

RECOMMANDATION UIT-R M.1034-1

**EXIGENCES IMPOSÉES À LA OU AUX INTERFACES RADIOÉLECTRIQUES
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS MOBILES INTERNATIONALES-2000 (IMT-2000)**

(Question UIT-R 39/8)

(1994-1997)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

recommande

1 que les caractéristiques de la ou des interfaces des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) tiennent compte des considérations qui suivent.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction.....	3
2 Objet.....	4
3 Structure de la Recommandation	4
4 Documents de référence.....	4
5 Définitions.....	5
6 Considérations générales.....	5
7 Environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000.....	5
7.1 Caractéristiques des environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000.....	5
7.1.1 Caractéristiques du réseau.....	5
7.1.2 Caractéristiques physiques.....	6
7.1.3 Caractéristiques de l'utilisateur	6
7.2 Définition des environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000	6
7.2.1 Locaux des entreprises	7
7.2.2 À l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments d'habitation sur de courtes distances	7
7.2.3 En zone résidentielle	7
7.2.4 Circulation urbaine.....	7
7.2.5 Piéton en zone urbaine	7
7.2.6 En zone rurale	8
7.2.7 En aéronautique	8
7.2.8 Stations mobiles utilisées en stations fixes	8
7.2.9 Trafic local à débit binaire élevé.....	8
7.2.10 Trafic avec satellite en zone urbaine	8
7.2.11 Trafic avec satellite en zone rurale.....	8
7.2.12 Stations mobiles utilisées en stations fixes avec satellite.....	9
7.2.13 Liaison par satellite à l'intérieur des bâtiments	9

8	Caractéristiques de la propagation radioélectrique.....	9
8.1	Environnements intérieurs	9
8.2	Environnements extérieurs de Terre	10
8.3	Environnements extérieur vers intérieur	10
8.4	Environnements satellite.....	11
9	Accessibilité du service dans les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000.....	11
9.1	Paramètres d'accessibilité de service	11
9.2	Classification de l'accessibilité du service	12
9.3	Caractéristiques d'accessibilité du service	12
9.3.1	Couverture du système.....	12
9.3.2	Couverture radioélectrique.....	12
9.3.3	Possibilités des services dans les environnements d'exploitation	13
10	Exigences relatives à l'utilisateur	13
10.1	Exigences relatives au service	13
10.1.1	Possibilité de services IMT-2000 multiples	13
10.1.2	Souplesse de la base de service.....	13
10.1.3	Débits binaires d'utilisateur variables	13
10.1.4	Transmission de données en bande vocale	13
10.1.5	Possibilité de services de données	13
10.1.6	Accès prioritaire et services d'urgence.....	14
10.1.7	Utilisation simultanée de services multiples	14
10.1.8	Service universel.....	14
10.1.9	Tonalité de numérotation	14
10.2	Exigences de qualité de service	14
10.2.1	Qualité de la parole	14
10.2.2	Techniques de maintien de la qualité de la parole	14
10.2.3	Temps de propagation de la parole	14
10.2.4	Qualité des données	14
10.2.5	Intégrité du nombre de bits	14
10.3	Exigences relatives à la sécurité.....	14
10.3.1	Contraintes dues à la sécurité.....	15
10.3.2	Garantie de la sécurité pendant les transferts	15
10.3.3	Signalisation de sécurité pendant les salves d'erreurs	15
10.3.4	Réduction au minimum du temps supplémentaire d'établissement d'une communication	15
10.4	Exigences liées au coût et à la complexité.....	15
10.5	Exigences liées à la possibilité d'utiliser des terminaux de poche	15
10.6	Exigences liées à la sécurité et à la compatibilité électromagnétique.....	16
10.6.1	Exigences de sécurité.....	16
10.6.2	Compatibilité électromagnétique	16
11	Conditions d'exploitation	16
11.1	Conditions du scénario	16
11.1.1	Prise en charge d'environnements d'exploitation radioélectriques multiples	16
11.1.2	Prise en charge d'exploitants IMT-2000 multiples.....	17
11.1.3	Prise en charge de fournisseurs de matériel différents.....	17
11.1.4	Prise en charge de stations mobiles IMT-2000 de types différents.....	17

11.2	Caractéristiques fonctionnelles	17
11.2.1	Complexité de la structure	17
11.2.2	Déplacements	18
11.2.3	Transfert	18
11.2.4	Interfonctionnement	19
11.2.5	Déploiement d'un réseau radioélectrique	19
11.2.6	Gestion du réseau radioélectrique	20
11.2.7	Évolution du réseau radioélectrique	20
11.2.8	Utilisation et gestion du spectre	21
11.2.9	Portée radioélectrique et dimensions des cellules	21
11.2.10	Techniques de diversité	22
11.2.11	Souplesse d'exploitation	22
11.2.12	Risques	22
11.3	Caractéristiques de performance	22
11.3.1	Résistance aux effets des trajets multiples	23
11.3.2	Prise en charge des véhicules en mouvement	23
11.3.3	Performance du canal radioélectrique	23
11.3.4	Efficacité d'utilisation du spectre	23
11.3.5	Fiabilité d'exploitation	23
Annexe 1	– Définitions	24
Annexe 2	– Environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000	24
Annexe 3	– Exigences provisoires de conception de l'accessibilité du service pour la ou les interfaces des IMT-2000 dans les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000	25

1 Introduction

Les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) sont des systèmes mobiles de la troisième génération (SMTG) dont l'entrée en service est prévue autour de l'an 2000 suivant les conditions du marché. Ils permettront d'accéder, au moyen d'une ou plusieurs liaisons radioélectriques, à un vaste éventail de téléservices assurés par les réseaux fixes de télécommunication (par exemple, réseau téléphonique public avec commutation (RTPC)/ réseau numérique à intégration des services (RNIS)), ainsi qu'à divers services particuliers aux usagers mobiles.

Ces systèmes utilisent différents types de terminaux mobiles, reliés à des réseaux terrestres ou des réseaux à satellites, conçus en fonction d'une utilisation dans le service fixe ou dans le service mobile.

Les principales caractéristiques des IMT-2000 sont les suivantes:

- niveau élevé de communauté de conception à l'échelle mondiale,
- compatibilité des services au sein des IMT-2000 et avec les réseaux fixes,
- qualité élevée,
- utilisation partout dans le monde d'un petit terminal de poche.

Les IMT-2000 sont définies par une série de Recommandations interdépendantes de l'UIT, dont fait partie la présente Recommandation qui concerne les caractéristiques de la ou des interfaces radioélectriques.

Cette Recommandation s'inscrit dans le processus de spécification de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000. Ces systèmes seront exploités dans les bandes spécifiées à l'échelle mondiale par la Conférence administrative mondiale des radiocommunications chargée d'étudier les attributions de fréquences dans certaines parties du spectre (Malaga-Torremolinos, 1992) (CAMR-92) (1 885-2 025 et 2 110-2 200 MHz, les composantes spatiales étant limitées aux bandes 1 980-2 010 et 2 170-2 200 MHz).

La question des IMT-2000 est complexe et leur description doit faire l'objet de Recommandations. Pour ne pas ralentir les progrès réalisés dans ce domaine, il faut élaborer une série de Recommandations portant sur les divers aspects de ces systèmes en évitant les contradictions. Toutefois, le cas échéant, les contradictions seraient résolues par de nouvelles Recommandations ou par des révisions des textes existants.

2 Objet

La présente Recommandation a pour objet de développer les concepts des IMT-2000 présentés dans la Recommandation UIT-R M.687 et de donner une idée précise des caractéristiques de la ou des interfaces radioélectriques compte tenu des caractéristiques du système, des utilisateurs et de l'exploitation. Elle tient compte des Recommandations relatives au cadre de description pour des services (Recommandation UIT-R M.816), à l'adaptation aux besoins des pays en développement (Recommandation UIT-R M.819), à l'utilisation des satellites (Recommandation UIT-R M.818), à l'architecture des réseaux (Recommandation UIT-R M.817), aux règles de sécurité (Recommandation UIT-R M.1078) et aux exigences imposées à la qualité des données en bande téléphonique et en bande vocale (Recommandation UIT-R M.1079). L'objectif est d'élaborer des Recommandations sur les caractéristiques des sous-systèmes radioélectriques des IMT-2000 dans la perspective du système global.

3 Structure de la Recommandation

Le § 4 contient la liste des Recommandations associées. Le § 5 donne la liste des définitions utilisées dans la Recommandation. Le § 6 expose les considérations sur lesquelles est fondée la Recommandation. Le § 7 définit et décrit les milieux d'exploitation radioélectriques des IMT-2000. Le § 8 donne les caractéristiques de propagation radioélectrique. Le § 9 expose l'accessibilité au service dans les milieux d'exploitation radioélectriques des IMT-2000. Le § 10 décrit les exigences de l'utilisateur quant au coût et à la complexité, à la sécurité et la facilité de transport. Enfin le § 11 expose les diverses exigences d'exploitation.

4 Documents de référence

Les Recommandations de l'UIT suivantes contiennent des renseignements sur les IMT-2000 en liaison avec la présente Recommandation:

- Recommandation UIT-R M.687: Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.816: Cadre de description pour des services assurés par les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.817: Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000). *Architectures de réseau*
- Recommandation UIT-R M.818: Utilisation des satellites dans les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.819: Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) au service des pays en développement
- Recommandation UIT-R M.1035: Cadre de description de la ou des interfaces radioélectriques et fonctionnalités des sous-systèmes radioélectriques pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.1036: Considérations relatives au spectre pour la mise en œuvre des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) dans les bandes 1 885-2 025 MHz et 2 110-2 200 MHz
- Recommandation UIT-T F.115: Objectifs de service et principes relatifs aux futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication
- Recommandation UIT-R M.1225: Directives d'évaluation des technologies de transmission radioélectrique pour les IMT-2000
- Recommandation UIT-R M.1078: Principes de sécurité pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.1079: Exigences imposées à la qualité de la parole et des données dans la bande vocale pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- Recommandation UIT-R M.1224: Terminologie des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)

5 Définitions

On trouvera à l'Annexe 1 une liste partielle des définitions relatives à la présente Recommandation.

