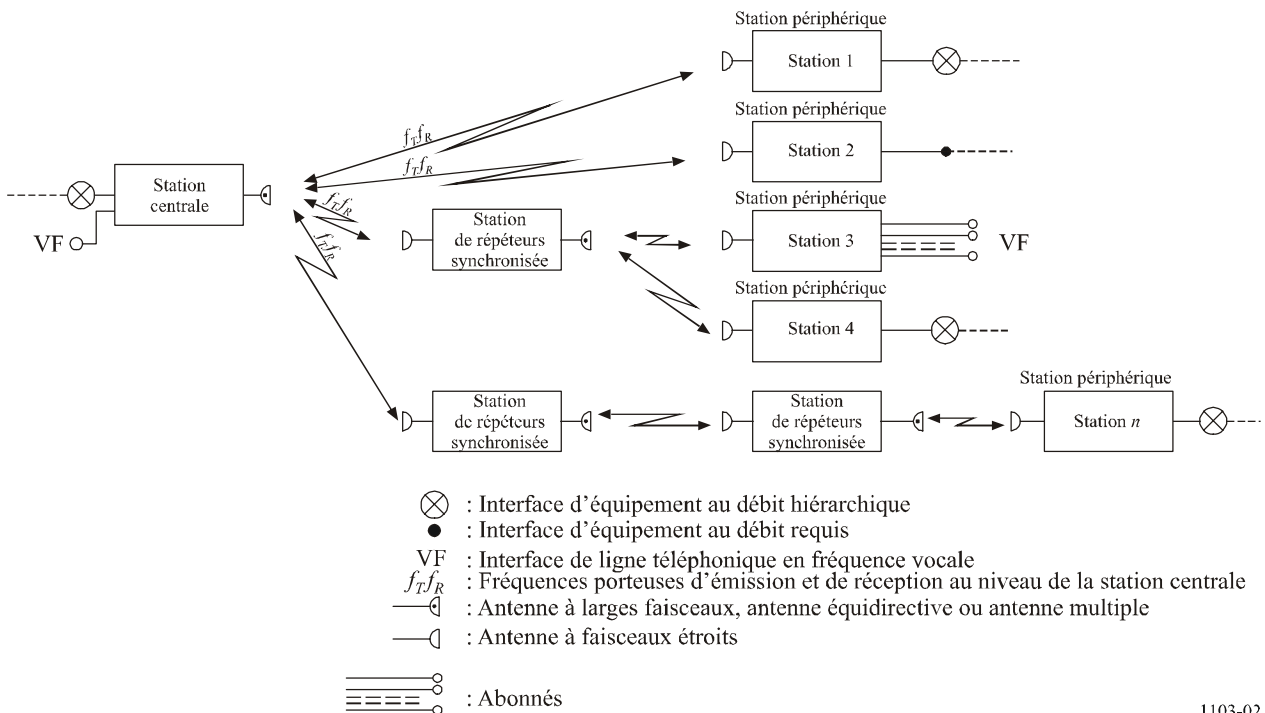
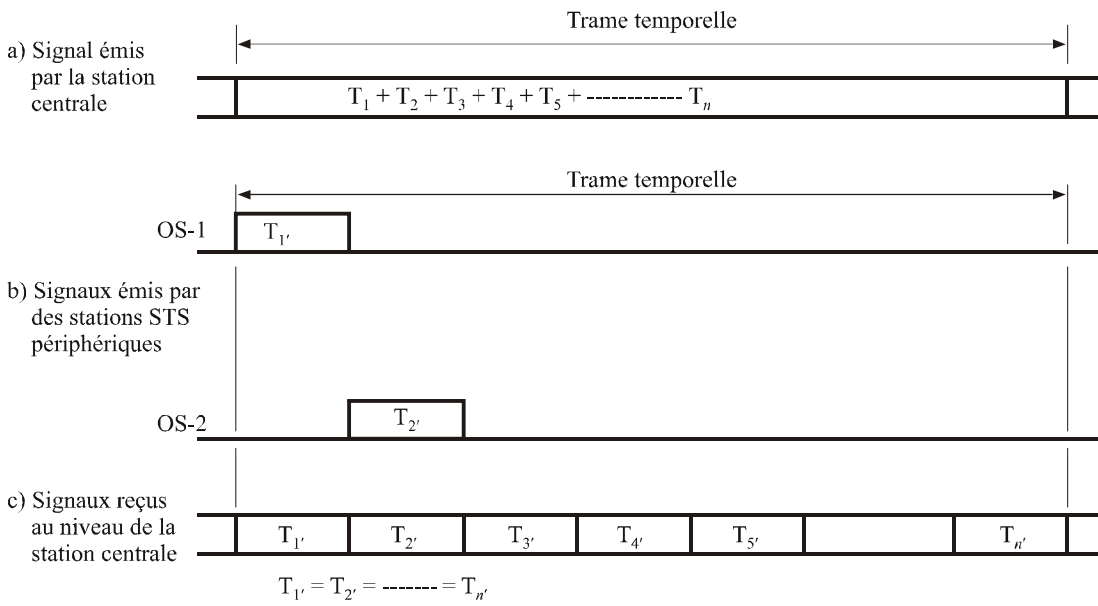
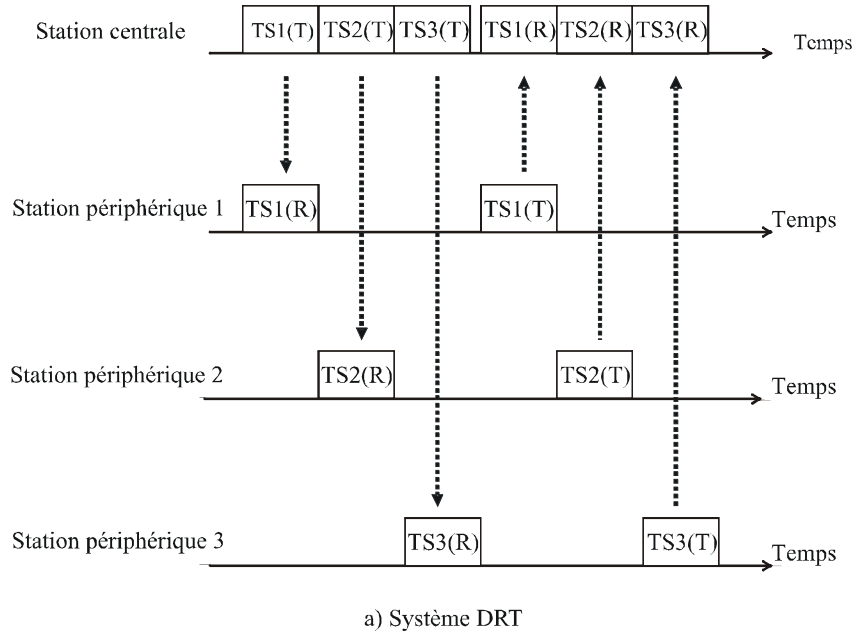