6 Considérations générales

Pour établir la présente Recommandation, on a tenu compte d'un certain nombre de considérations:

- a) les Recommandations UIT-R et UIT-T pertinentes et les études en cours;
- b) le fait que l'exploitation des satellites dans le cadre des IMT-2000 pourrait faciliter le développement des services de télécommunication dans les pays en développement;
- c) la nécessité de concevoir un système à structure souple permettant d'adapter les investissements consacrés au réseau à l'accroissement des ressources, d'adapter les systèmes aux conditions d'environnement et de tenir compte des nouveaux développements sans freiner les innovations;
- d) la nécessité pour les terminaux mobiles (y compris ceux qui peuvent travailler avec des satellites) de pouvoir se déplacer d'un réseau de télécommunication d'un pays à un autre;
- e) le fait que les IMT-2000 devront fonctionner dans des contextes très différents présentant des caractéristiques de propagation ainsi que des densités de trafic et des mobilités diverses;
- f) le fait que l'exploitation des satellites dans les IMT-2000 offre la possibilité d'améliorer notablement la couverture globale de ces services et l'intérêt qu'ils présentent;
- g) la nécessité d'assurer dans le cadre des IMT-2000 une qualité de service comparable à celle du RTPC/RNIS;
- h) l'importance croissante que prennent les divers types des services de télécommunication non vocaux;
- j) le fait que les terminaux mobiles des IMT-2000 peuvent donner accès aux systèmes mobiles à satellites utilisés au sol, à bord de navires ou d'aéronefs.

7 Environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000

Le présent paragraphe définit un certain nombre d'environnements d'exploitation radioélectriques applicables aux IMT-2000. Ils se caractérisent, du point de vue du sous-système radioélectrique IMT-2000, par plusieurs attributs.

On définit des environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 distincts afin de préciser des scénarios qui, du point de vue radioélectrique, peuvent imposer des exigences diverses à la ou aux interfaces radioélectriques. Cette définition n'a pas pour but de préciser les scénarios possibles pour les IMT-2000.

Les différents environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 précisés serviront à poursuivre l'étude de la conception des systèmes IMT-2000 afin de définir leurs points communs et les compromis, de réduire au minimum le nombre des interfaces radioélectriques des IMT-2000 et de leur donner un maximum de points communs.

7.1 Caractéristiques des environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000

Les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 se distinguent par plusieurs caractéristiques qui, dans une certaine mesure, peuvent influencer le sous-système radioélectrique IMT-2000. Ces caractéristiques comprennent les éléments suivants:

7.1.1 Caractéristiques du réseau

Les domaines d'application des IMT-2000 se définissent à partir de la couverture demandée au système. Ces domaines varient sensiblement en fonction du type de réseau IMT-2000 qu'on y utilise. Les différents types de réseaux peuvent à leur tour imposer des exigences diverses à la ou aux interfaces radioélectriques. Parmi les exemples de domaines d'application des systèmes IMT-2000, on peut citer les suivants:

- applications cellulaires publiques,
- applications aux entreprises privées,
- applications résidentielles sans fil,

- remplacement du circuit d'abonné fixe,
- applications sur de courtes distances en zone résidentielle,
- applications à des stations de base mobiles,
- applications à la radiorecherche.

Les modes d'acheminement des IMT-2000 se caractérisent par la mise en œuvre du réseau de base, qui n'est pas nécessairement connue des usagers. On définit deux modes d'acheminement:

- infrastructure de Terre,
- infrastructure spatiale.

Les modes d'acheminement des IMT-2000 sont très largement indépendants des domaines d'application, mais chacun d'eux n'est pas forcément applicable à tous les domaines d'application énumérés.

7.1.2 Caractéristiques physiques

Les conditions de propagation dépendent de l'emplacement des stations de base des IMT-2000 et de leurs stations mobiles. Les effets de propagation peuvent varier, par exemple, en fonction des conditions suivantes:

- exploitation à l'intérieur et/ou à l'extérieur,
- exploitation à l'extérieur en milieu urbain, suburbain, rural, accidenté ou dans les zones côtières,
- exploitation de Terre ou par satellite,
- exploitation terrestre, maritime ou aéronautique.

7.1.3 Caractéristiques de l'utilisateur

Les caractéristiques d'utilisation dépendent de la façon dont l'utilisateur mobile des IMT-2000 emploie le service. Elles peuvent varier, par exemple, selon:

- l'utilisation, au domicile, au bureau ou en déplacement,
- la demande prévisible de trafic,
- les débits approximatifs d'informations de service à assurer sur la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000.

Les vitesses relatives des stations de base des IMT-2000 et des stations mobiles des IMT-2000 les unes par rapport aux autres dépendent du déplacement des unes ou des autres. On peut en gros classer ces vitesses relatives comme suit:

- stationnaire (0 km/h),
- piéton (jusqu'à 10 km/h),
- véhicule classique (jusqu'à 100 km/h),
- véhicule à grande vitesse (jusqu'à 500 km/h),
- aéronautique (jusqu'à 1 500 km/h),
- satellite (jusqu'à 27 000 km/h).

7.2 Définition des environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000

À partir de ce qui précède, on peut en principe définir un grand nombre d'environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000. Le présent paragraphe se limite toutefois à définir ceux qu'il est logique de distinguer, du point de vue des caractéristiques énumérées ci-dessus et qui peuvent d'une certaine façon imposer des exigences différentes au sous-système radioélectrique des IMT-2000.

Le Tableau 1 présente les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 et leurs modes d'acheminement.

Ces environnements d'exploitation radioélectriques sont décrits plus en détail ci-après. Dans tous les cas, les distances de propagation, les vitesses des mobiles, etc., ne représentent que des valeurs types et n'ont rien de limitatif. Le trajet de propagation considéré a toujours pour extrémités le mobile et la station de base qui le dessert, c'est-à-dire que la seconde interface radioélectrique d'une station de base ou d'un répéteur mobiles est à l'extérieur de l'environnement décrit. Toutefois les débits d'information attendus du service sont ceux du maillon le plus faible de la chaîne.

TABLEAU 1

Environnements d'exploitation des IMT-2000 et modes d'acheminement

Environnement	Mode d'acheminement
Dans les locaux des entreprises	De Terre
A l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments d'habitation, sur de courtes distances	De Terre
En zone résidentielle	De Terre
Circulation urbaine	De Terre
Piéton en zone urbaine	De Terre
En zone rurale	De Terre
En aéronautique	De Terre
Stations mobiles utilisées en stations fixes	De Terre
Trafic local à débit binaire élevé	De Terre
Trafic avec satellite en zone urbaine	Satellite
Trafic avec satellite en zone rurale	Satellite
Stations mobiles utilisées en stations fixes avec satellite	Satellite
Liaison par satellite, à l'intérieur des bâtiments	Satellite

L'Annexe 2 expose sur quelles bases on choisit les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 ci-dessus.

7.2.1 Locaux des entreprises

Propagation à l'intérieur d'un bâtiment sur des distances allant jusqu'à 100 m environ dans des bureaux, avec des vitesses de zéro à celle d'un piéton (0-10 km/h). On y prévoit des trafics très importants.

7.2.2 À l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments d'habitation sur de courtes distances

Propagation dans un bâtiment ou à l'extérieur sur des distances de l'ordre du kilomètre dans une zone résidentielle, avec des vitesses de zéro à celle d'un piéton (0-10 km/h). On y prévoit des trafics très faibles.

Il peut s'agir, à titre d'exemple, d'un environnement où des services sont assurés à un ou plusieurs utilisateurs, chez eux ou à proximité de chez eux, au moyen d'une station de base très proche.

7.2.3 En zone résidentielle

Propagation dans un bâtiment ou à l'extérieur sur des distances allant jusqu'à 100 m environ, à l'intérieur et à proximité de l'habitation avec des vitesses de zéro à celle d'un piéton (0-10 km/h). On y prévoit des trafics très faibles.

7.2.4 Circulation urbaine

Propagation à l'extérieur, dans des zones urbaines, sur des distances comprises entre 1 et 5 km, avec des vitesses du type véhicule (0-100 km/h). La propagation urbaine extérieure se caractérise par des phénomènes fréquents d'écran et de trajets multiples dus essentiellement aux immeubles et par des stations de base situées à des hauteurs limitées au-dessus du sol. On y prévoit des trafics importants.

7.2.5 Piéton en zone urbaine

Propagation à l'extérieur, dans des zones urbaines, sur des distances d'environ 100 m à 5 km, avec des vitesses du type piéton (0-10 km/h). La propagation urbaine extérieure se caractérise par des phénomènes d'écran et de trajets multiples dus essentiellement aux immeubles, et par des stations de base situées à des hauteurs limitées au-dessus du sol. On y prévoit des trafics importants.

7.2.6 En zone rurale

Propagation à l'extérieur, dans des zones rurales, sur des distances comprises entre 5 et 35 km environ, avec des vitesses du type véhicule très rapide (0-500 km/h). La propagation rurale extérieure se caractérise par des phénomènes d'écran et de trajets multiples dus au relief et aux arbres, et par des stations de base situées à des hauteurs limitées au-dessus du sol. On y prévoit des trafics moyens.

7.2.7 En aéronautique

Propagation extérieure pour des utilisateurs à bord d'aéronefs, sur des distances allant jusqu'à 500 km environ, avec des stations mobiles se déplaçant aux vitesses de l'aéronautique (0-1 500 km/h). On y prévoit de faibles trafics. À noter qu'on peut considérer cet environnement comme un cas particulier de l'environnement rural extérieur.

7.2.8 Stations mobiles utilisées en stations fixes

Propagation extérieure en zone urbaine et/ou rurale, sur des distances d'environ 1 à 100 km, avec des stations mobiles stationnaires. On y prévoit de faibles trafics.

À titre d'exemple de cet environnement, on mentionnera le cas de services assurés à un utilisateur d'une liaison radio-électrique fixe comprise dans le circuit d'abonné, c'est-à-dire une liaison radioélectrique entre un point de distribution fixe du réseau et un terminal installé dans les locaux de l'utilisateur. Ce terminal constitue un point de terminaison du réseau à partir duquel on peut connecter un appareil fixe ou sans fil.

Cette propagation dans le cas de l'environnement fixe se caractérise par le choix de la meilleure position possible pour la station mobile et si possible le recours à une antenne directive, de manière à éviter dans une certaine mesure les effets d'écran et de trajets multiples et/ou à couvrir de plus longues distances.