FIGURE 3

Disposition des intervalles de temps dans un système AMRT utilisant le duplexage par répartition dans le temps (DRT) et le duplexage par répartition en fréquence (DRF)



b) Système DRF

Annexe 2

Informations supplémentaires concernant les aspects techniques et opérationnels des systèmes d'accès hertzien fixe utilisés dans les zones rurales

1 Généralités

Il faut réduire au minimum le coût d'établissement des infrastructures qui sont nécessaires pour les systèmes utilisés dans les zones rurales. Ces infrastructures comprennent notamment les éléments suivants:

- la fourniture de voies d'accès appropriées;
- la fourniture de boîtiers pour les équipements, et si nécessaire, d'installations de maintenance, par exemple des logements pour le personnel chargé de la maintenance;
- la fourniture de locaux pour les alimentations électriques, avec des citernes de carburant si nécessaire;
- la fourniture de systèmes de fixation pour les antennes, etc.

Pour les systèmes hertziens fixes actuels, le coût de ces infrastructures a souvent constitué une grosse partie des dépenses.

On notera que, dans certains cas (lorsque l'on traverse des zones marécageuses, des déserts, des régions montagneuses ou des territoires étrangers), il peut être intéressant d'utiliser des faisceaux hertziens transhorizon qui fonctionnent sur des fréquences relativement basses, étant donné qu'ainsi on évitera de devoir installer des stations distantes des grandes agglomérations, sans imposer une installation de grande envergure. En pareil cas, des composants à semiconducteurs risquent de ne pas convenir pour l'amplificateur de puissance de l'émetteur.

Il est certes généralement difficile de prévoir les besoins à long terme, découlant de la demande de trafic, pour les liaisons interurbaines ou les liaisons d'accès dans les zones rurales et pourtant le choix de la capacité optimale du système est une décision économique qui repose sur de telles prévisions. La première installation d'un équipement ne sera pas rentable si la capacité finale de cet équipement dépasse les besoins futurs. Or, le remplacement du système de plus faible capacité qui a été installé au départ ne devrait intervenir, si la capacité de ce système devient insuffisante, qu'après une croissance de plusieurs années. L'installation d'un système de plus forte capacité sera alors justifiée et l'équipement initial pourra être récupéré pour être utilisé sur une autre liaison à faible trafic. En outre, compte tenu des exigences, demain, du large bande, il est souhaitable que les systèmes soient modulables.

2 Considérations relatives aux bandes de fréquences

Il n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation de déterminer d'éventuelles bandes de fréquences préférées au-dessous de 3 GHz pour les systèmes d'accès hertzien fixe utilisés dans les zones rurales. Les concepteurs des systèmes pourraient utilement consulter les informations figurant dans le Tableau 1 de la Recommandation UIT-R F.746 pour choisir la bande de fréquences et la disposition des canaux radiofréquence.