NOTE 1 – Les conditions de propagation pour les applications de Terre fixes en zones urbaines et rurales peuvent être sensiblement différentes. Toutefois, vu la prépondérance dans les IMT-2000 des applications fixes sur les applications mobiles, il n'y a pas lieu de définir des environnements d'exploitation radioélectriques distincts pour ces applications.

7.2.9 Trafic local à débit binaire élevé

Propagation intérieure et/ou extérieure sur des distances allant jusqu'à 100 m environ avec des vitesses de piéton mobile (0-10 km/h). Un tel environnement consistera en général en une station de base spécialisée pour services à débit binaire très élevé située en des emplacements choisis et desservant une zone restreinte. On y prévoit de forts trafics.

7.2.10 Trafic avec satellite en zone urbaine

Propagation extérieure sur des distances allant jusqu'à 47 000 km environ, en zone urbaine. On y prévoit un trafic moyen.

Les stations terriennes mobiles peuvent se déplacer à des vitesses de véhicules classiques (0-100 km/h) et les stations spatiales (les satellites) à des vitesses (par rapport au sol) comprises entre zéro environ et celles des satellites (0-27 000 km/h). Dans cet environnement d'exploitation, la distance et la vitesse relative dépendent de la configuration du satellite.

Pour un satellite, en zone urbaine, la propagation se caractérise par des phénomènes fréquents d'écran et de trajets multiples, dus essentiellement aux immeubles, et par des stations spatiales situées à des positions et des sites divers. Les divers sites et positions des satellites des IMT-2000 dépendent de la constellation des satellites.

7.2.11 Trafic avec satellite en zone rurale

Propagation extérieure sur des distances allant jusqu'à 47 000 km environ, en zone rurale. On y prévoit un trafic faible.

Les stations terriennes mobiles peuvent se déplacer à des vitesses de l'aéronautique (0-1 500 km/h) et les stations spatiales (les satellites) à des vitesses (par rapport au sol) comprises entre zéro environ et celles des satellites (0-27 000 km/h). Dans cet environnement d'exploitation, la gamme des vitesses dépend de la configuration du satellite.

En zone rurale, la propagation par satellite est en visibilité directe avec phénomènes d'écran occasionnels; les stations spatiales (les satellites) se trouvent à divers sites et positions. Les divers sites et positions des satellites des IMT-2000 dépendent de la constellation des satellites.

On notera que, dans le cadre de la présente Recommandation, l'environnement rural avec satellite englobe l'environnement aéronautique ou maritime. Il peut dans ces cas y avoir des différences notables avec l'environnement rural terrestre en raison de la vitesse des terminaux et des effets de propagation (trajets multiples par exemple).

7.2.12 Stations mobiles utilisées en stations fixes avec satellite

Propagation extérieure sur des distances allant jusqu'à 47 000 km environ avec des stations mobiles stationnaires (fixes). On y prévoit un trafic faible.

Les stations terriennes mobiles sont stationnaires et les stations spatiales (les satellites) se déplacent à des vitesses (par rapport au sol) comprises entre pratiquement zéro et 27 000 km/h. Dans cet environnement d'exploitation, la distance et la vitesse relative dépendent de la configuration du satellite.

Dans ce cas, la propagation se caractérise par une situation optimisée de la station terrienne mobile et éventuellement le recours à des antennes directives de manière à éviter dans une certaine mesure les effets d'écran et de trajets multiples. En fonction de la constellation des satellites, les stations de base (les satellites) peuvent être soit en une position fixe, soit à divers sites ou positions.

7.2.13 Liaison par satellite à l'intérieur des bâtiments

Propagation extérieure modifiée par une composante additionnelle intérieure, sur des distances allant jusqu'à 47 000 km environ. Cet environnement est un cas spécial et restrictif avec des domaines d'application très restreints, en pratique, limités à la radiorecherche. On y prévoit un trafic très faible.

Les stations terriennes mobiles peuvent se déplacer à des vitesses comprises entre zéro et celle d'un piéton (0-10 km/h) et les stations spatiales (les satellites) à des vitesses (par rapport au sol) comprises entre environ zéro et 27 000 km/h. Dans cet environnement d'exploitation, la distance et la vitesse relative dépendent de la configuration des satellites.

Dans ce cas, la propagation se caractérise par une composante extérieure qui peut résulter de l'effet d'écran ou de trajets multiples affectant le signal, dus aux montagnes, aux arbres ou aux bâtiments, augmentée d'une composante intérieure qui impose une marge supplémentaire de l'ordre de 10 à 15 dB. Les stations spatiales (les satellites) sont situées à divers sites et positions. Les divers sites et positions des satellites des IMT-2000 dépendent de la constellation des satellites.

8 Caractéristiques de la propagation radioélectrique

Il faut connaître les caractéristiques de la propagation radioélectrique pour élaborer la conception des systèmes IMT-2000. Ces caractéristiques comprennent les éléments suivants:

- distances maximales de transmission,
- modèles de prévision de l'affaiblissement total de propagation,
- étalement des temps de propagation par trajets multiples,
- statistiques des évanouissements lents,
- statistiques des évanouissements rapides,
- variation de fréquence maximale due à l'effet Doppler.

On a relevé quatre environnements de propagation radioélectriques distincts: intérieur, extérieur de Terre, extérieur vers intérieur et satellite. Pour ces environnements, les modèles de propagation existent ou sont en cours d'élaboration et on peut les trouver dans les Recommandations UIT-R de la Série P.

8.1 Environnements intérieurs

Les environnements intérieurs (résidentiels, bureaux ou industriels) se définissent comme suit:

Distance maximale de transmission: En principe moins de 100 m.

Modèles de prévision de l'affaiblissement de propagation global: Même si les distances de propagation à l'intérieur sont en général faibles, on peut rarement avoir la garantie d'un trajet en visibilité directe entre les stations de base et les stations mobiles à cause des murs, des sols, du mobilier, etc. Les affaiblissements sont donc en général supérieurs à ce

qu'ils seraient en visibilité directe. Ce supplément d'affaiblissement est généralement faible dans les bâtiments industriels ouverts, moyen dans les habitations et plus élevé dans les bureaux. On peut aussi obtenir une bonne estimation de cet affaiblissement à l'aide de coefficient de pertes dans les murs et sols. Il y aura sans doute des fuites vers l'extérieur ou les bâtiments voisins.

Étalement des temps de propagation par trajets multiples: Dans les bâtiments, la moyenne quadratique de ces temps est en général comprise entre quelques dizaines et quelques centaines de nanosecondes. Le plus fort étalement des temps se produit en principe en absence de trajet en visibilité directe et/ou en présence de réflexions entre bâtiments.

Statistiques des évanouissements lents: Les obstacles présents sur le trajet en visibilité directe produisent des effets d'écran notables, surtout dans les bureaux.

Statistiques des évanouissements rapides: Bien que les évanouissements rapides soient en général sélectifs en fréquence, on peut considérer que ce n'est pas le cas pour des systèmes à bande étroite. Pour les débits binaires de transmission élevés (plus de 1 Mbit/s), il faut tenir compte de la sélectivité en fréquence.

Décalages Doppler maximaux: En principe inférieurs à 10 Hz, car ils sont proportionnels à la vitesse du piéton.

8.2 Environnements extérieurs de Terre

Généralement les systèmes mobiles de Terre ont une architecture cellulaire. Il s'agit normalement d'environnements ruraux, résidentiels ou suburbains et urbains. Ils se caractérisent comme suit:

Distance maximale de transmission: En général, entre 100 m dans les microcellules urbaines et 35 km dans les macrocellules rurales, et jusqu'à 100 km dans les cellules extérieures à postes fixes.

Modèles de prévision de l'affaiblissement de propagation global: On adopte généralement le modèle mis au point par Okumura et Hata. Toutefois, pour les environnements urbains où il faut prendre garde à l'effet d'écran, le modèle COST 231-Walfish-Ikegami semble mieux convenir. On aura une prévision plus précise en prenant en compte la diffraction et la diffusion sur les arêtes. On peut aussi arriver à des estimations approchées au moyen d'une loi en puissance moins 3 ou moins 4.

Étalement des temps de propagation par trajets multiples: En général, à l'extérieur, la gamme de la valeur moyenne de ces temps va de 1 μ s en zone rurale ou suburbaine à 2 μ s dans les zones urbaines. Les temps sont toutefois plus étalés et même nettement plus étalés lorsque se produisent des réflexions sur des collines ou de hauts bâtiments isolés.

Statistiques des évanouissements lents: On peut représenter convenablement les effets d'écran au moyen d'une distribution log-normale. Dans la conception des réseaux, on retient souvent un écart type de 8 dB.

Statistiques des évanouissements rapides: On peut en général représenter les évanouissements rapides du signal reçu au moyen d'une distribution de Nakagami- m , qui dégénère en distribution de Rayleigh en absence de réflexions franches. Un bon ajustement est aussi obtenu par la distribution de Rice. À l'extérieur, les évanouissements rapides sont en général sélectifs en fréquence.

Décalages Doppler maximaux: D'environ 10 Hz pour un utilisateur piéton à environ 1 kHz pour les passagers de véhicules rapides (trains, par exemple).

8.3 Environnements extérieur vers intérieur

Cet environnement rend compte de l'influence de la pénétration dans les bâtiments sur l'environnement extérieur de Terre.

Distance maximale de transmission: Un affaiblissement supplémentaire dû aux bâtiments réduit, par rapport à l'environnement extérieur de Terre, la distance maximale possible.

Modèles de prévision de l'affaiblissement de propagation global: On peut recourir aux modèles extérieurs de Terre en ajoutant un affaiblissement appelé affaiblissement de pénétration dans les bâtiments qui est égal à la différence entre la médiane du niveau du signal mesuré juste à l'extérieur du bâtiment à 1,50 m au-dessus du niveau du sol et celle du signal mesuré juste après la pénétration dans le bâtiment à un niveau de référence donné à l'étage considéré. On trouve dans les références bibliographiques des médianes de 10 à 18 dB et des écarts types de l'ordre de 7,5 dB. On note aussi une diminution globale de 1,9 dB pour chaque étage. Dans le bâtiment, le signal s'affaiblit aussi au fur et à mesure qu'on s'éloigne du mur extérieur. Les mesures font apparaître une loi en puissances -2 à -4 de la distance. À 1,9 GHz, on a mesuré en général des affaiblissements de pénétration de 8 à 10 dB pour les véhicules automobiles.

Étalement des temps de propagation par trajets multiples: Comme l'affaiblissement dû aux bâtiments réduit la distance maximale de transmission, on ne s'attend pas à observer des étalements importants.

Décalages Doppler maximaux: Comme pour l'environnement intérieur avec, sur certains trajets, des décalages Doppler plus importants au voisinage des routes à grande circulation.

8.4 Environnements satellite

Distance maximale de transmission: Comprise entre un minimum d'environ 700 km pour les satellites sur orbite basse à environ 36 000 km pour les satellites géostationnaires et 47 000 km pour les satellites sur orbites elliptiques très inclinées.

Modèles de prévision de l'affaiblissement de propagation global: Il est en général indispensable d'avoir un trajet direct du satellite à l'utilisateur mobile. Ce trajet peut toutefois être affecté d'affaiblissements supplémentaires dus aux feuillages, aux bâtiments ou autres structures artificielles. Cet affaiblissement a tendance à augmenter avec la longueur du trajet de traversée de l'obstacle, ce qui se produit surtout lorsque l'angle d'élévation décroît. On trouve dans les références bibliographiques des données sur l'affaiblissement dû au feuillage à 1,6 et 2,5 GHz et on peut transposer les résultats à d'autres fréquences. Des perturbations dues à l'ionosphère et à la troposphère peuvent aussi augmenter l'affaiblissement. Pour la première, il s'agit essentiellement de la rotation de Faraday et de la scintillation en amplitude tandis que la seconde ne se manifeste que pour des angles d'élévation inférieurs à 5°.

On notera que la dégradation de la propagation se manifeste de façon différente selon qu'on a affaire à un satellite des services terrestre, maritime ou aéronautique.

Étalement des temps de propagation par trajets multiples: La valeur moyenne de l'étalement de ces temps est généralement inférieure à quelques microsecondes.

Statistiques des évanouissements lents: La distribution log-normale rend bien compte des variations de l'amplitude sur le trajet direct pour des zones étendues.

Statistiques des évanouissements rapides: Les propriétés statistiques de l'enveloppe du signal global reçu peuvent être représentées au moyen d'une distribution de Rice.

Décalages Doppler maximaux: Quand on utilise des satellites géostationnaires, les décalages Doppler sont essentiellement déterminés par la vitesse du satellite et de l'utilisateur; ils atteignent 2 kHz dans les environnements mobile terrestre et maritime et 4 kHz en aéronautique. Avec des satellites sur orbite basse, les décalages Doppler sont surtout dus à la vitesse du satellite et sont de l'ordre de quelques dizaines de kHz avec des variations du signal Doppler atteignant 350 Hz/s.

9 Accessibilité du service dans les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000

Les IMT-2000 assureront une large gamme de services dans des environnements de service et d'exploitation radioélectriques très divers et pour une grande variété de types de station mobile. Toutefois l'interface physique radioélectrique impose des limites et comme on ne peut en pratique assurer tous les services dans tous les environnements d'exploitation radioélectriques, le choix de certains services serait peu opportun. On notera que c'est au pays ou à l'exploitant qu'il appartient de choisir avec précision les services à assurer dans les divers environnements d'exploitation des IMT-2000.

Ce paragraphe définit les exigences d'accessibilité du service pour les services IMT-2000 dans les divers environnements d'exploitation radioélectriques, en fonction des restrictions imposées par la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000. On définit donc ici les exigences d'accessibilité du service qui serviront de base à celles qui seront imposées quand on définira l'ensemble définitif des interfaces radioélectriques des IMT-2000.

9.1 Paramètres d'accessibilité de service

On peut classer les services IMT-2000 de diverses façons avec différents paramètres et différentes caractéristiques. Les paramètres et les caractéristiques du service les mieux appropriés et qui peuvent influencer la conception des interfaces radioélectriques des IMT-2000 sont le type d'informations de service et le débit binaire de l'utilisateur. Un type d'informations donné peut être associé à une gamme de services.

Pour les IMT-2000, on définit le type de service d'informations suivant:

- Parole
- Audio
- Données
- Texte
- Image
- Vidéo.

Chacun de ces types d'informations peut se diviser en plusieurs sous-types. Par exemple, la parole est en général associée à un téléservice de téléphonie: la téléphonie serait ainsi un des sous-types de la parole. Toutefois la téléphonie haute qualité est en cours de normalisation et doit devenir un sous-type. De même l'audio peut être de haute qualité ou de qualité téléphonique et pour les données, les débits d'informations nécessitent plusieurs sous-types. Les types image et vidéo se divisent aussi en types à haute ou basse résolution.

9.2 Classification de l'accessibilité du service

On peut classer l'accessibilité à un service IMT-2000 de plusieurs façons, selon divers paramètres et caractéristiques, à savoir:

a) *Sa couverture cellulaire*

La couverture cellulaire peut dépendre de plusieurs facteurs, telles la couverture du système et la couverture radio.

La couverture du système peut être:

- une zone de service mondiale,
- une zone de service régionale,
- une zone de service nationale,
- une zone de service limitée.

La couverture radioélectrique peut être:

- une couverture contiguë,
- une couverture d'un îlot,
- une couverture ponctuelle.

b) *Ses possibilités dans des environnements d'exploitation*

Dans un environnement d'exploitation, les possibilités des services IMT-2000 correspondent aux possibilités techniques qu'ont la ou les interfaces radioélectriques de traiter les services IMT-2000 dans cet environnement d'exploitation, c'est-à-dire la mission pour laquelle est conçue initialement l'interface radioélectrique. Cela ne devrait pas limiter les responsables de la réglementation et les exploitants dans leur choix de services adaptés aux environnements d'exploitation.

9.3 Caractéristiques d'accessibilité du service

9.3.1 Couverture du système

La couverture des systèmes IMT-2000 dépend des choix particuliers du pays ou de l'exploitant et éventuellement de la compatibilité internationale. Il vaut mieux obtenir la couverture du système sans imposer d'exigences contraignantes au niveau de la conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000.

9.3.2 Couverture radioélectrique

La couverture radioélectrique dépend des choix particuliers du pays ou de l'exploitant mais peut influencer la conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000, quant au transfert, au déplacement des abonnés itinérants ou à l'actualisation des positions, par exemple.

Le Tableau 2 récapitule les exigences imposées à la couverture radioélectrique ainsi que les catégories d'informations de service et les environnements d'exploitation; la correspondance est établie avec les catégories d'informations de service et non les environnements d'exploitation.

9.3.3 Possibilités des services dans les environnements d'exploitation

Les exigences provisoires d'accessibilité du service dans les environnements d'exploitation des IMT-2000 pour divers types d'informations de service sont présentées dans le Tableau 2. Les exigences de couverture radioélectrique y figurent également et sont mises en correspondance avec les types d'informations de service. Un complément d'étude est nécessaire.

L'accessibilité définitive des services IMT-2000 peut dépendre de questions d'ordre commercial ou réglementaire, par exemple: l'accès est-il public ou privé? Y a-t-il concurrence pour la fourniture du service? etc. Les exigences imposées à l'accessibilité du service que donne le Tableau 2 n'ont pas pour but de limiter la fourniture du service en fonction de tel ou tel environnement d'exploitation mais elles sont uniquement définies pour permettre une conception optimisée de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 et de leurs caractéristiques.

C'est aux fournisseurs et exploitants des services IMT-2000 de décider exactement des services ou catégories de services IMT-2000 à assurer dans les divers environnements des IMT-2000.

10 Exigences relatives à l'utilisateur

Ce paragraphe traite des exigences de qualité du point de vue de l'utilisateur terminal. Les exigences réelles imposées à la ou aux interfaces radioélectriques sont exposées dans la Recommandation UIT-R M.1079.

Le choix précis des services IMT-2000 à assurer dans chaque zone concerne le pays ou l'exploitant. Toutefois la présente Recommandation définit les possibilités du service en vue desquelles la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 seront optimisées.

Le cadre de description pour les services assurés par les IMT-2000 est défini dans la Recommandation UIT-R M.816, et les dispositions d'exploitation et de service des IMT-2000 dans la Recommandation UIT-T F.115. En outre, les caractéristiques d'accessibilité du service dans les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 sont exposées dans le § 7.

10.1 Exigences relatives au service

10.1.1 Possibilité de services IMT-2000 multiples

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre d'assurer un ensemble de services compte tenu des caractéristiques d'accessibilité du service que décrit le § 7 avec des possibilités suffisantes pour établir une communication, quelle que soit la combinaison de services dont les caractéristiques et la qualité de service ont été définies.

10.1.2 Souplesse de la base de service

La conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit être souple de manière à faciliter la mise en œuvre de nouveaux services. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent offrir une base de création et d'exécution suffisamment souple pour que les services spécifiques à l'exploitant ou à l'utilisateur puissent être facilement mis en œuvre.

10.1.3 Débits binaires d'utilisateur variables

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent prendre en charge des services à débits binaires de l'utilisateur variables ainsi que des mécanismes pour l'attribution souple des débits binaires à l'utilisateur, à la demande de celui-ci ou à celle du système. Cette condition est valable pour tout environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000 quel que soit le schéma d'accès multiple qui est appliqué.

10.1.4 Transmission de données en bande vocale

La Recommandation UIT-T F.115 précise les services que doivent assurer les IMT-2000. Certains d'entre eux comprennent la transmission de données en bande vocale, ce qui peut avoir une certaine influence sur la ou les interfaces radioélectriques.

10.1.5 Possibilité de services de données

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre d'assurer des services de données à commutation par paquets ainsi que des services à commutation de circuits, quel que soit l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000 ou le schéma d'accès multiple appliqué.

10.1.6 Accès prioritaire et services d'urgence

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent satisfaire aux exigences de ces services que décrit la Recommandation UIT-T F.115.

10.1.7 Utilisation simultanée de services multiples

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre d'utiliser simultanément divers services IMT-2000 au moyen d'un terminal IMT-2000 unique.

10.1.8 Service universel

En vue d'assurer un service de caractère universel, il est indispensable de normaliser un nombre minimal d'interfaces pour faciliter les déplacements des abonnés itinérants dans d'autres zones de service, d'autres pays et dans d'autres systèmes.