La Recommandation UIT-R F.1401 donne elle aussi des indications pour identifier des bandes de fréquences envisageables pour les systèmes d'accès hertzien fixe et fournit aussi les études de partage associées.

3 Antennes

Les antennes des stations d'abonné devraient être solides et présenter une faible surface d'exposition au vent. Etant donné qu'il est difficile d'accéder aux sites éloignés, la fiabilité est un élément primordial. Les antennes Yagi de bonne construction constituent une bonne solution pour les fréquences allant jusqu'à environ 1,5 GHz. A des fréquences plus élevées, on pourra utiliser des antennes hélicoïdales ou des antennes doublet avec réflecteur, en fonction du gain requis et de la fréquence utilisée. Aux fréquences supérieures à 1,5 GHz, les antennes cornet offrent un bon compromis entre gain, fiabilité et coût.

L'utilisation de la même antenne pour l'émission et la réception est généralement plus rentable pour les systèmes DRF, mais dans ce cas, il faut prévoir un espacement en fréquence important afin de ne pas occulter le récepteur (par exemple, 3 à 5% de la fréquence moyenne). Toutefois, des difficultés techniques risquent de surgir si l'espacement en fréquence est trop important, en raison des limitations de largeur de bande propres à certaines antennes. Dans le cas des systèmes DRT, on utilise la même antenne pour l'émission et la réception et on peut donc avoir une configuration d'antenne plus simple et plus économique.

Dans un système d'accès multiple, le choix de la ou des antennes de la station centrale (où tous les abonnés de la zone de service sont concentrés) devrait être dicté par le souci de trouver la meilleure adéquation possible entre leurs caractéristiques de rayonnement et la zone géographique à desservir ou la répartition des stations d'abonné.

Les stations de répéteurs ont deux antennes. La configuration la plus courante est celle d'une antenne directive pointant en direction de la station centrale et d'une antenne équidirective, ou éventuellement à larges faisceaux, qui dessert les stations d'abonné locales et, si nécessaire, assure une liaison avec d'autres répéteurs.

L'utilisation d'antennes directives au niveau de la station d'abonné permet d'utiliser plus efficacement le spectre des fréquences radioélectriques disponible car les brouillages mutuels sont réduits au minimum.

4 Alimentation électrique

En règle générale, les sources d'énergie dynamiques (groupes électrogènes) ne devraient pas être utilisées car elles nécessitent une maintenance importante.

L'énergie solaire est particulièrement intéressante, même si son utilisation peut être limitée par les conditions climatiques rencontrées dans certaines zones.

Avec un système AMRT, on fait des économies d'énergie car l'émetteur est allumé uniquement pendant la durée des intervalles de temps actifs. On peut faire des économies d'énergie supplémentaires si l'on éteint le récepteur lorsqu'il est au repos, même si pour cela les cycles de fonctionnement devraient être compatibles avec la méthode de signalisation adoptée.

5 Installation

L'équipement radioélectrique peut être placé dans une armoire au sommet du système de fixation de l'antenne, ce qui réduit les pertes dans le câble d'alimentation mais rend l'installation et la maintenance plus complexes, ou bien au pied de ce système afin de faciliter ces opérations. Si l'armoire contient à la fois l'équipement radioélectrique et l'équipement d'interface de ligne, l'installation au pied du système de fixation de l'antenne est la seule solution pratique. En règle générale l'équipement doit être peu encombrant, léger, solide et facile à installer, même dans des environnements hostiles.

L'équipement pour les installations extérieures doit pouvoir fonctionner de façon fiable sur une large gamme de températures ou en présence d'un taux d'humidité élevé. Dans les déserts, les constructions doivent être étanches à la poussière, sinon les équipements devront être installés dans des abris.

Ces informations sont valables pour l'installation des équipements dans les locaux de l'abonné ou sur le site du répéteur. Toutefois, les infrastructures requises pour les équipements radioélectriques de la station centrale risquent d'être plus lourdes, étant donné que les équipements de base sont plus encombrants et consomment davantage d'énergie, etc.

6 Maintenance

Étant donné qu'il peut être parfois difficile d'avoir accès aux équipements desservant les zones rurales, ces équipements devraient être aussi fiables, voire plus fiables, que les systèmes câblés. Certaines administrations ont utilisé pour les stations d'abonné des systèmes dont la moyenne des temps de bon fonctionnement était de plus de dix ans.

En outre, étant donné que les compétences techniques nécessaires pour assurer la maintenance des équipements sur les sites distants risquent d'être limitées, les équipements devraient être conçus de façon à ce que la maintenance sur le site se limite au remplacement de l'unité tout entière ou de telle ou telle carte. Il convient de limiter au strict minimum, voire d'éliminer les réglages sur le site.

Le système d'exploitation utilisé pour surveiller et tester les éléments du réseau est très utile pour la maintenance.