10.1.9 Tonalité de numérotation

Pour économiser le spectre, il n'est pas souhaitable de transmettre par voie radioélectrique la tonalité de numérotation; il est préférable de signaler l'accès au réseau comme dans le cas du RTPC (par un voyant lumineux ou une tonalité émise par le terminal personnel, par exemple).

10.2 Exigences de qualité de service

10.2.1 Qualité de la parole

Les exigences imposées à la qualité de la parole sont définies dans la Recommandation UIT-R M.1079.

Il convient d'assurer une qualité de parole voisine de celle que l'on obtient sur fil, compatible avec l'environnement sans fil.

Le spectre attribué et la capacité exigée détermineront la largeur de bande du canal et les débits binaires des codecs à utiliser pour obtenir la qualité vocale désirée.

10.2.2 Techniques de maintien de la qualité de la parole

La conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit faciliter l'application de techniques propres à maintenir une qualité de la parole subjectivement acceptable pour les utilisateurs, quel que soit l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000.

10.2.3 Temps de propagation de la parole

Les caractéristiques du temps de propagation de la parole sont exposées dans la Recommandation UIT-R M.1079.

Avec la généralisation de l'emploi des systèmes sans fil dans le réseau public, la qualité globale de transmission que perçoit l'utilisateur sera largement influencée par la qualité des systèmes sans fil. Il faudra optimiser la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 pour réduire les temps de propagation au minimum, ce qui exige d'accorder beaucoup d'attention à la conception de la structure de trame RF et au traitement pour le codage de la parole, la modulation et la démodulation et à celle de la station de base.

10.2.4 Qualité des données

Les caractéristiques de qualité des données seront ultérieurement présentées dans la Recommandation UIT-T G.174.

10.2.5 Intégrité du nombre de bits

Il faut que le nombre de bits soit conservé, lors des transferts de liaison et au cours des périodes d'évanouissements dus aux trajets multiples. Cette condition est indispensable pour les services de données synchrones et pour de nombreuses techniques de chiffrement.

10.3 Exigences relatives à la sécurité

La sécurité englobe les notions d'enregistrement, d'authentification, de confidentialité et de protection contre les fraudes.

10.3.1 Contraintes dues à la sécurité

Les exigences imposées aux IMT-2000 pour la sécurité des systèmes sont exposées dans la Recommandation UIT-R M.1078. Les exigences de sécurité qui influencent la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 comprennent essentiellement la possibilité de chiffrement de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000.

La conception détaillée de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit permettre le chiffrement. Il convient à cette fin d'insérer des fonctions de chiffrement et de déchiffrement dans le sous-système radioélectrique des IMT-2000. Il faut que la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 soient techniquement capables de conserver le chiffrement au cours des déplacements des abonnés itinérants ou des transferts, sans altérer pour les utilisateurs ni la qualité du service ni la confidentialité.

10.3.2 Garantie de la sécurité pendant les transferts

La sécurité doit être garantie au cours des transferts.

10.3.3 Signalisation de sécurité pendant les salves d'erreurs

En raison des conditions de propagation, il se peut que les erreurs surviennent parfois en salves; la signalisation de sécurité et l'application en cours doivent continuer de fonctionner en dépit de ces erreurs.

10.3.4 Réduction au minimum du temps supplémentaire d'établissement d'une communication

Il faut, dans le bilan d'établissement d'une communication, tenir compte du temps nécessaire à l'authentification. Selon la méthode, le temps d'établissement d'une communication sera essentiellement déterminé par les calculs de la clé et la longueur de la transmission des informations de chiffrement en présence d'erreurs en salve ou par le temps nécessaire pour effectuer une recherche dans une base de données (distribuée). La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 devront accroître aussi peu que possible le temps d'établissement d'une communication.

10.4 Exigences liées au coût et à la complexité

Il sera plus facile de réduire le coût et la complexité des IMT-2000 si l'on applique un nombre minimal de normes discrètes. On pourrait ainsi obtenir rapidement une pénétration et une couverture optimales et la meilleure utilisation possible du spectre disponible moyennant un coût et une complexité raisonnables. Faible coût et relative simplicité sont évidemment essentiels pour un service de téléphone portatif largement acceptable.

Il faudra que la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 répondent à une conception telle que le prix total d'une station mobile IMT-2000, une fois la technologie mise au point et le domaine d'application approprié du système bien défini, ne soit pas supérieur à celui d'une station mobile comparable pour les systèmes correspondants de la seconde génération. Il serait même préférable qu'il soit sensiblement inférieur.

10.5 Exigences liées à la possibilité d'utiliser des terminaux de poche

Les terminaux IMT-2000 de poche seront sans doute très répandus. Cette possibilité dépend entre autres de leurs dimensions, de leur poids et de leur autonomie de fonctionnement. Les éléments qui définissent les dimensions d'un terminal de poche comprennent: l'alimentation (batterie comprise), l'antenne et la microélectronique.

Pour apprécier la viabilité des terminaux de poche, il faut considérer:

- le coût,
- la puissance apparente rayonnée,
- la puissance consommée par les organes de traitement du signal,
- la possibilité de mettre en œuvre un contrôle de l'activité vocale et/ou de la puissance pour réduire la puissance d'émission moyenne,
- l'influence de la complexité du traitement du signal sur les dimensions de la microélectronique,

- les dimensions et le poids,
- la mise en œuvre de circuits intégrés et de systèmes ASIC et DSP,
- la technologie des antennes,
- la technologie des batteries,
- les considérations multimode.

Il faut étudier soigneusement la consommation d'énergie car, pour une autonomie de fonctionnement donnée, elle affecte les dimensions de la batterie. Dans les stations mobiles des IMT-2000, la conception de la ou des interfaces favorisera les techniques d'économie sur les batteries, quel que soit l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000.

10.6 Exigences liées à la sécurité et à la compatibilité électromagnétique

10.6.1 Exigences de sécurité

Il est à prévoir que, avant le lancement des services IMT-2000, des normes internationales seront fixées en ce qui concerne les risques thermiques pour la santé. Toutefois on étudie aussi les dangers non thermiques, notamment quand on envisage des émissions par impulsions. L'appareillage IMT-2000 doit être conforme aux conditions imposées par les dispositions et la législation internationales pertinentes actuellement en vigueur pour la sécurité.

Lorsqu'on calculera le bilan de liaison radioélectrique de la station mobile IMT-2000, il faudra notamment que la puissance maximale appliquée à l'antenne et le gain d'antenne soient tels que l'utilisateur de l'appareil ne soit pas soumis à des rayonnements RF supérieurs aux limites de sécurité recommandées. Cela est particulièrement important pour les stations mobiles de poche dont l'antenne peut se trouver à proximité de la tête et des yeux de l'utilisateur.

Il convient de noter que le public a pris conscience des dangers thermiques et non thermiques pour la santé, ce qui pourrait avoir une influence sur le démarrage des services IMT-2000.

10.6.2 Compatibilité électromagnétique

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 devront respecter la réglementation appropriée en matière de compatibilité électromagnétique. Lors de la conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000, il conviendra d'évaluer la compatibilité électromagnétique.

11 Conditions d'exploitation

Le scénario d'exploitation des IMT-2000 est très complexe. Le présent paragraphe définit les conditions imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des IMT-2000, compte tenu de cette complexité. Il définit aussi les conditions fonctionnelles et de qualité imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des IMT-2000 en vue de l'exploitation du système.

Dans le présent paragraphe, sont exposées les conditions d'exploitation dont il faudra tenir compte pour la conception initiale de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000; elles ne doivent pas être considérées comme définitives lors de la mise en service des IMT-2000. Un ensemble d'autres conditions d'exploitation des IMT-2000 concernant plus spécifiquement les systèmes ne sont pas formulées dans le présent paragraphe qui ne traite que des conditions d'exploitation imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des IMT-2000. Les conditions d'exploitation définies ici peuvent imposer des contraintes à la ou aux interfaces physiques des IMT-2000 ainsi qu'aux mécanismes de signalisation de la ou des interfaces des IMT-2000.

11.1 Conditions du scénario

Divers scénarios d'exploitation des IMT-2000 sont possibles: exploitation internationale dans divers environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000, présence de plusieurs exploitants IMT-2000 et de multiples types d'exploitants, exploitation sur un secteur de Terre et un secteur spatial et dans des cadres réglementaires distincts. De plus les IMT-2000 prendront en charge plusieurs types différents de stations mobiles et de services à débits binaires différents. Ce paragraphe indique les conditions du scénario en ce qui concerne la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000.

11.1.1 Prise en charge d'environnements d'exploitation radioélectriques multiples

Le § 7 de la présente Recommandation définit les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000, y compris l'acheminement de Terre et par satellite. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent pouvoir prendre en charge tous ces environnements d'exploitation radioélectriques.

11.1.2 Prise en charge d'exploitants IMT-2000 multiples

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent pouvoir prendre en charge diverses sortes d'exploitants IMT-2000 et un service assuré par plusieurs exploitants IMT-2000 du même type dans une zone donnée quelconque.

Les types d'exploitants IMT-2000 sont généralement déterminés par des règlements qui relèvent de la compétence nationale. Toutefois, du point de vue technique, la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent pouvoir prendre en charge au minimum les types suivants d'exploitants:

a) *Exploitants publics des IMT-2000*

Exploitants publics à désignation unique, mettant généralement à la disposition de l'utilisateur itinérant des réseaux à couverture étendue. En principe ces exploitants seront en nombre limité et il faudra assurer une certaine forme de coordination.

b) *Exploitants privés des IMT-2000*

Exploitants privés désignés; réseaux locaux généralement disponibles seulement pour des groupes fermés d'utilisateurs. Ces exploitants seront en principe des compagnies privées qui offrent ce service à leurs propres employés. Leur nombre serait en principe illimité et il ne serait pas nécessaire d'assurer une coordination entre eux.

c) *Exploitants des IMT-2000 résidentiels*

Il s'agit d'utilisateurs résidentiels définis en tant qu'utilisateurs plutôt qu'exploitants, mais on peut les considérer comme des exploitants des IMT-2000 résidentiels. Ces exploitants fourniraient en général des services à un utilisateur résidentiel ou à plusieurs associés à un utilisateur résidentiel principal (l'exploitant des IMT-2000 résidentiel).

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent aussi pouvoir prendre en charge des exploitants IMT-2000 de Terre et des exploitants IMT-2000 à satellites nécessairement différents.

11.1.3 Prise en charge de fournisseurs de matériel différents

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent pouvoir prendre en charge du matériel provenant de plusieurs fournisseurs tant en ce qui concerne l'équipement de l'utilisateur que l'infrastructure fixe.

11.1.4 Prise en charge de stations mobiles IMT-2000 de types différents

La conception détaillée des stations mobiles IMT-2000 concerne les constructeurs. Il faut cependant définir les types de stations mobiles dans le cadre du système; la Recommandation UIT-R M.687 définit donc quelques types de stations mobiles.

Ces définitions portent sur des stations mobiles IMT-2000 de diverses classes de puissance de sortie, avec différentes configurations d'accès au service, et même sur des stations de base mobiles. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent pouvoir prendre en charge tous ces types de stations mobiles IMT-2000.

11.2 Caractéristiques fonctionnelles

Ce paragraphe indique les caractéristiques fonctionnelles de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000. Elles dépendent toutes des possibilités de service retenues, pour la station mobile IMT-2000, par les fabricants de stations mobiles IMT-2000 ainsi que du réseau et des services choisis par l'exploitant du réseau IMT-2000 dans une zone géographique donnée. Toutefois si les possibilités de service retenues sont mises en œuvre dans les réseaux et dans les stations mobiles, ces caractéristiques devront être respectées.

11.2.1 Complexité de la structure

11.2.1.1 Complexité du système

Il peut être avantageux de prévoir un maximum d'éléments communs dans les interfaces radioélectriques correspondant aux divers environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 et aux divers domaines d'application du système. Parmi ces avantages, on citera les économies d'échelle, des marchés plus larges, donc des coûts inférieurs, une plus forte concurrence, donc des prix plus bas et une meilleure disponibilité du service pour les utilisateurs mobiles.

On cherchera dans la conception de l'interface radioélectrique des IMT-2000 à réduire au minimum la complexité de la structure de l'ensemble du sous-système radioélectrique des IMT-2000. Les IMT-2000 peuvent comporter plusieurs interfaces radioélectriques, mais il faudra veiller à réduire au minimum le nombre de types d'interfaces et à leur assurer un maximum d'éléments communs.

11.2.1.2 Complexité de la station mobile

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent faciliter la fabrication des stations mobiles qui doivent prendre en charge tous les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000, y compris les acheminements par satellite ou par voie de Terre, qu'il s'agisse de réseaux publics, privés ou résidentiels.

11.2.2 Déplacements

11.2.2.1 Possibilité principale

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 normalisées doivent permettre à l'abonné itinérant de se déplacer d'un environnement d'exploitation radioélectrique IMT-2000 à n'importe quel autre, quelles que soient les interfaces radioélectriques physiques nécessaires. L'abonné itinérant doit aussi pouvoir passer d'un type d'exploitant IMT-2000 à un autre, qu'il soit public, privé ou résidentiel, par voie de Terre ou par satellite.

Les stations mobiles des IMT-2000 présenteront cette caractéristique en fonction des possibilités de service de la station mobile, ce qui est l'affaire des fabricants et, côté réseau, en fonction des accords administratifs passés entre exploitants, ce qui peut en outre imposer des restrictions en matière d'abonnements.

Afin de pouvoir s'adapter aux changements d'environnement d'exploitation et pour assurer à l'abonné itinérant la possibilité technique de se déplacer d'un environnement d'exploitation radioélectrique IMT-2000 à un autre et d'un type d'exploitant IMT-2000 à un autre, la ou les interfaces radioélectriques IMT-2000 devront être capables d'identifier les réseaux et leur structure, et les stations mobiles IMT-2000 devront pouvoir identifier et comprendre ce scénario.

11.2.2.2 Compatibilité des interfaces radioélectriques physiques

Quels que soient le ou les choix définitifs de la ou des interfaces radioélectriques physiques dans les divers environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000, la conception de la ou des interfaces radioélectriques physiques des IMT-2000 devra faciliter les possibilités de déplacement de l'abonné itinérant, d'un environnement d'exploitation radioélectrique IMT-2000 à n'importe quel autre, que l'acheminement soit par satellite ou par voie de Terre.

11.2.3 Transfert

En principe le transfert ne doit pas modifier les services assurés à un utilisateur des IMT-2000 et la qualité de service dont il bénéficie doit rester inchangée ou être améliorée.

11.2.3.1 Possibilité principale

Avec la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 normalisées, on doit pouvoir, pour un service donné, effectuer des transferts d'un environnement d'exploitation radioélectrique IMT-2000 à n'importe quel autre, quelles que soient les interfaces radioélectriques physiques nécessaires. Cela vaut aussi pour la possibilité de transfert d'un type d'exploitant IMT-2000 à un autre, qu'il soit public, privé ou résidentiel, par voie de Terre ou par satellite.

Les stations mobiles des IMT-2000 présenteront cette caractéristique en fonction des possibilités de service de la station mobile, ce qui est l'affaire des fabricants, de la mise en œuvre du réseau pour assurer le service dans une zone géographique et des accords administratifs passés entre exploitants, ce qui peut en outre imposer des restrictions en matière d'abonnements.

11.2.3.2 Compatibilité des interfaces radioélectriques physiques

Quels que soient le ou les choix définitifs de la ou des interfaces radioélectriques physiques dans les divers environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000, la conception de la ou des interfaces radioélectriques physiques des IMT-2000 devra faciliter les possibilités de transfert d'un environnement d'exploitation radioélectrique IMT-2000 à n'importe quel autre, que l'acheminement soit par satellite ou par voie de Terre.

11.2.3.3 Types de transferts

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre le transfert dans une cellule (transfert intracellulaire) aussi bien que d'une cellule à une autre (transfert intercellulaire).

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent aussi permettre les transferts multisupports ainsi que les transferts qui intéressent la voie radioélectrique ou le réseau, selon le type de réseau IMT-2000.

11.2.3.4 Transferts imperceptibles

Dans les IMT-2000, l'objectif est d'obtenir une qualité de bout en bout qui soit comparable à celle des réseaux fixes. Dans toute la mesure possible, la conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit être telle que les transferts ne soient pas perceptibles pour les utilisateurs terminaux, quel que soit l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000.

Il faudra tout faire pour satisfaire à cette exigence de maintien de la qualité du service au cours du transfert, y compris recourir à l'utilisation momentanée de plusieurs canaux radioélectriques sans toutefois que les procédures de transfert sur la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 diminuent sensiblement la capacité du système au cours des transferts.

11.2.3.5 Charge de signalisation d'un transfert

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 seront conçues de manière telle que la procédure de signalisation nécessaire à l'exécution d'un transfert soit aussi brève que possible. Cette condition est nécessaire pour la prise en charge de très petites cellules ou de stations mobiles en déplacement rapide aux limites des cellules. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 seront conçues de manière telle que la charge de signalisation d'un transfert soit aussi faible que possible.

11.2.4 Interfonctionnement

Les IMT-2000 prendront en charge des services divers avec toute une gamme de débits binaires, y compris des services de données variés. Ils donneront ainsi accès à divers réseaux à commutation de circuits ou à commutation par paquets.

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 seront conçues de manière telle que le recours à des fonctions spécifiques pour l'interfonctionnement avec divers réseaux fixes, en particulier réseaux de données, soit réduit au minimum.

11.2.5 Déploiement d'un réseau radioélectrique

La Recommandation UIT-R M.819 expose les conditions auxquelles doivent satisfaire les IMT-2000 pour répondre aux besoins des pays en développement. On pourra aussi se référer à cette Recommandation en vue du déploiement des systèmes IMT-2000 pour les conditions supplémentaires que doivent remplir la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000.

11.2.5.1 Souplesse d'adaptation aux dimensions des cellules

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent prendre en charge des cellules de dimensions diverses. On trouvera la définition de ces types de cellule IMT-2000 dans la Recommandation UIT-R M.1035.

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent être conçues de manière telle que plusieurs types de cellules puissent être utilisés simultanément dans la même zone géographique (par exemple comme cellules «parapluies»). La ou les interfaces radioélectriques doivent aussi autoriser l'utilisation de plusieurs cellules de même type dans la même zone géographique (par exemple, pour différents exploitants de réseau).

11.2.5.2 Souplesse en matière de localisation des cellules

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent comporter une certaine souplesse par rapport à la localisation exacte des cellules de manière à éviter des dégradations significatives du système ou de ses capacités au cas où les conditions de localisation ne sont pas idéales.

11.2.5.3 Utilisation de répéteurs

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre l'utilisation de répéteurs afin d'étendre de façon simple la couverture radioélectrique, par exemple dans les zones rurales isolées ou dans celles dont le relief ne permet pas d'entrer directement en communication avec une station de base.

Dans certains cas, on peut avoir à mettre en série plusieurs répéteurs (parfois jusqu'à 10), d'où la nécessité de mécanismes spéciaux et le risque de diminution de la qualité de service de bout en bout. Les caractéristiques de qualité du canal radioélectrique définies par la Recommandation UIT-R M.1079 s'appliquent à une liaison radioélectrique unique.

11.2.5.4 Cas de plusieurs exploitants

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent faciliter la coexistence de plusieurs exploitants IMT-2000 dans la même zone géographique. Cela peut restreindre la liberté individuelle de chaque exploitant dans la planification de son réseau.

11.2.5.5 Synchronisation

La synchronisation temporelle entre réseaux IMT-2000 distincts ne devrait pas être une condition obligatoire.

11.2.5.6 Souplesse obtenue par le déploiement de faibles capacités

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre de prévoir un minimum d'installations là où on n'a besoin que d'une faible capacité (dans les zones rurales par exemple). En outre, le déploiement de faibles capacités facilite le partage de bandes avec d'autres services (non IMT-2000).

11.2.6 Gestion du réseau radioélectrique

11.2.6.1 Planification et coordination des fréquences

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 exigent un minimum de planification des fréquences et une coordination interréseaux en vue de l'exploitation d'un réseau à exploitant IMT-2000 unique.

11.2.6.2 Configuration et gestion des cellules

La conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit réduire au minimum les opérations à effectuer pour donner aux cellules leur configuration ou la modifier. On doit pouvoir facilement:

- mettre des canaux hors service,
- installer de nouveaux canaux dans la cellule,
- mettre temporairement toute une cellule hors service,
- changer les fréquences ou les canaux dans la cellule,
- effectuer des essais dans la cellule,
- effectuer la maintenance sur certains canaux de la cellule tout en laissant les autres en service,
- etc.

11.2.6.3 Possibilité d'adaptation du trafic

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre l'utilisation de mécanismes simples pour l'adaptation aux diverses exigences du trafic, quel que soit l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000.

11.2.6.4 Commandes de la capacité et de la qualité

Dans certains cas, l'exploitant d'une IMT-2000 peut désirer accroître momentanément la capacité de son réseau, par exemple aux heures de pointe ou à l'occasion d'événements particuliers.

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre l'utilisation de mécanismes simples pour adapter et commander la capacité et la qualité de service en fonction des variations des besoins de trafic, quel que soit l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000.

11.2.6.5 Souplesse dans l'attribution des canaux

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent être conçues de manière telle que les canaux puissent être attribués avec souplesse dans les cellules et entre les cellules afin de pouvoir assurer des services divers avec des débits binaires différents et éventuellement variables, tout en permettant l'utilisation efficace du spectre. Cette condition est valable pour tous les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000.

11.2.7 Évolution du réseau radioélectrique

11.2.7.1 Implantation de nouvelles cellules

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent être conçues de manière telle que l'implantation de nouvelles cellules n'exige qu'un minimum d'opérations.

11.2.7.2 Utilisation de techniques d'amélioration de la capacité

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent faciliter la mise en œuvre et l'emploi de techniques appropriées pour améliorer, le cas échéant, la capacité dans les divers environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000.

Il est souhaitable que les techniques appropriées d'amélioration de la capacité puissent être mises en œuvre dans la ou les interfaces radioélectriques initiales ou être facilement intégrées dans la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 existantes.

Il est souhaitable que la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 ne dépendent pas de la mise en œuvre de ces techniques, mais qu'elles correspondent à des améliorations optionnelles de la capacité. Il est recommandé qu'elles n'accroissent pas sensiblement la complexité ou le coût de l'infrastructure ou des stations mobiles.

11.2.7.3 Mise en œuvre de nouveaux services

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent être conçues avec la souplesse voulue pour qu'il soit facile de mettre en œuvre ultérieurement de nouveaux services.

En outre, la conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit permettre de fournir ultérieurement avec plus d'efficacité un service donné et une qualité de service donnée (avec, par exemple, une utilisation du spectre plus efficace qui exige des débits binaires plus faibles).

11.2.7.4 Mise en œuvre progressive et compatibilité rétroactive

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent être conçues avec la souplesse voulue pour que l'on puisse mettre en œuvre les IMT-2000 de manière progressive en augmentant le nombre des fonctions. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent assurer, lors de la mise en œuvre de nouvelles étapes, la meilleure compatibilité possible avec les étapes antérieures, en réduisant au minimum les incidences sur les stations mobiles conçues aux étapes précédentes.

11.2.8 Utilisation et gestion du spectre

11.2.8.1 Partage de fréquence avec d'autres services

Selon les attributions de fréquence à l'échelon national, il se peut que les IMT-2000 doivent coexister avec d'autres services non IMT-2000 et utiliser en partage avec eux les bandes attribuées aux IMT-2000. Les diverses configurations de partage de bandes peuvent varier d'un pays à l'autre.

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre ces partages de fréquence avec la plus grande souplesse. En outre, la Recommandation UIT-R M.1036 donne des directives générales en vue de l'exploitation du spectre.

11.2.8.2 Partage efficace du spectre entre exploitants IMT-2000

Dans le cadre des IMT-2000, plusieurs exploitants peuvent se trouver en compétition dans la même zone géographique. En outre, plusieurs exploitants IMT-2000 de types divers peuvent travailler dans la même zone géographique.

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent permettre un partage du spectre efficace et souple entre les divers exploitants IMT-2000. Voir aussi la Recommandation UIT-R M.1036.

11.2.8.3 Régulation de la puissance et limitation des brouillages

Les terminaux mobiles IMT-2000 doivent, par exemple, après mise en marche, attendre leur première émission jusqu'à ce qu'ils aient reçu un signal valable en provenance du réseau.

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent admettre des mécanismes visant à réduire au minimum la puissance (et les brouillages) émise à tout moment par les stations mobiles et les stations de base des IMT-2000, quel que soit l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000.

11.2.9 Portée radioélectrique et dimensions des cellules

La Recommandation UIT-R M.1035 présente une description détaillée des types de cellules des IMT-2000. Ces cellules peuvent avoir des dimensions différentes selon les besoins des exploitants de IMT-2000 et les zones géographiques.

On peut décrire d'une manière générale les exigences que les divers types de cellules imposent aux interfaces radio-électriques des IMT-2000, comme suit:

- les types de cellules sont en général, mais pas uniquement, fonction des environnements d'exploitation;
- pour les environnements d'exploitation intérieurs, une large gamme de dimensions de cellules doit être prise en charge. Toutefois, il faut optimiser une interface radioélectrique intérieure, le cas échéant, pour les cellules petites à très petites;
- pour les environnements d'exploitation extérieurs, tous les types de cellules doivent être pris en charge. Toutefois, il faut optimiser une interface radioélectrique extérieure, le cas échéant, pour les cellules moyennes à grandes;
- pour les environnements à satellites, il faut évidemment prendre en charge de très vastes cellules.

Pour les environnements d'exploitation IMT-2000 les plus contraignants, l'interface radioélectrique des IMT-2000 doit pouvoir prendre en charge des cellules d'un rayon de 10 m.

Il doit être aussi possible de prendre en charge des cellules de Terre ayant des zones de couverture de très grandes dimensions.

11.2.10 Techniques de diversité

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 devront être conçues de manière à faciliter l'application des techniques de diversité appropriées afin d'améliorer la qualité ou la capacité, compte tenu de l'environnement d'exploitation radioélectrique des IMT-2000.

Toutefois la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 ne devront pas recourir à ces techniques s'il en résulte une complexité ou un coût sensiblement augmentés pour l'infrastructure ou pour les stations mobiles.

11.2.11 Souplesse d'exploitation

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 devront être conçues de manière à assurer une souplesse d'exploitation maximale. On entend par là, entre autres, la possibilité de modifier les données d'exploitation dans la station mobile via l'interface radioélectrique. Dans les stations mobiles, la mise en œuvre de cette caractéristique est fonction de leurs possibilités.

11.2.12 Risques

11.2.12.1 Risques au niveau du développement et de la mise en œuvre

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 devront être conçues de manière à réduire à un niveau acceptable les risques de développement et de mise en œuvre de la technologie de l'interface radioélectrique. Cela est particulièrement valable pour la mise en œuvre de la technologie des stations mobiles IMT-2000 avec un haut degré d'intégration.

11.2.12.2 Risques au niveau de l'exploitation

La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent être conçues de manière telle qu'un fonctionnement défectueux de l'infrastructure fixe entraîne une perte de service minimale pour les utilisateurs des IMT-2000 desservis par la station de base concernée ou toute station de base voisine. Il convient aussi de réduire au minimum l'influence d'une station mobile IMT-2000 défectueuse ou de tout équipement brouilleur. À cet égard, les situations suivantes peuvent se présenter:

- perte de la synchronisation entre stations de base (si elle est mise en œuvre),
- perte de la porteuse de la station de base,
- brouillages dus à d'autres services dans la même bande (le cas échéant),
- brouillages causés par des services dans les bandes adjacentes,
- brouillages causés par des exploitants IMT-2000 non coordonnés,
- station mobile défectueuse émettant à pleine puissance,
- etc.

11.3 Caractéristiques de performance

Les exigences de performance imposées au système dans le cas des IMT-2000 sont présentées dans la Recommandation UIT-R M.1079. Ces exigences portent sur la qualité de service de bout en bout, la qualité subjective, les rapports objectifs d'erreurs numériques ainsi que sur les caractéristiques de synchronisation et de temps de propagation, les

valeurs de fiabilité et les probabilités d'accès au service. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent satisfaire à ces exigences, soit au niveau de la performance de l'interface radioélectrique physique, soit au niveau des protocoles de signalisation, afin d'assurer le service.

Les exigences de performance indiquées dans le présent paragraphe ont une influence directe sur la conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 et n'ont pas nécessairement un rapport direct avec la qualité de service de bout en bout. Il peut toutefois y avoir dans certains cas un rapport indirect.

11.3.1 Résistance aux effets des trajets multiples

Étant donné l'environnement physique d'un réseau IMT-2000, celui-ci doit être capable d'admettre certains effets de la propagation par trajets multiples. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 admettront en général les effets des trajets multiples observés dans les divers environnements d'exploitation radioélectriques IMT-2000, définis dans le § 7 et examinés en détail dans le § 8 du point de vue de la propagation.

11.3.2 Prise en charge des véhicules en mouvement

Les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 sont définis au § 7. La ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 doivent prendre en charge des véhicules se déplaçant à des vitesses de 0 à 500 km/h pour les applications de Terre et jusqu'à 1 500 km/h pour les applications aéronautiques.

11.3.3 Performance du canal radioélectrique

Les caractéristiques de performance du canal radioélectrique sont présentées dans la Recommandation UIT-R M.1079 et reposent sur un ensemble d'objectifs de qualité de service de bout en bout pour les services IMT-2000 définis. Pour chaque service des IMT-2000, on définit un ou plusieurs objectifs de qualité de service de bout en bout et on indique pour les divers canaux radioélectriques à définir des impératifs de performance fondés sur ces objectifs.

On peut spécifier les caractéristiques de performance du canal radioélectrique sous forme de taux d'erreur binaire ou de taux d'erreur sur les trames (TEB/FER) pour des qualités de service et des probabilités d'accès au service données.

La performance du canal radioélectrique pour la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 n'est pas un critère de comparaison. Elle est définie par rapport aux niveaux de performance du canal radioélectrique indiqués dans la Recommandation UIT-R M.1079 et la conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit satisfaire à ces exigences.

11.3.4 Efficacité d'utilisation du spectre

Pour un réseau radioélectrique IMT-2000, on mesure l'efficacité d'utilisation du spectre d'après le nombre maximal d'utilisateurs actifs des IMT-2000 qui peuvent être pris en charge, par superficie et par partie de spectre, ou d'après le volume et la partie de spectre dans le cas des bâtiments à plusieurs étages, pour une qualité, des dimensions de cellule, des conditions de propagation, des coûts et des études de conception donnés.

On déterminera l'efficacité d'utilisation du spectre d'une interface radioélectrique des IMT-2000 en prenant pour surface de la cellule de base la surface minimale dans l'environnement radioélectrique IMT-2000 approprié. Pour les services non vocaux, il faudra calculer une unité équivalente d'intensité de trafic. L'efficacité d'utilisation du spectre s'estime en fonction des critères de performance du canal radioélectrique fixe qu'indique la Recommandation UIT-R M.1079.

Lorsqu'on évalue l'efficacité d'utilisation du spectre, il faut tenir compte de l'influence des services autres que IMT-2000 dans la même bande et les bandes adjacentes ainsi que des bandes de garde nécessaires qui en découlent. Il faut aussi inclure dans cette étude les canaux subsidiaires, de commande et de signalisation entre autres.

11.3.5 Fiabilité d'exploitation

La conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit permettre d'obtenir, à un coût raisonnable, une fiabilité d'exploitation, compte tenu par exemple de la moyenne des temps entre défaillances (MTBF) pour l'infrastructure radioélectrique des IMT-2000 en exploitation courante, au moins aussi bonne que celle des systèmes mobiles de la seconde génération.

La conception de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 doit permettre d'obtenir, à un coût raisonnable, un délai moyen des remises en état pour l'infrastructure radioélectrique des IMT-2000 en exploitation courante, au moins aussi bon que celui des systèmes mobiles de la seconde génération correspondants.

ANNEXE 1

Définitions

Le vocabulaire de la présente Recommandation correspond aux définitions figurant dans la Recommandation UIT-R M.1224 relative à la terminologie IMT-2000. Il y a toutefois quelques termes supplémentaires à définir. Ce sont les suivants:

Niveau de cellules: Toutes les *cellules* de même catégorie, ayant des caractéristiques radioélectriques analogues et utilisant en partage les mêmes moyens radioélectriques.

Utilisateur terminal: Utilisateur d'un terminal IMT-2000 qui donne accès aux services IMT-2000.

Régulation de la puissance (radioélectrique): Réglage dynamique de la puissance de sortie ayant pour but de réduire les brouillages dans le système, tout en assurant une qualité suffisante sur chaque liaison.

Couverture restreinte: Cellule unique.

Couverture d'îlot: Groupe de cellules dont la couverture va d'une zone de proximité à une grande zone urbaine.

Couverture contiguë: Couverture assurée en tout endroit de la *zone de service* voulue.

ANNEXE 2

Environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000

Les considérations qui conduisent à distinguer les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000 que mentionne le § 7.2 s'expriment ainsi:

- les stations de base mobiles des IMT-2000 (par exemple une station de base sur véhicule en mouvement) ont deux interfaces radioélectriques qui peuvent se trouver chacune dans un environnement radioélectrique différent. L'environnement d'exploitation radioélectrique global aura les caractéristiques physiques (propagation et vitesse relative) données par l'interface radioélectrique qui communique directement avec la station mobile. Toutefois les objectifs en matière de débits d'information pour le service seront déterminés par les possibilités du plus faible maillon de la chaîne;
- l'utilisation de répéteurs pour les IMT-2000 aura les mêmes conséquences pour l'environnement global radioélectrique des IMT-2000 que les stations de base mobiles des IMT-2000. Toutefois, pour les répéteurs, la situation est encore plus compliquée et on ne peut les identifier à un ou plusieurs environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000. Cependant les conséquences de l'utilisation des répéteurs sur les possibilités de service de l'interface radioélectrique doivent être prises en compte par les exploitants des IMT-2000 pour la planification de leurs réseaux;
- l'environnement urbain distingue les applications piétons et les applications véhicules, car les débits d'information attendus du service, comme la vitesse des mobiles, peuvent différer quelque peu d'un environnement à l'autre. Mais dans le cas des environnements ruraux, la différence entre applications piétons et applications véhicules est en principe la même, mais on ne juge pas nécessaire de distinguer deux environnements distincts;
- l'environnement rural extérieur est censé comprendre les vitesses allant jusqu'à celles des trains à grande vitesse. On peut envisager d'accroître la vitesse nécessaire dans cet environnement pour prendre en charge également les aéronefs. Toutefois cette approche n'est pas nécessairement justifiée et on peut considérer qu'il s'agit d'un cas particulier si l'on a besoin d'une couverture aéronautique assurée par des moyens de Terre.

ANNEXE 3

Exigences provisoires de conception de l'accessibilité du service pour la ou les interfaces des IMT-2000 dans les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000

La présente Annexe expose les impératifs provisoires de la conception pour l'accessibilité du service pour la ou les interfaces radioélectriques des IMT-2000 dans les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000. Les entrées du Tableau 2 représentent l'ensemble de services qu'il est possible d'offrir dans un environnement donné en fonction des types d'information et des débits binaires, et ne sont définies que pour servir de base à l'optimisation globale de la réalisation de la ou des interfaces radioélectriques des IMT-2000 et de leurs caractéristiques. Les IMT-2000 doivent posséder les possibilités de traiter, de manière intégrée, des différents types multiples d'informations se rapportant à la fourniture des services supports et à l'interconnexion au réseau RNIS, bien qu'il puisse y avoir des restrictions provenant d'un environnement d'exploitation de communications mobiles. En considération de prévision des possibilités des IMT-2000, il est demandé d'effectuer un complément d'étude concernant l'organisation des émissions portant, par exemple, sur la qualité de transmission que doivent offrir la ou les interfaces radioélectriques et sur la façon dont il convient de libeller les adresses des émissions. Il est également nécessaire de prévoir un complément d'étude traitant de l'interconnexion au RNIS et de la méthode utilisée pour fournir des services supports au travers de l'interconnexion. Il convient de noter que l'ensemble exact des services que doit desservir un système particulier dans un environnement donné, et par conséquent les contraintes d'une réalisation particulière pour l'interface radioélectrique de ce système, doivent être décidés par les prestataires et/ou par les opérateurs de service IMT-2000. Le Tableau 2 nécessite un complément d'étude en particulier la coordination avec les Recommandations en matière de services et de systèmes IMT-2000 (par exemple la Recommandation UIT-R M.816, la Recommandation UIT-T F.115, la Recommandation UIT-R M.1079, etc.).

TABLEAU 2

**Exigences provisoires de la conception de l'accessibilité du service pour la ou les interfaces des IMT-2000
dans les environnements d'exploitation radioélectriques des IMT-2000**

Types d'information de service	Débit binaire typique de la source (kbit/s)	Couverture cellulaire	Environnement d'exploitation radioélectrique												
			Couverture radio-électrique type	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Parole Téléphonie 7 kHz	8-32 48-64	Contiguë Îlot	Oui Oui	Oui Oui	Oui Oui	Oui -	Oui Oui	Oui -	Oui -	Oui Oui	- -	Oui -	Oui -	Oui Oui	- -
Audio Qualité téléphonique Haute fidélité	8-32 48-64	Contiguë Îlot	Oui Oui	Oui Oui	Oui Oui	Oui -	Oui -	Oui -	Oui -	Oui Oui	- -	Oui -	Oui -	Oui Oui	- -
Données Faible Moyen Elevé Très élevé	< 10 10-64 64-2 048 2 000-20 000	Contiguë Contiguë Îlot/étroite Étroite	Oui Oui Oui -	Oui Oui Oui -	Oui Oui Oui -	Oui Oui Oui -	Oui Oui -	Oui Oui -	Oui Oui -	Oui Oui -	- - Oui Oui	Oui Oui -	Oui Oui -	Oui Oui -	Oui - - -
Texte	20	Contiguë	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	-	Oui	Oui	Oui	Oui
Image Télécopie Couleur, haute qualité	2,4-64 50-500	Contiguë Contiguë/îlot	Oui Oui	Oui Oui	Oui Oui	Oui Oui	- -	Oui Oui	Oui -	Oui Oui	- -	Oui -	Oui -	Oui Oui	- -
Vidéo	8-64 1 500-20 000	Contiguë Étroite	Oui -	Oui -	Oui -	Oui -	Oui -	Oui -	- -	Oui -	- Oui	Oui -	Oui -	Oui -	- -

Environnements d'exploitation radioélectriques:

- (1) Locaux d'entreprises.
- (2) À l'intérieur ou à l'extérieur sur de courtes distances.
- (3) Zone résidentielle.
- (4) Circulation urbaine
- (5) Piéton en zone urbaine.
- (6) Zone rurale.
- (7) Aéronautique.
- (8) Stations mobiles utilisées en stations fixes.
- (9) Trafic local, à débit binaire élevé.
- (10) Trafic avec satellite en zone urbaine.
- (11) Trafic avec satellite en zone rurale.
- (12) Stations mobiles utilisées en stations fixes avec satellite.
- (13) Liaisons par satellite à l'intérieur des bâtiments.

Notes relatives au Tableau 2:

NOTE 1 – Les catégories d'information de service à très fort débit binaire comme la télévision et les services de données à très hauts débits binaires figurent dans le Tableau en vue d'applications futures. Ces catégories d'information de service ne sont pas envisagées dans la Phase 1 des IMT-2000 et, si on les introduit ultérieurement, elles peuvent demander la conception de stations de base et d'infrastructure spécialisées.

NOTE 2 – On notera que les catégories d'information de service de ce Tableau correspondent à des types d'information de l'utilisateur et non à des services définis.

NOTE 3 – On notera que les services de radiorecherche figurent dans ce Tableau (par exemple, sous «données» et/ou «texte»).

NOTE 4 – Il peut être nécessaire de définir une sous-catégorie distincte d'information de service qui englobe les données à très faibles débits binaires (comme 300 bit/s). Cela s'applique en particulier aux applications intérieures avec satellite.

NOTE 5 – On suppose pour le moment que les environnements d'exploitation radioélectriques des satellites aéronautiques et maritimes sont compris dans les divers environnements avec satellite.

NOTE 6 – En raison de leurs caractéristiques techniques particulières, certains systèmes mobiles à satellites sont pour le moment des codeurs de parole et audio d'un débit plus faible que ceux qui figurent dans ce Tableau.

NOTE 7 – Un «oui» pour un environnement d'exploitation radioélectrique particulier signifie qu'il admet soit tous les débits binaires d'une source type, soit certains d'entre eux.